

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutusohjelma

Jesse Karvinen

TUOTANNON PFMEA:T MUUTTUNEESSA
TOIMINTAYMPÄRISTÖSSÄ

Opinnäytetyö
Marraskuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019
Konetekniikan koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)

Jesse Karvinen

Nimeke

Tuotannon PFMEA:t muuttuneessa toimintaympäristössä

Toimeksiantaja

Waratah OM Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä käsitellään PFMEA-raporttien uusimista. Työn tarkoituksena oli tuottaa yritykselle päivitetty versiot pääosin vuonna 2010 tehdyistä PFMEA-raporteista. Vuoden 2010 jälkeen osa malleista on jäänyt pois sekä uusia malleja tullut tilalle. Tuotteistamisprosessissa on tulossa uusia tuotteita, jotka olisi otettava huomioon. Opinnäytetyön aihe valikoitui kiristyvien laatuvaatimuksien johdosta, joten vanhat dokumentit tarvitsivat päivitystä.

Opinnäytetyötä tehdessä käytettiin John Deere Forestry Oy:n omia Excel-pohjia sekä yrityksen omaa FMEA-aineistoa. Työ toteutettiin pääosin jalkautumalla tuotantoon, jonka jälkeen löytyneet havainnot siirrettiin Excel-taulukoihin.

Työstä saatiin hyviä löydöksiä, joita ei välttämättä arkisessa työskentelyssä olisi löydetty. Päivitettyt laatudokumentit tulivat yritykselle tarpeeseen. Dokumenttien päivitys jatkuu myös opinnäytetyön jälkeen.

Kieli

suomi

Sivuja 20

Liitteet 7

Liitesivumäärä 7

Asiasanat

opinnäytetyö, PFMEA, Layout, tuotanto



Thesis
November 2019
Degree Program in Mechanical
Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Author (s)

Jesse Karvinen

Title

Process FMEA in updated production environment

Commissioned by

Waratah OM Oy

Abstract

The goal of the thesis was to produce updated versions of process FMEA reports mostly made in 2010. Some models have exited production and some new models have entered since the creation of the old reports. Design process has new products coming that needed to be taken into account. The subject was selected because of more demanding quality standards. Due to these changes, the old PFMEA documents needed updating and renewing.

Modern quality standards require more controlled manufacturing on the production line. Most of the procedures are outdated due to production line layout changes. The thesis was made using Excel templates made by John Deere Forestry.

Language

Finnish

Pages 20

Appendices 7

Pages of Appendices 7

Keywords

thesis, PFMEA, layout, production

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Waratah OM Oy & John Deere Forestry Oy	5
3	Waratah OM Oy:n tuotantoprosessi ja laadunvalvonta.....	6
4	Tuotannon toimintaympäristön muutokset	9
5	PFMEA-raportointi	10
5.1	FMEA:n historia ja käyttötarkoitukset	10
5.2	Riskien kartoittaminen.....	11
5.3	Riskien analysointi ja pisteytys	13
5.4	Riskien pohjalta tehtävät muutokset	18
6	Prosessikartoitus.....	23
7	Lopuksi.....	24
8	Lähteet.....	26

Liitteet

Liite 1	PFMEA 1
Liite 2	PFMEA 2
Liite 3	PFMEA 3
Liite 4	PFMEA 4
Liite 5	PFMEA 5
Liite 6	PFMEA 6
Liite 7	PFMEA 7

1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Waratah OM Oy:ltä. Osittain työn tarpeellisuu-
desta kertoi myös emoyhtiö John Deere Forestryn vaatimukset laadusta.

Opinnäytetyössäni etsin tietoa PFMEA-raportoinnista, joka on lyhenne sanoista
Process Failure Mode and Effects Analysis, eli prosessin virhearviointi. Tämän
lisäksi tuotin yritykselle päivitettyt tai kokonaan uudet raportit. Nykyiset laatustan-
dardit olivat tiukentuneet huomattavasti, sekä vanhoja malleja poistunut ja uusia
oli tullut tilalle, joten raporttien päivitys oli ajankohtaista.

Työn tarkoituksena oli saada Waratah OM Oy:n käyttöön helposti päivitettävä ja
suunnittelun sekä laadun kanssa käsi kädessä kulkeva työkalu, jonka seuraami-
sen tulisi myös olla helppoa. Aineistona työssä on käytetty John Deere Forestryn
omia laatudokumentteja sekä Basics of FMEA-kirjaa.

2 Waratah OM Oy & John Deere Forestry Oy

Waratah OM Oy perustettiin vuonna 2004 valmistamaan kaikki John Deere Fo-
restry Oy:n harvesteripäät. Yrityksestä 51 % kuuluu John Deere Forestry Oy:lle
ja 49 % Outokummun Metallille. Waratah OM valmistaa keltaiset ja punaiset har-
vesteripäät Waratah-jakelukanavan kautta. Yrityksen henkilöstömäärä vuonna
2018 oli 45 henkilöä, joista suurin osa Joensuussa ja pieni osa Tampereella.
Kaikki tuotanto tapahtuu Joensuussa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2017 oli 30,1
miljoonaa euroa, josta liikevoittoa oli 12,5 %. Nykyisenä toimitusjohtajana toimii
Pasi Volotinen. (Volotinen 2019.)

John Deere on perustettu vuonna 1837 Grand Detourissa, Illinoisissa. Nykyinen
yrityksen pääkonttori sijaitsee Illinoisissa, Molineen kaupungissa. Yritys valmisti
aluksi käsikäyttöisiä auroja. John Deere toimii metsätaloudessa sekä maatalou-
den monilla eri osa-alueilla. (Deere & Company 2019a.)

John Deere Forestry Oy:n Euroopan markkinointikeskus sekä pyöräalustaisten metsäkoneiden tuotekehitys sijaitsee Tampereella. John Deere Forestry Oy:n tuotanto sijaitsee Joensuussa, jossa valmistetaan harvestereita sekä kuorma-traktoreita. (Deere & Company 2019a.)

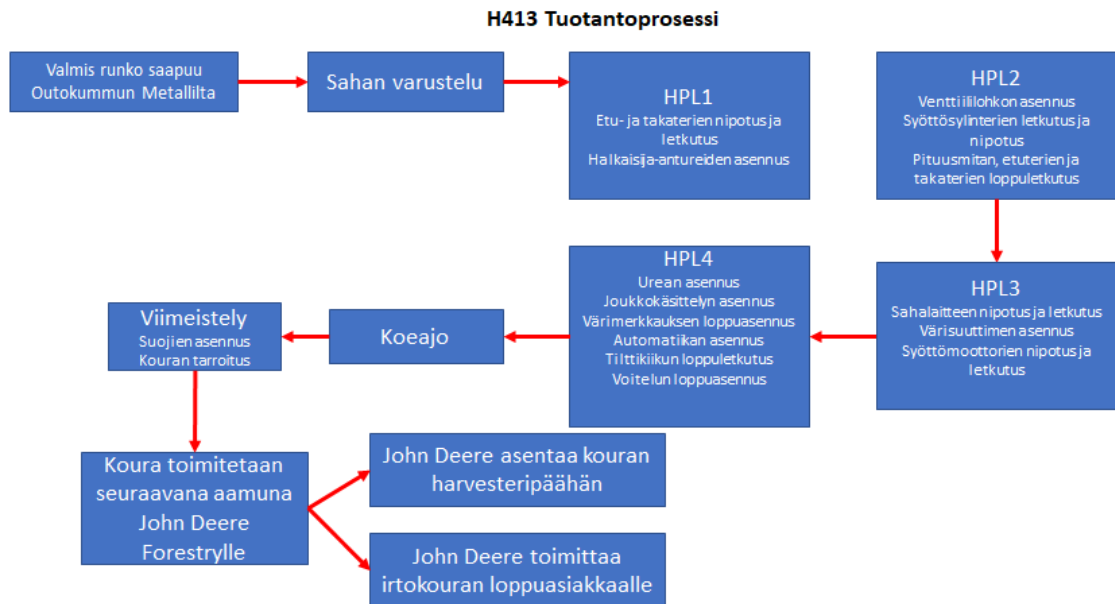
3 Waratah OM Oy:n tuotantoprosessi ja laadunvalvonta

Nykyisellään Waratah OM Oy:llä kourat valmistetaan linjatuotannossa. Käytössä on tällä hetkellä neljä linjapaikkaa, sekä sahapiste, osakoonta ja koeajo. Harvesteripää lähtee liikkeelle sahapisteeltä, jossa yksi asentaja asentaa päähän sahalaitteen. Sahalaitteen asennuksen jälkeen asentajapari ottaa harvesteripään ensimmäiselle linjapaikalle. Jokaisella linjapaikalla on tietyt työvaiheet, joiden jälkeen siirrytään seuraavalle linjapaikalle. Osakoontaan kuuluu venttiililohkon kasaus sekä pienempien osakoontien valmistelu. Valmiit osakoonnat kerätään kittikärreihin, jonka asentajapari ottaa sahapisteen vierestä mukaansa ensimmäiselle linjapaikalle. Kun harvesteripää on käynyt läpi kaikki neljä linjapaikkaa, siirretään se odottamaan koeajoa.



Kuva 1. Outokummun Metallilta saapunut H414:n runko ennen linjaan ottamista. (Jesse Karvinen 2019).

Koeajossa harvesteripää nostetaan koeajotelineeseen, jonka jälkeen kouraan kiinnitetään paineletkut. Koeajon tarkoituksena on testata kaikkien liikkeiden toimivuus sekä mahdollisten vuotojen paikantaminen. Koeajon jälkeen harvesteripäähän asennetaan suojat sekä tarrat. Seuraavaksi harvesteripää siirtyy John Deere Forestry Oy:lle, jossa pää joko asennetaan harvesteriin tai irtopää lähetetään eteenpäin loppuasiakkaalle.



