



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN KONEISTUSYRITYKSESSÄ

TEKIJÄ: Anu Ålander

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Anu Ålander	
Työn nimi Jäljitettävyyden kehittäminen koneistusyrityksessä	
Päiväys	8.12.2018
Sivumäärä/Liitteet	38/1
Ohjaaja(t) Jani Raisio, LLP Farm Machinery Group Oy; yrityspalvelupäällikkö Pentti Halonen, Savonia-ammattikorkeakoulu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Toolfac Oy, tehtaanjohtaja Juhani Niiranen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli jäljitettävyyden kehittäminen koneistusyrityksessä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Toolfac Oy, joka on erikoistunut monimuotoisten koneistettavien komponenttien sarjatuotantoon asiakkaiden kone-, laite- ja moottorinvalmistajia. Tuotannossa valmistetaan useita tuotteita, jotka vaativat jäljitettävyyttä. Yrityksen asiakkaiden tarpeet määrittelevät mitä tietoja tuotteiden valmistuksesta tulee löytyä dokumentoituna. Tuotteiden jäljitettävyyteen liittyvät raaka-ainemateriaalien ainestodistukset, lämpökäsittelytodistukset, mahdolliset luokituslaitoksen luokitukset sekä kaikki tuotannon aikaiset dokumentoinnit. Jäljitettävyyden toteutuksessa tuote voidaan todentaa olevan valmistettu vaaditun spesifikaation mukaisesti, jolloin jäljitettävyyden toimii laadun takeena.</p> <p>Opinnäytetyössä analysoitiin jäljitettävyyden nykytilaa ja määriteltiin toimeksiantajan tarpeiden mukainen tavoite-tila. Jäljitettävyyden tavoite-tilassa asiakkaalle toimitettavien tuotteiden jäljitettävyyden dokumentointi tilauksen toimitamiseen asti. Jäljitettävyyden kehittämiseksi tutkittiin vaihtoehtoja varastoitavien raaka-aineiden nykyistä selkeämpään merkintään sekä digitalisoinnin hyödyntämistä jäljitettävyydessä. Yrityksessä käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia hyödynnettiin jäljitettävyyden kehittämisessä. Lean-filosofian mukainen jatkuvan parantamisen ajattelumalli toimi jäljitettävyyden kehittämisen taustana.</p> <p>Työn tuloksena raaka-ainemateriaalien merkintään löydettiin erilaisia vaihtoehtoja. Ulkoilmassa tapahtuva merkintä rajoittaa useampien merkintävaihtoehtojen käytettävyyttä. Toimeksiantajan päätettäväksi jää kuinka merkintä toteutetaan jatkossa. Toiminnanohjausjärjestelmän eräseurantaominaisuuden käyttöönotto mahdollistaa tuotteiden jäljitettävyyden toteutumisen toimitettuihin tilauksiin asti. Raaka-ainemateriaalien eräseurannalla voidaan seurata toiminnanohjausjärjestelmästä mitä materiaalien sulatuseriä on varastosaldolla. Lopputuotteen eräseuranta selkeyttää ja nopeuttaa toimitetun tilauksen jäljitettävyyteen liittyvien dokumenttien hallintaa. Eräseurannan käyttöönoton tueksi laadittiin kirjallinen ohjeistus. Toimeksiantajan käytettäväksi jäävät merkintävaihtoehtojen investointilaskelmiin laaditut Excel-taulukot sekä eräseurannan käyttöönoton ohjeistus. Toimeksiantaja voi hyödyntää jatkossa eräseurantaa jäljitettävyyden toteuttamiseksi.</p>	
Avainsanat jäljitettävyyden, merkintä, laatu, lean	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Ms Anu Ålander			
Title of Thesis Development of traceability in the machinery company			
Date	8.12.2018	Pages/Appendices	38/1
Supervisor(s) Jani Raisio, LLP Farm Machinery Group Oy; Pentti Halonen, Manager of Business Services at Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Toolfac Ltd, Juhani Niiranen, Plant Manager			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the development of traceability in the machinery company. The thesis was commissioned by Toolfac Ltd, which is specialized in the serial production of multifunctional machinable components to customers such as machine, equipment, and engines manufacturers. Manufacturing includes often products that require traceability. Customers' needs determine what information on the production should be documented. The traceability of products includes raw material certificates, heat treatment certificates, products certification and classification and all documentation from manufacturing. When traceability is realized it can be verified that the product is manufactured according to the required specification and traceability serves as a guarantee of quality.</p> <p>The thesis analyzed the present state of traceability and defined the target state according to the client's needs. At the target state of traceability, products' traceability will be documented from the order to the point when the products are delivered to the client. There were searched alternatives for the clearer marking of raw materials and possibilities of digitalization for traceability. Opportunities of the ERP system were utilized to improve traceability. The lean philosophy of continuous improvement was the basis for developing traceability.</p> <p>As a result of the work, suitable alternatives for the marking of raw materials were found. Marking outdoors restricts the use of most marking options. The client of the thesis will decide how the marking will be implemented in the future. The introduction of the batch tracking feature of the ERP system enables the traceability of products up to the delivered orders. There can be tracked which smelting batches of materials are in the stock by using the ERP systems batch tracking feature. The batch tracking of the end product clarifies and speeds up the management of documents related to the traceability of the delivered order. The written instructions were prepared to support the introducing the batch tracking. The client of the thesis gets the investment calculations of alternatives for marking made with spreadsheets in Excel and the written instructions for the implementation of batch tracking. In the future the client of the thesis can use batch tracking to perform traceability.</p>			
<p>Keywords traceability, marking, quality, lean</p>			

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
1 JOHDANTO	7
2 TOOLFAC OY.....	8
3 JATKUVA PARANTAMINEN: LEAN-AJATTELU.....	9
4 JÄLJITETTÄVYYDEN MERKITYS KONETEKNIIKAN TEOLLISUUDESSA	11
4.1 Laadunhallinta: Standardi ISO 9001:2015.....	11
4.2 Materiaalin aineistodistus	12
5 DIGITALISOINTI JÄLJITETTÄVYYDESSÄ.....	14
6 VARASTOITAVIEN MATERIAALIEN MERKINTÄVAIHTOEHTOJA	15
6.1 Merkkausliitu	16
6.2 Kaiverrus.....	16
6.3 Pistemerkintä.....	17
6.4 Tarramerkintä.....	17
6.5 RFID	18
6.6 Sähköinen leimasin	18
6.7 Lasermerkkkaus	19
7 JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN: TOOLFAC OY	20
7.1 Jäljitettävyyden nykytila	20
7.1.1 Materiaalien tilaus ja varastointi	22
7.1.2 Materiaalin otto työlle.....	22
7.1.3 Lämpökäsittely	22
7.1.4 Viimeistelykoneistus	23
7.1.5 Lopputarkastus ja varastointi	23
7.1.6 Kokoonpano ja luokituslaitoksen tarkastus.....	23
7.1.7 Toimitus asiakkaalle	24
7.2 Jäljitettävyyden tavoitetila	24
7.2.1 Eräseurannan käyttöönotto materiaaleille ja materiaalien varastointi	26
7.2.2 Materiaaliotto työlle materiaalierästä	27
7.2.3 Työn valmistaminen uudeksi eräksi varastoon.....	28
7.2.4 Tuotteiden jäljitettävyys toimitettaessa asiakkaalle.....	29
7.3 Analyysi materiaalien merkintävaihtoehdoista	29

7.4 Ohjeistukset ja koulutukset eräseurannan käyttöönotosta.....	32
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	34
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	35
LIITE 1: SISÄLLYSLUETTELO ERÄSEURANNAN KÄYTTÖÖNOTON OHJEISTA.....	39

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Ainestodistus	Asiakirja, jolla metallituotteiden valmistajat välittävät tietoa materiaalista (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 14).
Hukka	Arvoa tuottamaton toiminta (Eaton 2013, 37).
ISO	International Organization for Standardization, maailmanlaajuinen kansallisten standardoimisjärjestöjen liitto (SFS-EN ISO 9001 2015, 4).
Jäljitettävyys	Tarkoittaa mahdollisuutta selvittää kohteen aikaisemmat vaiheet, käyttökohde tai sijainti. Tuotteen jäljitettävyyteen voi liittyä materiaalin tai osien alkuperä, käsittelyvaiheiden selvittäminen sekä tuotteen jakelu-reitin ja sijainnin selvittäminen toimituksen jälkeen. (SFS-EN ISO 9000 2015, 25.)
Lean	Johtamisfilosofia, pyrkimys toiminnan jatkuvaan parantamiseen (Quality Knowhow Karjalainen Oy s.a.).
Luokitus	Luokitus kertoo kuinka laivuteollisuuden alus täyttää luokituslaitoksen asettamat vaatimukset (Bureau Veritas s.a.).
Lämpökäsittelytodistus	Virallinen asiakirja tehdystä lämpökäsittelystä (Heatmasters s.a.).
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act.</i> Jatkuvan parantamisen malli. (Piirainen 2007.)
Standardi	Normi, normaali-, vakiotyyppi (Suomisanakirja.fi 2018). Yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan. Standardi on kirjallinen julkaisu, joka on standardoinnista huolehtivan viranomaisen, järjestön tai tunnustetun tahon hyväksymä (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry s.a.)
Sulatusnumero	Metallin sulatuserän tunnus, joka toimii materiaalierän yksilöivänä tunnuksena (Dacapo 2018).

1 JOHDANTO

Jäljitettävyyttä vaaditaan nykypäivänä lisääntyvissä määrin teknologiateollisuudessa ja konetekniikan parissa. Jäljitettävyyttä hyödynnetään valmistettavien tuotteiden laadun takaamisessa ja elinkaari-seurannassa (Invenco Oy 2018). Yritys saavuttaa kilpailuetua tuottaessaan asiakkailleen kilpailijoita parempaa palvelua. Yrityksen erikoistaitojen ja osaamisen kautta tuotettu kilpailuetu luo arvoa toimintaan. (Strategy-Train 2009.) Jäljitettävyyden kehittämisellä ennakoiden ja huomioiden asiakkaiden tarpeet luodaan arvoa tuotettaviin palveluihin.

Opinnäytetyössä keskitytään jäljitettävyyden kehittämiseen toimeksiantajayrityksen tarpeita vastaavaksi. Toolfac Oy:n valmistettavana on yhä useammin tuotteita, joille vaaditaan jäljitettävyyttä. Koneistettavan tuotteen jäljitettävyys alkaa valmistuksessa käytettävästä raaka-aineesta. Varastoitavien raaka-ainemateriaalien jäljitettävyyden kehittäminen tuo selkeyttä materiaalien hallintaan. Valmiin tuotteen jäljitettävyys käsittää kaikki valmistukseen liittyvät vaiheet dokumentoituina raaka-aineesta asiakkaalle toimitettavaksi lopputuotteeksi. Kehitystyön tavoitteena on saada seuranta toteutumaan kaikille valmistettaville tuotteille tutkien digitalisoinnin kautta hyödynnettäviä mahdollisuuksia.

Jäljitettävyyden kehittämisessä pyritään lean-ajattelun mukaiseen jatkuvaan prosessien parantamiseen. Jatkuvan parantamisen mukaisesti pyritään poistamaan turhia työvaiheita ja kehittämään tarpeellisia vaiheita nopeammiksi ja järjestelmällisemmin toteutettaviksi. (Eaton 2013, 24.) Digitalisoinnin hyödyntäminen tuo tehokkuutta jäljitettävyyden seurantaan, joka toimii osana laadun hallintaa (Invenco Oy 2018). Jäljitettävyyden kehittäminen toimii osana yrityksen laadunhallintajärjestelmän kehittämistä (SFS-EN ISO 9001 2015, 25). Jäljitettävyyden toteutuessa toimintatapana pystytään kaikille tuotteille takaamaan laadukas asiakkaan spesifikaation mukaisesti valmistettu tuote, joka on tarvittaessa jäljitettävissä.

