



jamk.fi

Jäljityksen kehittäminen tuotantoyrityksessä

Case: Black Bruin Oy

Eetu Mäkinen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2021

Tekniikan ala

Insinööri (AMK) Logistiikan tutkinto-ohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

JAMK University of Applied Sciences

Tekijä(t) Mäkinen, Eetu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2021
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Jäljityksen kehittäminen tuotantoyrityksessä Case: Black Bruin Oy		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK) Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) Juha Sipilä, Ville Pahlsten		
Toimeksiantaja(t) Black Bruin Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimus lähti liikkeelle kohdeyrityksessä havaitusta jäljitykseen liittyvästä kehitystarpeesta. Nykyinen jäljitystapa koettiin työläänä ja toimivuudessa oli parannettavaa. Tutkimuksen tehtävänä oli kartoittaa Black Bruin Oy:n jäljityksen nykytila ja selvittää erilaisia mahdollisuuksia jäljityksen kehittämiseen. Tavoitteena oli muodostaa konkreettinen kartoitus vaihtoehtoisista jäljityksen toteutustavoista ja prosesseista siten, että dokumentaatio siirrettäisiin ulkopuolisen ohjelmiston sijaan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään.</p> <p>Tutkimus toteutettiin perustuen haastatteluista saatuihin tietoihin, sekä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän dataan, joista muodostettiin kartoitus nykytilasta. Nykytilasta, sekä toteutusvaihtoehtoista muodostettiin havainnollistavia prosessikaavioita ja -kuvauksia, sekä erilaisia vertailutaulukoita tukemaan parhaaksi katsotun prosessin suosittelua.</p> <p>Tuloksena syntyneet suositellut kaksi prosessivaihtoehtoa käsittelevät jäljityksen toteuttamista yrityksen laatuosaston vaatimusten mukaisesti, riippuen seurattavan komponentin tarvittavien seurantatietojen määrästä. Joillain seurantaan määritellyistä komponenteista oli vain materiaalierän tieto seurannassa, jolloin niille suositettiin eräseuranta jäljitystavaksi, joka on työmäärältään sarjanumeroseuranta huomattavasti pienempi ja helpompi toteuttaa. Yrityksessä oli seurattavana myös komponentteja, joihin liittyi yhtä useampi seurantatieto, jolloin laadun varmistamiseksi suositettiin yhtä sarjanumeroseurannan prosessivaihtoehtoa käytettäväksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) eräseuranta, sarjanumeroseuranta, jäljitys, lean system		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Mäkinen, Eetu	Type of publication Bachelor's thesis, university of applied sciences	Date November 2021 Language of publication:
	Number of pages 40	Permission for web publication: x
Title of publication Tracking systems development in production company Case: Black Bruin Oy		
Degree programme Logistics Engineering		
Supervisor(s) Juha Sipilä, Ville Pahlsten		
Assigned by Black Bruin Oy		
Abstract <p>The study was based on insufficient item tracking method in the target company. The current method of tracing was perceived as laborious and it had to be improved in terms of functionality. The task of the study was to chart the current state of tracking process in Black Bruin Oy and explore various opportunities for traceability development. The aim was to create a concrete plan of alternative tracking methods and processes so that the documentation of tracking would be transferred to the company's ERP system instead of external software.</p> <p>The study was based on the data from interviews as well as data from the company's ERP system. Illustrative process diagrams and descriptions were created of the current situation and implementation options, as well as various comparison tables to support the recommendation of the best process.</p> <p>The resulting two recommended process options are based on the implementation of tracking in accordance with the requirements of the company's quality department, depending on the amount of tracking information required for the component being monitored. Some of the components defined for traceability had only batch data in traceability, in which case batch tracing was recommended as a tracking method that is significantly smaller in workload than serial number tracing and easier to implement. The company was also monitoring components with more than one tracking data, so it was recommended to use one the serial number tracking process options to ensure quality.</p>		
Keywords/tags (subjects) batch tracking, serial number tracking, tracking, lean system		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Black Bruin Oy	4
3	Tutkimusasetelma	5
3.1	Tutkimuksen tavoitteet	5
3.2	Tutkimuksen menetelmät	5
3.3	Haastattelu	6
3.4	Tutkimuskysymykset ja rajaukset.....	6
4	Jäljitettävyys	7
4.1	Tuotteen elinkaaren hallinta	7
4.2	Jäljitettävyyden merkitys, juridiikka ja tiedonhallinta.....	8
4.3	Erä- ja sarjaseuranta	10
4.4	Materiaalien aineistodistukset	11
4.5	Liiketoimintaprosessin määritelmä	11
4.6	Toiminnanohjausjärjestelmä	13
4.7	Tyypillisiä analyysimenetelmiä	14
5	Jäljityksen kehittäminen	16
5.1	Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä ja dokumentaatio	16
5.2	Nykytila-analyysi	18
5.3	Tavoite	27
5.3.1	Yleiset tavoitteet	27
5.3.2	Jäljitettävyyden vaihtoehdot.....	28
5.3.3	Kirjausprosessi ja vaiheet	29
5.3.4	Dokumentoinnin paikka	31

6 Tulokset	32
7 Johtopäätökset ja pohdinta	36
Lähteet	39

Kuviot

Kuvio 1: Tuotteen elinkaari ja vaiheet (Eby 2021)	8
Kuvio 2: Porterin arvoketju (Porter 1985, 37).....	12
Kuvio 3: SWOT-analyysi (Vuorinen 2013, 89).....	15
Kuvio 4: Lean System aloitusnäkyä	17
Kuvio 5: Nokkarensa valmistusprosessi	20
Kuvio 6: Männän valmistusprosessi	21
Kuvio 7: Akselin valmistusprosessi	23
Kuvio 8: Sylinteriryhmän valmistusprosessi	24
Kuvio 9: Jakoventtiilin valmistusprosessi	25
Kuvio 10: Komponenttien seurantatiedot	26
Kuvio 11: Eräseurannan nykyprosessi	26
Kuvio 12: Nykyisen jäljityksen SWOT-analyysi	27
Kuvio 13: Jäljitysvaihtoehdot	28
Kuvio 14: Kirjausprosessi	29
Kuvio 15: Jäljityksen dokumentointi	31
Kuvio 16: Vertailu jäljitystavoista	32
Kuvio 17: Vertailua jäljityksen kirjausprosesseista	33
Kuvio 18: Vertailua jäljityksen dokumentoinnille	35
Kuvio 19: Vaihtoehto 1 jäljityksen prosessille.....	36
Kuvio 20: Vaihtoehto 2 jäljityksen prosessille.....	37

Taulukot

Taulukko 1: Numerointiesimerkki	34
---------------------------------------	----

1 Johdanto

Tuotteiden jäljitettävyydellä pyritään varmistamaan niiden laatu ja mahdollistamaan tuotteen jäljitys raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi loppukäyttäjälle asti. Mikäli viallinen tuote-erä tai tuote päättyy tuotantoon, pystytään se jälkikäteen jäljittämään ja selvittämään myös muiden mahdollisesti viallisen erän komponenttien käyttökohteet. Tarvittaessa tuote tai tuotteet voidaan kutsua takaisin parhaassa tapauksessa jo ennen kuin asiakas on huomannut vian, jolloin taloudelliset tappiot ja muut tuotevirheeseen liitännäiset kustannukset jäävät kaikkien osalta mahdollisimman pieniksi. Eräseuranta ja jäljitettävyys on myös osa kohdeyrityksen ISO 9001:2015 laadunhallintajärjestelmää.

Tämä tutkimus toteutetaan toimeksiantajayrityksessä havaitusta tarpeesta kehittää laadunhallintaa. Toimeksiantajayrityksellä on jo entuudestaan osin käytössä jäljitystä eräseurannan ja sarjanumeroseurannan kautta tiettyjen komponenttien osalta, mutta dokumentointiprosessissa ja itse dokumentaatiossa on havaittu puutteita. Dokumentaatio on jonkin verran hajanaista ja sen käytettävyys on koettu hankalaksi, sillä halutun jäljitystiedon etsintä on varsin työlästä. Lisäksi dokumentointiprosessi sisälsi liian monta manuaalista vaihetta, mikä kasvattaa virheiden mahdollisuutta.

Tavoitteena tutkimuksella on eräseurannan ja jäljityksen prosessin ja dokumentaation kehittäminen entistä toimivammaksi. Tutkimuksen pääteemoja ovat eräseurannan ja jäljityksen nykytilan kartoittaminen, erilaisten prosessivaihtoehtojen selvittäminen sekä dokumentaation siirto erillisestä järjestelmästä osaksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää. Työn lopputuloksena syntyi useita erilaisia prosessivaihtoehtoja, joiden hyviä ja huonoja puolia pohdittiin tutkimuksen tuloksissa. Tuloksista päästiin johtopäätöksiin, jossa suositetaan uutta prosessivaihtoehtoa tarvittavan tiedon kirjaamiselle ja dokumentaatiolle.

2 Black Bruin Oy

Black Bruin Oy on suomalainen Jyväskylässä sijaitseva konepajateollisuusyritys, jonka toimialana ovat hydraulikka ja hydrauliset laitteet (Black Bruin Oy n.d). Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluvat hidaskäyntiset radiaalimäntämoottorit, sekä rotaattorit, joita käytetään erilaisissa ratkaisuissa esimerkiksi kaivosteollisuuteen, maanrakennukseen, metsäteollisuuteen ja maatalouteen (Products n.d). Työntekijöitä yrityksessä oli vuoden 2020 lopussa 86. Suurin osa yrityksen tuotannosta menee vientiin, jossa alueellisesti Pohjois-Amerikka, Etelä-Afrikka, Eurooppa ja Kiina ovat tärkeimmät kohdemaat (Black Bruin Oy n.d).

Black Bruinin historia ulottuu vuoteen 1959, jolloin suomalainen insinööri Ilmari Louhio alkoi kehittää Sisu-hydraulimoottoria, jota käytettiin voimansiirrossa osana kuorma-auton renkaan napaa. Black Bruinin hydraulimoottorin toimintaperiaate on säilynyt vuosien kuluessa samana Sisu-hydraulimoottoreihin nähden ja mukana moottoreita kehittämässä ovat olleet suomalaiset yritykset SISU, Partek, Valmet, Metso ja Sampo Rosenlew. (About us n.d)

Erilaisia tuoteperheitä ja tuotevariaatioita Black Bruinilla on useita. Näitä tuoteperheitä ovat esimerkiksi hydraulimoottoreilla BB-, BBC-, S- ja B200- sarjat, sekä rotaattoreilla BBR H-sarja ([Hydraulic Motors n.d](#) ; [Hydraulic Rotators n.d](#)). Näitä eri tuoteperheitä käytetään usein erilaisissa sovelluksissa, esimerkkinä S-sarja, jonka sovelluksia ovat esimerkiksi murskaajat ja vinssimoottorit (S-series Industrial Hydraulic Motors n.d). BBR H- sarjan rotaattoreja taas käytetään harvesteripäissä (BBR H harvester rotators n.d). Tuotannossa olevia lopputuotevariaatioita yrityksellä on tällä hetkellä yli tuhat, mikä tarkoittaa suurta nimikemäärää.

3 Tutkimusasetelma

3.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tämä tutkimus toteutetaan toimeksiantajan tavoitteesta eräseurannan kehitykselle. Työssä kartoitetaan eräseurannan ja jäljityksen nykytila, seurattavat nimikkeet ja tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja eräseurannan prosessille ja dokumentoinnille. Tällä toimintatavalla pyritään varmistamaan viallisten, mahdollisesti eri asiakkaille jo toimitettujen osakokoonpanojen komponenttierien jäljitys takaisinkutsuja varten, mikä nykyprosessilla on epätarkkaa ja työlästä. Tutkimuksen tehtävänä on yksinkertaisesti parantaa laatujärjestelmän toimivuutta. Lopputuloksena tutkimuksella on nykytila-analyysi jäljityksen nykytilasta, vertailu mahdollisista prosessia parantavista vaihtoehdoista, sekä suositus prosessin toteuttamiseen.

3.2 Tutkimuksen menetelmät

Tutkimusstrategiota on olemassa kolmea eri tyyppiä. Nämä tyypit ovat eksperimentaalinen tutkimus, kvantitatiivinen tutkimus, sekä kvalitatiivinen tutkimus. Eksperimentaalinen tutkimus käsittelee syy-seuraussuhteita tutkittavaan aiheeseen. Kvantitatiiviselle (määrälliselle) tutkimukselle tyypillisiä piirteitä ovat aiemmat tutkimukset, teorialat, hypoteesit ja eri käsitteiden määrittely. Tiedonkeruun tulee soveltua määrälliseen, numeeriseen mittaukseen ja lopputuloksena syntyy tilastollinen lopputulos, jota voidaan analysoida. Kvantitatiivisen tutkimuksen suhde teoriaan on sitä mukailleva. Kvalitatiivinen tutkimus perustuu aineiston ja materiaalin osalta todelliseen vallitsevaan tilanteeseen. Tiedonkeruu painottuu ei-mitattaviin tai -laskettaviin tietoihin, jotka kerätään usein esimerkiksi haastattelujen perusteella, jolloin tutkijan ja tutkittavan suhde on läheinen. Tutkija pyrkii tarkastelemaan kerättyä materiaalia ja aineistoa yksityiskohtaisesti, josta muodostetaan erilaisia johtopäätöksiä. Tässä menetelmässä tutkittavien henkilöiden näkökulmat vaikuttavat läheisesti tutkimuksen tuloksiin ja johtopäätöksiin. Kvalitatiiviselle tutkimukselle on myös tyypillistä sen suhtautuminen teoriaan luovasti poiketen hieman kvantitatiivisesta (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134-139.)