Kuvio 1. Kouramallin tuotantoprosessi. (Waratah OM Oy 2019).

Yhden harvesteripään tavoiteaika linjan läpimenoon on noin 23 tuntia tarkoittaen noin 1,5 työpäivää per asentajapari. Tähän sisältyy myös harvesteripään koeajo sekä loppukokoonpano koeajon jälkeen.

Laadunvalvonnassa käytetään tärkeimpänä mittarina ensivaiheen laatua. Ensivaiheen laadulla tarkoitetaan virhepoikkeamia, jotka ilmoitetaan asiakkaalta, eli John Deere Forestryltä. Poikkeamissa otetaan huomioon kaikki tuotantolinjan aiheuttamat virheet. Ensivaiheen laadun onnistumisprosentti tuotannossa opinnäytetyön kirjoittamishetkellä on 92,2 %. Suurimmat laatu-poikkeamien aiheuttajat ovat öljyvuodot sekä mahdolliset löysälle jääneet ruuviliitokset.



Kuva 2. Valmis runko odottamassa kyytiä John Deerelle harvesteriin asennusta varten. Suojat paikalleen asennettuna. (Jesse Karvinen 2019).

4 Tuotannon toimintaympäristön muutokset

Edellisten PFMEA-raporttien jälkeen tuotanto oli käynyt läpi useita muutoksia. Suurilta osin oli siirrytty kittaukseen, joka tarkoittaa, että yksi kittaja kerää harvesteripään kasaukseen vaadittavat komponentit kittikärreihin, jonka asentajapari ottaa harvesteripään rungon mukana linjaan. Tämän muutoksen tarkoituksena oli saada läpimenoaikoja nopeammaksi, jonka tahattomana seurauksena myös riskikohtien määrä kasvoi. Kittauksen seurauksena esimerkiksi komponenttien väärille paikoille asentaminen on voinut lisääntyä. Myös sekvenssitilausten määrä on kasvanut, jolloin tavaraa ei enää säilötä varastossa suuria määriä, vaan komponentit tulevat tavarantoimittajilta kouramallikohtaisesti.

Aiemmin komponentit olivat kaksilaatikko-järjestelmässä tuotantolinjan molemmin puolin ja osat keräsi työpari itse. Kaksilaatikko-järjestelmässä on peräkkäin kaksi laatikkoa, kun etummaisesta laatikosta otetaan viimeinen komponentti, vaihdetaan taaempi laatikko eteen ja nostetaan tilauskortti, jolloin materiaalmies tilaa uuden erän ja täyttää takimmaisena laatikon.

Tuotantomäärä on kasvanut noin 60 % vuodesta 2014, mikä on lisännyt työmäärää jokaisella osastolla.

5 PFMEA-raportointi

5.1 FMEA:n historia ja käyttötarkoitukset

FMEA eli Failure Mode and Effects Analysis on laatutyökalu, jolla tarkoitetaan riskianalyysia. Sen tarkoituksena on löytää mahdollisia laatuvirheitä sekä asiaan liittyviä riskejä. Ensimmäinen virallinen FMEA suoritettiin lentokoneteollisuudessa 1960-luvun puolella välissä, mutta sai laajemman käytön vasta 1990-luvun loppupuolella, autoteollisuuden kautta. Kuten moni muu laatutyökalu, FMEA ei vaadi monimutkaisia statistiikkoja, mutta sitä käyttämällä on mahdollista saavuttaa suuria säästöjä. FMEA on prosessi, johon yleensä vaaditaan enemmän kuin yksi henkilö. Ensimmäinen suurilta osin FMEA:n käyttöön ottanut oli autoteollisuus. Autoteollisuuden toimesta FMEA-prosessia parannettiin merkittävästi. (Basics of FMEA 2008, 1)

Ensisijainen FMEA:n tarkoitus on ennaltaehkäistä prosessin ja tuotteen mahdollisia virheitä. FMEA on käytössä erilaisissa tuotantoprosesseissa sekä suunnitteluvaiheissa. Päällimmäinen tavoite on siis tutkia kaikki mahdolliset tavat, joilla prosessin tai tuotteen on mahdollista mennä rikki. Jopa yksinkertaisimmilla tuotteilla on mahdollista rikkoutua. Rikkoutumiset ei ole rajattu pelkästään ongelmiin

tuotteen kanssa. Tuotteen rikkoutuminen voi tapahtua myös loppukäyttäjän tehdessä virheen. (Basics of FMEA 2008, 3)

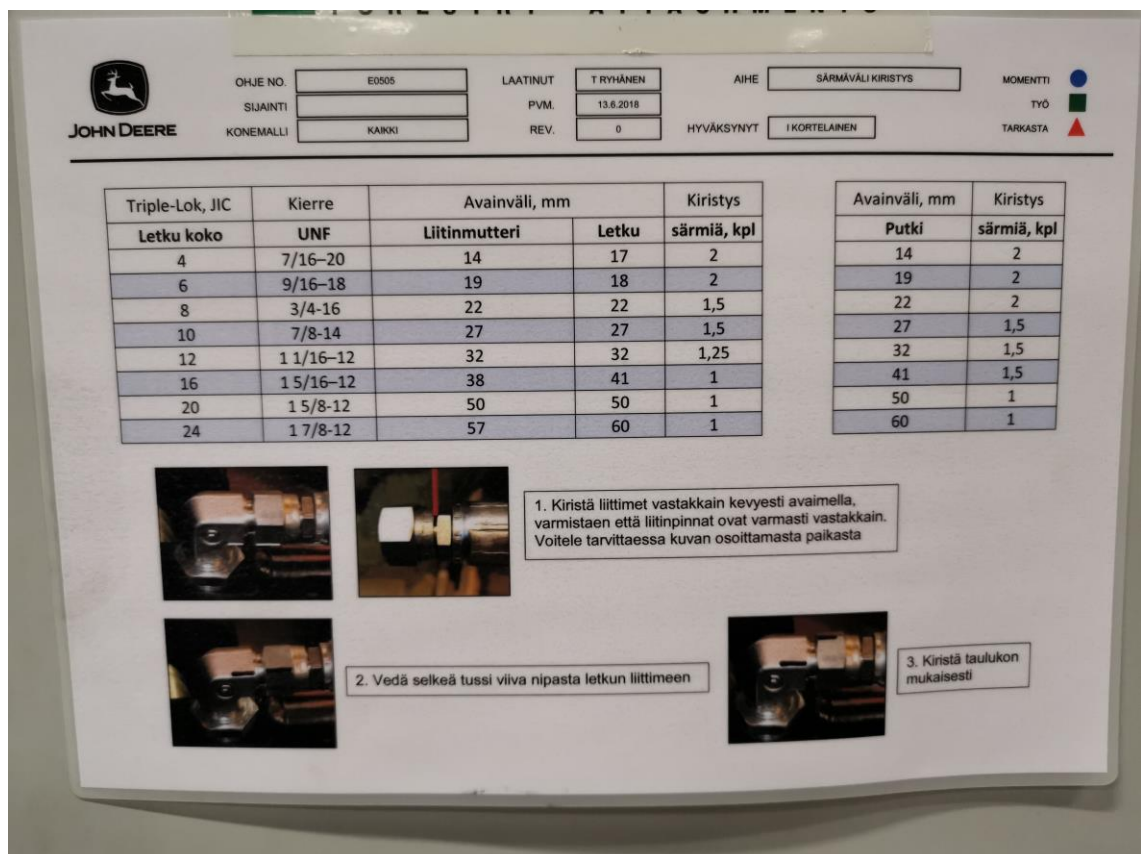
5.2 Riskien kartoittaminen

Riskien kartoittaminen aloitettiin käymällä läpi vanhoja laatudokumentteja. Osamalleista oli poistunut käytöstä, sekä tilalle oli tullut uusia malleja. Vanhojen dokumenttien Excel-pohjat olivat vanhentuneet, sekä niissä oli edelleen riskikohtia, joita ei vielä oltu korjattu tai poistettu. Nämä kohdat siirrettiin aluksi uusille Excel-pohjille. Seuraavaksi kerättiin asentajien mielipiteitä sekä havaintoja, jotka lisättiin ensimmäisenä raporttiin. Tärkeää oli myös ottaa huomioon kohdat, joista voisi aiheutua ongelmia vasta kun loppuasiakas on saanut tuotteen käyttöönsä. Osasta asentajien havainnoista ilmeni, että osa riskeistä olisi helposti korjattavissa työskentelytapojen muutoksilla. Suurin osa kouramalleista käytiin ensin läpi tuotannon alkuvaiheesta loppuvaiheeseen asentajaparien kanssa. Tänä aikana kiinnitettiin erityisesti huomiota työtapoihin ja hankaliin paikkoihin, jotka olivat jo rutiinin mukana unohtuneet. Tällaisia asioita olisi esimerkiksi hydraulikkaletkun vetäminen jotakin reittiä, joka ei välttämättä ole suorin mahdollinen reitti. Tähän vaiheeseen aikaa käytettiin noin kuukausi, jonka ohessa työskentelin myös muissa työtehtävissä.

Seuraavassa vaiheessa aloitin itse kouran kasauksen alkupäästä, itselleni tuntemattomammista malleista. Koin että tällä tavoin olisi helpompi löytää ongelma-kohtia kuin seuraamalla asentajia, joille työ on jo rutiinia. Yritin työtä tehdessäni huomioida myös kohtia, joista voisi koitua ongelmia vasta loppuasiakkaalla.