2 TOOLFAC OY

Toolfac Oy:llä on vuosikymmenien mittainen kokemus koneistamisesta. Yrityksen historia alkaa vuodesta 1974, jolloin ruotsalainen paineilmavasaroita valmistava yritys Oy Atlas Copco Ab avasi tehtaansa Iisalmeen. Atlas Copcon ilmoittaessa lopettavansa tuotantonsa Suomesta seurasi YT-neuvottelut, joiden tuloksena perustettiin vuonna 1988 Oy Toolfac Ab uusin omistajin. Uusi yritys osti Atlas Copcon koneet, laitteet ja keskeneräisen tuotannon. Tehtaan toiminta aloitettiin asiakkaina Atlas Copco sekä pari muuta asiakasta. Markkinointi toi yritykselle lisää uusia asiakkaita ja valmistettava tuotevalikoima laajentui. (Toolfac Oy s.a.)

Vuonna 2004 tapahtui seuraava suurempi omistajanvaihdos, jolloin liiketoimintakauppojen yhteydessä yrityksen nimi muuttui Toolfac Oy:ksi. Viimeisin merkittävä omistajanvaihdos tapahtui vuoden 2012 lopun osakekauppojen yhteydessä. Pekka Koponen jatkoi tuolloin yrityksen pääomistajana liikekumppaninaan kotimainen pääomasijoitusyhtiö Canelco Capital Oy. (Toolfac Oy s.a.)

Toolfac Oy valmistaa monimuotoisia koneistettavia komponentteja ja kokoonpanoja. Asiakkaisiin kuuluu muun muassa työkone-, työlaite- ja moottorinvalmistajia. Yrityksen erityisosaamista edustavat erityisesti hienomekaaniset hydraulii- ja pneumatiikkakomponentit. Yritys on vuosien mittaan tehnyt investointeja tuotannon kehittämiseksi ja samalla panostanut henkilöstön ammattitaidon ylläpitämiseen. Jatkuvan kehityksen päämääränä valmistusteknologiaa on kehitetty muuttuvien vaatimusten mukaisesti. (Toolfac Oy s.a.)

Yritykselle on tärkeää asiakastyytyväisyys ja toiminnan kehittäminen huomioiden asiakkaat, työntekijät ja ympäristö. Laatu on tärkeä osa yrityksen toiminta-ajatusta ja jokainen yrityksen työntekijä osaltaan mahdollistaa laadun toteutumisen. Toolfac Oy on sertifioitu laadunhallintastandardin SFS-EN ISO 9001:2015 mukaisesti. (Toolfac Oy s.a.) Laadunhallintastandardin mukaisesti yrityksen tavoitteena on toiminnan jatkuva parantaminen sekä asiakastyytyväisyyden lisäämiseen (DNV GL 2018).

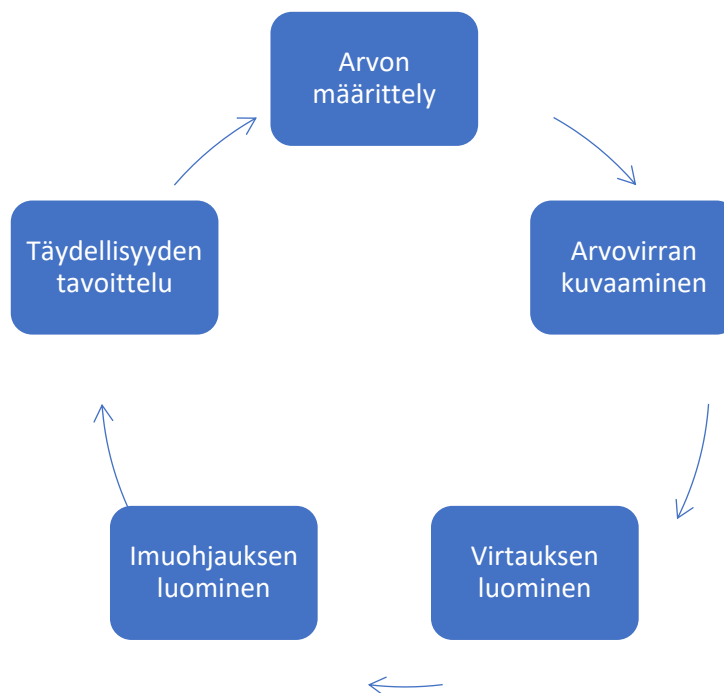
3 JATKUVA PARANTAMINEN: LEAN-AJATTELU

Lean on organisaation palveluiden kehittämistä vastaamaan asiakkaan tarpeita. Leanin avulla pyritään kehittämään prosesseja tuottamaan arvoa tuovaa osuutta ja poistamaan niistä arvoa tuottamatonta osuutta, hukkaa. (Eaton 2013, 24.) Hukkana pidetään kaikkea arvoa tuottamatonta toimintaa. Leanissa on alun perin määritelty seitsemän arvoa tuottamatonta toimintaa. Myöhemmin mukaan on tullut kahdeksantena hukkana ihmisten taitojen ja lahjakkuuksien käyttämättömyys. (Taulukko 1; Eaton 2013, 38.)

TAULUKKO 1. Kahdeksan hukkua (Eaton 2013, 38.)

Hukka	Tehdasmaisessa valmistuksessa	Muulla kuin tehdasmaisessa valmistuksessa
Odotus	Virheellisesti tehdyn työn korjaaminen, uudelleen tekeminen.	Virheellisesti tehdyn työ korjaaminen.
Ylituotanto	Valmistetaan enemmän tuotteita, kuin mitä voidaan myydä.	Tehdään enemmän työtä kuin välttämätöntä.
Virheellinen tuote tai palvelu	Virheellisesti tehdyn työn korjaaminen, uudelleen tekeminen.	Virheellisesti tehdyn työn korjaaminen.
Liike	Turhat ihmisten liikkeet.	Turhat ihmisten liikkeet.
Kuljetus	Materiaalien tai laitteiden liikkuttelu.	Tietojen, materiaalien tai laitteiden liikkuttelu.
Yliprosessointi, ylikäsittely	Kaikki ylimääräinen käsittely, jota asiakas ei vaadi. Ylilaadun tekeminen.	Ylimääräinen toiminta, jota asiakas ei vaadi.
Varastot	Tarpeettoman varastoinnin hallinto-, varastointi- ja säilytyskustannukset.	Kaikki tarpeettomat toiminnot, jotka odottavat tekemistä. Esimerkiksi pino kirjeitä odottaa kirjoittamista.
Käyttämättömät lahjakkuudet, kyvyt	Ihmisten asiantuntemuksen ja kykyjen käyttämättömyys.	Ihmisten asiantuntemuksen ja kykyjen käyttämättömyys.

Lean-filosofia perustuu jatkuvaan parantamiseen, jota usein kuvataan japanilaisella termillä kaizen. Jatkuva parantaminen toimii leanin viiden periaatteen pohjana sisältäen prosessien jatkuvaa kehittämistä ja parantamista. (Eaton 2013, 53 - 54.) Leanin viiden periaatteen (kuvio 1) mukaisesti pyritään ensin määrittelemään lopputuotteen tai palvelun arvo asiakkaan näkökulmasta. Arvovirralla kuvataan prosesseja, joista arvo muodostuu ja pyritään samalla poistamaan hukkaa. Virtauksen luomisessa tavoitellaan tuotannon prosessin pysähtymättä etenemistä. Imuohjauksella pyritään tuotteiden tai palveluiden tuottamiseen asiakkaiden tarpeiden mukaan välttäen ylituotantoa. Jatkuvan parantamisen kautta tavoitellaan täydellisyyttä. Prosesseja kehitetään jatkuvasti entistä tehokkaammiksi ja pyritään poistamaan hukkaa. (Eaton 2013, 40; Lean Enterprise Institute 2018.)



KUVIO 1. Leanin viisi periaatetta (Eaton 2013, 40; Lean Enterprise Institute 2018.)

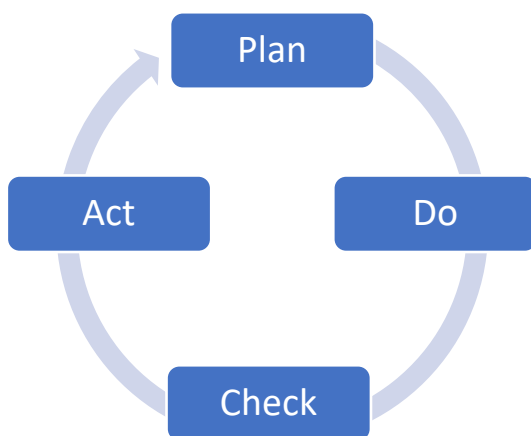
Jatkuvan parantamisen mallia eli Demingin PDCA-kaaviota voidaan käyttää ongelman ratkaisuun ja laadun kehittämiseen (kuvio 2). Ympyrä perustuu neljävaiheiseen menetelmään *Plan*, *Do*, *Check* ja *Act*. PDCA-menetelmässä tehdään ensin suunnitelma nykytilan parantamiseksi. Nykytilan muutosta kehittävät toimenpiteet toteutetaan suunnitelman mukaisesti, jonka jälkeen saavutetut tulokset arvioidaan. Lopuksi tulosten perusteella opitaan ja otetaan käyttöön uusia toimenpiteitä. Kuvion mukaisesti pyritään uudestaan tekemään suunnittelemaa, kuinka saavutettua nykytilaa voidaan jälleen kehittää. (Piirainen 2007.)

Plan - Suunnittele

Do - Tee

Check - Tarkista

Act - Toimi



KUVIO 2. PDCA-kaavio (Piirainen 2007.)

4 JÄLJITETTÄVYYDEN MERKITYS KONETEKNIIKAN TEOLLISUUDESSA

Jäljitettävyyttä toteutetaan lisääntyvässä määrin konetekniikan teollisuudessa. Tietyillä teollisuudenaloilla, kuten lentoteollisuudessa, osien valmistus vaatii tarkkaa jäljitettävyyttä. Lentoturvallisuus velvoittaa komponenttien jäljitettävyyttä (EASA 2015, 33 - 35). Euroopan lentoturvallisuusvirasto eli EASA vastaa Euroopan lentoliikenteen turvallisuudesta sekä ympäristönsuojelusta ja on määritellyt lentoteollisuuteen liittyvien säännösten ja sertifiointien yhdenmukaistamisen. EASA:n tehtäviin kuuluvat muun muassa ilmailutuotteita valmistavien yritysten hyväksyntä sekä ilma-alusten ja niiden komponenttien tyyppihyväksynnät. (Euroopan Unioni 2017.)

Laivateollisuudessa valvotaan merenkulun turvallisuutta ja laivojen toimintavarmuutta luokituslaitosten suorittamien tarkastusten kautta. International Association of Classification Societies eli IACS on Kansainvälinen luokituslaitosten yhdistys, johon kuuluu 12 luokituslaitosta. IACS asettaa tekniset vähimmäisvaatimukset ja standardit, jotka koskevat merenkulun turvallisuutta ja ympäristönsuojelua sekä varmistaa vaatimusten yhdenmukaisen soveltamisen. Aluksen luokituksen tarkoituksena on tarkastaa rakenteelliset lujuudet sekä aluksen rungon ja runkoon liittyvien olennaisten osien eheys. Luokituksessa tarkastetaan myös käyttö- ja ohjausjärjestelmän luotettavuus ja toiminta sekä sähkön tuotantoon liittyvät ja muut aluksen olennaiset järjestelmät. Alus, joka on suunniteltu ja rakennettu yleisiä säännöksiä noudattaen, voi hakea luokituslaitoksen sertifikaattia. Luokituslaitoksen sertifikaatti on todistus siitä, että alus noudattaa luokituslaitoksen laatimia säännöksiä. (IACS 2018.) Laivan tai meritekniikan rakenteiden luokitus kertoo kuinka hyvin ne täyttävät luokituslaitoksen asettamat vaatimukset (Bureau Veritas s.a.).