Tutkimuksen tarkoitus taas voidaan jakaa neljään eri tyyppiin. Nämä tyypit ovat selittävä, kuvaileva, ennustava ja kartoittava. Selittävä tarkoitus on syy-seuraus-suhteiden etsimistä asioiden välillä. Kuvailevassa tutkimuksessa keskeisenä piirteenä on ilmiöiden tarkastelu. Ennustava tutkimus taas muodostaa tutkittavasta kohteesta potentiaalisia seurauksia tapahtumiin tulevaisuudessa tai muissa yhteyksissä. Kartoittava tutkimus selvittää ilmiöitä, joita tunnetaan huonosti. etsii uusia näkökulmia ja kehittää hypoteeseja. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 138.)

3.3 Haastattelu

Haastattelu on yksi tutkimusmenetelmä, jota voidaan käyttää tutkimuksen aineiston hankintaan. Haastatteluja voidaan luokitella riippuen tutkijan osallistumistyylistä haastatteluun. Yleisimmät tyypit ovat avoin, eli strukturoimaton haastattelu, puolistrukturoitu haastattelu tai strukturoitu lomaketyyppinen haastattelu. Tyypeistä voidaan myös johtaa eri luokkia, kuten strukturoimattomasta, avoimesta haastattelusta teema-, ryhmä- tai asiantuntijahaastattelu. (Haastattelut n.d.)

Haastattelutyyppeihin ja -luokkiin liittyen haastattelun toteutustapaan vaikuttaa myös haastattelustrategia. Haastattelustrategia määrittää usein sopivan tyypin ja luokan. (Haastattelut n.d.)

3.4 Tutkimuskysymykset ja rajaukset

Tämän tutkimuksen vaatimusmäärittelyn perusteella muodostettiin kolme tutkimuskysymystä, jotka ovat seuraavat:

- 1) Mitä eräseurannalla halutaan saavuttaa?
- 2) Kuinka eräseurannan prosessi toteutetaan?
- 3) Kuinka eräseuranta dokumentoidaan toiminnanohjausjärjestelmään?

Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen aihe kohdennetaan toiminnanohjausjärjestelmän käyttöedellytysten selvittämiseen jäljityksen ja sen prosessiin hallintaan yrityksen laatukäsikirjan vaatimukset huomioon ottaen. Laatukäsikirja itsessään ei kuulu tutkimuksen piiriin. Seurantatietojen tarkempi tarkastelu materiaalitodistuksia lukuun ottamatta ei myöskään kuulunut tämän tutkimuksen aiheisiin.

4 Jäljitettävyys

4.1 Tuotteen elinkaaren hallinta

PLM (Product Lifecycle Management), eli tuotteen elinkaaren hallinta on systemaattinen ja järjestetty tapa hallita tuotteita ja tuotteisiin liittyvää dataa. Elinkaaren hallinnalla pyritään suunnittelemaan tuotteen elinkaaren eri vaiheet ja turvaamaan omalta osaltaan organisaation tulevaisuuden liiketoiminta. PLM sisältää erilaisia liiketoiminnan sääntöjä, toimintatapoja, prosesseja, sekä ohjeistuksia ja ohjeita tuotteiden hallitsemiseen. (Sääksvuori & Immonen 2008, 3, 5.)



Kuvio 1: Tuotteen elinkaari ja vaiheet (Eby 2021)

PLM koostuu yllä olevan kuvan mukaisesti erilaisista tuotteen elinkaaren vaiheista. Ensimmäinen osuus BOL (Beginning of life) sisältää tuotteen idean, tuotekehityksen, prototyypin, myynnin aloituksen, sekä tuotannon. Toinen osuus MOL (Middle of life) sisältää jakelun, käytön ja huollon. Viimeinen osuus EOL (End of life) liittyy käytöstä poistoon ja koskee tuotteen kierrätystä. (Eby 2021.)

Huomioitavaa kuviossa on se, että elinkaaren eri vaiheet saattavat tapahtua myös samanaikaisesti. Kuviossa esitelty malli koskee enemmänkin yhtä tuotetta yksilönä, mutta se voidaan laajentaa myös koskemaan jotain tiettyä tuotemallia. Mikäli kuviota sovelletaan tiettyyn tuotemalliin, EOL sisältää myös tuotemallin alasajon eri osioineen.

4.2 Jäljitettävyyden merkitys, juridiikka ja tiedonhallinta

Jäljitettävyyden merkittävä osa yrityksen laatujärjestelmää. Joillain toimialoilla jäljitettävyyden saattaa olla viranomaismäärityksissä määrätty vaatimus, mutta yrityksestä tai toimialasta rippumatta jäljitettävyyden tuottaa arvoa yrityksen asiakkaiden lisäksi yritykselle itselleen. Jäljitettävyydellä tarkoitetaan sitä, että tuotteen valmistaneella

yrityksellä on jollain tavalla dokumentoitu tieto käyttökohteesta tai asiakkaasta, jolla tuote on, sekä tieto myös tuotteen sisältämien komponenttien ja raaka-aineiden alkuperästä. Jäljitettävyys on osa tuotteen elinkaaren hallintaa. Jäljityksen hyödyt tulevat erityisesti esiin siinä vaiheessa, kun tuotteelle joudutaan tekemään takaisinkutsu, esimerkiksi laatuongelmien vuoksi, joka saattaa johtua esimerkiksi jollain tapaa viallisesta raaka-aineesta. (Erkkilä 2020.)

Eräseurannan merkitykseen liittyy ISO 9001 laatustandardin mukaisia sääntöjä. ISO 9001:2015- standardissa määritellyt sääntöjä ovat;

”Organisaation on varmistettava, että ulkoistetut prosessit ja ulkoisesti tuotetut tuotteet ja palvelut eivät vaikuta haitallisesti organisaation kykyyn tuottaa johdonmukaisesti vaatimukset täyttäviä tuotteita ja palveluita asiakkailleen” (SFS-EN ISO 9001:2015, 24.).

”Jos tuotteen edellytetään olevan jäljitettävissä, organisaation on hallittava yksittäisten tuotosten tunnistettavuutta ja säilytettävä jäljittävyyden mahdollistavaa dokumentoitua tietoa” (SFS-EN ISO 9001:2015, 25.)

”Organisaation on säilytettävä tuotoksia tuotannon ja palvelun tuottamisen aikana siten, että se voi varmistaa vaatimusten noudattamisen” (SFS-EN ISO 9001:2015, 26.)

”Organisaation on varmistettava, että tuotokset, jotka eivät täytä vaatimuksia, tunnistetaan ja niitä ohjataan siten, että niiden tahaton käyttö tai jakelu estetään” (SFS-EN ISO 9001:2015, 26.)

Organisaation on ryhdyttävä asianmukaisiin toimenpiteisiin poikkeaman luonteen sekä sen tuotteiden ja palveluiden vaatimuksenmukaisuuteen aiheuttaman vaikutuksen perusteella. Näin on toimittava myös sellaisen poikkeavien tuotteiden ja palveluiden kohdalla, joiden poikkeamat on havaittu tuotteiden toimittamisen jälkeen tai palvelun tarjoamisen aikana tai sen jälkeen. (SFS-EN ISO 9001:2015, 26.)

Erityisesti lääkkeissä erä- ja sarjaseuranta on tarkasti säänneltyä ja määrättyä. EU:ssa 9.2.2019 käyttöön otetun lääkevarmennusjärjestelmän mukaisesti kaikilla lääkepakkausilla on käytännössä yksilöivä sarjanumero, jonka alta löytyy tiedot lääke-erästä.

Tämä yksilöivä sarjanumero syötetään EU:n laajuiseen tietokantaan, josta sairaala-apteekki vapauttaa tuotteen sen saapuessa sairaalaan. Tiedot on dokumentoitava 5 vuoden ajaksi lääkkeen vapautuksesta ja eränumero tulee pystyä yhdistämään potilastietoon. Tuotevirhetapauksissa takaisinvento on tehokkaampaa toteuttaa tällaisen sarja- ja eräseurannan yhteydessä. (Ränkimies 2018.)

Vaikka metalliteollisuudessa tuotteet ja niiden vaatimukset, sekä lainsäädäntö ja määräykset eroavat verrattaessa lääketeollisuuden tuotteisiin, voidaan lääketeollisuudesta saada toimivia malleja erä- ja sarjaseuranta varten. Molemmilla aloilla tulisi pyrkiä kuitenkin samaan lopputulokseen, eli hyvään tuotteiden ja komponenttien jäljitettävyyteen.

4.3 Erä- ja sarjaseuranta

Eräseuranta on prosessi tavaroiden jäljittämiseksi. Prosessi kattaa ketjun valmistajalta asiakkaalle. Eräseurannalla tarkoitetaan tavaraerää, jonka yksilöt käyttävät samoja materiaaleja ja jotka ovat valmistettu yhdessä. Eräseuranta mahdollistaa yritykselle tiedon siitä, mihin kyseistä erää on käytetty ja kenelle sitä on toimitettu. Mikäli erässä havaitaan vika, voidaan tehdä takaisinkutsu asiakkaalle ja mikäli erää on vielä jäljellä varastossa, sen päätyminen eteenpäin voidaan estää. Hyvä eräseuranta ja jäljitettävyys parantaa laatuvaikutelmaa ja on kilpailuvaltti yritykselle. (4 Reasons Why Batch Tracking is Crucial for Quality Control 2017.)

Esimerkiksi Yhdysvaltojen elintarvike- ja lääkeviraston (FDA) mukaan vuoden 2012 viimeisellä vuosineljänneksellä tehtiin 18,4 miljoonaa elintarviketuotetta koskettanutta takaisinkutsua. Tällaisen takaisinkutsumäärän hallinta ilman toimivaa eräseuranta ja dokumentaatiota on mahdotonta. Kyvyttömyys seurata tuotteita voi huonoimmassa tapauksessa jopa hajottaa yrityksen, oli sitten kyseessä elintarvikkeita tai metalliteollisuuden tuotteita varmistava yritys. Eräseurannan etuna on takaisinkutsujen aiheuttavien kustannusten minimointi. (Canes n.a.)

Sarjanumeroita on tyypillisesti elektroniikkatuotteissa, erilaisissa koneissa ja ajoneuvoissa sekä niiden osissa. Sarjanumeroseuranta tarkoittaa yksilöivää tunnusta, jolla

yksittäinen tuote pystytään tunnistamaan. Siinä missä eränumero koskee useaa yksilöä, sarjanumero käsittää vain yhden tuotteen. Sarjanumerotiedon alle voidaan tallentaa tietoja esimerkiksi tuotteen mittaus- tai testaustuloksista, osakomponenttien erä- tai sarjanumeroista tai loppuasiakkaasta. Sarjanumeroseuranta on osa tuotehallintaa ja liittyy myös jälkimarkkinointiin. (Sudding n.a.)

4.4 Materiaalien ainestodistukset

Ainestodistukset voidaan jakaa kahteen eri ryhmään SFS-EN 10204- standardin mukaisesti. Ensimmäinen ryhmä on valmistusmenetelmään liittyvä ainestodistus ja toinen ryhmä on toimituseräkohtainen ainestodistus. Valmistusmenetelmään liittyvä ainestodistus tarkoittaa sitä, että toimittaja antaa joko laatuvaruutuksen tai koetodistuksen ainestodistuksen tyyppistä riippuen. Koetodistuksessa tarkistus on tehty valmistusmenetelmäkohtaisesti, jolloin luotetaan samalla valmistusmenetelmällä valmistettujen tuotteiden olevan laadultaan samanlaisia. Toimituseräkohtainen ainestodistus sisältää aina vähintään koetulokset kyseisestä toimituserästä ja asiakirja on toimittajan valtuuttaman tuotannosta riippumattoman edustajan vahvistama. (SFS-EN 10204:2004, 4-5.)

Valmistusmenetelmään liittyviä ainestodistuksia on kahta eri tyyppiä, jotka ovat tyyppin 2.1 laatuvaruutus ja tyyppin 2.2 koetodistus. Näiden kahden ainestodistusten tyyppi eroavat toisistaan niin, että tyyppin 2.1 ainestodistuksessa ei ilmoiteta koetuloksia, mutta tyyppin 2.2 ainestodistuksessa koetulokset ilmoitetaan. Toimituseräkohtaista ainestodistusta on myöskin kahta eri tyyppiä, vastaanottotodistus 3.1 ja vastaanottotodistus 3.2. Erona näillä on se, että tyyppin 3.2 ainestodistus sisältää vahvistuksen myös toimittajan ulkopuoliselta taholta, joka on tässä tapauksessa ostajan edustaja tai määrätty tarkastaja. (SFS-EN 10204:2004, 4-5.)

4.5 Liiketoimintaprosessin määritelmä

Liiketoimintaprosessia voidaan kutsua toimintojen ketjuksi, eli se koostuu erilaisista toisiinsa kytköksissä olevista tapahtumista ja toimista. Prosessit muodostavat eräänlaisen jalostusketjun, jonka tuotoksena syntyy esimerkiksi jokin tuote tai palvelu, jonka tarkoituksena on arvonluonti asiakkaalle (Laamanen & Tinnilä 2009, 36, 86).