Kokoonpanon aloitin sahan varustelusta. Sahan varustelussa puretaan sahamoottori irti laitteesta, sillä ilman moottorin irrotusta asennus runkoon ei onnistu. Sahalaitteeseen varustelin nipat, jonka jälkeen laite asennetaan varustelutelineestä runkoon. Jo tässä vaiheessa on syytä olla tarkkana, sillä sahalaite kiinnitetään eri mittaisilla pulteilla. Esimerkiksi riski laittaa pultti epähuomiossa väärään paikkaan on suuri. Pahimmassa tapauksessa väärän pituinen pultti väärässä paikassa voi rikkoa sahalaitteen. Tähän oli kuitenkin tulossa nopea työkalu pulttien mittaukseen, joten tätä ei otettu opinnäytetyötä tehdessä huomioon. Sahan asennuksen jälkeen siirryin kuvan 2 mukaisesti ensimmäiselle linjapaikalle.

Kittauskärreihin on jaoteltu lokerot linjapaikkakohtaisesti, joihin on kerätty tarvittavat osat, mikä helpottaa asennusta suuresti. Myös tässä vaiheessa on mahdollista asentaa väärät ruuvit vääriin paikkoihin, johtuen siitä, että ruuvit ovat sekaisin lokeroissa. Tähän oli jo tekemisen aikaan tulossa muutos, jonka myötä kärrin reunaan kiinnitettäisiin pala mittanauhaa, jonka avulla pultit on helppo mitata. Ensimmäisellä linjapaikalla etu- ja takaterien sylinterit nipotetaan ja letkutetaan. Letkutuksessa on tärkeää ottaa huomioon kiristys, joka tehdään seinältä löytyvän ohjeen mukaisesti. Yleisesti ohjeena on pienimmille liitoksille 1,5-2 särmäväliä, isommille letkuille yksi särmäväli. Kuvassa 3 on esimerkki kiristysohjeesta.



Kuva 3. Seinältä löytyvä kiristysohje letkuliitoksille. (Jesse Karvinen 2019).

Lisäksi ensimmäisellä linjapaikalla letkutetaan pituusmittasylinteri, mahdollisesti lisävarusteena saatavilla oleva väriterä, sekä asennetaan halkaisija-anturit. Anturit ovat sarjanumeroituja, joten takuun takia on tärkeää muistaa ottaa sarjanumerot talteen sisäiseen järjestelmään. Jo ensimmäisellä linjapaikalla huomasi muutaman ongelmakohtan. Esimerkiksi rasvaletkun asennus takaterien sylinteriin on vaikeaa ahtaassa tilassa, sillä työkaluja ei saa kunnolla ahtaaseen väliin mahtumaan.

Seuraavaksi koura siirrettiin toiselle linjapaikalle, jossa asennetaan venttiililohko, sekä kiinnitetään aiemmassa vaiheessa asennetut letkut kiinni venttiililohkoon. Normaalisti tässä vaiheessa toinen työpareista alkaisi tekemään syötön letkutusta ja toinen sahan letkutusta, mutta yksin tehdessäni aloitin sahan letkutuksesta, jonka jälkeen siirryin syötön letkutukseen. Tässä vaiheessa havaitsin sahamoottorin nipotuksessa ongelmakohdan. Esimerkiksi rungon tukirauta tulee sahamoottorin eteen, jolloin nippojen kiristäminen on erittäin hankalaa. Asia lisättiin FMEA-raporttiin edellisten kohtien tavoin, kyseinen riskikohta sai myöhemmässä vaiheessa korkeat pisteet.

Kolmannella linjapaikalla täytetään syöttömoottorit ja loppuletkutetaan moottorit venttiililohkon päähän. Lisäksi asennetaan voiteluöljysäiliö, rasvavoitelu, tai voiteluöljysäiliö moninopeusventtiileillä asiakkaan tilauksesta riippuen. Yksi havaitsemistani ongelmakohdista tällä paikalla oli sylintereihin tulppien alta jäävät mustat kumitiivisteet, joita on hankala havaita mustassa sylinterissä. Myöhemmässä vaiheessa liitos voi jäädä vuotamaan, jos tiivistettä ei muisteta poistaa.

Viimeisellä linjapaikalla ennen koeajoa kouraan asennetaan muun muassa sähköt, eli automatiikka, joukkokäsittelylaite, tarvittaessa kannonkäsittely sekä värisuutin. Automatiikan sähköliittimiä kytkiessäni huomasin kuorintapihtien kuorivan välillä liikaa johtoa, jolloin johto jää löysälle liittimeen ja saattaa irrota tärinän vaikutuksesta. Tämä lisättiin raporttiin, mutta asia korjattiin uusilla kuorintapihdeillä jo ennen pisteytysvaihetta.

Koeajossa toimin vain katselijana. Esimerkiksi koeajaja huomioi korkeat pisteet myöhemmin saaneen todellisen vaaran joukkokäsittelylaitteen säätämisessä. Pultit jouduttiin irrottamaan pois, sillä joukkokäsittelylaite oli aina linjalta tullessa väärässä asennossa. Tässä kohdassa oli todella suuri loukkaantumisriski, painavan laitteen oli mahdollista tippua koeajajan päälle. Koeajosta ei suurempia ongelmakohtia löytynyt.

5.3 Riskien analysointi ja pisteytys

Riskien analysointi tapahtui kolmea pääkohtaa tarkastelemalla. Ensimmäisenä tarkasteltiin riskin vakavuutta, jolla tarkoitetaan siitä aiheutuvan asian vakavuutta.

Tarkasteltiin riskikohdan toistuvuutta, eli riskin tapahtumisen todennäköisyyttä. Kolmantena tarkastelukohtana tutkittiin riskin havaitsemisen todennäköisyyttä ennen kuin lopputulosta on huomattu. Nämä kohdat pisteytettiin asteikolla 1-10. Pisteytysvaiheessa mukana oli lisäksi kaksi jäsentä laatuorganisaatiosta. Saadut pisteet kerrottiin keskenään, jolla saatiin RPN, eli risk priority number. RPN:llä tarkoitetaan riskin tärkeysnumeroa. Yli 100 pistettä saaneet siirrettiin eteenpäin, alle 100 pistettä saaneet eivät aiheuttaneet toistaiseksi toimenpiteitä. Prioriteetti-numeron on mahdollista olla väliltä 1-1000. Pisteytyksen pohjana käytettiin John Deere Forestryn omaa Excel-taulukkoa.

Ensimmäisenä kohtana tarkasteltiin riskin vakavuutta. Pisteet on taulukossa jaettu kategorioihin pisteytyksen helpottamiseksi. 1 on huomaamaton riski, josta ei aiheudu vahinkoa. 2 on pieni riski, jolla voi tapahtua pientä vahinkoa tuotantolinjalla. Pieni osa tuotteesta joudutaan korjaamaan linjapaikalla. Tarkkasilmäisen loppuasiakkaan on mahdollista huomata virhe helposti. 3-4 luokitellaan haitaksi. Riskikohta aiheuttaa pientä haittaa tuotantolinjalla, suuri osa loppuasiakkaista huomaa virheen. 5-6 aiheuttaa harmia loppuasiakkaalle, tuote on käytettävissä heikentyneellä suorituskyvyllä. 7-8 voi aiheuttaa loppuasiakkaalle suuria ongelmia. Tuotteen pääominaisuuksien toimivuus voi kadota, sekä tuote joudutaan mahdollisesti uusimaan täysin. 9-10 voi aiheuttaa suuria vaaratilanteita asiakkaalle sekä tuotantotyöntekijälle. Yleensä on tapahtunut säädöksien noudattamatta jättäminen, jonka seurauksena vahinko voi sattua ilman varoitusta. Tämän kohdan pisteytyksessä käytetty ohje löytyy taulukosta 1.

Taulukko 1. Tällä ohjeella pisteytettiin riskien vakavuus. (John Deere & Company 2019b.).

JOHN DEERE SEVERITY			
Rank	Severity	Criteria: Severity of effect	Customer perception
10	Highest, w/o warning	May endanger customer or employee and/or involves noncompliance with government regulation. Failure may occur without warning	Safety/legal
9	Highest, w/ warning	May endanger customer or employee and/or involves noncompliance with government regulation. Failure may occur with warning	
8	Very high	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Machine/item inoperable, loss of primary function. End customer very dissatisfied	Customer very dissatisfied
7	High	Major disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Machine/item operable, but at a reduced level of performance. End customer dissatisfied.	
6	Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be scrapped. Machine/item operable but some comfort/convenience item(s) inoperable. End customers experience discomfort.	Customer dissatisfied
5	Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Machine/item operable, but some comfort/convenience operable at reduced level of performance. End customer experiences some dissatisfaction.	
4	Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit & finish/squeak & rattle item does not conform. Non-conformance noticed by most end customers.	Nuisance
3	Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit & finish/squeak & rattle item does not conform. Non-conformance noticed by average end customers.	
2	Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit & finish/squeak & rattle item does not conform. Non-conformance noticed by discriminating end customers.	Minor
1	None	No effect on partner or customer.	Not noticeable

Näiden kohtien pisteytyksen jälkeen siirryimme pisteyttämään riskin todennäköisyyden, eli sitä kuinka usein riski toistuu. Pisteytystaulukko oli tässäkin kohdassa jaettu osioihin, 1-3 tarkoittaa että todennäköisyys riskille on pieni. 4-5 tarkoittaa ajoittaisia vikaantumisia, noin yksi tuote sadasta. 6-7 tarkoittaa toistuvia vikaantumisia, viimeisenä 8-10 tarkoittaa lähes välttämätöntä vikaantumista. Korkeimman luokan pisteet saaneita löytyi yllättävän paljon, lähes välttämättömiä vikaantumisia, joista ei aiemmin oltu tuotantolinjalta raportoitu. Tähän sisältyi esimerkiksi useita kierteiden rikkoutumisia asennusvaiheessa, jotka on aina korjattu linjapaikalla raportoimatta. Apuna käytetty pisteytysohje taulukossa 2.