Yritys voi saada lisäarvoa tuottamilleen tuotteille jäljitettävyyden parantamisella. Jäljitettävyydellä pyritään tuotteiden laadun takaamiseen ja aitouden varmistamiseen. Jäljitettävyyden voidaan toteuttaa merkitsemällä tuotteisiin eränumero, osanumero sekä valmistajan logo. Eränumerolla voidaan jäljitellä tuotteen valmistuksessa käytetty materiaali- ja osanumero kertoo suoraan, mikä tuote on kyseessä. (Nord-Lock International AB 2018; Metsäalan Ammattilehti 2017.)

4.1 Laadunhallinta: Standardi ISO 9001:2015

SFS EN-ISO 9001:2015-standardissa määritellään laadunhallintajärjestelmiä koskevat perusvaatimukset. Standardin avulla voidaan luoda laadunhallintajärjestelmä, jolla organisaatio voi osoittaa luotettavuutensa asiakkaiden vaatimusten mukaisten tuotteiden ja palveluiden tuottamisessa. Ulkopuolinen sertifiointiorganisaatio voi sertifioida laadunhallintajärjestelmän standardissa ISO 9001 määriteltyjen vaatimusten perusteella. Standardi sisältää seitsemän kohtaa, joissa määritellään laadunhallintajärjestelmän toteuttamisessa huomioitavia toimintoja: organisaation toimintaympäristön, johtajuuden, suunnittelun, tukitoiminnot, operatiivisen toiminnan sekä suorituskyvyn arvioinnin ja parantamisen. (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2017, 2 - 4.)

Standardissa ISO 9001:2015 määritetään, että organisaation on yksilöitävä tuottamansa tuotteet silloin kun se on vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi tarpeellista. Organisaation on tunnistettava tuotteensa kaikissa tuotantovaiheissa. Tuotteen edellyttäessä jäljitettävyyttä on organisaation pystyttävä hallitsemaan yksittäisen tuotteen tunnistettavuutta ja säilytettävä jäljitettävyyden mahdollistava dokumentoitu tieto. (SFS-EN ISO 9001 2015, 25.)

4.2 Materiaalin ainestodistus

Terästuotteiden ainestandardeilla on määritelty materiaalien tekniset vaatimukset, kuten kemiallinen koostumus, mekaaniset ominaisuudet, tuotteen pinnanlaatu, sisäinen virheettömyys, kuonapuhtaus ja karkenevuus. Ainestandardit on jaoteltu teräslajeittain. Terästuotteiden ainestandardeissa määritellyt materiaalien vaatimukset on pystyttävä varmentamaan, joten vaaditut ominaisuudet testataan ja tarkastetaan. Koekappaleet testataan ja tarkastetaan standardisoiduilla menetelmillä. Tarkastus- ja testaustulokset dokumentoidaan. Teräksen valmistaja päättää tulosten perusteella tuotteen toimitusluvasta. Tuloksista laaditaan valmistuneelle materiaalierälle ainestodistus. (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 4 - 18.)

Kuvassa 1 esitetystä vastaanottodistuksesta 3.1 nähdään kyseiselle materiaalierälle tehdyt testaustulokset. Valmiisiin terästuotteisiin tulee merkitä valmistaja, teräksen nimike tai teräslajin numerotunnus sekä tunnistenumero, joka voidaan yhdistää ainestodistukseen ja jolla on jäljitettävyyden sulatusnumeroon. Merkinnän on oltava selvästi ostajan luettavissa. (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 4 - 18.)

OVAKO IMATRA		Inspection certificate	EN 10204 3.1	1/ 2
Digitally protected by Ovako		5.9.2017	419106	
Customer's order number 002585		Manufacturer's order number 138670 1		
Customer/consignee Ovako Metals Oy Ab Tuotekatu 3 33840 Tampere		Buyer Ovako Metals Oy Ab Tuotekatu 3 33840 Tampere		
Customer reference number 002585-5130/98-723013				
Product Round bar Quenched and tempered Hot rolled, reeled		Steel grade MOC 410 M/42CRMO4 Specification SFS-EN 10083-3:2006		
Charge 30591	Abbreviation LL2	Diameter/dimensions 55 mm	Tolerance type N	Reduction ratio 48,30 :1

CAST ANALYSIS

	C	SI	MN	P	S	CR	NI	MO
Min	0,38		0,60			0,90		0,15
Result	0,42	0,28	0,81	0,016	0,031	1,06	0,15	0,17
Max	0,45	0,40	0,90	0,025	0,035	1,20		0,30
	V	TI	CU	ALS	AS	SN	B	CA
Min								
Result	0,01	0,0030	0,23	0,007	0,009	0,013	0,0002	0,0041
Max								
	N	NB	CO	PB	W	SB		
Min								
Result	0,010	0,003	0,015	0,0004	0,007	0,004		

KUVA 1. Vastaanottodistustus 3.1 (Toolfac Oy 2018.)

Standardi SFS-EN 10204 määrittää metallituotteiden aineodistusten erilaiset tyypit (SFSedu.fi 2016). Taulukossa 2 on eriteltynä erilaiset aineodistusten tyypit. Vastaanottodistusten 3.1. ja 3.2. koetulokset perustuvat kyseessä olevasta toimituserästä otettuihin näytteisiin. (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 14 - 18.) Erityistä valvontaa edellyttäviin kohteisiin kuten painelaitteisiin tai ydinvoimaloihin tarkoitettu materiaali vaatii ulkopuolisen vastaanottotarkastajan materiaali-erälle tehtävissä testauksissa ja odistusten laadinnassa (Metallinjalostajat Ry 2014, 95).

TAULUKKO 2. Aineodistusten tyypit (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 15.)

Aineodistuksen tyyppi	Tarkastustapa	Aineodistuksen sisältö*	Aineodistuksen vahvistaa
2.1 Laatuvaraus	Valmistusmenetelmä kohtainen	Ei mainintaa koetuloksista	Valmistaja
2.2 Koetustodistus		Valmistusmenetelmäkohtaisen tarkastuksen ja testauksen tulokset	
3.1 Vastaanottodistus	Toimituseräkohtainen	Toimituseräkohtaisen tarkastuksen ja testauksen tulokset	Valmistajan valtuuttama tuotanto-osastosta riippumaton edustaja
3.2 Vastaanottodistus			Valmistajan valtuuttama tuotanto-osastosta riippumaton edustaja sekä ostajan valtuuttama edustaja tai viranomaismääräyksissä määrätty tarkastaja
*Lisäksi kaikki aineodistukset sisältävät valmistajan vakuutuksen toimituksen tilauksen mukaisuudesta			

5 DIGITALISOINTI JÄLJITETTÄVYYDESSÄ

Jäljitettävyyden seurantaan on kehitetty sähköisiä seurantajärjestelmiä. Järjestelmän käyttökohdeena voi olla tuotteen elinkaaren hallinta, jonka avulla voidaan reaaliaikaisesti seurata tuotteiden elinkaareen liittyviä tietoja. Elinkaareen liittyviä tietoja ovat esimerkiksi asiakaspalautukset, takuukorjaukset, lähetystiedot, myyntitilaukset, tuotantotiedot ja testaustiedot. Sähköisellä seurantajärjestelmällä voidaan kerätä tuotteen tiedot useasta tietojärjestelmästä yhteen seurantajärjestelmään. Seurannan avulla voidaan kehittää tuotantoa ja parantaa tuotteen laatua. (Invenco Oy 2018.)

Tuotannonohjausjärjestelmään liitetyn RFID-tekniikan avulla on mahdollista toteuttaa jäljitettävyys yksilöidysti tuotteissa, joihin RFID-siru on mahdollista sisällyttää tuotteen valmistamisen alussa. Tuotteen tila valmistuksen aikana on saatavilla reaaliaikaisesti RFID-seurannalla. RFID-tekniikkaa tuotteiden jäljitettävyydessä on käytössä muun muassa renkaiden tuotantoprosesseissa. (ToP Tun-niste Oy s.a.)

Toiminnanohjausjärjestelmä sinänsä voi mahdollistaa jäljitettävyyden toteutumisen erä- tai sarjanumeroseurannalla. Eräseurannan avulla voidaan jäljittää valmistuneen erän raaka-aine. Sarjanumeroseuranta voidaan hyödyntää yksittäisen tuotteen seurannassa. (Oscar Software s.a.)

Digitalisoinnin hyödyntäminen tuo tehokkuutta prosessin hoitamiseen. Prosessiin liittyvien tietojen kirjaamisvaiheet vähenevät. Kirjaamisvaiheiden vähentyessä myös inhimillisten virheiden mahdollisuus pienenee. Kun työvaiheita voidaan vähentää, säästyy työaika muihin tehtäviin. (Document House 2015.)

6 VARASTOITAVIEN MATERIAALIEN MERKINTÄVAIHTOEHTOJA

Koneistuksessa käytettävien varastoitavien raaka-ainemateriaalien, kuten metallitankojen ja -aihoiden tunnistettavuutta voidaan parantaa selkeän merkinnän avulla. Materiaalien jäljitettävyyteen tarvitaan materiaalin valmistuseräkohtaiset tiedot (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 12 - 13). Selkeällä materiaalin merkinnällä tunnistetaan materiaali ja erotetaan eri materiaalierät toisistaan.

Materiaalien tunnistettavuuden toteutumiseksi varastoinnissa on olemassa monia vaihtoehtoja merkitsemiseen. Merkinnän voi toteuttaa esimerkiksi merkkausliidulla, kaivertamalla, pistemerkkauksella, tulostettavalla tarralla, RFID-tunnisteella, leimauslaitteella tai laserilla. Useimpiin merkintöihin voi yhdistää lineaarisen viivakoodin tai 2D-symbolin. Sopivan merkintätavan valintaan vaikuttavat merkintään sisällytettävän tiedon määrä, merkittävä materiaali, varastointiolosuhteet, varastoitavien materiaalien mittasuhteet ja materiaalin jatkokäsittely.

Viivakoodit voidaan jaotella perinteisiin lineaarisiin (kuva 2) ja 2D-symboleihin esitettyihin koodeihin. Lineaarisia viivakoodityyppejä ovat muun muassa EAN, GS1-128, ITF-14 ja GS1 Databar symbolit. Sopiva viivakoodi valitaan käyttötarkoituksen ja viivakoodiin sisällytettävän tietomäärän mukaan. Viivakoodeista tieto luetaan viivakoodinlukijalla. (GS1 Finland Oy s.a.)



KUVA 2. Lineaarinen viivakoodi. Online-viivakoodigeneraattorilla toteutettu koodi (Online-viivakoodigeneraattori 2018.)

Kaksiulotteisia symboleita ovat DataMatrix- ja QR-koodit. DataMatrix symboli (kuva 3) on yleisimmin käytössä terveydenhuollon sektorilla. Symbolin pieneen tilaan saadaan suuri määrä tietoa: jopa 3 116 numeerista merkkiä tai 2 335 alfanumeerista merkkiä. Symboli luetaan kameralukijan avulla. (GS1 Finland Oy s.a.) QR-koodiin (kuva 4) voidaan sisällyttää paljon enemmän informaatiota, kuin lineaariseen viivakoodiin. QR-koodin lukemiseen tarvitaan mobiililaitte, jossa on koodin lukemiseen soveltuva ohjelma ja verkkoyhteys. Luettaessa QR-koodi ohjelma vie verkko-osoitteeseen, josta koodin sisältämät tiedot ovat nähtävissä. (Jyväskylän yliopisto s.a.)



KUVA 3. DataMatrix-koodi. Online-viivakoodigeneraattorilla toteutettu koodi (Online-viivakoodigeneraattori 2018.)



KUVA 4. QR-koodi. QR-generaattorilla toteutettu koodi (QR-generaattori s.a.)

6.1 Merkkausliitu

Merkkausliitu on yleisesti käytetty merkintätapa merkittäessä varastoitavia metallitankoja konepa-
joissa. Materiaaleihin kirjataan käsin tarvittavat merkinnät. Käsin kirjattaessa merkintä pyritään
yleensä pitämään mahdollisimman yksinkertaisena. Erivärisillä liiduilla merkinnässä voidaan visuaali-
sesti havainnollistaa esimerkiksi eri materiaalilaatuja (kuva 5).