Lecklinin (2006) taas kuvaa prosessien jakamista karkeasti ydinprosesseihin ja tukiprosesseihin. Ydinprosessit ovat toimintoja, joilla voidaan jalostaa resursseja ja panoksia tuotteiksi, tai palveluiksi. Ydinprosesseilla palvellaan suoraan yrityksen ulkoista asiakasta. Esimerkkinä ydinprosessista on tuotantoprosessi, jossa valmistetaan tuote. Tukiprosessit taas palvelevat yrityksen sisäistä toimintaa ja edistävät ydinprosessien onnistumista ja toimivuutta, mutta eivät liity suoranaisesti esimerkiksi tuotteen valmistukseen. Esimerkkinä tukiprosessista on laatu prosessi, joka vastaa tuotteiden tarkoituksenmukaisuudesta ja toimivuudesta määriteltyyn käyttötarkoitukseensa. Ydinprosessit ja usein osa tukiprosesseista kuuluvat yrityksen avainprosesseihin, eli toiminnan kannalta tärkeimpiin prosesseihin. Avainprosessit on syytä määrittellä ja kuvata erilaisilla prosessikuvauksilla. Prosessikuvaukset auttavat prosessin kehittämisessä, prosessin toimintojen ymmärtämisessä, sekä mahdollisten riskien tunnistuksessa ja työn vastuunjaossa. Prosessien ryhmittely hierarkkisesti auttaa prosessien käsittelyssä, mikä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi ydinprosessi jaetaan 2-4 eri tasoon. Ydinprosessin alla voi olla osaprosessi ja osaprosessien alla työvaiheet.

Porter kuvaa liiketoimintaprosesseja alla olevan kuvion mukaisesti arvoketjuna.



Kuvio 2: Porterin arvoketju (Porter 1985, 37)

4.6 Toiminnanohjausjärjestelmä

Historia

Ensimmäiset toiminnanohjausjärjestelmät, eli MRP- järjestelmät saivat alkunsa 1960-luvulla kahden valmistavan yrityksen, International Business Machines Corporationin ja J.I. Casen yhteistyöstä. J.I. Case huomasi pystyvänsä laskentakeinoilla koordinoimaan ja suunnittelemaan hankinnan, valmistuksen ja toimituksen ja vastaamaan markkinoiden kasvaviin tarpeisiin. Ohjelmisto kykeni tähän automatisoimalla operaatioiden aikataulutuksen. (Thomson 2020.)

MRP- järjestelmät kehittyivät 1980-luvulla MRP2- järjestelmiksi, jotka sisälsivät MRP:stä tuttuun valmistusprosessien optimointien lisäksi kattavammin työkaluja koko toimitusketjun koordinointiin eri osastojen välillä, kuten kysynnän ennustamista ja konekapasiteetilaskentaa, sekä yleistä kirjanpitoa. (Thomson 2020.)

1990-luvulla kehittyivät ensimmäiset ERP- järjestelmät, joilla integrointiin koko liiketoiminta yhteen järjestelmään. Aiempien versioiden lisäksi ERP-järjestelmät sisälsivät esimerkiksi sellaisia osioita, kuten taloushallinnon, henkilöstöhallinnon, projektinhallinnan, sekä toimitusketjun ja asiakkuuden hallinnan. (Thomson 2020.)

Toiminnallisuus

Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) on työkalu organisaatiolle erilaisten toimintojen hallitsemiseen. Sen avulla voidaan hallita esimerkiksi tuotantoa, varastoa ja hankintaa, riippuen toiminnanohjausjärjestelmästä ja sen ominaisuuksista. Toiminnanohjausjärjestelmä voi olla oman tai vuokratun palvelimen ylläpitämä asennettava sovellus, kevyempi pilvipalvelu tai näiden yhdistelmä, jota kutsutaan hybridiksi tai kaksitasoiseksi ratkaisuksi. (Mikä on ERP? n.d.)

Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoituksena on automatisoida, tehostaa ja standardisoida organisaation prosesseja ja toimintoja. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla pyritään välittämään reaaliaikainen tieto kaikille käyttäjille, helpottaa toiminnan ohjaamista, sekä vähentää manuaalisen työn ja muistamisen määrää. Kun eri toimintojen data tallennetaan toiminnanohjausjärjestelmään, tieto on keskitetysti yhdessä

paikassa. Tiedon keskittäminen helpottaa esimerkiksi analyysien ja raporttien tekemistä. (Saastamoinen n.d.)

Toiminnanohjausjärjestelmään tallennetaan tyypillisesti kolmea erilaista dataa. Ensimmäinen on liiketoiminnallinen data, jota luodaan ja päivitetään järjestelmässä. Tämä data sisältää esimerkiksi yrityksen jatkuvaan toimintaan liittyviä elementtejä, kuten myynti, valmistus, osto ja laskutus. Liiketoiminnallinen data on nopeasti ja jatkuvasti muuttuvaa dataa. Toinen datan muoto on organisaatiollinen data, joka sisältää yleensä hitaasti muuttuvia Infrastruktuuriin, toimialaan ja toimitiloihin liittyviä tietoja. Kolmas datan tyyppi on master data, joka käsittää tiedot asiakkaista, toimittajista ja työntekijöistä. (Healey 2017.)

Erilaisia toiminnanohjausjärjestelmiä on paljon ja niiden painotukset ovat usein eri osa-alueilla. Jotkin järjestelmät painottuvat esimerkiksi tuotantoon ja tuotannon suunnitteluun ja joillain järjestelmillä painotuksena saattaa olla vaikkapa varastonhallinta. Perusversion ominaisuuksia pystytään jossain määrin kuitenkin muokata esimerkiksi erilaisten räätälöintien avulla. Räätälöinti voi olla hyvin perusteltuna hyödyllistä, mutta kustannukset voivat olla työmäärästä riippuen suuret. (Kuussalo 2018.)

4.7 Tyypillisiä analyysimenetelmiä

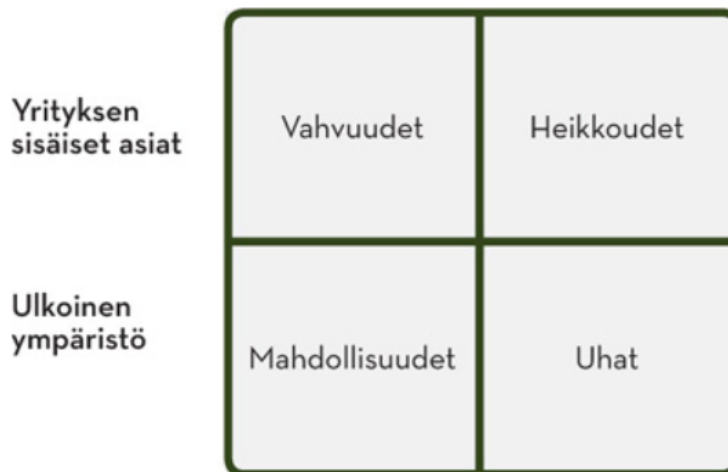
SWOT-analyysi

SWOT-analyysi (strengths, weaknesses, opportunities, threats) on analysointityökalu, jota käytetään usein yrityksen strategisen päätöksenteon apuna. Alun perin SWOT kehitettiin Yhdysvalloissa 1960-luvulla ja se on todettu niin toimivaksi, että sitä käytetään vielä nykyäänkin organisaatioissa eniten kaikista eri strategiatyökaluista. (Vuorinen 2013, 88-92 ; Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.)

Perinteisessä SWOT-analyysissa on neljä kenttää, johon kirjataan sisäisistä tekijöistä aiheutuvat vahvuudet ja heikkoudet, sekä ulkoisista tekijöistä aiheutuvat mahdollisuudet ja uhat. Lopputuloksena on yksinkertainen ja havainnollistava taulukko, josta pystytään arvioida organisaation toiminnan tasoa. SWOT-analyysi voi koskea itse yritystä kokonaisuudessaan tai tarkemmin jotain sen yritystoiminnan osaa tai prosessia.

SWOT-analyysin onnistumisessa keskeisessä roolissa ovat toimintaympäristön tuntemus ja pohjatyö. Tämä tarkoittaa sitä, että analyysin tekeminen vaatii usein esimerkiksi SWOT-analyysin teemaan liittyviä osa-analyyskejä. (Vuorinen 2013, 88-92 ; Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.)

SWOT-analyysistä lähdetään muodostamaan päätöksiä, joita saadaan, kun käydään nelikentän ruudut yksitellen läpi. Toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi yritysten vahvuuksien hyödyntäminen jatkossa, heikkouksien korjaus tai parantaminen, mahdollisuuksien hyödyntäminen tai suunnitelma niiden hyödyntämiseksi, sekä uhkiin varautuminen. (Vuorinen 2013, 88-92 ; Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.) Alla on esitetty perinteisen SWOT -analyysin malli ja kuvattu kentistä löytyvät osa-alueet.



Kuvio 3: SWOT-analyysi (Vuorinen 2013, 89)

FMEA-analyysi

Termi FMEA muodostuu sanoista Failure Mode and Effects Analysis, eli tarkoittaa vika- ja vaikutusanalyysia. Tällä menetelmällä voidaan tutkia potentiaalisia vikatiloja (FMEA n.d). FMEA-analyysin avulla pyritään minimoimaan vikojen määrä ennen lopuasiakkaalle päätymistä. Viat pyritään ehkäisemään kokonaisvaltaisesti pelkän korjaamisen sijaan, tunnistamalla ja priorisoimalla, sekä mahdolliset vikatilat poistamalla. (Stamatis 2014, 19). FMEA menetelmässä otetaan huomioon kolme erilaista näkökulmaa, jotka pisteytetään yhden ja kymmenen pisteen välillä. Näiden kolmen

luvun tulosta saadaan RPN-luku, eli Risk Priority Number, joka kertoo esimerkiksi nimikkeen riskitason. Kolme RPN- luvun muodostavaa näkökulmaa ovat vakavuustodennäköisyys, esiintymistodennäköisyys ja havaittavuustodennäköisyys. (FMEA n.d).

FMEA-analyysin avulla saavutetaan erilaisia hyötyjä. Hyvin toteutettu FMEA-analyysi parantaa luottamusta tuotteeseen, prosessiin tai palveluun, sillä tyypillisimmät riskit on tunnistettu ajoissa ja niihin on reagoitu. Tällöin riskit erilaisiin virheisiin pienenevät, mikä vähentää mahdollisesti ylimääräisen työn ja korjaustoimenpiteiden tekemisen määrää. Virhekustannuksien osuus jää siis pienemmäksi. Mahdolliset vikatilat ja riskit on dokumentoitu FMEA-analyysissa, jolloin tuotteesta, prosessista tai palvelusta on tiedossa potentiaaliset vikakohteet, mikä helpottaa tulevaisuuden suunnittelua ja tuotteen kehittämistä jatkossa. (Stamatis 2014, 23-24.)

5 Jäljityksen kehittäminen

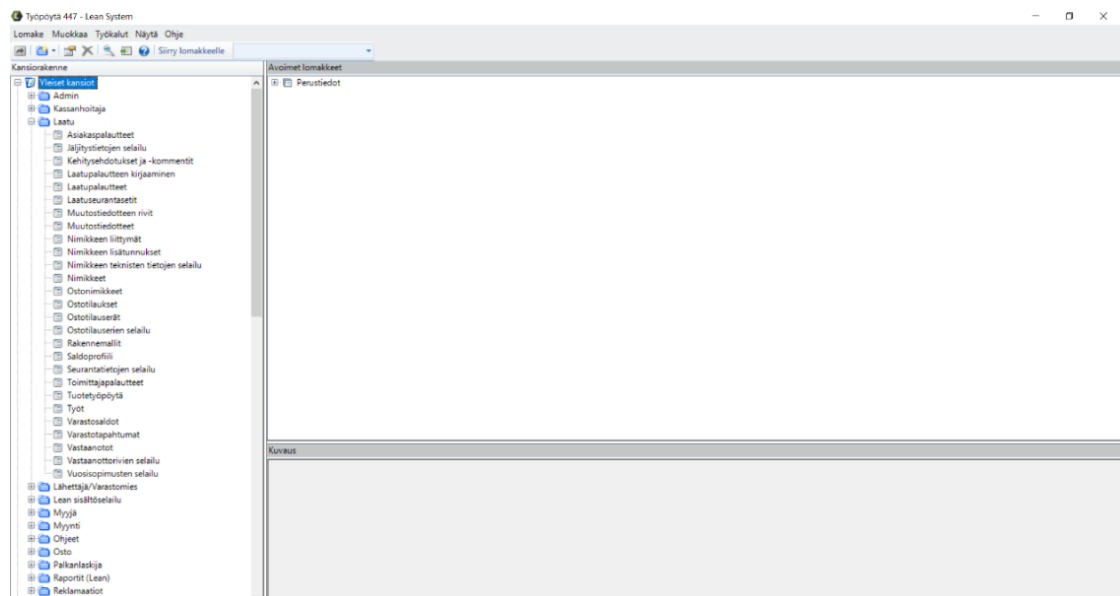
Tutkimusaineisto koostettiin muun muassa haastatteluiden ja havaintojen pohjalta. Tutkimuskysymyksiin etsitään vastauksia kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmien kautta. Nykytila-analyysia varten haastateltavana oli kuusi henkilöä: Tuotetuki-insinööri, joka toimii yrityksessä jälkimarkkinoinnin puolella huolto- ja takuupäätösten parissa, laatu päällikkö, joka vastaa yrityksen laatuosaston hallinnasta, tuotantopäällikkö, joka vastaa valmistuksesta, ICT-päällikkö, joka vastaa prosesseista, suunnitteluinsinööri, joka vastaa tuoteversioista ja suunnittelusta osana tuotekehityksen tiimiä ja kokoonpanon työnjohtaja, joka vastaa kokoonpano-osastosta. Haastatteluotanta on laaja, jotta saadaan eri osastojen näkemyksiä sarja- ja erä seurannan nykytilalle ja tulevaisuuden tavoitteille. Lisäksi tutkimuksessa käytettiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän tietoja ja dataa, jota analysoitiin tekstiksi ja kuvioiksi.