Taulukko 2. Tällä ohjeella on pisteytetty riskin toistuvuus. (John Deere & Company 2019b.).

JOHN DEERE OCCURRENCE				
Rank	Probability	Equivalent fraction	Percent Defective	Explanation: Occurrence
10	Almost certain to fail	> 1 in 10	10 %	Very High: Failure is almost certain
9	Extremely high	1 in 15	7 %	
8	Very high	1 in 20	5 %	
7	High	1 in 50	2 %	
6	Moderately high	1 in 65	1,5%	High: Repeated failures
5	Moderate	1 in 100	1 %	
4	Low to Moderate	1 in 200	0,5%	
3	Low	1 in 500	0,2%	Moderate: Occasional failures
2	Very Low	1 in 1,000	0,1%	Low: Isolated failures associated with similar processes
1	Remote: Failure is unlikely	1 in 10,000	0,01 %	Very Low: Isolated failures occurred with almost identical processes. CpK > 1.33 Remote: Failure is unlikely. No failures associated with almost identical process. CpK > 1.50

Viimeisenä kohtana arvioitiin riskikohdan huomattavuus, jolla tarkoitetaan vian mahdollisuutta huomatuksi tulemiseen. Pisteet 1-3 saaneet huomataan helposti, yleensä heti tuotannon alkuvaiheessa. 4-5 tullaan yleisesti huomaamaan ennen tuotteen koeajoa. 6-7 huomataan koeajon aikana tai mahdollisesti ennen suojien asennusta, tai sen aikana. 8-10 saattaa jäädä kiinni tuoteauditoinnissa tai mahdollisesti vasta lopullisella asiakkaalla. Tässä kategoriassa korkeat pisteet saaneita kohtia oli paljon. Koeajosta pääsee liian helposti läpi vuotava tai löysälle jäänyt liitos, sillä koeajopenkin paineet eivät ole yhtä korkeat kuin itse harvesterissa. Alla olevaa taulukkoa 3 käytettiin pisteytyksessä.

Taulukko 3. Tämän taulukon avulla pisteytettiin huomattavuus. (John Deere & Company 2019b.).

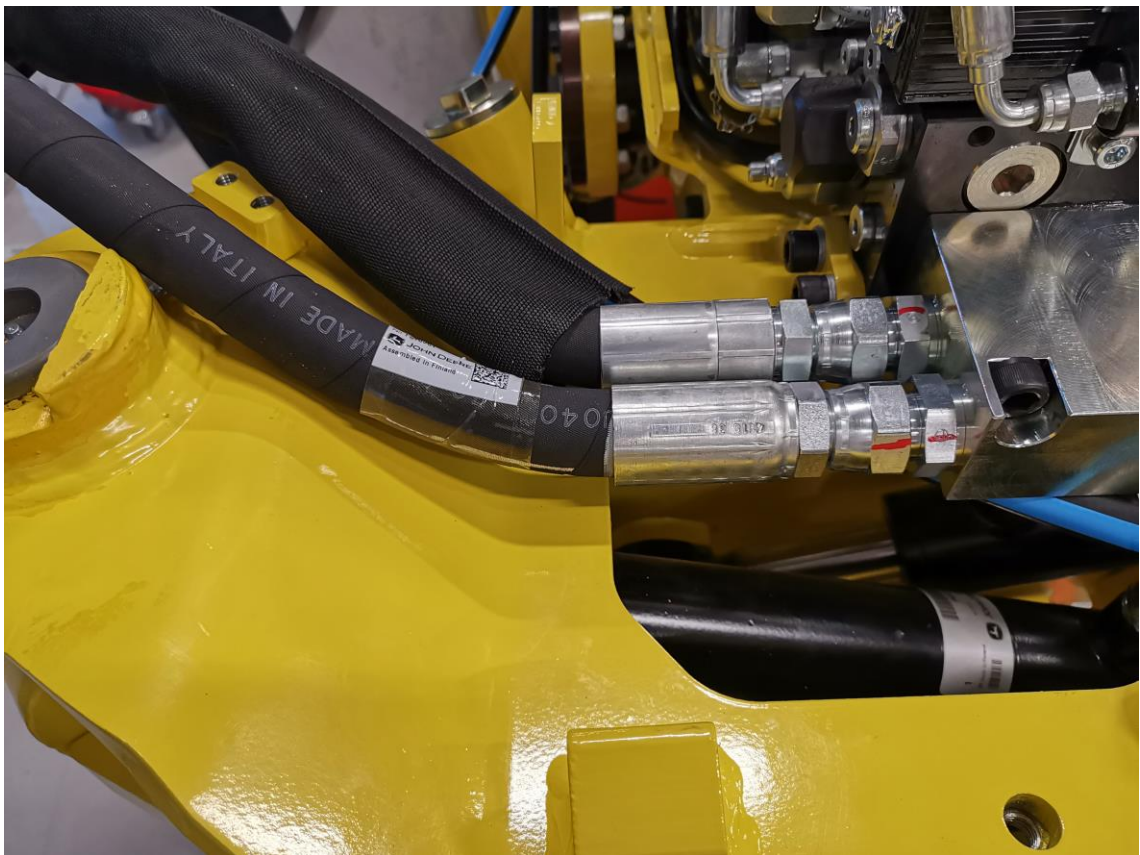
JOHN DEERE DETECTION			
Rank	Detection	Criteria: Likelihood of detection prior to production	
10	Absolute uncertainty	Failure mode detected by customer/end-user. Cannot be detected or is not checked.	Remote chance of detection
9	Very remote	Failure mode detected <u>by random final audit</u> .	
8	Remote	Failure mode detected by PDI (<u>pre-delivery inspection</u>) - visual inspection.	
7	Very low	Failure mode detected <u>before warehousing</u> - double visual inspection. Touch for Quality or other operator acknowledged check.	Low chance of detection
6	Low	Failure mode detected <u>at final test or final operation</u> . Use of SPC, variable gauging, or Go/No Go gauging on 100% of parts.	
5	Moderate	Failure mode detected <u>prior to final test or final operation</u> . Gauging performed on setup. Use of variable gauging, or Go/No Go gauging on 100% of parts.	Moderate chance of detection
4	Moderately high	Failure mode detected post-processing by automated controls that will detect discrepant part and lock part to prevent further processing. Level 3 Mistake-proofing in place. (I.e. Detect defect in subsequent operation)	
3	High	Failure mode detected in-station by automated controls that will detect discrepant part and automatically lock part in station to prevent further processing. Level 3 Mistake-proofing in place. (I.e. Detect defect before next operation)	High chance of detection
2	Very High	Failure mode detected by statistically significant sampling and data analysis in <u>same station / zone</u> . Process controls in place. Level 2 Mistake-proofing in place. (I.e. Use of sensors to detect)	
1	Almost certain	Level 1 Mistake-proofing present (I.e. One way assembly by design)	

Yleisesti ottaen yli 100 pistettä saaneita ongelmakohtia löytyi yllättävän paljon, myös kouramalleista, joita on tehty useita vuosia. Suunnittelumuutoksia vaativia kohtia löytyi selkeästi eniten, myös iso osa ongelmakohdista saatiin korjattua lisäämällä niiden tarkistus kontrollilistalle, josta löytyy jo valmiiksi tarkkuutta vaativat asiat. Kontrollilista käydään läpi jokaisella linjapaikalla virheiden välttämiseksi.

5.4 Riskien pohjalta tehtävät muutokset

Riskien pisteytyksen ja analysoinnin jälkeen löydökset käytiin läpi isomman tiimin kesken. Palaverissa mukana oli laatuorganisaation edustajat, suunnittelu-, sekä tuotanto-organisaation edustajat. Palaverissa käytiin kouramalleittain läpi löydökset, joille oltiin aiemmassa vaiheessa saatu yli 100 pistettä. Riski kerrallaan läpikäytiin aiheutuvia vahinkoja, sekä ratkaisuja korkeat pisteet saaneisiin löydöksiin.