KUVA 5. Merkkausliidut (Ålander 2018-09-27.)

Merkkausliidulla voidaan merkitä monenlaisia materiaaleja, kuten paperia, puuta, metallia ja poslii-
nia. Liitu soveltuu hyvin metallien merkitsemiseen, koska sillä voi piirtää myös märkään pintaan.
Merkkausliitu on veden ja valon kestävä, joten merkkkaus kestää vaihtelevia sääolosuhteita. (A.
Wennström Oy 2018.)

6.2 Kaiverrus

Metallin kaiverrusta voidaan toteuttaa monenlaisilla kaivertimilla. Käsikäyttöisiä kaivertimia löytyy
sähkö- ja paineilmakäyttöisinä. Useimmilla käsikäyttöisillä kaivertimilla toteutetaan kaiverrusjälki va-
paalla kädellä (Dremel Europe 2018).

Paineilmalla toimivalla automatisoidulla käsikäyttöisellä kaiverruskoneella voi metallia merkitä piste-
merkintää käyttäen tai kaivertaa yhtenäisiä merkkejä. Paineilmakaiverrin on varustettu kovametalli-
kärjellä (ESAB 2018.) Paineilmakäyttöinen kaiverrin toimii paineilmalla, mikä rajoittaa sen käyttöalu-
etta.

6.3 Pistemerkinä

Pistemerkinäessä teräsinen merkinäneula iskee materiaaliin tehden pistekuoppia. Pistekuopat muodostavat merkinän, joka voi sisältää esimerkiksi numeroita, kirjaimia tai logoja. Pistemerkinä-laitteella voidaan merkitä myös 2D DataMatrix-koodeja. Pistemerkinäuslaite soveltuu erityisesti metallin merkinäukseen, mutta sitä on mahdollista käyttää myös muovin ja puun merkinäemisessä. (Muototerä Oy 2017a.)

Pistemerkinäukseen on olemassa kannettavia käsiikäyttöisiä laitteita (kuva 6). Akkukäyttöisen laitteen kaapelittomuus mahdollistaa pistemerkinä-laitteen monipuolisen käytön. Merkinäalueen koko voi laitteesta riippuen olla 65x30 mm ja 75x25 mm välillä. Akkukäyttöisellä merkinä-laitteella suurin merkinäsyvyys voi olla 0,3 mm luokkaa. Merkinätiedot voidaan syöttää suoraan laitteeseen tai ne voidaan lukea viivakoodilukijan avulla. Laitteelle on saatavissa myös PC-ohjelma, merkinäohjelmien hallintaan. Kannettavalla laitteella on mahdollista tehdä juoksevaa sarjanumeromerkinäitä aika- ja päivämäärämerkinällä sekä logoja ja DataMatrix koodeja. (Muototerä Oy 2017b.) Pistemerkinä-laitetta ei ole IP-luokitettu, joten se ei sovellu käytettäväksi ulkona sadesäällä (Tomi-2018-11-09).



KUVA 6. Käsiikäyttöinen pistemerkinä-laitte (Muototerä Oy 2017c.)

6.4 Tarramerkinä

Varastoitava materiaali voidaan merkitä tulostettavalla tarramerkinällä. Tarratulostus voi sisältää numeroiden ja tekstin lisäksi esimerkiksi lineaarisen viivakoodin, DataMatrix-symbolin, QR-koodin tai RFID-tagin. Tarramateriaalin valinnassa on huomioitava käyttöolosuhteet (Brady 2018a). Vaihteleviin käyttöolosuhteisiin soveltuu tulostettava pakkasenkestävä vinyyliteippi, jonka kiinnityksen voi tehdä myös miinuslämpötilassa (Brady 2018b). Tarramateriaali määrittää tulostukseen sopivan tulostimen valinnan.

Tarratulostimen voi yhdistää toimimaan toiminnanohjausjärjestelmän kautta, jolloin tulostettava tieto tulostetaan järjestelmän välityksellä. Merkinä tulostetaan materiaalin saapumisen yhteydessä. (Marttila 2018-08-08.) Tarran tulostettaessa viivakoodi on materiaalin keräys tai tietojen tarkastaminen toteutettavissa viivakoodin lukijalla.

6.5 RFID

Radio Frequency Identification eli RFID tarkoittaa radiotaajuuksilla toimivaa etätunnistustekniikkaa, joka perustuu tiedon tallentamiseen RFID-tunnisteeseen ja tunnisteiden lukemiseen RFID-lukijalla. RFID-tunnistusta käytetään tuotteiden ja asioiden havainnointiin, tunnistamiseen ja yksilöintiin. RFID-tunnisteeseen mahtuu enemmän tietoa, kuin viivakoodiin ja niitä voidaan lukea kaukaa useimpien materiaalien lävitse. (RFIDLab Finland ry 2016.)

RFID-tunnistin eli tagi (kuva 7) voidaan kiinnittää tuotteeseen esimerkiksi tarralla tai kiinteällä koteloinnilla. Tavanomaisen RFID-tunnistimen asentaminen metallipinnalle aiheuttaa ongelmia, koska metallipinnat heijastavat RFID-lukijoilta tulevaa energiaa ja aiheuttavat häiriöitä RFID-tagien antenneille. Metallipinnoille on kehitetty omanlaisia ”*on metal*”-tageja. (RFIDinsider 2018.) RFID-tunniste soveltuu parhaiten valmiiden lopputuotteiden tunnistukseen.



KUVA 7. RFID-Tag (Lewis 2014-08-14.)

6.6 Sähköinen leimasin

Sähköinen leimasinlaite mahdollistaa ohjelmoitavien tietojen merkinnän erilaisiin pintoihin. Sähköiseen leimasimeen voidaan ohjelmoida atk-ohjelmiston avulla haluttu merkintä. Monimuotoisesti toteutettava merkintä voi sisältää numerosarjoja, tekstiä, logoja ja viivakoodeja. Leimasinlaitteella merkintä tapahtuu mustesuihkulla. Mustepatruunoissa on eri pinnoille soveltuvia vaihtoehtoja, joten leimasin soveltuu myös metallien leimaamiseen. (Leimasinteollisuus Oy 2018.)

Leimasinlaite on suunniteltu sisätiloissa tapahtuvaan materiaalien merkintään. Laitteen väripatruunat ja akut eivät kestä suuria lämmönvaihteluita, joten laitteen pakkasenkestävyys on huono. Merkittäessä kylmiä materiaaleja ongelmia saattaa tulla myös merkinnän pysyvyydessä. (Ahoniemi 2018-05-09.)

6.7 Lasermerkkkaus

Lasermerkkaukseen on olemassa käsin pidettäviä kuitulasermerkintälaitteistoja, jotka soveltuvat metallien merkitsemiseen. Laserilla on mahdollista toteuttaa tekstiä, grafiikkaa, lineaariset viivakoodit sekä 2D-symbolit. Windows-pohjaisen tietokoneohjelmistolla on mahdollista ohjelmoida tarvittava merkintä. Tyypillinen merkintäalueen koko voi laitteesta riippuen olla 18x18 mm ja 59x59 mm väliltä. (Industrial Laser 2018.)

Laitteen ulottuvuus on merkitsemistä rajoittava tekijä, koska laite toimii optisen kuitukaapelin välityksellä. Laitteen suositeltava käyttölämpötila on 15-35C°. (Industrial Laser 2018.) Laserlaitteen käytössä on huomioitava työturvallisuuteen liittyvät kohdat. Laserlaitteen turvallisuusluokka kertoo laserin vaarallisuuden ja määrittää vaatimukset työturvallisuuteen. (Työsuojeluhallinto 2015-2018.)

7 JÄLJITETTÄVYYDEN KEHITTÄMINEN: TOOLFAC OY

Koneistettavan tuotteen jäljitettävyyteen liittyy useita valmistusprosessiin liittyviä tietoja, jotka ovat tarvittaessa löydettävä dokumentoituina. Tuotteen jäljitettävyys sisältää valmistusprosessin kaikki valmistuksen vaiheet raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi. Dokumentoitavia tietoja ovat raaka-ainemateriaalin ainestodistus, mittauspöytäkirjat, lämpökäsittelytodistukset, painettestauspöytäkirjat sekä mahdolliset luokituslaitoksen tarkastukset ja sertifikaatit. Jäljitettävyyden kehittämiseksi koneistusyrityksessä analysoitiin Toolfac Oy:n nykytilaa ja määriteltiin haluttu tavoitetila. Tavoitetilan saavuttamiseen voidaan hyödyntää PDCA-menetelmää, jatkuvaan parantamiseen tähtäävää toimintamallia (Piirainen 2007). Suuria muutoksia toimintatapaan haettaessa on syytä asettaa välitavoitteita, analysoida saavutetut tavoitteet ja kehittää toimintaa saavutettujen tavoitteiden pohjalta.

Jäljitettävyyden kehittämiseksi tutkittiin vaihtoehtoja varastoitavien raaka-ainemateriaalien merkintään tunnistettavuuden parantamiseen. Materiaalien selkeällä merkinnällä voidaan selkeyttää ja nopeuttaa varaston hallintaa. Selkeä merkintä varmentaa oikean materiaalin valintaa työlle vähentäen virhevalinnan mahdollisuutta.

Tuotteiden jäljitettävyyteen liittyvät dokumentit tulee olla löydettävissä sähköiseen muotoon tallennettuina. Jäljitettävyyden kehittämiseksi asiakkaan tilauksen toimittamisen yhteydessä on tavoitteena saada dokumentoitumaan tieto miltä valmistuserältä tuotteet toimitetaan. Valmiiden tuotteiden jäljitettävyys läpi tuotantoketjun toimii laadun vakuutena. Asiakkaalle voidaan luotettavasti esittää jäljitettävyyttä vaativien tuotteiden olevan valmistettu vaatimusten mukaisesti.

7.1 Jäljitettävyyden nykytila

Prosessikaaviosta (kuvio 3) käy ilmi, mitä jäljitettävyyteen liittyviä asioita huomioidaan nykytilassa Toolfac Oy:llä. Työnumero toimii jäljitettävyyden perustana, koska sen kautta nähdään valmistusprosessin etenemisen vaiheet. Työnumeron kautta merkittäessä suoritettavat valmistusprosessin vaiheet toiminnanohjausjärjestelmään ne dokumentoituvat ja ovat jälkikäteen löydettävissä (Oscar ERP 2018a).

Työnumero toimii useimpien jäljitettävyyteen liittyvien dokumenttien tallennuksen tunnuksena. Jäljitettävyyteen liittyvät dokumentit tallennetaan ensisijaisesti tietojen tallentamis- ja jakamiskeskukseen SharePointiin. SharePointiin tallennetut dokumentit ovat linkitettävissä suoraan toiminnanohjausjärjestelmään haluttuun osioon Dokumentit-välilehdelle. 3D-mittauksen tulokset tallentuvat mittauskoneelta sille määriteltyyn omaan tallennuskansioon. Mittauksiin liittyvät dokumentit tallennetaan työnumerotiedolla, jolloin ne ovat yhdistettävissä valmistuneelle työlle.