5.1 Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä ja dokumentaatio

Toimeksiantajayrityksellä on käytössään Roima Intelligencen toimittama Lean System -niminen toiminnanohjausjärjestelmä. Lean System sisältää modulaarisen,

toiminnanohjaukseen soveltuvan työkalun, jolla hallitaan toimitus-tilausprosessin eri vaiheita, sekä voidaan automatisoida tilaus-toimitusketjun toimintoja. (RoimaSoftware Lean System n.d.) Lean System sisältää välineet suunnitella kysyntää ja tarjontaa, hallita tilaus- ja toimitusketjua, laatua, projekteja, sekä huolto- ja jälkimarkkinointia, ohjata valmistusta ja luoda ja ylläpitää erilaista raportointia. (Roiman toiminnanohjaus – ketterämpi ERP n.d.) Näistä välineistä tutkimuksen kannalta tärkein on laatu, johon eräseuranta ja eräjäljitys kuuluu. Lean Systemista löytyy jo valmiiksi tarvittavat toiminnot eräseurantaan varten, joten ylimääräisiä räätälöintejä ei eräseurannan käyttöönottoon vaadita.

Kuussalon (2018) mukaan Lean System on koettu toimivaksi toiminnanohjausjärjestelmäksi Black Bruinin toimintaympäristöön. Lean Systemin painotus on tuotannossa ja sen ohjaamisessa. Etuina kyseisessä järjestelmässä on sen muokattavuus, joka tarkoittaa esimerkiksi sitä, että käyttäjien tekemiä virheitä on helpompaa korjata. Muokattavuus on etuna erityisesti yhdessä toimipisteessä toimivalle organisaatiolle, kuten Black Bruin Oy.



Kuvio 4: Lean System aloitusnäkömä

Ylläolevasta Lean Systemin aloitusnäkömästä voidaan havaita kansiorakenne. Kansiorakenteesta löytyy erilaisia lomakkeita, joiden kautta hallitaan tiettyjä toimintaa

ohjaavia toimintoja, kuten esimerkiksi laatupalautteita, myyntitilauksia, ostotilauksia ja valmistustöitä, sekä nimiketietoja.

5.2 Nykytila-analyysi

Seurantatiedot

Tällä hetkellä eräseurantaa tehdään omavalmisteisten tuotteiden osalta, mutta dokumentointi on kuitenkin selvästi puutteellista ja kirjaaminen on täysin manuaalista (Linnakoski 2021). Eränumero kirjataan seurattaviin komponentteihin koneellisesti, josta se kokoonpanovaiheessa luetaan ja syötetään moottorin koeajoraporttiin (Muurainen 2021). Koeajoraportit eivät siirry toiminnanohjausjärjestelmään vaan ne löytyvät vain kokoonpanon tietokoneelta. Koeajoraporttien hakemisto on puutteellinen, eikä tietyllä omavalmisteen eränumerolla saada suoraan selville kaikkia moottorisarjanumeroita, joihin kyseistä erää on käytetty. Jokainen koeajoraportti täytyy avata ja tarkistaa erikseen. (Linnakoski 2021.)

Manuaalisessa kirjaamisessa on suuri virheiden mahdollisuus ja ajoittain se myös jää kokonaan tekemättä. Viollisen erän jäljitys nykyisellä toimintatavalla on hidasta ja työlästä, toisinaan jopa mahdotonta (Linnakoski 2021). Nykyisellä toimintatavalla työlle kerättävät komponentit kerätään ja siirretään KET- (keskeneräinen tuotanto) varastoon. Kun työ valmistetaan, komponentit poistuvat KET-varastosta ja siirtyvät kustannuksiksi työlle (Kuussalo 2021).

Asiakaspalautteet

Asiakasreklamaatio syntyy yleensä, kun tuote on jollain tapaa viollinen tai se ei vastaa tilattua (Linnakoski 2021). Kumpaakaan näistä ei saisi tapahtua, mutta käytännössä esimerkiksi jokaista yksittäistä komponenttia ei ole järkevillä resursseilla mahdollista tarkastaa (Karvonen 2021). Asiakaspalautteen saapuessa syy käsitellään ja selvitetään kuuluuko se komponenttien normaalin kuluman piikkiin vai onko tuotteessa ollut virhe. Seuraava askel takuupäätöksen jälkeen on selvittää, onko mahdollisesti

viallista komponenttierää mennyt myös muille asiakkaille. Tässä kohtaa erä- ja sarjaseuranta tulee tärkeään rooliin ja hyvin dokumentoitu seurannan tiedonhallinta nopeuttaa selvitystä. Muille asiakkaille mahdollisesti menneille viallisille komponentterille tehdään takaisinkutsu, joka parhaimmassa tapauksessa vähentää sekä valmistajan, että asiakkaan kustannuksia, sekä tuo paremman laatuvaikutelman. (Linnakoski 2021.)

Toiminnanohjausjärjestelmän data ja dokumentointi

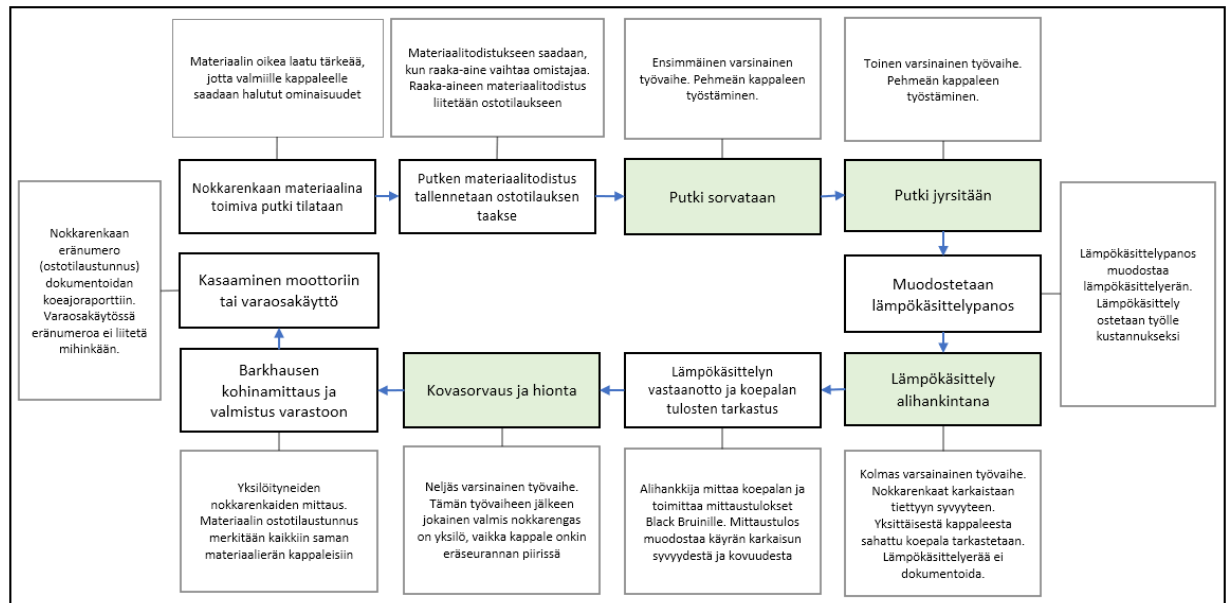
Haastattelujen perusteella yhteinen näkemys dokumentoinnista on se, että kaikkien erä- tai sarjanumeroiden tulisi löytyä toiminnanohjausjärjestelmästä. Jälkikäteen selvittäessä jäljityksen tiedot olisivat helposti löydettävissä. Nykyään tiedot sarjanumeroihin liittyvistä eränumeroista löytyvät moottorin koeajoraportin alta. (Karvonen 2021 ; Kuussalo 2021 ; Linnakoski 2021 ; Muurainen 2021 ; Mäkinen 2021).

Seurattavat nimikkeet

Seurattavat nimikkeet on määritelty tuotekehityksen, laadun ja tuotannon yhteisessä palaverissa. Seurattavat nimikkeet ovat tällä hetkellä kaikki kriittiset nimikkeet, jotka on saatu muodostamalla FMEA tuotteiden rakennemallista. Analyysissä on otettu huomioon komponentin merkitys ja vaikutus tuotteen toimintaan. Kaikki voimaa vastaanottavat tai siirtävät komponentit ovat seurattavia. (Karvonen 2021.)

Sylinteriryhmien, mäntien, akselien, sekä nokkarenkaiden eränumero käsittää pelkästään kyseisten materiaalien raaka-aineiden tunnisteen. Jakoventtiilin eränumeron takaa löytyy tieto materiaalista ja nitrauspanoksesta. Tämä tutkimus on rajattu käsittelemään näiden nimikkeiden jäljitystä, sekä jäljityksen toteuttamista. Laadun näkökulmasta tarve jäljitettävyydelle tulee tulevaisuudessa koskemaan useampaakin nimikettä, mutta prosessimallin, sekä dokumentointimallin ollessa valmiina on erä- ja sarjaseuranta helppoa ottaa käyttöön myös muille nimikkeille, joiden kohdalla se nähdään tarpeelliseksi. (Karvonen 2021.)

Nokkarengas

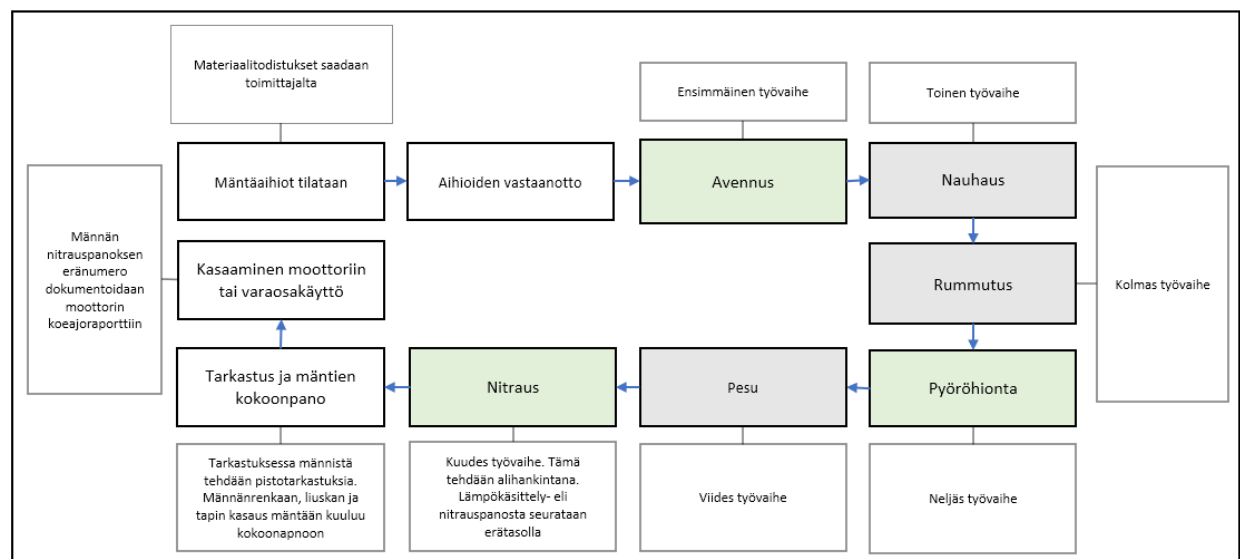


Kuvio 5: Nokkarengaan valmistusprosessi

Nokkarengaan toimintaperiaatteena radiaalimäntäisessä hydraulimoottorissa on tuottaa yhdessä sylinteriryhmän kanssa momenttia. Nokkarengas ottaa vastaan mäntien voiman ja muuttaa suoraviivaisen liikkeen pyörimisliikkeeksi. (Kallio 2021.) Nokkarengaan raaka-aineena toimii teräspuutkesta katkaistut renkaat. Prosessikaavion ensimmäisessä kohdassa halutut ominaisuudet tarkoittavat sitä, että nokkarengaan tulee olla matalahiilistä (suositukseltaan $>0,20\% C$), jotta hiiletys ja karkaisu pinnasta onnistuu ja pinnasta tulee kova ja kulutusta kestävä (Lämpökäsittely n.d). Raaka-aineelta vaaditaan ainestodistus ja sulatusnumero, joka liitetään toiminnanohjausjärjestelmään luodun ostotilauksen tietoihin ja raaka-aineen tilaustunnus merkitään kappaleisiin. Ensimmäinen varsinainen työvaihe on sorvaus, jonka jälkeen toisena työvaiheena seuraa jyrsintä. Tämän jälkeen keskeneräiset nokkarengaat pinotaan laivalle lämpökäsittelypanosta varten. Usein yksi lämpökäsittelypanos on noin 500–1000 kg väliltä painoltaan, joka tarkoittaa nokkarengaiden koosta riippuen noin 6-150 kappaletta. (Mäkinen 2021.) Lämpökäsittelypanoksen eriä ei dokumentoida tai seurata. Nykyisen prosessin mukaan koepalan mittaustulokset tarkastetaan tuotannon ja laadun toimesta. Laatuosaston tavoitteena on myös dokumentoida lämpökäsittelypanos raaka-aineen lisäksi tulevaisuudessa (Karvonen 2021). Lämpökäsittelyn

virallinen termi on hiiletyskarkaisu, joka on yksi pintakarkaisumenetelmä. Pintakarkaisussa teräs hiiletetään ensin pinnasta noin 0,7-0,9% C arvoon, jonka jälkeen teräskappale karkaistaan, jotta pinnasta saadaan kova, kulutusta kestävä, sekä saavutetaan suuri väsymislujuus (Lämpökäsittely n.d). Neljänteen työvaiheeseen lämpökäsittelyn jälkeen kuuluu kovatoraus ja hionta, joka tekee jokaisesta kappaleesta yksilön pinnaltaan ja muodoltaan. Kappaleet tarkastetaan kohinamittauksella ja hyvät kappaleet siirtyvät käyttökohteeseen tai varastoon odottamaan käyttöä. Moottoreihin kasattaessa nokkarenkaan eränumero, eli tässä tapauksessa ostotilaustunnus kirjaetaan ylös koeajoraporttiin. Varaosista dokumentointi puuttuu kokonaan.