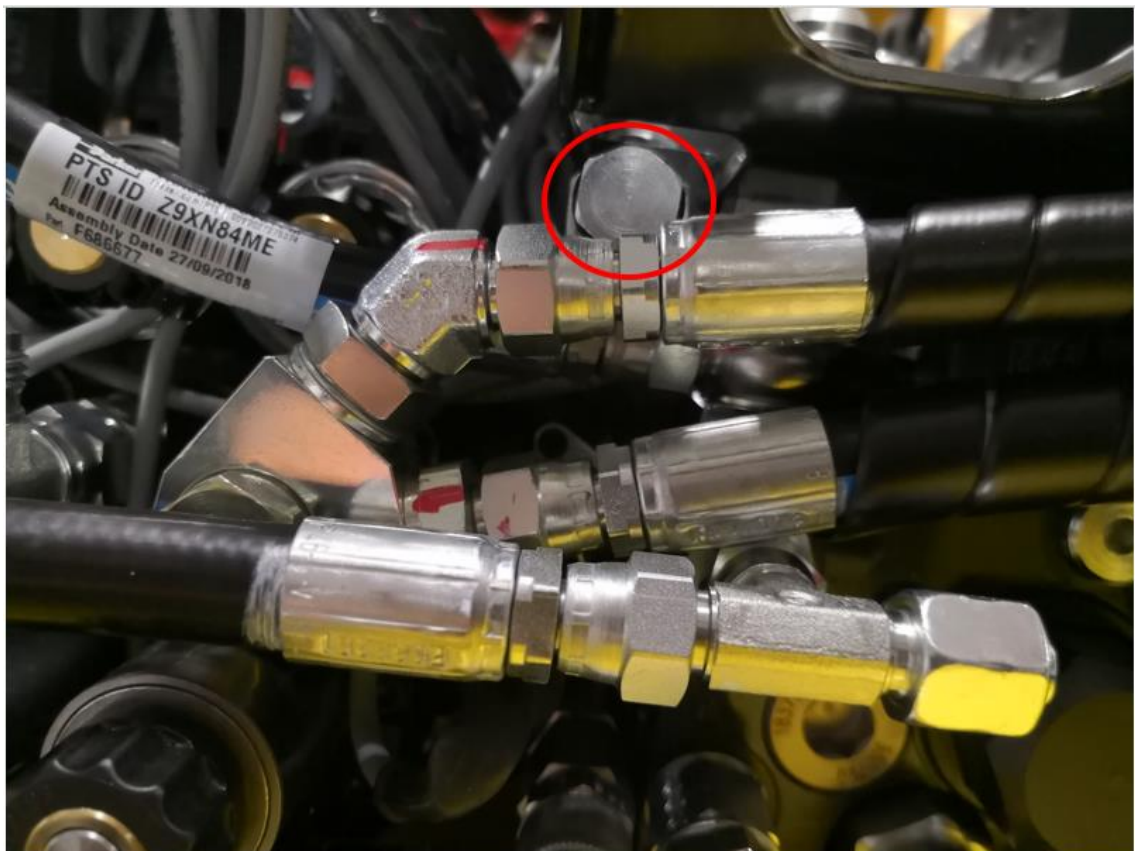
Tärkeimpinä korjattavina toimenpiteinä oli mahdollisesti vaaraa asentajalle aiheuttavat riskit. Eräästä kouramallista näitä löytyi yksi kappale, jossa paksua letkua jouduttiin vääntämään niin jyrkkään kulmaan, että riskinä oli letkun ponnahdaminen asentajaan päin. Havaitsimme jakokappaleen nippojen lähtöjen kulmien olevan liikaa suorassa kulmassa, johon korjauksena määritettiin jakokappaleen lähtöjen suuntaaminen parempaan kulmaan.



Kuva 4. Havainnekuva letkujen jyrkästä kulmasta. (Jesse Karvinen 2019).

Toisena esimerkkinä korkeat pisteet saaneesta riskistä oli syöttömoottorin letkujen kiinnityspannan asennus, jossa riski kierteiden rikkoutumiselle oli suuri. Kiinnityspanna kiinnitettiin kahdella kartioruuvilla kuvan 4 vasemmassa yläreunassa näkyville kierteille. Asennettaessa jyrkässä kulmassa olevat letkut kamposivat vastaan, joka aiheutti lähes aina kierteen rikkoutumisen. Tähän korjaavana toimenpiteenä päätimme muuttaa kiinnityspannan materiaalia, sekä vaihtaa kartioruuvit laippakantaisiin.

Yhdestä kouramallista ei henkilöille mahdollisesti vahinkoja aiheuttavia riskejä löytynyt, mutta korkeita pisteitä saaneita kohtia löytyi. Esimerkiksi kuvassa 5 ympyröidyn ketjunkiristuksen säätö on mahdotonta irrottamalla etuterien letkuja edessä. Tämä virhe aiheuttaa päänvaivaa loppuasiakkaalle. Korjaavaksi toimenpiteeksi päätimme etuterien suunnittelumuutoksen, johon sisältyy letkutuksen uudelleen miettiminen.



Kuva 5. Ympyröitynä ketjunkiristuksen säätö, joka mahdotonta säätää ilman letkun irrottamista. (Jesse Karvinen 2019).

Samat pisteet sai kuvassa 5 näkyvä alempi liitos, letku jää kantamaan T-liittimeen, jolloin paineet kytkettäessä ylemmän banjoliittimen on mahdollista löystyä

ja päästä vuotamaan. Myös tähän vaadittiin korjaavaksi toimenpiteeksi suunnitelumuutos, jolla saadaan letkutukset korjattua.

Toisesta kouramallista löytyi vain yksi suurempi riskikohta. Alasyöttömoottorien suojasta löytyi virhe, jonka johdosta ulompaa syöttömoottorin letkua ei saatu kiristettyä kunnolla. Ratkaisuna ongelmaan suojaa muokattaisiin niin, että työkalut mahtuvat kunnolla väliin, jotta letku saadaan kiristettyä kunnolla.

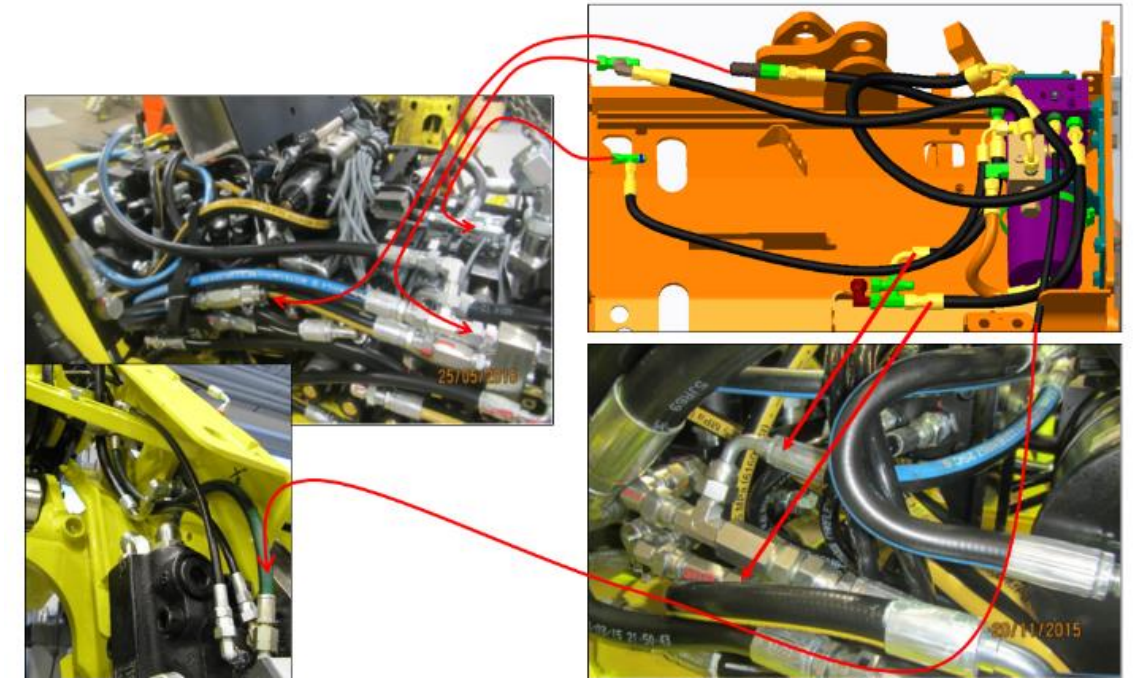


Kuva 6. Kuvaajaa lähempänä olevan letkun kiristys erittäin vaikeaa. (Jesse Karvinen 2019).

Seuraava malli selvisi vähällä. Suurin riskikohta oli sahamoottorin vastaventtiilin asennus, joka oli helposti asennettavissa väärinpäin. Vastaventtiiliin on merkitty virtaussuunta nuolella, joka näkyy heikosti. Korjaavana toimenpiteenä kohta lisättiin kontrollilistaan, jota läpikäydessä käsketään tarkistamaan virtaussuunta. Mietimme myös, olisiko mahdollista saada vastaventtiili jota ei voi asentaa väärinpäin, esimerkiksi lähtöjen kokoa muokkaamalla.

Seuraavana kouramallissa oli ensimmäinen löydös, joka todettiin aiheettomaksi. Asentajilta oli tullut huomio värisuuttimen taakse asennettavien levyjen määrästä,

joita asennettiin neljä kappaletta. Levyjen tarkoitus on, että loppuasiakkaan on helppo poistaa tarvittaessa ylimääräisiä levyjä, jolloin värisuutin saadaan pidettyä suorassa jos harvesteripään runko vääntyy ja elää käytössä. Yksi suurimmista riskikohdista oli rasvavoitelun letkutusken työhjeen epäselvyys. Tämän seurauksena letkut oli usein vedetty väärää reittiä, jolloin suojen asentaminen ei viimeistelyssä onnistunut. Korjaavaksi toimenpiteeksi määritettiin työhjeiden uusiminen. Vanha työhje kuvassa 7.

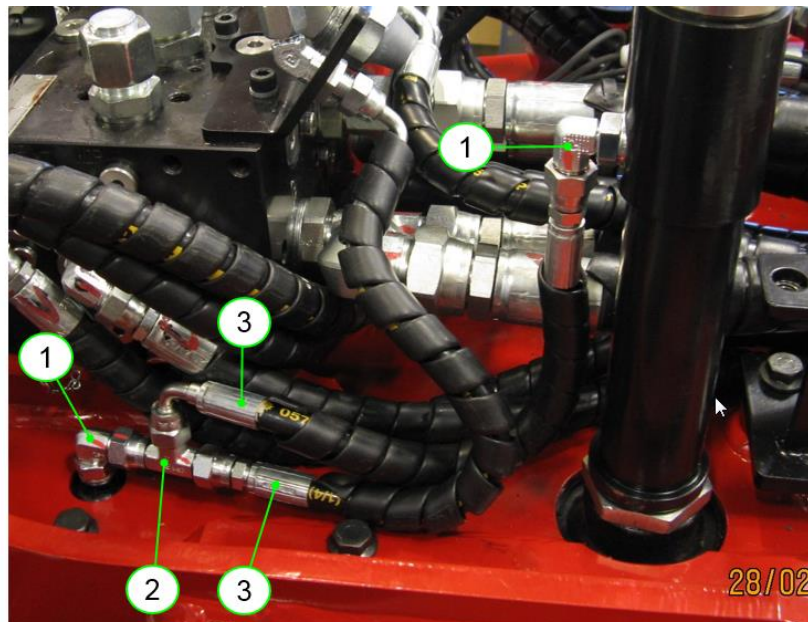


Kuva 7. Vanhat työhjeet olivat erittäin epäselvät letkureitityksen suhteen. (Jesse Karvinen 2019).