KUVIO 3. Prosessikaavio valmistuksen jäljitettävyyden nykytilasta

7.1.1 Materiaalien tilaus ja varastointi

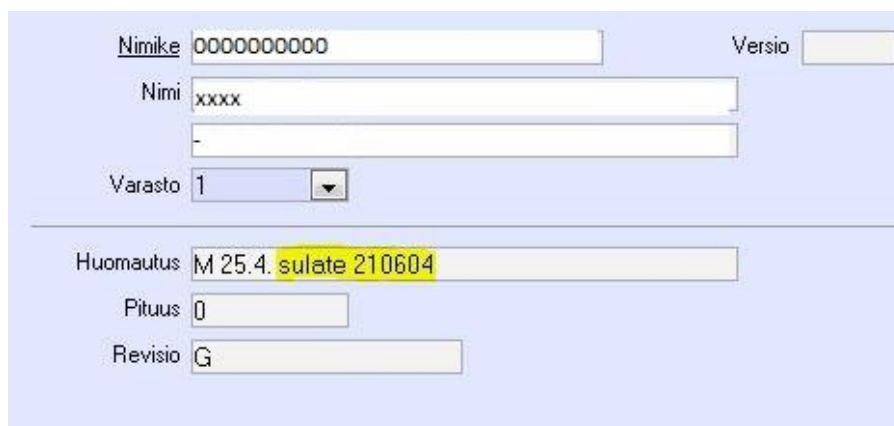
Materiaalin ostotilauksen yhteydessä pyydetään ainestodistus tarvittaessa tilattavalle materiaalille. Ainestodistus on valmistajan vakuus siitä, että toimitettu materiaali täyttää tilauksen vaatimukset (Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry 2018, 14). Materiaalien ainestodistukset ovat tallennettuina sulatusnumerotiedolla SharePointiin.

Saapuviiin tankomateriaaleihin kirjataan merkkauksynällä sulatusnumerotieto, ellei niissä ole valmiina toimittajan laittamaa merkintää. Varastoitaviin aihiolavoihin tulostetaan lavalappu, johon tulostuu aihion tiedot ja ostotilausnumero. Sulatusnumero tai valmistajan erätieto kirjataan käsin lavalappuihin.

7.1.2 Materiaalin otto työlle

Työnumero toimii jäljitettävyyden perustana. Työn ensimmäisessä vaiheessa työnumerolle merkitään tuotannonohjausjärjestelmään Huomautus-kenttään (kuva 8) käytetyn materiaalin sulatusnumero. Mikäli työlle joudutaan ottamaan materiaalia useammalla eri sulatteella, perustetaan kyseiselle määrälle uusi työ.

Jokaisesta valmistettavasta työstä laaditaan koneistuksen aikana mittauspöytäkirja, johon merkitään työn aikaisia mittauksia. Mittauspöytäkirja toimitetaan työkortin mukana lopputarkastukseen. Mahdolliset mittauskoneella tehdyt 3D-mittauksen tulokset tallennetaan työnumerolla niille tarkoitettuun kansioon suoraan mittauksen yhteydessä. Koneistettavat tuotteet, joihin kaiverretaan koneistuksessa asiakkaan vaatimuksesta työnumerotieto, ovat selkeimpiä jäljittää valmiina tuotteina.



The image shows a screenshot of a software interface with several input fields. The 'Huomautus' field contains the text 'M 25.4. sulate 210604', where '210604' is highlighted in yellow. Other fields include 'Nimike' with '0000000000', 'Versio' (empty), 'Nimi' with 'xxxx', 'Varasto' with a dropdown menu showing '1', 'Pituus' with '0', and 'Revisio' with 'G'.

KUVA 8. Sulatusnumeron merkitseminen Huomautus-kenttään (Oscar ERP 2018b.)

7.1.3 Lämpökäsittely

Tuotteet joiden valmistusprosessi vaatii lämpökäsittelyä, toimitetaan sopimuksen mukaiseen karkaisimoon lämpökäsittelyyn. Lämpökäsittelyn ostotilaus tehdään työnumerolta, jolloin työlle dokumentoituu ostotilausnumeron tieto. Tuotteiden saapuessa takaisin ostotilaus kuitataan saapuneeksi karkaisimon lähetteen numerolla ja lähete tallennetaan SharePointiin. Karkaisimon läheteelle on merkitty karkaisun panosnumero, joka on tarvittava tieto tuotteiden karkaisun jäljitettävyydessä.

Lämpökäsittelyn ostotilauksen yhteydessä menee karkaisimoon tieto, mikäli tuotteille vaaditaan virallinen lämpökäsittelytodistus. Karkaisimo toimittaa todistuksen sähköpostilla tilauksella osoitettuun sähköpostiosoitteeseen. Lämpökäsittelytodistukset tallennetaan työnumeron sekä karkaisun ostotilausnumeron tiedoilla SharePointiin.

7.1.4 Viimeistelykoneistus

Osa lämpökäsiteltävistä tuotteista toimitetaan käsittelyn jälkeen suoraan lopputarkastukseen. Tuotteet joiden valmistus vaatii lämpökäsittelyn jälkeisen viimeistelykoneistuksen, viimeistellään sorvamalla tai hiomalla. Viimeistelykoneistusta tehdään lisäksi määritellyille karkaisemattomille tuotteille mittatarkkuus- tai pinnanlaatuvaatimusten takia.

Viimeistelykoneistuksesta täytetään omat mittauspöytäkirjat, jotka toimitetaan tuotteiden mukana lopputarkastukseen. Mahdollisten 3D-mittausten tulokset tallennetaan työnumerolla suoraan mittauksen yhteydessä. Lämpökäsiteltävistä tuotteista on löydettävissä otantana työn aikaiset mittaus-tulokset koneistuksesta ennen lämpökäsittelyä sekä viimeistelykoneistuksesta lämpökäsittelyn jälkeen.

7.1.5 Lopputarkastus ja varastointi

Lopputarkastuksessa tarkastetaan otanta työltä valmistuneista koneistetuista tuotteista. Lopputarkastuksessa tallennetaan mahdolliset tarkastuksessa tehdyt 3D-mittaukset sekä työltä laaditut mittauspöytäkirjat järjestelmään. Valmistuneen työn mittaukseen liittyvät dokumentit ovat tarvittaessa löydettävissä jälkikäteen työnumerotiedolla. Mahdolliset asiakkaalle toimitettavat mittaus- ja tarkastusdokumentit lähetetään tilauksen toimituksen yhteydessä.

Työkortti seuran valmistuneiden tuotteiden mukana varastoon. Varastoitaessa tuotteet erotellaan ne työkortin avulla eri töiltä valmistuneisiin sarjoihin. Mahdolliset tarvittavat etsausmerkinnät tehdään tuotteisiin varastointivaiheessa ennen saldoihin viemistä.

7.1.6 Kokoonpano ja luokituslaitoksen tarkastus

Kokoonpanon töille valitaan varastosta tarvittavat osat. Kokoonpanossa suoritetaan painetestausta niille yksittäisille tuotteille ja kokoonpanoille, joille se vaaditaan tehtäväksi. Tehdyistä painetestausta tallennetaan painetestausraportti SharePointiin.

Tietyt valmistettavat tuotteet vaativat luokituslaitoksen sertifikaatin. Asiakkaiden tilauksilta käy ilmi mille tuotteille tilataan luokituslaitoksen tarkastus. Tarkastusta varten on löydyttävä dokumentoituna valmistetun osan tai kokoonpanon osien ainestodistukset, mahdolliset lämpökäsittelytodistukset sekä tarvittaessa painetestausraportit, mittauspöytäkirjat ja valmistajan vakuustodistus, joka kertoo tuotteen olevan valmistettu asiakkaan spesifikaation mukaisesti.

Luokituslaitoksen tarkastusta varten kerätyt dokumentit toimitetaan luokituslaitoksen tarkastajalle, joka hyväksyy ne ja laatii niistä asiakkaalle toimitettavat sertifikaatit. Luokituslaitokselta saadut sertifiointitodistukset tallennetaan SharePointiin, josta ne ovat tarvittaessa löydettävissä.

7.1.7 Toimitus asiakkaalle

Asiakkaan tilauksen mukaisesti toimitetaan valmiit tuotteet varastosta asiakkaalle. Tilaukselta käy ilmi, mikäli tuotteelta vaaditaan jäljitettävyyteen liittyviä dokumentteja, kuten ainestodistusta, mittauspöytäkirjoja tai luokituslaitoksen tarkastusta. Tarvittavat dokumentit toimitetaan tilauksen yhteydessä asiakkaalle sähköisessä muodossa.

Työnumerolla merkityt tuotteet ovat selkeimpiä jäljittää asiakkaalle toimittamisen jälkeen. Luokitettavista tuotteista jää jäljitettävyyden tilaukselle. Muiden toimitettavien tuotteiden jäljitettävyyden on hankalampi todentaa, koska toimittamisen yhteydessä ei nykytilassa jää tietoa, miltä valmistuserältä tuotteet on asiakkaalle toimitettu.

7.2 Jäljitettävyyden tavoitetila

Jäljitettävyyden tavoitetilassa asiakkaalle toimitettavan tuotteen jäljitettävyyteen liittyvät tiedot ja dokumentit ovat toiminnanohjausjärjestelmästä yhdistettävissä tilaukseen tilauksen toimittamisen jälkeen. Kuviossa 4 on esitetty prosessikaavio jäljitettävyyden tavoitetilasta. Tavoitetila voidaan toteuttaa hyödyntämällä toiminnanohjausjärjestelmästä käyttöön saatavaa eräseurantaominaisuutta.

Valmiin tuotteen raaka-aine ja valmistusvaiheet ovat jäljitettävissä valmistuvan tuote-erän kautta. Eräseurannassa tilaukselta tai työltä saldoihiin siirtyvälle nimikkeelle muodostuu erätunnus, jonka takaa löydetään erän tiedot. Lopputuotteen erän tiedoista nähdään valmistukseen käytetty materiaalierä ja työnumero (Oscar ERP 2018a.) Työltä tulevat jäljitettävyyteen liittyvät dokumentit kuten lämpökäsittelytodistukset ja mittauspöytäkirjat tallennetaan työnumeron tiedolla SharePointiin.

Eräseurantaan asetettavan valmiin tuotteen raaka-aineen ollessa eräseurannassa säilyy jäljitettävyyden lopputuotteeseen. Raaka-ainevaraston materiaalien hallittavuutta voidaan parantaa kehittämällä materiaalien merkitsemistapaa. Eri materiaalierät on pystyttävä erottamaan selkeästi toisistaan. Selkeä materiaalien merkintä helpottaa valitsemaan oikean materiaalin aloitettavalle työlle. Eräseuranta voidaan ottaa alussa käyttöön pilotointina muutamalle jäljitettävyyttä vaativalle nimikkeelle, jonka jälkeen käyttöönotto voidaan laajentaa laajemmalle määrälle nimikkeitä.



KUVIO 4. Prosessikaavio tuotteen valmistuksessa jäljitettävyyden tavoitetilasta

7.2.1 Eräseurannan käyttöönotto materiaaleille ja materiaalien varastointi

Eräseuranta voidaan ottaa käyttöön raaka-ainemateriaalin nimikkeen kautta. Käyttöönoton yhteydessä on huomioitava olemassa olevat varastot. Varastossa saldolla olevat materiaalit on aluksi kirjattava omille erätunnuksille.

Tilatun materiaalin saapuessa otetaan se vastaan toiminnanohjausjärjestelmän kautta ja saapuvasta materiaalista perustetaan uusi erä. Uusi erätunnus muodostuu juoksevana eränumerona. Erätunnuksen taakse merkitään tieto sulatusnumerosta Eräselite-kohtaan. Mikäli ostotilauksella saapuu materiaalia useammalla sulatteella, voidaan vastaanotettaessa perustaa saapuvalla materiaalille useampi erä (kuva 9).

The screenshot shows the 'Saapuvien erien ja sarjanumeroiden perustaminen' window in Oscar ERP 2018b. At the top, there are input fields for 'Pvm' (18.08.2018), 'Toimitustapa', 'Kirjattu' (18.08.2018), 'Luo erät', 'Ostotileus' (004866), 'Lähete / Rahtikirja', and 'Saapumiskuitaus'. Below this is a table with columns: Rivi, Nimike, Nim.nimi1, Nim.nimi2, Varasto, Hyllyosoite, Hyllytyspäivä, and Hyllytettävä n. The first row contains: 5, PTD35EN1.4122, Pyerotanko D35.0 RST, X39CiMe17-1, 1, 18.08.2018. A modal window titled 'Saapuvien erien ja sarjanumeroiden perustaminen' is open, showing a table with columns: Erän tunnus, Nimittunnus, Tap.pvm, Määrä, Varasto, Hyllyosoite, Eräselite, and Huomautus. Two rows are visible: 000052, PTD35EN1.4122, 18.08.2018, 30, 1, 123457; and 000053, PTD35EN1.4122, 18.08.2018, 30, 1, 123458. Below the table, there are fields for 'Erän tunnus' (000053) and 'PTD35EN1.4122', a 'Päivitä ja sulje' button, and a 'SARJANUMEROT' section with 'Erän tunnus' and 'Luo sarja' button, and a 'KPL' field. At the bottom, there is a table with columns: Erän tunnus, Sarjanumero, Huomautus5, and Vaihe.