Mäntä

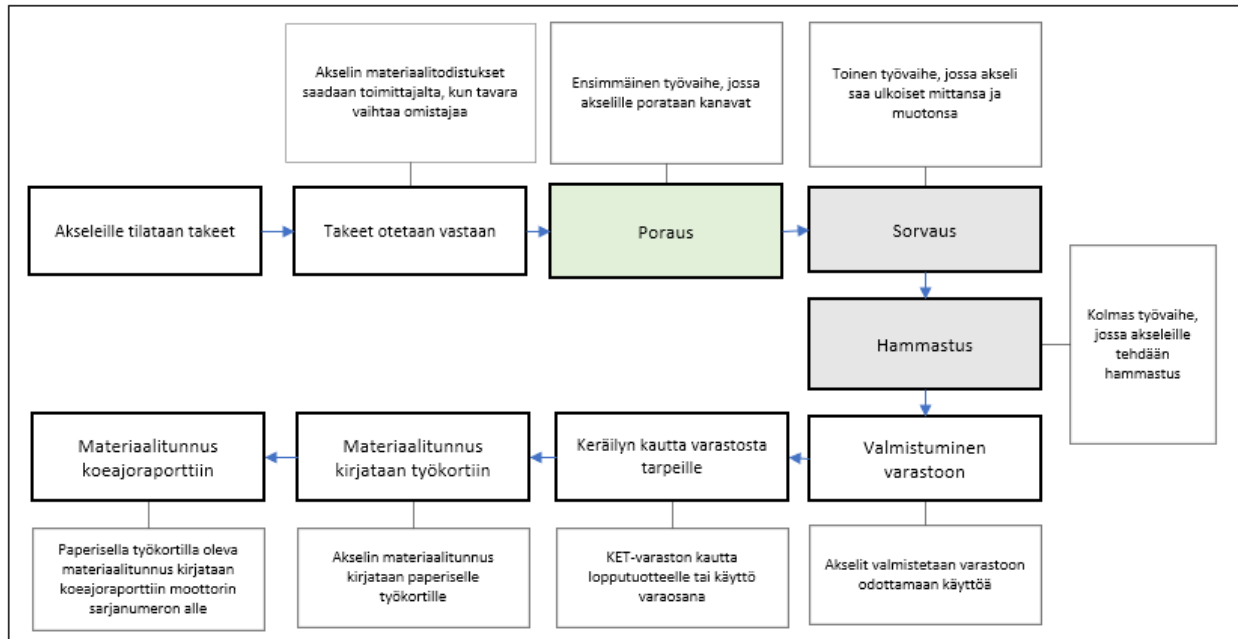


Kuvio 6: Männän valmistusprosessi

Männän tehtävänä radiaalimäntäisessä hydraulimoottorissa on tuottaa sylinteriryhmän kanssa momenttia tai voimaa liikkeessaan edestakaisin sylinterissä. Mäntäkokoonpanoon kuuluvat myös rullat ja liuskat, sekä männänrenkaat. (Kallio 2021.)

Männän raaka-aine on ostettava mäntäaihio, materiaalina MoC21, HDE-410 materiaali- ja lämpökäsittelyohjeen mukaisesti. Aihiota koneistetaan aventamalla ja hiomalla, jonka jälkeen se lämpökäsitellään nitraamalla. Nitraus, eli työtetyys on pintakarkaisumenetelmä, jossa tässä tapauksessa johdetaan teräksen pintaan tytpeä ja hiiltä (hiilitytetyys), jotta saavutetaan käsiteltävälle kappaleelle pienempi kitka, parempi kulutuskestävyys, sekä parempi väsymislujuus (Lämpökäsittely n.d). Mäntien nitrauspänosken eränumero kirjataan kokoonpanossa moottorin koeajoraporttiin. Varaosien osalta dokumentaatiota ei ole.

Akseli



Kuvio 7: Akselin valmistusprosessi

Akselin toimintaperiaate radiaalimäntäisessä hydraulimoottorissa on toimia kantavana osuutena. Akseli on moottorin napa ja pyöriväkoteloisessa radiaalimäntämoottorissa akseli sisältää myös öljynvirtauskanavat. (Kallio 2021.)

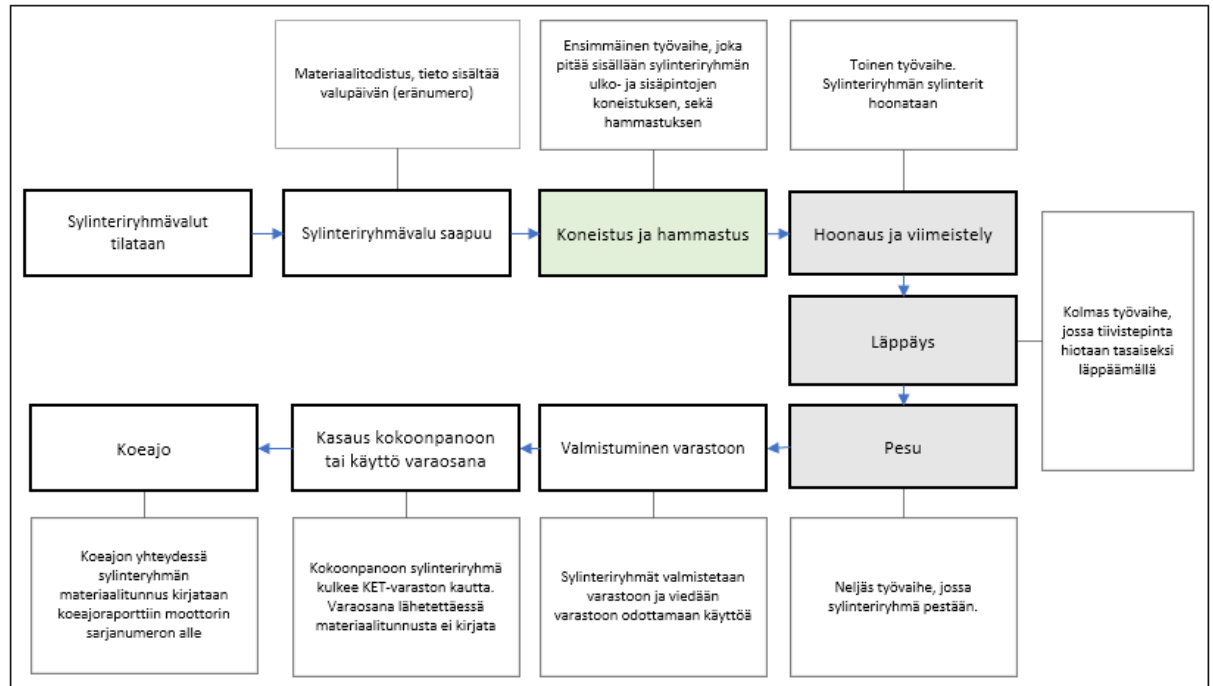
Akselit valmistetaan pääsääntöisesti takeista ja niiden tulee olla kestäviä, sillä ne joutuvat tekemisiin suurien vääntömomenttien kanssa. Materiaalina käytetään 42CRMO4- terästä.

Ensimmäinen työvaihe akselleilla on aarporaus, jossa porataan akselleihin kanavat nestekiertoa varten. Toisessa työvaiheessa akselin ulkopinnat sorvataan tuotekehityksen asettamien toleranssien mukaiseksi ja jokainen kappale mitataan koneistajan toimesta sorvauksen jälkeen (Mäkinen 2021). Viimeinen työvaihe akselleille on hammastus, jossa akselleille tehdään hampaat. Tämän työvaiheen jälkeen akselit valmistuvat varastoon odottamaan käyttöä.

Mikäli akselleita lähetetään varaosana, ne pestään puhtaiksi öljyistä ja pakataan ruostesuojapussiin, sekä toimitetaan asiakkaalle. Tällöin materiaalitunnuksia ei kirjata mihinkään. Mikäli akselleita käytetään kokoonpanossa lopputuotteita varten, ne

kerätään keskeneräisen tuotannon KET-varastoon ja kasataan kokoonpanossa. Kokoonpanon varsinainen viimeinen vaihe ennen maalausta ja pakkaamista on koeajo, jossa kirjataan akselin materiaalinumero moottorin sarjanumeron alle.

Sylinteriryhmä

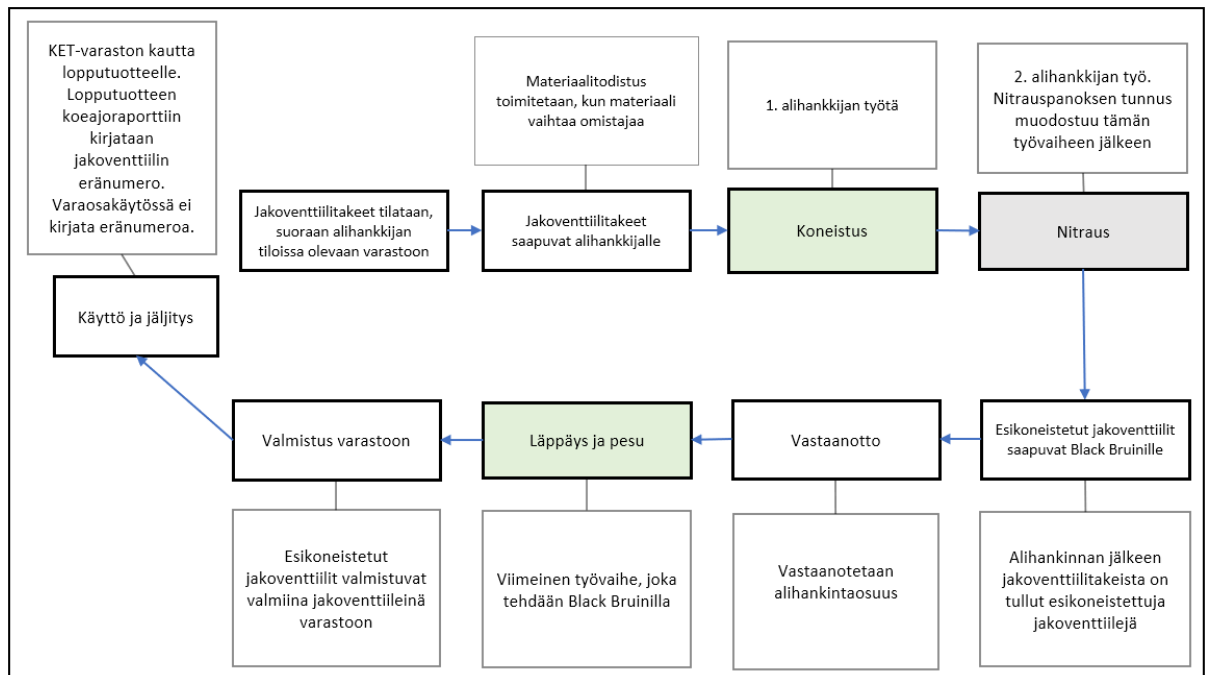


Kuvio 8: Sylinteriryhmän valmistusprosessi

Sylinteriryhmän tehtävänä radiaalimäntäisessä hydraulimoottorissa on tuottaa momenttia ja pyörimisliikettä ja pitää männän liikesuunta ja paikka oikeana. (Kallio 2021) Sylinteriryhmät tehdään sylinteriryhmävaluista. Materiaalina sylinteriryhmävaluissa EN-GJS-700-2.

Sylinteriryhmiin on merkitty piirustusnumeron lisäksi valupäivä, joka toimii eränumeronä materiaalille. Ensimmäinen työvaihe sylinteriryhmävalulla on koneistus ja hammastus, jota seuraa hoonaus ja viimeistely. Läppäys eli tasohionta on viimeinen varsinainen työvaihe, jonka jälkeen valmiit sylinteriryhmät menevät pesun kautta varastoon.

Jakoventtiili



Kuvio 9: Jakoventtiilin valmistusprosessi

Jakoventtiilin tehtävä radiaalimäntäisessä hydraulimoottorissa on tuottaa ajoitus ohjaamalla öljyn virtauksen oikeassa järjestyksessä männille. Jakoventtiili toimii siis öljyn jakajana. (Kallio 2021)

Jakoventtiilin materiaalina toimii 42CRMO4- tae, josta tehdään alihankinnassa esikoneistettu jakoventtiili, josta saadaan Black Bruin Oy:llä viimeisen työvaiheen kautta valmis jakoventtiili. Black Bruinilla luodaan työ, joka käyttää materiaalina esikoneistettua jakoventtiiliä, joka tehdyn työvaiheen jälkeen valmistuu valmiina jakoventtiilinä. Alihankkijat tilaavat jakoventtiilitakeita omiin varastoihinsa (materiaalitodistus Black Bruin). Ostaja Black Bruinilla tekee alihankintatilauksen, joka käyttää materiaalina jakoventtiilitaetta. Alihankinnassa takeet koneistetaan, jonka jälkeen alihankkija lähettää ne toiselle alihankkijalle nitraukseen. Nitrauksen jälkeen toinen alihankkija lähettää jakoventtiilit Black Bruinille, jossa ne otetaan vastaan, esikoneistettuina jakoventtiileinä. Esikoneistetut jakoventtiilit tarkastetaan Black Bruinin laatuosaston toimesta. Valmiille jakoventtiileille tehdään työ, joka sisältää materiaalina esikoneistetun jakoventtiilin ja vaiheena läppäyksen ja pesun. Työ kuitataan ja valmistuu

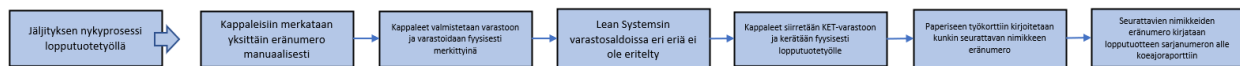
valmis jakoventtiili varastoon. Jakoventtiiliä käytetään joko materiaalina lopputuotetyölle tai se kerätään varaosakäyttöön. Mikäli jakoventtiili käytetään materiaalina hydraulimoottorille, moottorin kasauksen jälkeen jakoventtiilin eränumero kirjataan koeajoraporttiin. Varaosina myytäessä eränumeroa ei dokumentoida mitenkään.