Yhdessä kouramallissa suurin riskikohta olisi voinut aiheuttaa vahinkoa asentajalle. Joukkokäsittelylaitteen ohjainholkit olivat jääneet liian lyhyeksi, jonka takia koeajaja joutui irrottamaan painavan joukkokäsittelyn pultit. Tällöin laite ei ollut millään kiinni harvesteripäässä, joten se olisi voinut tipahtaa koeajajan päähän laitetta oikeaan asentoon siirtäessä. Korjaava toimenpide tehtiin saman päivän aikana. Ohjainholkit vaihdettiin pidempiin, jonka jälkeen joukkokäsittelylaite oli koeajossa aina oikeassa asennossa, eikä pultteja tarvinnut turhaan aukaista. Myös tästä kouramallista löytyi kaikkia kouramalleja koskevat sahamoottorin vastaventiilin väärin asennus, sekä Poclain-merkkisten syöttömoottorien täyttämättä jättäminen. Syöttömoottorien täytöstä oli ohjeistettu jo aiemmin, mutta moottorit

oli linjalla jätetty silti täyttämättä. Tämän seurauksena moottorivaurio oli mahdollinen. Asia lisättiin kontrollilistalle ja ohjeistettiin uudestaan moottoreiden täyttö, sekä kerrottiin seuraukset täyttämättä jättämisestä.

Viimeisestä kouramallista löytyi riskikohtia vähiten. Kaksi neljästä löydöksestä liitettiin ahtaisiin asennuspaikkoihin. Etuterien ja takaterien nipotus oli hankalaa johdettua ahtaista väleistä, joihin työkalut ei kunnolla mahtuneet. Takaterien korjauksiksi toimenpiteeksi saatiin nippojen asennus valmiiksi jo Outokummussa, sylinterien vielä ollessa irti. Etuterät siirrettiin osakoonnaksi, eli letkut asennettiin nippoihin jo ruuvipenkissä kiristyksen helpottamiseksi. Tästä selvittiin työohjetta päivittämällä. Kyseisessä mallissa löytyi myös ongelmakohta, jonka pisteraja ei ylittynyt, mutta lisättiin suunnittelumuutosta vaativalle listalle silti sen helppouden takia. Kuvassa 8 näkyvä liitin numero yksi korvattaisiin L-mallisella liittimellä, jolloin liittintä numero kaksi ei enää tarvittaisi, muutoksen seurauksena asennus helpottuisi huomattavasti.



Kuva 8. Kuva nykyisestä asennustavasta, johon haettiin suunnittelumuutos. (Jesse Karvinen 2019).

Työtapojen tai työohjeiden muutoksia vaativat kohdat siirtyivät niistä vastaavalle henkilölle. Työohjeiden päivytystä vaativien muutosten tuotantoon saaminen ei yleensä kestä kauaa. Työohjeiden päivityksistä osan tein itse, jotta korjaava toimenpide saataisiin eteenpäin mahdollisimman nopeasti.

Suunnittelumuutoksia vaativat ongelmakohdat lisättiin suunnittelun työlistalle, josta suunnittelija poimii muutoksen muutettavaksi. Muutoksen tuotantoon saamisessa voi kestää kauankin suunnitteluprosessin monivaiheisuuden takia.

6 Prosessikartoitus

Myöhemmin opinnäytetyön aiheeseen lisättiin myös prosessikarttojen uusiminen. Kaikkien kahdeksan kouramallin kartat vaativat uusimisen. Prosessikartat oli pääosin tehty kolmesta vanhemmasta mallista useita vuosia sitten, joten puutteita löytyi niin käytettävissä työkaluissa kuin linjapaikoille kuuluvissa työtehtävissä. Karttojen uusiminen ei ollut erityisen haasteellinen tehtävä, tuotantotapojen ollessa jo pääosin tuttuja. Työtä tehdessä käytin apunani pääosin työohjeita, joista prosessikartoitukseen lisättiin päivitetty työvaiheet sekä työkalut. Pohjana kartoitukseen käytettiin Waratah OM Oy:n omaa Excel-taulukkoa.

Taulukko 4. Esimerkki päivitetystä työtehtävistä ja työjärjestyksestä. (Waratah OM Oy 2019).

waratah om FORESTRY ATTACHMENTS		PROSESSIKARTOITUS	
Pvm: *9.10.2018		Työtehtävät & välineet	
Kartoittajat: Työnjohtaja + asentajat		KOURAMALLI: H414	
		TYÖPISTE: HHL1	
NYKYTILA	Kartoitettu	tarve	toteut.
1. Työtehtävät ja työjärjestys	X	on	VISIO (Mitä tarvitaan)
Takaterien nipotus ja letkutus			Työtehtävät
Etuterien nipotus ja letkutus			
Pituusmitan nipotus ja letkutus			
Halkaisija-antureiden asennus			
Väräterän letkutus			
Pituusmitan suojaletkun asennus			
Parker sahamootorin vuotolinjan asennus			
Kuvat kunnossa ja päivitetty? (KYLLÄ/EI)	KYLLÄ		

Prosessikartoituksen päivittäminen oli loppujen lopuksi helppo työ, eikä vaatinut ajallisesti kuin puolikkaan työpäivän, sillä työ oli käytännössä vain työvaiheiden siirtämistä työohjeista Excel-taulukkoon.

7 Lopuksi

Opinnäytetyön teko eteni aluksi hitaasti, mutta myöhemmin löydöksiä alkoi tulla reilummin. Ensimmäisen kuukauden aikana työtä tehdessä tuntui hankalalta löytää riskejä asentajien ensimmäisten havaintojen jälkeen. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa yritykselle toimivat FMEA:t, jossa onnistuin hyvin. Vanhat FMEA:t olivat erittäin puutteelliset, pohjat olivat hieman vanhanaikaisia, sekä puutteelliset uusimmista kouramalleista.

Sain työn aikana työskennellä muissakin työtehtävissä. Mielestäni siitä oli suuri apu, sillä sai välillä aikaa ajatella muuta, ja palata taas uusin silmin opinnäytetyön pariin. Ensimmäiset suunnittelumuutosta vaativista korjaustoimenpiteistä saapuvat tuotantoon vielä samana vuonna opinnäytetyön valmistumisen kanssa.

Riskikohtia löytyi yllättävänkin paljon, jopa itselleni tutuista kouramalleista. Olin ennen opinnäytetyön aloittamista työskennellyt yrityksessä asentajana jo lähes 6 vuotta, silti itsestäni tuntui että työn aikana opin paljonkin uutta yrityksen toimintatavoista, sekä erityisesti prosessista joka muutoksen läpiviemiseksi vaaditaan. Koulutuksen aikana pääsin tekemään muutaman FMEA:n ryhmätöiden aikana, joten tämä osaltaan auttoi varsinkin työn aloittamisessa.

Koen työn tulosten olevan tärkeitä yritykselle laadun parantamista auttamaan. Waratah OM Oy:n John Deere-sidosten takia Deeren FMEA-taulukon käyttäminen oli paras ratkaisu. Tällöin Waratah OM Oy:n laatudokumentit vastaa muiden Deeren toimittajien dokumentteja. Osaltaan tulosten luotettavuuteen vaikutti merkittävästi ryhmätyöskentely. Löydöksiä käytiin ensin läpi linjan asentajien kanssa, seuraavaksi kolmen hengen ryhmässä, sekä viimeisenä noin kahdeksan hengen ryhmässä korjaavat toimenpiteet.

FMEA:n tulevaisuus on varmasti Waratah OM Oy:llä turvattu. Opinnäytetyön aikana yritykseen avattiin uusi toimi, jonka vastuulle siirtyivät myös FMEA-dokumenttien ylläpito ja päivitys. Seuraavan uuden kouramallin kohdalla dokumenttien teko on helppo aloittaa uuden Excel-pohjan olemassa ollessa. Tulevaisuudessa olisi hyvä, jos FMEA saataisiin mukaan jo suunnitteluprosessiin, jolloin

nähtäisiin helpommin aiheuttaako jokin suunnittelumuutos ongelmia tai apuja johonkin olemassa olevaan riskikohtaan.

Työn valmistumisen myötä myös Waratah OM Oy vastaa nyt John Deere Forestryn asettamia FMEA-vaatimuksia. Tulevaisuudessa dokumenttien ajan tasalla pitäminen auttaa varmasti sekä yritystä, asentajia, sekä loppuasiakasta.

8 Lähteet

Haastattelu lähteenä: Pasi Volotinen, Toimitusjohtaja, Waratah OM Oy,
6.3.2019

John Deere & Company. 2019a. Yrityksen sisäinen verkkolevy. Yritysesittely.

John Deere & Company. 2019b. Yrityksen sisäinen verkkolevy. FMEA-
Template.

McDermott, R., Mikulak, R. & Beauregard, M. 2008. The Basics of FMEA. New
York: Productive Press.

Waratah OM Oy. 2019. Prosessikartoitus. 2019.