KUVA 9. Saapuvalla materiaalille erien perustaminen (Oscar ERP 2018b.)

Saapuvat materiaalit merkitään materiaalitiedolla ja erätunnuksella. Merkintäliidun ohella materiaalien merkintään voidaan materiaalin saapumisen yhteydessä tulostaa toiminnanohjausjärjestelmästä merkintätarra erän merkitsemiseen (Oscar ERP 2018a). Merkintätarraan tulostuu laajat tiedot materiaalista, eränumerosta, eräselitteestä ja ostotilauksesta (kuva 10). Merkintätarran tulostuksen käyttöönotto edellyttää käyttötarkoitukseen sopivan tarratulostuslaitteiston yhdistämisen toiminnanohjausjärjestelmään.

Merkintätarran tulostusominaisuutta voidaan hyödyntää myös lavalappujen tulostuksen yhteydessä. Tarran tulostuva tieto voidaan tulostaa lavalapun korvaavana lapaan kiinnitettävänä paperisena tulosteena. Tarvittavat tiedot materiaali-erästä saadaan suoraan tulosteena, jolloin sulatusnumeron käsin kirjaamista ei tarvita.

PTD35EN1

18.08.2018 

Pyörötanko D35.0 RST

123457

Erä 000052 

KUVA 10. Materiaalin merkintätarra (Oscar ERP 2018b.)

Materiaalien merkintä on mahdollista toteuttaa myös käsikäyttöisellä pistemerkintälaitteella. Pistemerkintälaitteeseen voidaan syöttää merkinnän tiedot tai laitteella voidaan lukea viivakoodista merkinnän tiedot. Merkintään on mahdollista sisällyttää DataMatrix-koodi, joka on luettavissa erillisellä DataMatrix-lukijalla. Pistemerkintälaitte ei suoraan toimi toiminnanohjausjärjestelmän kautta, mutta viivakoodioptiota käyttäessä voidaan viivakoodiksi tulostetut tiedot lukea merkintälaitteeseen. Pistemerkintälaitteeseen voidaan tallentaa satoja valmiita merkintäohjelmia (Markator s.a.) Laitteen merkintäohjelmien tallennusominaisuus mahdollistaa luoda laitteen muistiin eri materiaaleille valmiit ohjelmapohjat, joihin lisätään muuttuva erätunnusnumero. Pistemerkintälaitteet eivät yleisesti ole IP-luokiteltuja, joten niitä ei suositella käytettäväksi sadesäällä (Tomi-2018-11-09).

7.2.2 Materiaaliotto työlle materiaali-erästä

Perustettaessa uusi työnnumero voidaan työlle suoraan kohdentaa toiminnanohjausjärjestelmästä tietty materiaali-erä (Oscar ERP 2018a). Materiaali-erän kohdentaminen on tärkeää niiden tuotteiden osalta, jotka ovat valmistettava asiakkaan vaatimuksesta eri sulatuseristä eri tilauksille. Kohdentessa tietty materiaali-erä työnnumerolle voidaan se määrittää käytettäväksi kokonaan osoitetulle työlle. Kohdentamisen avulla voidaan vähentää varastoon kertyviä erisulatteilla olevia jäännöseriä.

Aloitettaessa uusi työ tulostetaan työkortti, jolloin työkortilta on nähtävissä mikä materiaali-erä työlle on määritelty (kuva 11). Raaka-ainemateriaali valitaan materiaali-varastosta erätiedon perusteella. Tehtaessa materiaaliotto työltä, Varastoerien poiminta-toiminto sallii valita materiaalioton vain työlle määritellyltä erältä (kuva 12).

Revisio C			
Tuote	Nimitys		
PTD35EN1.4122	Pyörötanko D35.0 RST X39CrMo17-1		
Erä: 000052	123457	223,744	
Rivi	Työvaihe	Alkaa	
5 	Tankosorvaus	3.9.2018 ___/	
35370	Tunniste 		
	084567		

KUVA 11. Työnnumerolle on määritelty materiaali-erä (Oscar ERP 2018b.)

Rivi	Su.nim.tunnus	Nim.nimi-1	Su.määrä	Tot.määrä	Avoimäärä	VaiheSV	Yks	Ottomäärä	Ottomäärä	lyks.	r/ksh EUR e.alk	Tot.tarvepvm	Suvarasto	Var.	Valmis	Saldo
5	PTD35EN1.4122	Pyörötanko D35.0 RST	228	0,00	228	030	V	KG	228	30,00	3,5488	18.08.2018	1		<input checked="" type="checkbox"/>	1363

Varastoeien poiminta

Tiedosto Muokkaa

Työnnumero 011820 eräalirivit 5

Nimiketunnus PTD35EN1.4122

Pyörötanko D35.0 RST

Lajittelu Huomautus-kentän mukaan

Erätunnus

Eräselite

Varasto 1

Kohdistetut erät

Vapaat erät

Poimitut ja varatut erät

Päivitä ja sulje

Tarvittava määrä 228,000

Poimitu määrä 228

Jäljellä 0

Varastoeerät

Merkitse poimittavaksi

Koko erä	Poimitu määrä	Kohteelle	YHTEENSÄ	Vapaa määrä	Erätunnus	Varasto	Ostotilausnumero	Vaihe	Hyllyosoite	Eräselite	Toimeksiantaja	Hu
<input type="checkbox"/>	228,000	228,000	228,000	0,000	000053	1	004866	VARATTU		123458		
<input type="checkbox"/>	0,000	0,000	0,000	1 131,200	000042	1		VAPAA		123456		

KUVA 12. Materiaaliotto työltä (Oscar ERP 2018b.)

7.2.3 Työn valmistaminen uudeksi eräksi varastoon

Siirrettäessä lopputuotteen nimike eräseurantaan on varaston saldoilla olevat aiemmin valmistuneet tuotteet siirrettävä omiksi eräksi. Nimikkeen ollessa eräseurannassa työn numeron valmistuessa muodostuu uusi erä varastoon (Oscar ERP 2018a). Työn numero valmistettaessa valmistumisen kirjauksen kautta toiminnanohjausjärjestelmä tarjoaa automaattisesti uuden erätunnuksen (kuva 13).

Perustiedot Valmistumisen kirjaus **Materiaaliotto** Kustannukset EDI Tuotot ja kustannukset

Määrä 230 PC

Tuotantomäärä 230 PC

Valmistuspäivä 18.08.2018

Varasto 1

Materiaaliotto

Työtoteutumat

Työn numeron kuittaus valmiiksi

Eräkisterin ylläpito saapumisista

Eräko 230 Kohdistamatta 0

Päivitä ja sulje

Erä- ja sarjanumerotiedot

Erän tunnus	Nimetus	Tap.pvm	Määrä	Varasto	Hyllyosoite	Eräselite	Parasta ennen	Tuotant
000055	00000000	18.08.2018	230	1			18.08.2018	18.08.2018

KUVA 13. Erätunnus (Oscar ERP 2018b.)

Samalta työnumerolta valmistettaessa tuotteita useammalla kerralla varastoon, toiminnanohjausjärjestelmä tarjoaa toiselle valmistuskerralle automaattisesti uutta erätunnusta. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää saman työn eri lämpökäsittelyerien erittelemisessä. Toimitettaessa tuotteita samalta työltä kahdessa erässä lämpökäsittelyyn voidaan saapuvat erät valmistaa omilla erätunnuksilla varastoon. Merkittäessä eräselitteeseen lämpökäsittelyn tilausnumero lämpökäsittelyn jäljitettävyyden säilyy toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Mikäli tuotetta halutaan valmistaa työltä aiemmin muodostuneelle eränumerolle, on uusi erätunnus muuttava samaksi numeroksi ennen valmistumistietojen päivittämistä. Varastoinnissa eräksi valmistuneet tuotteet tulee varastoida omina erinä eriteltyinä.

Kokoonpanon töille on mahdollista määritellä työnumeron materiaalioton kautta miltä erältä osat työlle varataan. Kokoonpanon osien jäljitettävyys säilyy tällöin toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Työnumerolle varattujen osien erätunnukset tulostuvat työkortille, jolloin kokoonpanon tekijä osaa kerätä kokoonpanoa varten osoitettuja eriä varastosta.

7.2.4 Tuotteiden jäljitettävyys toimitettaessa asiakkaalle

Toiminnanohjausjärjestelmästä voidaan erien tapahtumakyselystä nähdä kunkin erän tapahtumat. Erätapahtumien kautta nähdään valmistuneen erän työnumero, jonka kautta päästään suoraan työnumeron tapahtumiin. Erätapahtumien kautta nähdään lisäksi työnumeron materiaalitapahtumat ja eräselitteenä tallennettu materiaalin sulatusnumerotieto. (Oscar ERP 2018a.)

Myyntitilaukselle kerätään varastosta valittuja tuote-eriä myytävältä nimikkeeltä. Kirjattaessa toiminnanohjausjärjestelmään nimikkeen materiaalin keräily, tulee varastoerien Poiminta-toiminnon kautta esille poiminnassa olevat erät. Poiminta-toiminnolle merkitään mikä määrä mitäkin erää tilaukselle kerätään, jolloin myyntitilaukselle tallentuu toimitettavien tuotteiden erätiedot. Luokituslaitoksen tarkastusta vaativa tuote kerätään etukäteen määritellyltä erältä tarkastukseen, jonka jälkeen se on valmis toimitettavaksi asiakkaalle. Myyntitilaukselta voidaan nähdä Erätapahtumat-välilehden kautta (kuva 14), mitä eriä asiakkaalle on tilauksella toimitettu. Tuotteiden jäljitettävyys dokumentoituu tällöin asiakkaalle toimitukseen asti.

The screenshot shows the 'Erätapahtumat' (Order Items) view in the Oscar ERP system. The interface includes tabs for 'Perustiedot', 'Kuljetustiedot', 'Lisätiedot', 'EDI', and 'Toteumat'. The order number is 010721, and the status is 'TOIMITETTU'. The customer information is partially filled out, and a table lists the order items with their respective details.

Erätunnus	Rivinvno	Tap.laji	Tap.pvm	Määrä	Sarjanumero	Mt.rivinvno	Mt.rak.rivinvno	Läh.nro	Läh.rivinvno	Varasto	Selite
000054	6	6	18.08.2018	-274		10		0 019202	10	1	työ 011486
000055	2	6	18.08.2018	-26		10		0 019202	10	1	

KUVA 14. Erätapahtumatiedot myyntitilauksella (Oscar ERP 2018b.)

7.3 Analyysi materiaalien merkintävaihtoehtoista

Materiaalivarastoon saapuu raaka-ainetta tankoina ja aihioina. Tankojen osuus saapuvasta materiaalista on noin 5500 tankoa vuodessa, jotka on merkittävä riittävillä tiedoilla. Tankojen sujuvaan merkitsemiseen vaikuttaa osaltaan tankojen halkaisija. Painotetulla keskiarvolla laskettaessa keskimääräinen saapuvan tangon halkaisija on 35 mm. Painokertoimena toimii tankojen määrä ja lukuna tankojen halkaisija.

Painotettu keskiarvo saadaan kaavalla,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k h_i x_i}{\sum_{i=1}^k h_i} \quad (7.1)$$

jossa h on painokerroin ja x on luku.