Yhteenveto eri komponenteista saatavista seurantatiedoista

Komponentti → ↓Seurantatieto	Nokkarengas	Mäntä	Akseli	Sylinteriryhmä	Jakoventtiili
Raaka-aine	X	X	X	X	X
Hiiletyskarkaisu	X				
Nitrauspanos		X			X

Kuvio 10: Komponenttien seurantatiedot

Jäljitettävyyden nykyprosessi



Kuvio 11: Eräseurannan nykyprosessi

Yllä olevassa kaaviossa on esitelty nykyisen eräseurannan prosessin vaiheet. Seuranta alkaa seurattavien kappaleiden merkitsemisellä niitä valmistettaessa. Merkintä tapahtuu työstökoneella kappaleisiin kaivertamalla (Mäkinen 2021). Kappaleet valmistetaan varastoon, josta ne kerätään työlle. Kerättäessä kerääjällä on jo tiedossa lopputuotteen sarjanumerot, jotka on varattu lopputuotetyölle sitä avatessa. Kokoontenija kirjoittaa seurattavien komponenttien eränumerot tussilla lopputuotteeseen, josta koeajon aikana ne kirjataan koeajoraportille (Muurainen 2021).

Nykyisestä prosessista aiheutuvat ongelmat liittyvät pääosin dokumentaatioon ja dokumentoinnin paikkaan. Tavoitteena on saada dokumentaatio vain toiminnanohjausjärjestelmään, sillä koeajoraportti ja toiminnanohjausjärjestelmä eivät ole kytköksissä toisiinsa. Alla olevassa kuvassa on kuvattu SWOT- analyysi jäljityksen nykytilanteesta. Analyysistä nähdään selkeästi nykyisen jäljityksen prosessin ongelmakohdat, sekä hyvät puolet.

Yrityksen sisäiset asiat	<p style="text-align: center;"><u>Vahvuudet</u></p> <p>Nykyinen jäljitystapa täyttää juridisesti ISO9001 laadunhallintajärjestelmän vaatimukset. Erä- ja sarjaseuranta on nykytasolla jo käytössä, joten prosessia ei tarvitse suunnitella kaikilta osin täysin alkutekijöistä lähtien</p>	<p style="text-align: center;"><u>Heikkoudet</u></p> <p>Seurantatietojen jäljitys jälkikäteen on työlästä ja vaikeaa, sekä virheen mahdollisuus suuri. Selvitystyössä kuluu liikaa aikaa, mikä aiheuttaa hitaan reagoinnin</p>
Yrityksen ulkoiset asiat	<p style="text-align: center;"><u>Mahdollisuudet</u></p> <p>Kehitettäessä voi tarjota kilpailuetua laadun ja asiakaspalvelun näkökulmasta. Isot asiakkaat voivat vaatia tarkasti dokumentoitua seuranta toimittajiltaan</p>	<p style="text-align: center;"><u>Uhat</u></p> <p>Ideaalitilanteessa jäljityksen tietoja ei koskaan tarvita, mikäli laadunvarmistus toimii täysin. Riskinä on kuitenkin mahdollisuus jäljityksen epäonnistumisesta, mikä voi aiheuttaa suuria kustannuksia Black Bruinille ja tuotteen loppukäyttäjälle. Voi myös aiheuttaa työturvallisuusriskin loppukäyttäjällä</p>

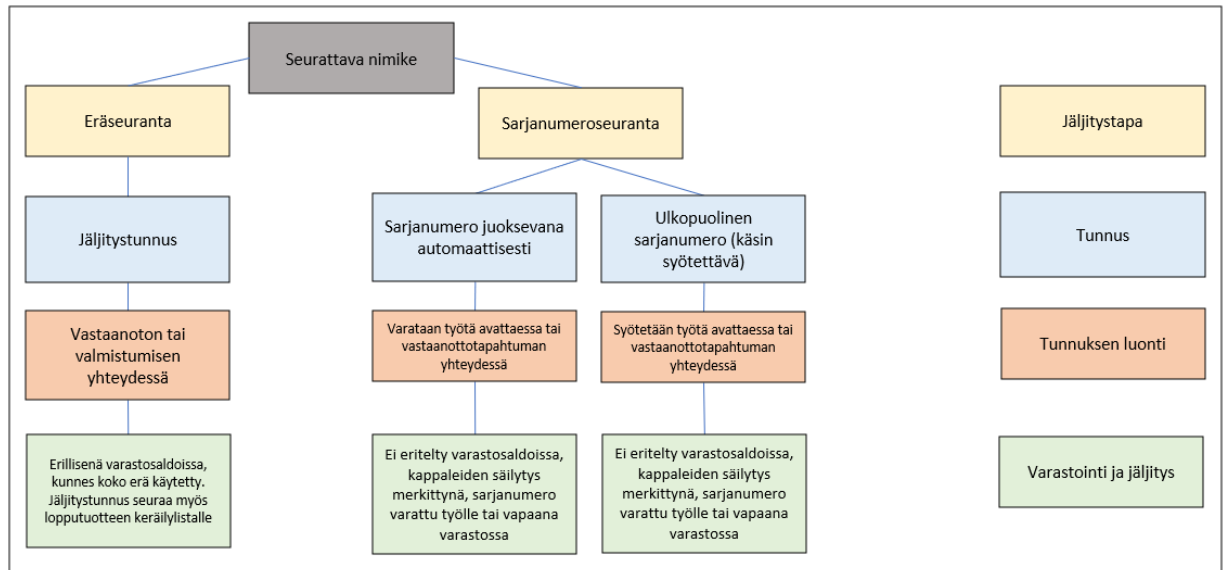
Kuvio 12: Nykyisen jäljityksen SWOT-analyysi

5.3 Tavoite

5.3.1 Yleiset tavoitteet

Tavoitteena on tutkia seurantatietojen dokumentaation siirtämistä nykyisestä koeajoraportista toiminnanohjausjärjestelmään, sekä löytää ja vertailla erilaisia vaihtoehtoja prosessin toteuttamiseen. Prosessin tulee olla selkeä ja mahdollisimman pientä työmäärää vaativa, jotta tulevaisuudessa on mahdollista laajentaa seurattavien nimikkeiden määrää laatuosaston tavoitteiden mukaiseksi. Tavoitteena on saavuttaa haluttu taso jäljitykseen, riippuen tuotteen seurattavista ominaisuuksista.

5.3.2 Jäljitettävyyden vaihtoehdot



Kuvio 13: Jäljitysvaihtoehdot

Ylimmällä seurantaprosessin tasolla on seurattavan nimikkeen tunnistaminen. Lean Systems tarjoaa tähän lähtökohtaisesti kaksi vaihtoehtoa, eräseurannan ja sarjanumeroseurannan. Eräseuranta ja sarjanumeroseuranta määritetään käytettäväksi nimikkeen perustietojen lomakkeella. Nimike voi olla sekä erä-, että sarjanumeroseurattava. Sarjanumeroseuranta on hankalampaa kuin eräseuranta. (Kuussalo 2021)

Sarjanumeroseuranta

Sarjanumeroseuranta tarjoaa mahdollisuuden automaattiseen sarjanumeroiden generointiin juoksevana, tai ulkoisen, esimerkiksi toimittajan sarjanumeron käyttämisen käsin syöttäen. Sarjanumeroseurannassa nimike määritetään ensin sarjanumeroseurattavaksi. Samaa sarjanumeroa ei voida käyttää usealle eri yksikölle, joten tähän vaihtoehtoon päädyttäessä tulee sarjanumerot liittää esimerkiksi sarjanumeroita yhdistävään materiaalitodistukseen, mikäli materiaali on ainoa tieto, jota halutaan seurata. Sarjanumeroita voidaan varata työtä avattaessa tai työn ollessa jo auki, mikäli nimike on määritetty sarjanumeroseurattavaksi nimikkeen perustiedoissa. Määrittämisestä riippuen, sarjanumerot joko luodaan manuaalisesti syöttämällä ne vieraana

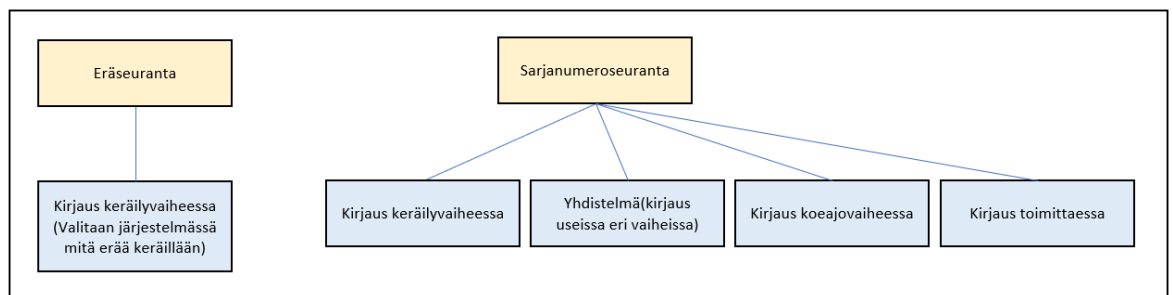
sarjanumerona tai ne syntyvät automaattisesti omana sarjanumerona rullasta (Kuussalo 2021). Sarjanumeroseurattavat nimikkeet eivät ole erillisinä laskettavina varastosaldoissa, vaan sarjanumerot löytyvät ns. sarjanumeroavaruudesta. Sarjanumeroita voidaan linkittää toisiinsa, ns. isä- ja lapsisarjanumerosuhteella, eli hierarkisilla ylä- ja alasarjanumeroilla (Kuussalo 2021).

Eräseuranta

Eräseurantaa käytettäessä asetetaan nimike eräseurattavaksi nimikkeen perustiedoista. Jäljitystunnus muodostetaan vastaanoton tai valmistustapahtuman yhteydessä ja erät ovat varastossa eräkohtaisesti omina laskettavina riveinään. Jäljityksen tunnussarja voidaan myös luoda tai sitä voidaan muokata jälkikäteen erän ollessa jo varastossa. Eräseurannan toteuttaminen on helppoa, sillä varsinaista kirjaamista tai linkitystä lopputuotteen sarjanumerolle ei tarvitse erikseen tehdä. Yhdistävänä tekijänä toimii esimerkiksi lopputuotteen työ, jolle nimikkeet keräillään. Huomioitavaa on se, että fyysisen keräilyn ja keräilyn järjestelmässä tulee vastata toisiaan.

5.3.3 Kirjausprosessi ja vaiheet

Toisella seurantaprosessin tasolla on kirjausprosessi. Tällä hetkellä kirjaustyön tapahtuessa kokoonpanossa, koeajon yhteydessä moottorin koeajoraporttiin, voidaan kirjausprossia jakaa tai siirtää eri vaiheisiin. Alla olevassa kuviossa esitelty kirjausprosessin toteutusvaihtoehdot.



Kuvio 14: Kirjausprosessi

Sarjanumeroseuranta

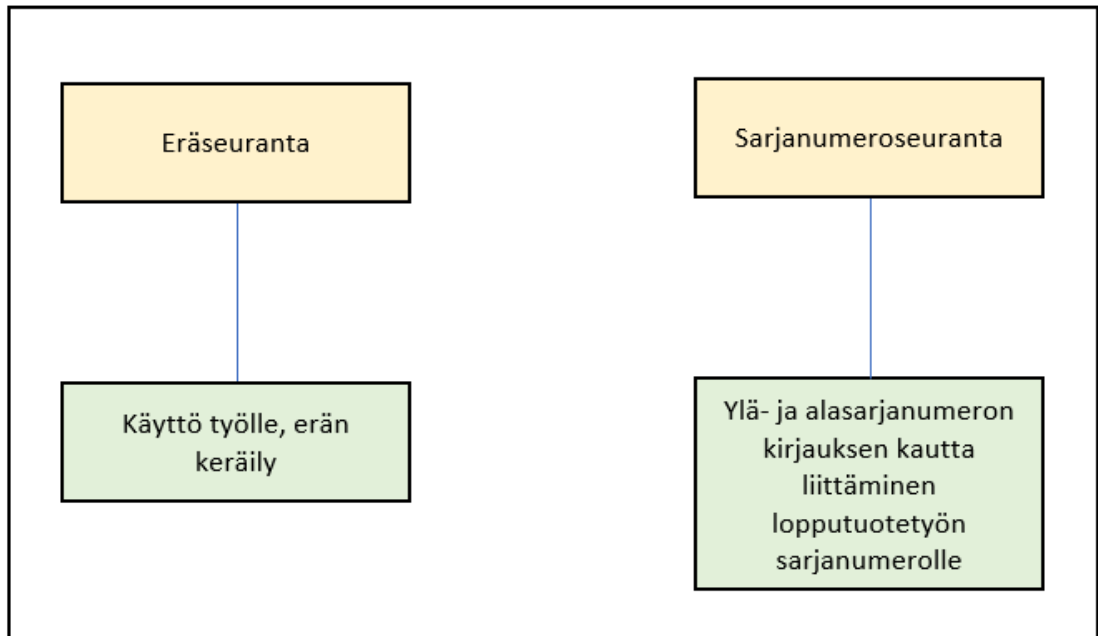
Sarjanumeroiden linkittäminen on mahdollista toteuttaa eri valmistusprosessin vaiheissa (Kuussalo 2021). Kokoonpanon sisältäessä esikokoonpanoa ja linjakokoonpanoa, voidaan sisällyttää kirjaustyö kokonaan joko lähettämöön (lopputyön valmistus), koeajoon (nykyisen prosessin mukaan), keräilyyn, tai yhdistelmäksi osittain osaksi esikokoonpanoa ja osittain osaksi keräilyä. Käytännössä kaikki työvaiheet lopputuotteen työkortin valmistumisen jälkeen voivat sisältää komponentin sarjanumeron liittämisen lopputuotteen sarjanumeroon. Kirjaamista varten täytyy kappaleista löytyä tieto sarjanumerosta, joten merkinnällä on suuri rooli sarjanumeroseurannassa.