PROCESS
FMEA

FMEA Process Leader:
Participants:

Vehicle: Harvester Head
Team:
System:
Component:

FMEA Number:
Origin Date: 25.6.2018
Last Revised: 6.3.2019
Functional Group:

Project:
Project Resp:
Supplier:



Process Step (Requirements)	MAAP Failure Mode Group	Potential Failure Mode	Severity of Effect Potential Effects of Failure (Local, Next Higher Level) (End User)	Likelihood of Occurrence Potential Causes of Failure	Process Control Detection		Risk Priority Number		MAAP Risk Level	Recommended Action	Recommended Action Description
					Current Process Controls (SPC, Functional Test, Etc.)	Detection	D	R P N			
HPL1 <u>Takaterien nipotus</u>		HPL1 Takaterien sylinterien nippeen kiristys välikäää	4 Jää löytsälle ja vuotaa tai suuntaus väärä	HPL1 Ahdas väli, avaimet ei mahdu kunnolla	5	8	160			HPL1 Nipot väkijäsi asennetuksi otokunnossa	
HPL4 <u>Etuterien nipotus ja letkutus</u>		HPL4 Letkujen ja nippeen asennus harhalta	4 Letkut löystyy helposti	HPL4 Ei työohjelta asennusjärjestyksestä	5	8	160			HPL4 Läpivientt osakoonnaksi, lisättävä ECR-listalle.	
VIHP <u>Voitelusäiliön letkut</u>	Joining Parts	VIHP Voitelusäiliön letkut väkää kiristää	6 Vuoto	VIHP Letkut lähtee paketeista jossa onnta kummaa peräkkään	6	8	288			VIHP Korjataan tiin 1.- mallisella tiitneillä, joihin liittinä 2. etärvitä. Lisää ECR-listalle.	
VIHP <u>Venttiilin suojoien asennus</u>		VIHP Suoja rtkkoo helposti pituusmilian vedonesteimen	6 Pituumitta ei toimi	VIHP Pituumittan läpivientti liian lähellä suojan ohjaimaa	6	8	288			VIHP Läpivientin eteen suoja, ettei venttiilin suoja voi osua anturiin. Lisää ECR-listalle.	

Click here for
FMEA Template
Instructions

PROCESS FMEA			Risk Priority Number									
Process Step (Requirements)	MAAP Failure Mode Group	Potential Failure Mode	Severity of Effect Potential Effects of Failure (Local, Next Higher Level) (End User)	S E V	Likelihood of Occurrence Potential Causes of Failure	O C C	Process Control Detection Current Process Controls (SPC, Functional Test, Etc.)	D E T	R P N	MAAP Risk Level	Recommended Action	Recommended Action Description
HPL1			HPL1									
Letkut	Joining Parts	Löysälle jätettävät letkut jää usein löysälle	Löysälle jääneet letkut vuotaa	4	Asennusvaiheessa löysälle jätettävät letkut unohtuu kiristää myöhemmin	7			8	224		Kontrolli + letkun suuntaukseen ohjeistus
Takaterien nipotus ja letkut	Joining Parts	Nippa tai letku jää löysälle	Vuoto	4	Nippojen ja letkujen kiristys vaikeaa ahtaassa paikassa	5			8	160		Erikoistyökalu + kontrolli
HPL2			HPL2									
Halkaisija-antureiden asennus	Joining Parts	Halkaisijoiden johdot rikkoutuu helposti	Halkaisija-anturit ei toimi	7	Letku liian pitkä, joutuu ahtaassa paikassa survomaan letkua johtojen kanssa läpiviennille	8			8	448		Erläinen läpivienti, vapaa reikä yläpäähän. Muotoilu erilaiseksi, terävät särmit pois. Lisää ECR-listalle.
Automaatiikan kiinnitysraudan asennus	Joining Parts	Rauta ei mahdu paikalleen		4		8		1	32			Löytyy ECR-listalta
HPL3			HPL3									
HPL3			HPL3									
Syötön letkut	Joining Parts	Syötön letku vaikea saada pannan alle	Panta rikkoutuu tai kiertee rikkoutuu	7		9			10	630		Voisiko kiinnitykselle olla läpireikä? Jos ei läpireikää, kartioruuvien poistaminen ja materiaalin muuttaminen.
Syötön letkut	Joining Parts	Syötön letku ponnahtaa asentajan päähän	Asentaja rikkoo itsensä ja nipan/letkun kiertee rikkoutuu helposti	9	Letkut lähtee jyrkässä kulmassa jakokappaleelta	10			7	630		Jakokappaleeseen letkujen lähtösuunnat oikeaan kulmaan. Molemmat ECR-listalle
Sahan nipotus	Joining Parts	Parker sahamootorin vastaventtiili asennetaan väärinpäin	Sahamootori rikkoutuu	7	Virtaussuuntaa ei ole merkitty selvästi	5			9	315		Erlaiset kiertee/liittimet vastaventtiin, että kasaus ei onnistu väärinpäin. ECR-listalle
HPL4			HPL4									
Syöttömootorin nipotus	Prepare Parts	Poclain syöttömootorin täyttö unohtuu tai jätetään tekemättä	Moottori rikkoutuu myöhemmin	7		4			9	252		Toimi työohjeiden mukaisesti
Syötön letkut	Joining Parts	Letkujen reititys väärää reittiä	Suoja ei mene paikalleen tai jää kantamaan letkuihin	4	Epäselvä, työohjeet kunnossa mutta letkutettu silti usein/aina väärin	7			1	28		Kontrolli

Click here for FMEA Template Instructions

PROCESS
FMEA

FMEA Process Leader:
Participants:

Vehicle: Harvester Head
FMEA Number:
Origin Date: 6.11.2018
Project:
Project Resp:
Supplier:
Team:
System:
Functional Group:
Component:

[Click here for FMEA Template Instructions](#)

Process Step (Requirements)	MAAP Failure Mode Group	Potential Failure Mode	Severity of Effect		Likelihood of Occurrence		Process Control Detection		Risk Priority Number			Recommended Action	Recommended Action Description
			Potential Effects of Failure (Local, Next Higher Level) (End User)	S E V	Potential Causes of Failure	O C C	Current Process Controls (SPC, Functional Test, Etc.)		D E T	R P N	MAAP Risk Level		
							Prevention	Detection					
HPL1		HPL1			HPL1								
Takaterien nipotus	Joining Parts	Sylinterien nippoja ei saa kiristettyä helposti	Vuoto nipan jäädessä löysälle, pahimmassa tapauksessa asentaja rikkoo itsensä avaimen livetessä	4	Nipat pienessä "poterossa", hankala saada kiristettyä kunnolla.	5			8	160			Erikoistykälut + kontrollit. Mahdollisesti perusliitin ja 90-letku. Lisää ECR-listalle.
Kokoonpano		Letkureititukset, suuntauksset ja asennusjärjestykset väärä	Letkuja voi jäädä löysälle tai jäädä asentamatta		Asennusjärjestys monessa kohdassa epäselvä ja muistin varassa, työohjeet heikot								Työohjeiden uusiminen tai parantaminen, asennusjärjestyksen tarkistus. Suunnitteluresurssi letkumallien tekemiseen
Etuterien letkutus	Joining Parts	Letku jää puristuksiin etuterien väliin	Letkun rikkoutuminen ja suuri vuoto	7	Työohjeen mukaan reititettäessä letku jää väkisin etuterien väliin	7			8	392			Työohjeiden korjaus. Tarkista onko työohjeen muutos korjannut asian.
HPL2		HPL2			HPL2								
Latvasahan letkutus	Joining Parts	Asennusjärjestys epäselvä, väärä letkureititys	Letkuja ei saa reitittyä oikeaa reittiä tehtäessä työohjeiden mukaan	5	Työohjeissa letkutus laitettu viimeiselle asemapaikalle	8			9	360			Muutos tulossa päivityksen mukana.
Latvasahan letkutus	Joining Parts	Letkutusreitit epäselviä	Yväriä reitittäjä letkutettaessa letkut jää puristuksiin	5	Työohjeet erittäin huonot	8			9	360			Työohjeiden parannus. Letkusmallit
Latvasahan letkutus	Joining Parts	Voitelupumpun letkut jää sylinterien väliin tai ei mahdu paikalleen	Pumppu ei mene paikalleen, linjassa hankala säätää letkun tai nippojen kulmia oikeaksi	5	Osakoontan työohjeissa puutteita	8			3	120			Työohjeiden parantaminen ja suuntauksien lisäys työohjeisiin
Sahan letkutus	Joining Parts	Sahan letkut jää hankaamaan sylinteriä vasten	Letkut hankautuu rikki	5	Sahan letkutuksesta puuttuu työohjeet, reititys muistin varassa	8			9	360			Tarkistettava hankaamojös suojan asennuksen jälkeen
HPL3		HPL3			HPL3								
Sahan letkutus	Joining Parts	Paineanturien puihoissa rikkoutumisriski	Paineanturit ei toimi		Piuhat reititetään pienimmästä raosta								Piuhojen reititys uusiksi
Sahan letkutus	Joining Parts	Mittanippa rikkoutuu	Lohkon päässä nipan kiristys vaikkeaa, ahdas paikka	2	Avain ei mahdu väliin	5			6	60			
Etuterien letkutus	Joining Parts	Letkut jää kantamaan ketjunkturistuksen säätöön	Ketjunkturistuksen säätö ei onnistu irrottamatta letkuja	7	Letkutukset tai nipotukset	6			10	420			Letkutuksen ja nipotuksen uudelleen suunnittelu.
Etuterien letkutus	Joining Parts	Etuterien letkut jää kantamaan t-nippaan kun banjoliittimen kiristää	Banjoliitin löystyy	7	Letkutukset tai nipotukset	6			10	420			Letkutuksen ja nipotuksen uudelleen suunnittelu
Takaterien letkutus	Joining Parts	Takaterien letkut jää kantamaan tilitin letkuun	Letkut rikkoutuu tai banjoliitin jää väärään asentoon	7	Takaterien jatkonippa liian lyhyt tai tilitin jatkonippa liian pitkä	6			10	420			Letkutuksen ja nipotuksen uudelleen suunnittelu

PROCESS FMEA

FMEA Process Leader:	
Participants:	