Varastoitavien raaka-ainemateriaalien merkintään sopivimpia merkintävaihtoehtoja merkintäliidun ohella ovat tarratulostus ja käsikäyttöinen pistemerkintälaitte. Vaihtoehtoja tutkittaessa huomioitiin käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet merkinnän toteuttamiseksi sekä merkintävaihtoehtojen käyttöalueen asettamat rajoitukset. Vaihtelevat merkintäolosuhteet asettavat omat vaatimuksensa merkinnälle, koska merkintä tapahtuu pääosin ulkoilmassa.

Merkintävaihtoehtojen investointien kannattavuus laskettiin nykyarvomenetelmällä Excel-taulukko-laskennalla. Exceliin luotiin investointilaskelmia varten laskentakaavat (kuvio 5). Laskennassa vuotuisen nettotuotto ja käyttökustannukset määriteltiin vakioiksi. Laskennalliseksi tuottovaatimukseksi määriteltiin 6 % ja investoinnin jäännösarvon pitoajan lopussa katsottiin olevan nolla. Nykyarvomenetelmässä tulevaisuudessa tapahtuvat kustannukset ja tuotot muunnetaan diskonttaustekijän avulla rahan nykyarvoon (Yritystulkki 2015). Diskonttaustekijällä kerrottaessa investoinnin pitoajan kustannusten tai tuottojen rahamäärä saadaan tuloksena nykyarvoa vastaava määrä.

Jaksollinen diskonttaustekijä saadaan kaavalla,

$$k_n = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (7.2)$$

jossa i on laskentakorkokanta ja n on aika vuosina.

Laskentakorko	6 %			
Investointiaika vuosina	7			
			Nykyarvo	
Hankintakustannukset	10 €	-	10 €	
Vuotuiset kustannukset	20 €	-	112 €	<i>NA(B3;B4;B8)</i>
Vuotuiset tuotot	50 €	-	279 €	<i>NA(B3;B4;B9)</i>
Jäännösarvo	- €		- €	<i>NA(B3;B4;;B10)</i>
Tuottojen nykyarvo			279 €	
Kustannusten nykyarvo			122 €	
Erotus			157 €	

KUVIO 5. Investointilaskelman kaavat

Merkintävaihtoehtojen investointikustannuksien välinen suhde on esitetty kuviossa 6. Pistemerkintälaite osoittautuu kalleimmaksi investointikustannusten osalta. Investointilaskelmissa vertailtiin lisäksi sopivimpien vaihtoehtoisten merkintävaihtoehtojen vuosittaisia käyttökustannuksia suhteessa nykytilaan (kuvio 7). Vuotuisiin käyttökustannuksiin huomioitiin kunkin merkintätavan tarvikkeisiin menevät kustannukset sekä merkinnän tekoon menevä aika työtuntihintana. Vertailussa käy ilmi, että tarratulostus on käyttökustannuksiltaan huomattavasti hintavampi vaihtoehto, kuin merkintäliitu tai pistemerkintälaite mikäli kaikki tangot merkittäisiin tarratulosteella.



KUVIO 6. Merkintävaihtoehtojen investointikustannukset



KUVIO 7. Vuotuisten käyttökustannusten prosentuaalinen vertailu nykytilan suhteen

Eri merkintävaihtoehtojen vahvuudet ja heikkoudet on eritelty taulukossa 3, jonka mukaan merkintäliitu on edullisin hankintakustannuksiltaan. Arviolta vuosittaiset hankintakustannukset ovat enintään muutamia kymmeniä euroja. Pitkän merkinnän tekeminen liidulla on aikaa vievää ja pienet tangot hankalia merkitä. Merkintäliidulla merkittäessä inhimillisen virheen mahdollisuus on suurin.

Tarratulostus vaatii tulostinlaitteen ja tulostettavien tarranauhojen investoinnin. Tarratulostimen investointikustannus on maltillinen, mutta monipuolisiin sääolosuhteisiin soveltuvan tarranauhan vuositteiset käyttökustannukset nousevat korkeiksi. Korkeiden käyttökustannusten takia tarratulostus osoittautuu kalleimmaksi vaihtoehdoksi kaikkien tankojen merkintään. Merkintätarran tulostus soveltuu paremmin valmiiden tuote-erien merkitsemiseen valmistuotevarastossa, jolloin tarralle ei ole tarvetta asettaa niin vaativia olosuhdevaatimuksia, kuin raaka-ainevaraston osalta.

Käsiikäyttöinen pistemerkintälaitte osoittautui hintavimmaksi kertainvestoinniltaan. Tuotto-odotuksen ollessa 6% investointikustannusten takaisinmaksuaika olisi yli kymmenen vuotta. Merkinnän selkeys ja pitkän merkinnän nopeus ovat vahvuuksia käsin merkitsemiseen nähden. Laitteen muistiin ohjelmoitavat merkintäpohjat vähentävät inhimillisen virheen mahdollisuutta. Laitteen heikkoutena on, ettei laite sovellu käytettäväksi sadesäällä ja pienien tankojen merkintä on hankalaa.

TAULUKKO 3. Merkintätapojen vahvuudet ja heikkoudet raaka-ainemateriaaleja merkittäessä.

Merkintätapa	Vahvuus	Heikkous
Merkintäliitu	Halpa Nopea	Inhimillisen virheen mahdollisuus suurin Merkintä voi hankautua epäselväksi Pienet tangot hankalia merkitä
Tarratulostus	Tulostus suoraan toiminnan ohjausjärjestelmän kautta Selkeä merkintä Inhimillisen virheen mahdollisuus pieni	Tarran pysyvyyden varmistamiseksi kiinnitettävä tangon ympäri, jolloin käytettävän tarran määrä suuri ja työläs kiinnittää. Hintavat käyttökustannukset
Pistemerkintä	Nopea, selkeä merkintä Ohjelmoitavien merkintäpohjien hyödyntämismahdollisuus Inhimillisen virheen mahdollisuus pieni	Pienet tangot hankalia merkitä Hintavin kertainvestointi Ei ole IP-luokitettu, joten ei sovellu sadesäähän

7.4 Ohjeistukset ja koulutukset eräseurannan käyttöönotosta

Yrityksessä käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä käyttöön saatava eräseurantaominaisuus mahdollistaa jäljitettävyyden toteutumisen raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen. Eräseurannalla voidaan toteuttaa tuotteen jäljitettävyyden asiakkaille toimittamiseen asti. Eräseurannan käyttöönotossa on huomioitava henkilöstön opastaminen oikeanlaisen toimintatavan omaksumiseksi.

Eräseurannan käyttöönotosta laadittu laajempi ohjeistus tulee tuotannonohjauksen tueksi eräseurannan käyttöönottoa varten. Liitteessä 1 on nähtävillä ohjeistuksen sisällön pääkohdat. Ohjeistukseen on kerätty yksityiskohtaisesti ohjeita eräseurannan toteuttamisesta raaka-ainemateriaaleille sekä työnumeroilta valmistuville nimikkeille. Ohjeistus sisältää myös ohjeet mahdollisten virhekirjausten korjaamiseksi. Ohjeistus on käytävä läpi tuotannonohjauksen henkilöstön kanssa ennen eräseurannan käyttöönottamista.

Eräseurannan käyttöönoton onnistuminen edellyttää systemaattisen opastuksen järjestämisen henkilöstölle. Eräseurannan käyttöönotosta laaditaan mahdollisimman selkeät ohjeistukset tuotannon henkilökunnalle. Ohjeistuksen tueksi on järjestettävä koulutus osastoittain, jolloin voidaan paneutua osastokohtaisesti tuleviin muutoksiin toimintatavoissa.

Koulutus jakaantuu osastokohtaisesti:

- Materiaalin vastaanotto, varastointi ja sahaus.
- Koneistus vuorojen mukaan useampana koneryhmänä.
- Tarkastus, varastointi
- Kokoonpano

Otettaessa eräseuranta käyttöön alussa pilotointina vain valituille nimikkeille voidaan seurata toimintatavan omaksumista ja toteutumista. Jäljitettävyyden toteutuminen vaivattomasti edellyttää järjestelmän oikeanlaisen käytön osaamisen. Mahdollisia esiin tulevia ongelmatilanteita voidaan havainnoida ja etsiä niihin ratkaisuja ennen eräseurannan käytön laajentamista.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Varastoitavien raaka-aineena käytettävien metallitankojen selkeämpään materiaali- ja erätietojen merkintään tutkittiin erilaisia vaihtoehtoja. Yrityksessä käytössä olevalla merkintätavalla eli merkintäliidulla merkittäessä on pienien tankojen merkintä hankalaa. Käsien kirjattaessa tietoja on inhimillisen virheen mahdollisuus olemassa. Varastoitavien tankomateriaalien merkinnän selkeyttämiseksi käsi-käyttöinen pistemerkintälaite osoittautui investointilaskelmien kannalta sopivimmaksi vaihtoehdoksi merkintäliidulle. Laitteen heikkoutena kuitenkin on, ettei se sovellu käytettäväksi sadesäässä ja pienet tangot ovat hankalia merkitä. Tarramerkintä osoittautui selkeimmäksi merkintätavaksi, mutta käyttökustannukset nousevat korkeiksi merkittäessä kaikki tangot. Vaihtoehdoista tarramerkintä soveltuu parhaiten pienien tankojen merkintään, jolloin merkintä olisi selkeä ja helppo tehdä. Aihioalvojen selkeään merkintään soveltuu toiminnanohjausjärjestelmän tarratulostustoiminto, jonka kautta on mahdollista tulostaa tarkat tiedot materiaalierästä lavalapuksi. Raaka-aineiden merkintävaihtoehtoja valittaessa tulee pohtia, halutaanko yhtenäinen selkeä merkintätapa vai voidaanko tietyt materiaalit merkitä niille paremmin soveltuvalla tavalla.

Raaka-ainemateriaalien selkeä merkintä varmentaa oikean materiaalin valintaa työlle ja jäljitettävyyden kannalta tärkeä sulatusnumerotieto tulee oikein työlle. Merkintävaihtoehtojen viivakoodiominaisuudet mahdollistavat tulevaisuudessa sekä raaka-ainemateriaalien että valmiiden lopputuotteiden keräämisen varastosta viivakoodinlukijan avulla. Toimeksiantajan päätettäväksi jää valita miten materiaalit jatkossa merkitään.

Valmistettavien tuotteiden jäljitettävyyden kehittämisen tavoitteena oli tutkia digitalisoinnin hyödyntämismahdollisuuksia. Esille tuli erillisiä seurantajärjestelmiä, joilla on mahdollista kerätä useasta tietojärjestelmästä tarvittavat tiedot yhteen järjestelmään. Toimeksiantajayrityksessä käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän eräseurantaominaisuus mahdollistaa jäljitettävyyden dokumentoitumisen, joten lähtökohtana tavoite oli hyödyntää tätä ominaisuutta ja tämän pohjalta tutkia kehittämismahdollisuuksia. Otettaessa käyttöön eräseuranta sekä raaka-aineelle että lopputuotteelle mahdollistetaan jäljitettävyys saumattomasti toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Eräseurannan käyttöönotto lopputuotteella mahdollistaa tuotteen jäljitettävyyden toteutumisen asiakkaalle toimittamiseen saakka. Tilaukselle dokumentoitava tieto toimitetusta erästä mahdollistaa jäljitettävyyteen liittyvien tietojen esittämisen tilauksen toimittamisen jälkeen. Eräseuranta soveltuu erityisesti niille nimikkeille, joista on toimitettava ainestodistus tai muita tarvittavia dokumentteja tilauksen toimittamisen yhteydessä. Jäljitettävyyden toteutuessa voidaan luotettavasti todentaa toimitetun tuotteen olevan valmistettu vaatimusten mukaisesti, jolloin jäljitettävyys toimii laadun takeena.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

A. WENNSTRÖM OY 2018. Merkkausliidut [verkkosivusto]. A. Wennström Oy. [Viitattu 2018-08-28.] Saatavissa <https://www.awennstrom.fi/tuote/1332>

AHONIEMI, Riikka 2018-05-09. Sähköinen leimauslaite [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Anu Ålander. [Tulostettu 2018-05-09.] Saatavissa: Iisalmi: Toolfac Oy.