Eräseuranta

Eräseurannassa keräilytapahtuma linkittää komponenttien jäljitystunnuksen lopputuotteen työlle. Keräilijän tehtävänä on huolehtia, että sekä järjestelmässä, että fyysisesti keräillään samaa erää. Erän vaihtuessa kesken työn, voidaan keräilytapahtuma jakaa kahteen osaan. Linkitys kuitenkin puuttuu lopputuotteen sarjanumeron ja erän välillä, joten ei ole varmuutta kumpaa jäljitystunnusta on käytetty mihinkin lopputuotteen sarjanumeroon.

5.3.4 Dokumentoinnin paikka

Kolmantena seurantaprosessin tasona on dokumentoinnin paikka, tai tarkemmin mi-
hin seurantatieto liitetään.



Kuvio 15: Jäljityksen dokumentointi

Dokumentoinnille on tässä tutkimuksessa rajattu molemmille seuraustavoille yksi vaihtoehto. Eräseurannassa se on keräilytapahtuma. Töiden ollessa aina asiakas ja tilauskohtaisia, voidaan esimerkiksi varasatotapahtumat-lomakkeen kautta selailta tietyn komponenttierän käyttöä eri töille, sillä jäljitystunnus seuraa kaikkia erän sisältämiä yksiköjä. Sarjanumeroiden osalta taas seurattavan komponentin ala- tai lapsisarjanumero linkitetään lopputuotteen isä- tai yläsarjanumeroon. Sarjanumerotaulun kautta voidaan selailta sarjanumerohierarkiaa, joka on varsinainen dokumentaation paikka.

6 Tulokset

Jäljitystapa	1) Eräseuranta	2) Sarjanumeroseuranta
Työn määrä	Pienempi	Suurempi
Tarkkuus	Pienempi	Suurempi
Seurattavien komponenttien määrän lisäys	Onnistuu	Onnistuu
Seurantatietojen määrä	Ei tue sellaisenaan yhtä useampaa seurantatietoa	Seurantatietoja voidaan liittää haluttu lukumäärä
Potentiaaliset virhekohdat prosessissa	1 kpl: keräily	3kpl: keräily ja linkitys lopputuotteen yläsarjanumeroon, sekä kokoonpano

Kuvio 16: Vertailu jäljitystavoista

Kaksi erilaista jäljitystapaa ovat eräseuranta ja sarjanumeroseuranta. Eräseurannan etuja ovat pienempi työn määrä, sillä erillistä kirjausta ei tarvita, vaan keräilytapah- tuma on ainoa kirjaustoimenpide ja lopputuotetyö toimii lopputuotteen sarjanume- ron ja komponentin erän yhdistävänä tekijänä. Kerääjän tehtävä on varmistaa, että keräilee työlle samaa erää sekä fyysisesti, että toiminnanohjausjärjestelmässä. Erä- seuranta edellyttää nykyiseen toimintatapaan verrattuna keräilyn reaaliaikaistamista. Käyttöönotto on helppoa. Tarkkuuden puolesta eräseurannassa on puutteita, sillä erän vaihtuessa ei voida tietää mihin tiettyyn lopputuotteen sarjanumeroon on käy- tetty mitään erää, ellei lopputuotetyötä jaeta osiin. Komponenttimäärien lisääminen on helppoa, valitaan vain eränmuodostuskriteeri, kuten materiaali ja muutetaan ni- mike jäljitettäväksi. Seurantatietojen määrä on rajattu yhteen yhdistävään tekijään, joten esimerkiksi sekä materiaalia, että lämpökäsittelypanosta ei voida eritellä, vaan täytyy valita vain toinen kriteeriksi eränmuodostukseen. Potentiaalisia virhekohtia on yksi; keräilytapah- tumassa, mikäli keräilty erä ei fyysisesti vastaa järjestelmän tietoja.

Toinen jäljitystapa on sarjanumeroseuranta. Sarjanumeron etuja on seurannan tarkkuus, sillä jokainen kappale on yksilö. Yksilölliseen sarjanumeroon voidaan liittää kaikki halutut tiedot, kuten materiaali, mittaustulokset tai lämpökäsittely. Seuranta-tietojen määrä ei ole rajoitettu. Seurattavien komponenttien määrän lisäys on verrannollinen eräseurantaan, mutta se lisää merkittävästi työmäärää sarjanumeron kirjauksessa ja kappaleen merkinnässä. Huonoja puolia ovat kohtalaisen suuri työmäärä kirjauksessa, sekä potentiaalisten virhekohtien määrä. Virheitä voi sattua keräilyta-
pahtumassa, kirjaamisessa tai kokoonpanossa, mikäli tietty komponentin sarjanu-
mero ei ole tietyssä lopputuotteen sarjanumerossa.

Vertailua kirjausprosessien välillä

Kirjausvaihtoehdot	Mitä vaaditaan	Kuinka vaikeaa	Hyvät puolet	Huonot puolet	
1) Eräseuranta: Kirjaus keräilyvaiheessa	Reaaliaikainen keräily järjestelmässä	Helppoa	Helppous ja vähäinen työmäärä	Jäljitystapaan liittyvät negatiiviset ominaisuudet	Kirjaustyö ennen loppukokoonpanoa
2a) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus keräilyvaiheessa	Komponentteihin täytyy merkitä kokoonpanoa varten minkä lopputuotteen sarjanumeroon ne liittyvät, jotta sarjanumerojen linkitykset vastaavat todellisuutta	Vaikeampaa	Merkintä suhteellisen yksinkertaista, sarjanumerot lopputuotteella ovat peräkkäisiä, joten komponenttien numerointi voi olla esimerkiksi 1-2-3-4 (4 lopputuotteen sarjanumeroa)	Keräilyn työn lisääntyminen ja kaiken kirjaamisen kohdistuminen yhteen työvaiheeseen	
2b) Sarjanumeroseuranta: Yhdistelmä (Osakokoonpano ja keräily)	Komponentteihin täytyy merkitä kokoonpanoa varten minkä lopputuotteen sarjanumeroon ne liittyvät, jotta sarjanumerojen linkitykset vastaavat todellisuutta	Vaikeampaa	Kirjaustyön jakaantuminen. Merkintä suhteellisen yksinkertaista, sarjanumerot lopputuotteella ovat peräkkäisiä, joten komponenttien numerointi voi olla esimerkiksi 1-2-3-4 (4 lopputuotteen sarjanumeroa)	Jäljitystapaan liittyvät negatiiviset ominaisuudet	
2c) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus koeajovaiheessa	Tieto siitä, mitä yhdessä lopputuoteyksilössä olevat seurattavat nimikkeet ovat sarjanumeroltaan	Vaikeampaa	Kirjausvaihe on sama kuin nykyprosessissa, ainoastaan dokumentaatiopaikka ja kirjaustapa erilaiset	Mikäli lopputuotteen sarjanumeroita ei ole kirjattu ylös, ei voida enää selvittää mitä sarjanumeroita lopputuote sisältää. Sarjanumerot täytyy kirjata ennen kokoonpanoa paperille, josta ne kirjataan järjestelmään	Kirjaustyö loppukokoonpanon jälkeen
2d) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus toimittaessa	Tieto siitä, mitä yhdessä lopputuoteyksilössä olevat seurattavat nimikkeet ovat sarjanumeroltaan	Vaikeampaa	Lopputuotetyö päätetään toimitusvaiheessa. Työn kirjaamiseen voidaan pakottaa automaattinen valintaikkuna, jossa valitaan lapsi- tai alasarjanumerot	Mikäli lopputuotteen sarjanumeroita ei ole kirjattu ylös, ei voida enää selvittää mitä sarjanumeroita lopputuote sisältää. Sarjanumerot täytyy kirjata ennen kokoonpanoa paperille, josta ne kirjataan järjestelmään	

Kuvio 17: Vertailua jäljityksen kirjausprosesseista

Eri kirjausprosessit voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan, jotka ovat taulukon oikeassa reunassa. Nämä kategoriat ovat kirjaus ennen lopullista kokoonpanoa ja kirjaus lopullisen kokoonpanon jälkeen. Kategorioiden sisällä olevien vaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet ovat pitkälti samankaltaisia keskenään. Kirjausvaihtoehdot on numeroitu seurantatavan mukaan; 1) Eräseuranta ja 2a)-2d) Sarjanumeroseuranta sen eri variaatioineen.

Kirjausvaihtoehto 1) Eräseuranta: Kirjaus keräilyvaiheessa on työmäärältään pieni ja edellytys sille on reaaliaikainen keräily fyysisesti ja järjestelmässä. Keräilylistan (Lean-lomake) käyttö tulee sisällyttää osaksi keräilyä. Hyvinä puolina on pienellä työmäärällä saatava kohtalaisen hyvä jäljitettävyyys eräkohtaisesti. Negatiiviset puolet liittyvät jäljitystapaan, joita on kuvattu jäljitysten vaihtoehtojen vertailussa.

Kirjausvaihtoehto 2a) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus keräilyvaiheessa vaatii komponenttiin merkinnän, minkä lopputuotteen sarjanumeroon se on liitetty. Toteutustapana voi olla esimerkiksi tussilla kirjoitettu teksti tai tarra, josta ilmenee lopputuotteen sarjanumero, tai vaikkapa numerointi alla olevan esimerkin mukaisesti.

Taulukko 1: Numerointiesimerkki

Lopputuotteen sarjanumero	Komponentin merkintä
123	1
124	2
125	3
126	4

Itse merkintä on yksinkertaista. Negatiiviset puolet tähän kirjausvaihtoehtoon liittyen ovat kasvava työmäärä ja kaiken kirjaamisen keskittyminen yhteen työvaiheeseen.

Kirjausvaihtoehto 2b) Sarjanumeroseuranta: Yhdistelmä (Osakokoonpano ja keräily) vaatimukset ovat käytännössä samat kuin vaihtoehdossa 2a). Hyvät puolet liittyvät kirjaustyön ja merkinnän jakautumiseen useampaan vaiheeseen ja sitä kautta pienentäen työmäärää eri työvaiheissa 2a) vaihtoehtoon verraten. Huonoja puolia tässä kirjausvaihtoehdossa ovat jäljitystapaan liittyvät haasteet ja vaikeus yleisesti.

Kirjausvaihtoehto 2c) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus koeajovaiheessa edellyttää komponenttien sarjanumerokombinaatioiden kirjaamista ylös, jotta ne voidaan liittää oikein lopputuotteen sarjanumeroon. Tässä kirjausvaihtoehdossa on eniten

yhteneväisyyksiä nykyprosessiin, eroina dokumentaation paikka (koeajoraportin sijaan Lean Systems) ja dokumentoinnin tapa (komponenttien sarjanumeroiden linkitys lopputuotteen sarjanumeroon), mikä on hyvä asia uudenlaisen prosessin käyttöönottoa ja käyttäjien koulutusta ajatellen. Huonoina puolina on potentiaalinen tilanne, jossa komponenttien sarjanumeroita ei ole merkitty ylös. Sarjanumeroiden selvitys jälkikäteen on merkkautavasta riippuen usein mahdotonta ja sarjanumerot menevät todennäköisesti ristiin keskenään.

Kirjausvaihtoehto 2d) Sarjanumeroseuranta: Kirjaus toimittaessa edellyttää samoja asioita kuin edellinen 2c) kirjausvaihtoehto, eli tiedon siitä mitkä komponenttien sarjanumerot ovat tietyssä lopputuoteyksilössä. Hyvinä puolina tällä kirjausvaihtoehdolla on kirjauksen pakotus tähän vaiheeseen, jolloin järjestelmä ei anna tehdä toimistusta ennen kuin käytetyt komponenttien sarjanumerot on valittu, josta seuraa siinä tapauksessa ongelma, mikäli tieto käytetyistä sarjanumeroista puuttuu.