Vehicle: Harvester Head	FMEA Number:	Project:
Team:	Origin Date: 8.6.2018	Project Resp:
System:	Last Revised: 22.10.2018	Supplier:
Component:	Functional Group:	

[Click here for FMEA Template Instructions](#)

Process Step (Requirements)	MAAP Failure Mode Group	Potential Failure Mode	Severity of Effect Potential Effects of Failure (Local, Next Higher Level) (End User)	S E V	Likelihood of Occurrence Potential Causes of Failure	O C C	Process Control Detection		Risk Priority Number			Recommended Action	Recommended Action Description
							Current Process Controls (SPC, Functional Test, Etc.)		D E T	R P N	MAAP Risk Level		
							Prevention	Detection					
HPL1			HPL1										HPL1
Sahan asennus	Joining Parts	Sahan pultit hankala saada kohdilleen sahalaiteen kiertäiden kanssa	Kierteiden rikkoutuminen	3	Tiukat reiät, muissa malleissa ei samaa ongelmaa	5			1	15			
Utterien nipotus	Joining Parts	Sylinterin alempi nippa vaikea kiristää	Jää löysälle ja vuotaa tai suuntaus väärään suuntaan	6	Ahdas paikka, nippaa ei saa pidettyä kiinni	3			8	144			Suunnattavan kulmanipan asennus outokummussa, nipan asennuskulma määritettävä
Pituusmitan letkutus	Joining Parts	Pituusmitan alempi nippa ja letku hankala kiristää	Letku jää löysälle ja vuotaa	6	Halkaisija-anturin kouru tulee nipan ja letkun eteen.	3			8	144			Nipan ja letkun asennus outokummussa. Kontrolli 4515, aktivoituu 18.4.19 -j-
HPL2			HPL2										HPL2
Venttiilin letkutus	Joining Parts	Letkujen suuntaus epäselvä	Suojat ei mene paikalleen	5	Suuntausohjeet epäselvät	8			1	40			Työohjeiden parantaminen
HPL3			HPL3										HPL3
Syötön nipotus	Prepare Parts	Poclain moottoreita ei täytetä linjassa	Moottori rikkoutuu myöhemmin		Moottoreita ei täytetä linjassa								
Syötön letkutus	Joining Parts	Letkuja mahdollista vetää väärää reittiä	Letkut jää takaterien sylinterien väliin	8	Epäselvät työohjeet	5			8	320			Työohjeiden parantaminen ja letkujen kiinnitykset / ohjaimet. Tarkista letkut ja letkutukset
Syötön letkutus	Joining Parts	Alamoottorin ja ylämoottorin letkut kytkettävissä väärin	Moottorit pyörii väärinpäin	8	Epäselvät työohjeet	3			1	24			Kontrollilista. Kontrolli 4516, aktivoituu 18.4.19 -j-
Urean letkutus	Joining Parts	Tiltin liitin joudutaan irrottamaan ja unohtuu helposti irti	Tiltti ei toimi toiseen suuntaan	2		2			1	4			Kontrolli 4517, aktivoituu 18.4.19 -j-
Rasvavoitelun letkutus	Joining Parts	Rasvavoitelulla liittimen perään asennetaan toinen liittin	Kiristäminen erittäin hankalaa, suuri mahdollisuus että jää löysälle	7		3			6	126			T-nipan tilalle jakokappale, josta tarvittaessa poistetaan tai lisätään tulppa
Syötön letkutus	Joining Parts	Jakokappale - ylämoottori letku vaikea kiristää	Joko letkun, nipan tai pultin kierre rikkoutuu	2	Mahdollisesti liian pitkä letku tai jakokappaleen kiinnitys liian lähellä	2			6	24			Suunnitelumuutos
Parker sahamoottorin nipotus	Joining Parts	Sahamoottorin vastaventtiilin asennus väärinpäin	Vuoto	8	Epäselvät työohjeet	5			8	320			Kontrollilista, mahdollisesti vastaventtiili jota ei voi asentaa väärinpäin. Kontrolli 4518, aktivoituu 18.4.2019 -j-
HPL4			HPL4										HPL4
Sähköjen kytkentä	Prepare Parts	Johdosta kuoriutuu liikaa säikeitä	Johto ei pysy kiinni pinnissä, voi irrota reilusti myöhemmin tai ei ota kontaktia	7	Käytetään huonoja kuorintapitejä	5			9	315			Paremmat kuorintapitdit jokaiseen sähköpakkiin, sähkötyöt minimiin. Kerätään vanhat pitdit pois

Click here for FMEA Template Instructions

PROCESS FMEA		Vehicle: Harvester Head		FMEA Number:		Project:				
FMEA Process Leader:		Team:		Origin Date: 6.6.2018		Project Resp:				
Participants:		System:		Last Revised: 22.1.2019		Supplier:				
		Component:		Functional Group:						
JOHN DEERE		Quality		Risk Priority Number						
Process Step (Requirements)	MAAP Failure Mode Group	Potential Failure Mode	Severity of Effect Potential Effects of Failure (Local, Next Higher Level) (End User)	Likelihood of Occurrence Potential Causes of Failure	Process Control Detection		R P N	MAAP Risk Level	Recommended Action	Recommended Action Description
					O C C	D E T				
					Prevention	Detection				
HPL1			HPL1	HPL1					HPL1	
Takaterien letkutus	Joining Parts	Rasvaletkun asennus vaikeaa	Kierteet hajoaa	2	Ahdas asennuspaikka	4		8	64	
Syötön nipotus	Joining Parts	Ylämoottorin jakokappaleista tippuu o-rengas	Suuri vuoto	4	Jakokappaleiden o-renkaat laitetaan osakoonnassa valmiiksi rasvalla paikalleen, tippuu epähuomiossa välistä asennettaessa	5		7	140	Tarkistus ennen asennusta tai o-renkaiden asennus linjalle.
Sahan asennus	Joining Parts	Väärän kokoiset pultit menee helposti väärään paikkaan	Sahalaite rikkoutuu koeajossa	3	Ruuvit kerätään etukäteen eikä niitä asennusvaiheessa mitata	5		1	15	Helppokäyttöinen sapluuna pulttien mittaukseen. Sahan testaus jo sahan asennuksessa.
HPL2			HPL2	HPL2					HPL2	
Pituusmitan letkutus	Joining Parts	Pituusmitan alempi nippa ja letku hankala kiristää	Letku jää löysälle ja vuotaa	6	Halkaisija-anturin kouru tulee nipan ja letkun eteen.	3		8	144	Nipan ja letkun asennus outokumussa
Syötön letkutus	Joining Parts	Yläpäässä vuotoletkujen kiristys t-nippaan hankalaa	Letkut jää löysälle ja vuotaa koeajossa tai myöhemmin	5	T-liittimeen kiristetään 3 letkua eri suunnista, 2 90-kulmalla ja 1 suoralla päällä, kiristys erittäin vaikeaa	5		8	200	
Syötön letkutus	Joining Parts	Syötön jakokappaleelta lohkolle lähtevä vuotoletku lähtee lyrkässä kulmassa	Letkun murtuminen ja vuoto	4		6		6	144	Korvataan 90-asteen nippa 45-asteen kulmanpallalla
Sahan letkutus	Joining Parts	Sahamoottorin eteen tulevan raudan takia sahan nippon ja letkujen kiristys vaikeaa	Letku(t) tai nippa rikkoutuu tai jää löysälle	5	Ahdas asennuspaikka	8		9	360	Eteen tulevan raudan muokkaus. Tarkista onko jo muutettu
HPL3			HPL3	HPL3					HPL3	
Syötön nipotus	Prepare Parts	Poclain alamoottorien täyttö unohtuu	Moottori rikkoutuu myöhemmin		Moottoreita ei täytetä öljyllä					4525 kontrolli aktivoituu 18.4.19 -ii- Suuntausohje tai JIG asennukseen
Syötön nipotus	Joining Parts	Poclain alamoottorien 90-nipat tarkkoja kiristyskulmasta	HD-suojien asennus ei onnistu	4	Ei suuntausohjetta tai suuntaustyökälua	4		6	96	
Syötön letkutus	Joining Parts	Poclain alamoottorien letkujen suuntaus epäselvä. Kiinnitysraudan asennus vaikeaa	Letkut löystyy kiinnitysrautaa asennettaessa	6	Kiinnitysraudan asennuksen hankaluus sekä työohjeiden epäselvyys	9		5	270	Kiinnitysraudan kiertetyt. Suunnitelumuutos, kiinnitysrauta U-malliseksi? Uusi versio metsätesteissä
Sylintereiden nipotus	Prepare Parts	Kumitiiviste jää helposti paikalleen	Vuoto	6	Mustissa sylintereissä mustat tiivisteet hankala havaita, eivät aina irtoa tulpan mukana	5		8	240	Työohjeisiin huomio, kontrollilista. Parempi laatutarkastus
Sampo alamoottorit	Joining Parts	Nipponen o-rengas rikkoutuu helposti	Liitokset ei tiivisty ja jää vuotamaan	6	O-rengas jää rasvaamatta	5		8	240	Outokumussa Työohjeisiin huomio rasvauksesta
Syöttömoottorien nipotus	Prepare Parts	Alamoottorien tulppa rikkoutuu	Tulppaa ei saa helposti irti	2	Tulpan paikkaa joudutaan vaihtamaan linjassa	3		1	6	Tulppa valmiiksi oikeaan paikkaan, H413 alamoottoreissa vaihdettu valmiiksi
Buttress-sahan letku	Joining Parts	Letku ottaa runkoon kiinni	Kierteet rikkoutuu nipasta ja letkusta, joudutaan vääntämään kangella	2		4		1	8	Letkut- tai nipotusmuutos. Tarkista onko ECR-listalla