BRADY 2018a. Material Guide eBook [verkkosivusto]. Brady. [Viitattu 2018-09-08.] Saatavissa: <https://www.bradyid.com/en-us/labels/label-material-guide>

BRADY 2018b. BMP71 Indoor/Outdoor Vinyl Labels [verkkosivu]. Brady. [Viitattu 2018-09-08.] Saatavissa: <https://www.bradyid.com/en-us/product/m71c-2000-595-gy>

BUREAU VERITAS s.a. Laivojen ja meriteknisten rakenteiden luokitus [verkkosivusto]. Bureau Veritas. [Viitattu 2018-07-18.] Saatavissa: http://www.bureauveritas.fi/services+sheet/laivojen_ja_meriteknisten_rakenteiden_luokitus

DACAPO 2018. Full traceability – a Dacapo standard since 2003 [verkkosivusto]. Dacapo. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <http://dacapo.com/en-UK/full-traceability>

DNV GL 2018. ISO 9001 - Laadunhallintajärjestelmä [verkkosivusto]. DNV GL. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <https://www.dnvgl.fi/services/iso-9001-laadunhallintajarjestelma-3283>

DOCUMENT HOUSE 2015. Digitoinnin ja digitalisoinnin ero [verkkoblogi]. [Viitattu 2018-08-05.] Saatavissa: <https://www.documenthouse.fi/blogi/page/8>

DREMEL EUROPE 2018. Tuotteet. [verkkosivu]. Dremel Europe. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <https://www.dremeleurope.com/fi/fi/dremel%C2%AE-kaiverrin-391-ocs-p/>

EASA 2015. Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Annex II (PART-145) to Regulation (EU) No 1321/20141 [verkkosivusto]. European Aviation Safety Agency. [Viitattu 2018-07-29.] Saatavissa: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Annex%20II%20to%20Decision%202015-029-R%20-%20%28AMC-GM%20Part-145%29.pdf>

EATON Mark 2013. The Lean Practitioner's Handbook. London: Kongan Page Limited.

ESAB 2018. Products [verkkosivu]. ESAB. [Viitattu 2018-06-29.] Saatavissa: <http://www.directindustry.com/prod/esab/product-18224-1722876.html>

EUROOPAN UNIONI 2017. Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA). Perustiedot [verkkosivu]. Euroopan unioni. [Viitattu 2018-07-29.] Saatavissa: https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/easa_fi

GS1 FINLAND OY s.a. GS1 Standardit viivakoodille ja RFID-tunnisteille [verkkosivusto]. GS1 Finland Oy. [Viitattu 2018-07-04.] Saatavissa: <https://asiakas.gs1.fi/gs1-yritystunniste/gs1-jarjestelman-ohjeet/gs1-viivakoodit-ja-rfid-tunnisteet>

HEATMASTERS s.a. [verkkosivu]. Heatmasters. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <http://www.heatmasters.net/fi/about-us/quality-system/>

- IACS 2018. About IACS [verkkosivusto]. IACS - the International Association of Classification Societies and International Association of Classification Societies [Viitattu 2018-07-05.] Saatavissa: <http://www.iacs.org.uk/about/>
- INVENCO OY 2018. Tuotteen elinkaaren hallinta joustavasti InControl Online -ratkaisulla [verkkosivusto]. Invenco Oy. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <https://www.incontrol-online.fi/tuotteen-elinkaaren-hallinta-joustavasti-incontrol-online-ratkaisulla/>
- INDUSTRIAL LASER LLC 2018. Mobile, Portable, Handheld Laser Marking System [verkkoartikkeli]. Industrial Laser LLC. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <http://laser-industrial.com/mobile-portable-handheld-lsm/>
- JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO s.a. QR-koodin käyttäminen ja tekeminen [verkkosivu]. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 18-07-04.] Saatavissa: <https://www.jyu.fi/digipalvelut/fi/ohjeet/plone-ohjeet/pikaohjeet/qr-koodit>
- LEAN ENTERPRISE ISTITUTE 2000-2018. Principles of lean [verkkosivusto]. Lean Enterprise Institute. [Viitattu 2018-08-16.] Saatavissa: <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>
- LEIMASINTEOLLISUUS OY 2018. Reiner sähköiset leimauslaitteet [verkkosivu]. Leimasinteollisuus Oy. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <http://www.leimasinteollisuus.fi/reinersahko.html>
- LEWIS, Scott 2014-08-14. RFID-Tag [digikuva]. Flickr [verkkosivusto]. Saatavissa: <https://www.flickr.com/photos/99781513@N04/14891130616/in/photostream/>
- MARKATOR s.a. Akkukäyttöinen pistemerkintälaitte FlyMarker® mini [verkkosivusto]. Markator. [Viitattu 2018-09-19.] Saatavissa: https://cms.markator.de/downloads_Markator/FlyMarker-mini_Finnish.pdf
- MARTTILA, Jarmo 2018-08-08. Eräseurannan käyttöönotto[sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Anu Ålander. [Tulostettu 2018-08-08.] Saatavissa: Iisalmi: Toolfac Oy.
- METALLINJALOSTAJAT RY 2014. Teräskirja. 9. painos. Porvoo: Metallinjalostajat Ry.
- METSÄALAN AMMATTILEHTI 2017. Materiaalin ja akselin erän jäljitettävyyden Expander -tappeihin [artikkeli]. Metsäalan Ammattilehti. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=112346>
- MUOTOTERÄ OY 2017a. FAQ: Pistemerkintä [verkkosivu]. Muototerä Oy. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: http://www.merkintalaitteet.com/ml-sivu/Muototerä/waterjet_info
- MUOTOTERÄ OY 2017b. Kannettavat pistemerkintälaitteet [verkkosivu]. Muototerä Oy. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <http://www.merkintalaitteet.com/ml-sivu/Products/kannettavat>
- MUOTOTERÄ OY 2017c. Kannettavat pistemerkintälaitteet [digikuva]. Muototerä Oy. [Viitattu 2018-09-22.] Saatavissa: <http://www.merkintalaitteet.com/ml-sivu/Products/kannettavat>
- NORD-LOCK INTERNATIONAL AB 2018. Laatu ja jäljitettävyyden Expander -järjestelmä [verkkosivu]. Nord-Lock International AB. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <https://www.nord-lock.com/fi-fi/expander-system/technology/>
- ONLINE-VIIVAKOODIGENERAATTORI 2018. [Verkkopalvelu.] Wusah OHG. [Viitattu 2018-07-04.] Saatavissa: <https://www.barcode-generator.de/V2/fi/index.jsp>

OSCAR ERP 2018a. Oscar toiminnanohjausjärjestelmä. [Viitattu 2018-09-18.] Saatavissa: Iisalmi: Toolfac Oy.

OSCAR ERP 2018b. Oscar toiminnanohjausjärjestelmä [kuvaleike]. [Viitattu 2018-09-19.] Saatavissa: Iisalmi: Toolfac Oy.

OSACR SOFTWARE s.a. Materiaalihallinto [verkkosivu]. Oscar Software. [Viitattu 2018-08-05.] Saatavissa: <https://www.oscar.fi/materiaalihallinto>

PIIRAINEN, Antti 2007. Ongelman ratkaiseminen & parantaminen – palvelu- ja tuotanto-organisaatiossa [verkkoartikkeli]. Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 2018-08-17.] Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/ongelman-ratkaiseminen-and-parantaminen-palvelu-ja-tuotanto-orga/>

QR-GENERAATTORI s.a. [Verkkopalvelu.] TietoWeb Oy. [Viitattu 2018-07-04.] Saatavissa: <http://www.qr-koodit.fi/generaattori>

QUALITY KNOWHOW KARJALAINEN OY s.a. Yleistä Leanista [verkkosivu]. Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/>

RFID INSIDER 2018. Roadmap [verkkosivusto]. RFIDinsider [Viitattu 2018-07-05.] Saatavissa: <https://blog.atlasrfidstore.com/learn-uhf-rfid>

RFIDLAB FINLAND RY 2016. RFID-teknologia [Verkkosivusto]. RFIDLab Finland ry. [Viitattu 2018-07-06.] Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia>

SFSEU.FI 2016. Opetusaineistot, Materiaali- ja aineenkoetusstandardit [verkkoaineisto]. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. [Viitattu 2018-07-06.] Saatavissa: <http://www.sfsedu.fi/opetusaineistot>

SFS-EN ISO 9000 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Vahvistettu 2015-10-05. 3. painos. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

SFS-EN ISO 9001 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset. Vahvistettu 2015-10-05. 5. painos. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS RY 2018. Terässtandardit [verkkoaineisto]. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. [Viitattu 2018-07-06.] Saatavissa: <https://www.sfs.fi/files/1483/Terasstandardit.pdf>

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS RY s.a. Usein kysyttyä? [Verkkajulkaisu]. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/usein_kysyttya#Mikonstandardi

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS RY 2017. ISO 9000 -standardisarjan valinta ja käyttö [verkkoaineisto]. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. [Viitattu 2018-07-22.] Saatavissa: https://www.sfs.fi/files/8398/ISO_9000_2017-07_web.pdf

STRATEGY-TRAIN 2009. Kuinka arvoa ja kilpailuetua voidaan luoda? [Verkkoaineisto.] Strategy-Train -projekti. [Viitattu 2018-11-09.] Saatavissa: <http://st.merig.eu/index.php?id=40&L=2>

SUOMISANAKIRJA.FI 2018. [Verkkopalvelu]. Suomisanakirja.fi. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <https://www.suomisanakirja.fi/standardi>

TOMI, Olli 2018-11-09. Pistemerkintälaite [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Anu Ålander. [Tulostettu 2018-11-09.] Saatavissa: Iisalmi: Toolfac Oy.

TOOLFAC OY s.a. [Verkkosivusto]. Toolfac Oy. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <http://www.toolfac.fi>

TOOLFAC OY 2018. [Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä ja tietokanta]. Toolfac Oy. [Viitattu 2018-08-28.] Saatavissa: Toolfac Oy:n tietokanta.

TOP TUNNISTE OY s.a. 100% läpinäkyvyys ja jäljitettävyyys renkaiden tuotantoprosessissa [verkkosivu]. ToP Tunniste Oy. [Viitattu 2018-07-29.] Saatavissa: <https://toptunniste.fi/100-lapinakyvyys-ja-jaljitettavyys-renkaiden-tuotantoprosessissa/>

TYÖSUOJELUHALLINTO 2015-2018. Optinen säteily [Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu]. Työsuojeluhallinto. [Viitattu 2018-07-07.] Saatavissa: <http://www.tyosuoja.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/optinen-sateily>

YRITYSTULKKI 2015. Investoinnin kannattavuus [verkkosivusto]. Jadelcons Oy. [Viitattu 2018-09-27.] Saatavissa: <http://www.yritystulkki.fi/fi/alue/tredea/aloittava-yrittaja/suunnittelu/taloussuunnitelmat/investoinninkannattavuus/>

ÅLANDER, Anu 2018-09-27. Merkkausliidut [digikuva]. Sijainti: Iisalmi: Anu Ålanderin sähköiset koelmat.

LIITE 1: SISÄLLYSLUETTELO ERÄSEURANNAN KÄYTTÖNOTON OHJEISTA

Sisällysluettelo

1. VARASTOSSA OLEVA MATERIAALI ERÄKSI	2
2. OSTOTILAUKSELTA SAAPUVA UUSI MATERIAALIERÄ	5
3. OSTOTILAUKSEN VASTAANOTTO JA ERIEN PERUSTAMINEN.....	6
4. TARRA SAAPUMISSETTIRIVILTÄ.....	10
5. MATERIAALIOTTO TYÖLLE	11
6. VALMISTUVA NIMIKE ERÄSEURANTAAN	16
7. NIMIKKEEN KERÄÄMINEN ASIAKKAAN TILAUKSELLE	19
8. ERIEN TAPAHTUMAKYSELY	20