Vertailua dokumentoinnin paikan välillä

Dokumentoinnin lähde	Jäljityksen paikka	Jäljityksen onnistuminen	Jäljityksen työmäärä
Eräseuranta	Sarjanumerotaulu (ala- ja yläsarjanumeron linkitys)	Todennäköistä, mikäli on keräilty oikeaa erää	Pieni
Sarjanumeroseuranta	Varastotapahtumat-lomake tai työkohtainen keräilylista	Todennäköistä, mikäli jokainen prosessin vaihe on onnistunut	Pieni

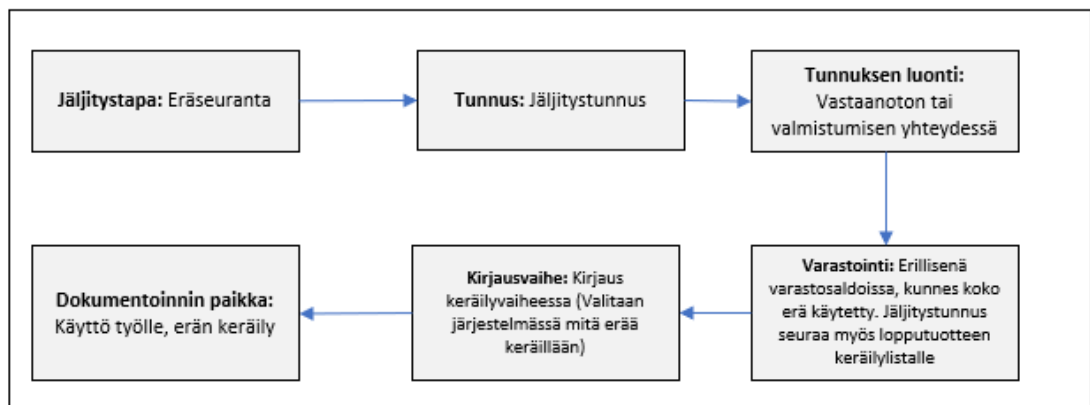
Kuvio 18: Vertailua jäljityksen dokumentoinnille

Molemmilla jäljitystavoilla on tässä tutkimuksessa yksi vaihtoehto dokumentoinnin paikkaan. Eräseurannassa se on sarjanumerotaulussa, josta nähdään yläsarjanumerona lopputuotteen sarjanumero ja alasarjanumerona lopputuotteen seurattavan komponentin sarjanumero. Jäljityksen onnistuminen riippuu molemmissa dokumentointipaikoissa hyvin pitkälti prosessin onnistumisesta. Työmäärä jäljityksessä on pieni molemmissa vaihtoehdoissa.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Jäljityksen kehittämistä tutkittiin muodostamalla nykytila-analyysi jäljityksestä ja esittelemällä erilaisia vaihtoehtoisia toteutustapoja. Yrityksellä käytössä olevalla, ISO9001 standardinkin edellyttämällä, jäljitystavalla koettiin jäljityksen olevan vaikeasti toteutettavissa. Jäljitystiedot eivät olleet yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä ja hakemisto oli puutteellinen asiakaspalautteiden ja reklamaatioiden käsittelyssä. Lähtökohtana tutkimukselle oli hyödyntää toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamia jäljitysmahdollisuuksia lopputuotteen materiaalien seurannalle.

Erilaisten jäljitystapojen vertailun perusteella suositetaan alla olevan kuvion mukaista eräseurannan prosessia jäljitystunnusta hyödyntäen komponenteille, jotka sisältävät pelkästään tiedon materiaalista. Näitä komponentteja ovat akseli ja sylinteriryhmä. Etuina eräseurannassa jäljitystunnuksen mukaan on pieni työmäärä kirjaamisessa ja yksinkertainen prosessi seurantaan. Akselin ja sylinteriryhmän ollessa vain materiaaliseurattavia, ei jäljitystunnuksen rajoittuminen yhteen seurantatietoon ole ongelma. Mikäli vaadittavia seurantatietoja tulee tulevaisuudessa lisää, voidaan akselille ja sylinteriryhmälle ottaa sarjanumeroseuranta käyttöön.

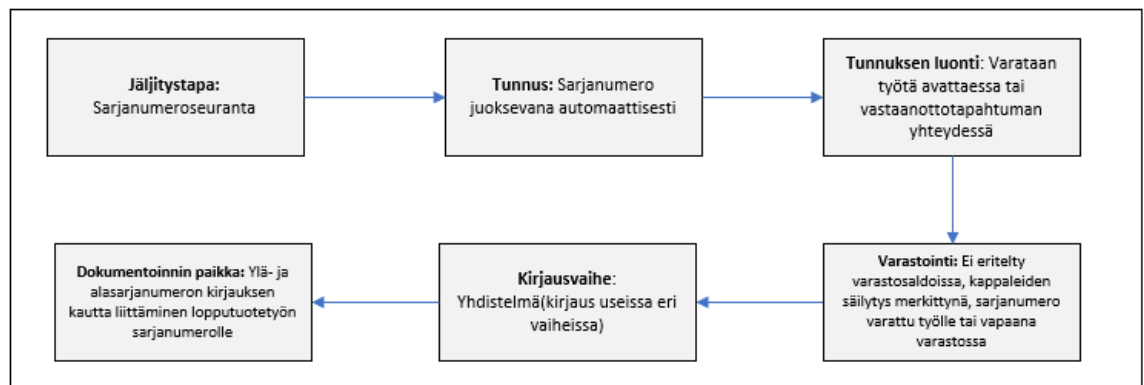


Kuvio 19: Vaihtoehto 1 jäljityksen prosessille

Varauksin eräseurantaa voidaan harkita myös käyttöön nokkareenkaan, männän ja jakkoventtiilin osalta, mikäli katsotaan vain yhden seurantatiedon riittävän ja jokaisen

komponentin toinen seurantatieto sisällytetään laadunvarmistuksen ja tarkastuksen yhteyteen. Syynä suosittelulle on tässäkin tapauksessa työmäärän vähyys ja prosessin helppous. Yhden seurantatiedon 100% jäljitys voi olla parempi vaihtoehto, kuin useamman seurantatiedon puutteellinen jäljityksen toteutuminen prosessin vaikeudesta johtuen.

Mikäli laatuosaston lopullinen näkemys on se, että seurantatietoja halutaan muustakin kuin yhdestä tiedosta, kuten materiaalista, suositetaan sarjanumroseurantaan useaan seurantatietoon liittyville nimikkeille. Suosituksena alla olevan kuvion mukainen prosessi. Tämän prosessin etuna on teoriassa seurantatietojen rajoittamaton määrä.



Kuvio 20: Vaihtoehto 2 jäljityksen prosessille

Tärkeää prosessia muuttaessa on muutosten dokumentointi. Nykyiset ja tulevat työntekijät tulee kouluttaa uuteen toimintatapaan, jotta paras mahdollinen hyöty saadaan irti jäljityksestä. Koulutukset täytyy järjestää henkilöstölle niin, että perustellaan miksi juuri näin tulee toimia, jotta muutosvastarinnan määrä olisi mahdollisimman pieni. Hyvin toteutettu jäljitys kuitenkin tarkoittaa prosessista riippumatta joka tapauksessa kasvavaa työmäärää ja saavutettu hyöty voi näyttää pieneltä. Kyseessä on kuitenkin tarpeellinen prosessi, jonka ISO9001- standardi vaatii ja joka on myös vakuutus yritykselle laadukustannuksien minimointiin, mikäli suuri erä viallisia komponentteja päätyisi jostain syystä lopputuotteeseen ja asiakkaalle.

Tässä tutkimuksessa käsitellyt aiheet rajattiin nykytilan kartoitukseen ja erilaisien jäljitystapojen kuvaamiseen toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamissa puitteissa. Jäljitysprosessia muutettaessa olisi mahdollista vähentää kirjaamisesta aiheutuvaa työmäärää erilaisella automatiikalla, jossa laitekustannukset ovat kohtuullisia, mutta työmäärä prosessin automatisoinnin takana on suuri. Erilaisia keinoja automatisointiin voisivat olla esimerkiksi RFID-tunnisteet, joiden dataa kirjataan esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmän työpöytäversion sijaan internetiselaimen kautta käytettävään portaaliin. Edellä kuvattu automatisointi voisi olla jatkotutkimuksen aiheena.

Tutkimuksessa käytetyt aineistonhankintamenetelmät olivat pääasiassa havainnointi toiminnanohjausjärjestelmän dataan perustuen, sekä työntekijöiden haastattelu. Tutkimuksen laadullisesta näkökulmasta on olemassa riskejä, että avoimien sekä teemahaastattelujen tuloksissa näkyy haastateltavien henkilöiden subjektiivinen näkemys. Lisäksi omassa havainnoinnissa on mahdollisuus tehdä virheellisiä päätelmiä asioista. Tutkimuksen tuloksiin ja johtopäätelmiin nämä aiemmin kuvatut laadulliset asiat voivat aiheuttaa virhettä.

Lähteet

4 Reasons Why Batch Tracking Is Crucial for Quality Control 2017. Blogikirjoitus Dear-systems -yrityksen internetsivustolla. Viitattu 20.09.2021. <https://dearsystems.com/batch-tracking/>

About us. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021. <https://www.blackbruin.com/company>

Black Bruin Oy. N.d. Taloustietosivu Finder -internetsivustolla. Viitattu 14.11.2021. <https://www.finder.fi/Konepajateollisuus+ja+metal-lity%C3%B6t/Black+Bruin+Oy/Jysk%C3%A4/yhteystiedot/204529>

BBR H harvester rotators. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021. <https://www.blackbruin.com/products/hydraulic-rotators/bbr-h-series>

Canes, M. N.d. Lot Tracking Defined: Understanding Common ERP Jargon. Blogikirjoitus Blue Link -yrityksen internetsivustolla. Viitattu 19.09.2021. <https://www.bluelink-kerp.com/blog/lot-tracking-defined-understanding-common-erp-jargon/>

Eby, K. 2021. Data, Data, Everywhere! Product Lifecycle Management in the World of IoT. Artikkelit Smartsheet- internetsivustolla. Viitattu 18.09.2021. <https://www.smartsheet.com/product-life-cycle-management>

Erkkilä, J. 2020. Jäljitettävyyden on nykyajan kilpailutekijä. Blogikirjoitus Inveco- internetsivustolla. Viitattu 06.11.2021. <https://www.inveco.fi/jaljitettavyys-on-nykyaian-kilpailutekija/>

FMEA. N.d. Julkaisu Laatutieto -internetsivustolla. Viitattu 02.11.2021. https://www.laatutieto.fi/product_catalog.php?c=32

Haastattelut. N.d. Avoin oppimateriaali Jyväskylän Yliopiston Koppa- internetsivustolla. Viitattu 25.09.2021. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/metelmapolkuja/metelmapolku/aineistonhankinta-menetelmat/haastattelut>

Healey, C. 31.01.2017. ERP: Data Quality and the Data-Driven Enterprise. Blogikirjoitus serviceobjects -internetsivustolla. <https://www.serviceobjects.com/blog/erp-data-quality-and-the-data-driven-enterprise/>

Hirsjärvi, S., Remes P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. p. Helsinki: Tammi.

Hydraulic Motors. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021. <https://www.blackbruin.com/products/hydraulic-motors>

- Hydraulic Rotators. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021.
<https://www.blackbruin.com/products/hydraulic-rotators>
- Kallio, H. 2021. Tuotekehitysinsinööri. Elomatic Oy. Haastattelu 28.10.2021.
- Karvonen, L. 2021. Laatu päällikkö. Black Bruin Oy. Haastattelu 16.09.2021.
- Kuussalo, T. 2018. It-kehitys ja liiketoimintaprosessit. Black Bruin Oy. Haastattelu. 24.10.2018.
- Kuussalo, T. 2021. ICT- ja prosessipäällikkö. Black Bruin Oy. Haastattelu 03.09.2021.
- Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet - Terms and concepts of business process management. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Talentum Media.
- Linnakoski, J. 2021. Tuotetuki-insinööri. Black Bruin Oy. Haastattelu 11.02.2021.
- Lämpökäsittely. N.d. Esite Bodycote -internetsivustolla. Viitattu 01.07.2021.
<https://www.bodycote.com/wp-content/uploads/2018/02/Bodycote-L%C3%A4mp%C3%B6k%C3%A4sittely-esittely.pdf>
- Mikä on ERP? N.d. Artikkelit sap.com- internetsivustolla. Viitattu 03.03.2021.
<https://www.sap.com/finland/insights/what-is-erp.html>
- Muurainen, J. 2021. Työnjohtaja. Black Bruin Oy. Haastattelu 15.06.2021.
- Mäkinen, J. 2021. Tuotantopäällikkö. Black Bruin Oy. Haastattelu 03.09.2021.
- Nelikenttäänalyysi – SWOT. N.d. Artikkelit Suomen Riskienhallintayhdistyksen internetsivustolla. Viitattu 06.11.2021. <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>
- Porter, M. E. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press
- Products. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021.
<https://www.blackbruin.com/products>
- Roiman toiminnanohjaus – ketterämpi ERP. N.d. Artikkelit Roimaint.fi -tuotesivusto. Viitattu 10.03.2021
<https://www.roimaint.fi/toiminnanohjaus-erp/>
- RoimaSoftware Lean System. N.d. Roimaint.fi -tuotesivusto. Viitattu 08.03.2021.
<https://www.roimaint.fi/roimasoftware-lean-system/>
- Ränkimies, M. 2018. Lääke- ja lääkitysturvallisuus. Koulutusmateriaali Suomen anestesiasairaanhoitajat Ry:n internetsivustolla. Viitattu 27.08.2021. https://sash.fi/wp-content/uploads/2018/09/Laakitysturvallisuus_anestiasyyskoulut18.pdf

S-series Industrial Hydraulic Motors. N.d. Black Bruin -tuotesivusto. Viitattu 14.11.2021.

<https://www.blackbruin.com/products/hydraulic-motors/s-series>

Saastamoinen, M. N.d. 8 hyötyä, jotka ERP tuo mukanaan. Blogikirjoitus Ecraft -internetsivustolla. Viitattu 04.03.2021.

<https://www.ecraft.com/fin/blog/2019/3/12/8-hyty-jotka-erp-tuo-mukanaan>

SFS-EN 10204:2004. Metallituotteiden aineodistukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 21.12.2004. Viitattu 13.11.2021. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

SFS-EN ISO 9001:2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 10.05.2015. Viitattu 13.11.2021. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.

Stamatis, D. H. 2014. ASQ Pocket Guide to Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.

Sudding, W. N.d. 12 benefits of lot tracking to your inventory & the waste-free world. Blogikirjoitus Supply Chain Junction -yrityksen internetsivustolla. Viitattu 30.07.2021.

<https://www.scjunction.com/blog/lot-tracking-benefits-inventory-waste-free>

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2008. Product Lifecycle Management. 3. p. Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag

Thomson, P. 23.01.2020. The Complete History of ERP: Its Rise to a Powerful Solution. Artikkelin learn.g2.com -internetsivustolla. Viitattu 08.03.2021.

<https://learn.g2.com/history-of-erp>

Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja – 20 työkalua. 3. p. Helsinki: Talentum.