



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MATERIAALIEN JÄLJITETTÄVYYS KONEPAJASSA

Lapinlahden Koneistus Oy

TEKIJÄ: Samppa Rytönen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Samppa Rytönen	
Työn nimi Materiaalien jäljitettävyys konepajassa	
Päiväys	03.10.2016
Sivumäärä/Liitteet	31
Ohjaaja(t) Lehtori Mika Mäkinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lapinlahden Koneistus Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Lapinlahden Koneistus Oy:lle menetelmä, jolla voidaan varmistaa materiaalien jäljitettävyys kaikissa tuotannon vaiheissa. Tällä haluttiin varmistaa tuotteiden valmistaminen oikeasta materiaalista ja samalla parantaa yrityksen laadunhallintajärjestelmää.</p> <p>Työ toteutettiin tutkimalla laadun ja laadunhallintajärjestelmien perusteita lähdeaineistosta sekä eri mahdollisuuksia jäljitettävyyden toteuttamiseen käytännössä. Tiedonhankintamenetelmänä käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä internetistä löytyvää materiaalia. Yrityksen sen hetkinen materiaalin jäljitettävyys selvitettiin ja näiden pohjatietojen perusteella valittiin yrityksen tarpeisiin parhaiten sopiva menetelmä.</p> <p>Lopputuloksena työssä kehitettiin Lapinlahden Koneistus Oy:lle sopiva menetelmä jäljitettävyyden ratkaisemiseksi. Eri menetelmien ominaisuudet ja kustannukset selvittämällä päädyttiin ratkaisemaan jäljitettävyys merkitsemällä saapuvat materiaalit yksilöivällä koodilla käyttämällä pistemerkintälaitetta. Tämä koettiin ratkaisuna, joka täyttää yrityksen jäljitettävyyttä koskevat vaatimukset.</p>	
Avainsanat laatu, laadunhallintajärjestelmä, jäljitettävyys, pistemerkintä julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Samppa Rytkönen			
Title of Thesis Traceability of Materials in a Machine Workshop			
Date	October 3, 2016	Pages/Appendices	31
Supervisor(s) Mr. Mika Mäkinen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Lapinlahden Koneistus Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to develop a method to confirm traceability of materials in every stage of production for Lapinlahden Koneistus Oy. The target of this method was to confirm that every product is made of a correct material as well as to improve the quality management system of the company.</p> <p>The project was implemented by researching the basics of quality and quality management systems. In addition, different possibilities to put traceability into practice were researched. The information was obtained from subject related literature and websites. The current state of traceability in the company was explained. Based on the obtained information it was possible to start selecting the method that serves the needs of the company best.</p> <p>As a result of this final project a suitable method to confirm traceability for Lapinlahden Koneistus Oy was developed. After going through the features and costs of different options, the traceability was decided to be confirmed by applying an individualizing code on the arriving materials. The code is applied by operating a dot peen marking device. This was considered as a solution which meets the traceability requirements of the company.</p>			
Keywords quality, quality management system, traceability, dot peen marking			
public			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Lapinlahden Koneistus Oy:lle. Haluan kiittää toimitusjohtaja Erkki Litmasta, hallintojohtaja Mirja Litmasta sekä tuotantopäällikkö Ville Hiltusta erittäin mielenkiintoisesta ja haastavasta opinnäytetyöaiheesta sekä loistavasti toimineesta yhteistyöstä. Lisäksi haluan kiittää lehtori Mika Mäkistä hyvästä ohjauksesta ongelmien ratkaisemisessa.

Kuopiossa 12.5.2016

Samppa Rytönen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	LAPINLAHDEN KONEISTUS OY	8
3	LAATU	9
3.1	Laatukustannukset	10
3.2	Laatufilosofiat	11
3.2.1	W. Edwards Deming	11
3.2.2	Joseph M. Juran	12
3.2.3	Philip B. Crosby	12
3.2.4	Armand V. Feigenbaum	13
3.2.5	Kaoru Ishikawa	13
3.3	Laadunhallinnan periaatteet	14
3.4	Laadunhallintajärjestelmä	15
4	JÄLJITETTÄVYYS	18
4.1	Merkitsemismenetelmät	18
4.1.1	Pistemerkintä	18
4.1.2	Lasermerkintä	19
4.1.3	Mustesuihkumerkintä	20
4.1.4	Muut merkintälaitteet	20
4.2	RFID-teknologia	20
4.2.1	RFID-tunnisteet	21
4.2.2	RFID-sovellukset	22
5	SOVELLETTAVA JÄLJITETTÄVYYSMENETELMÄ	23
5.1	Materiaalin virtaus ja käytössä olevat materiaalit	23
5.2	Käytössä olevat merkintätavat	24
5.3	Merkinnän ja jäljitettävyyden toteutus	25
5.3.1	Merkintämenetelmän valinta	26
5.3.2	Materiaaleihin merkittävän koodin valinta	27
5.4	Kustannusarvio	28
5.5	Jäljitettävyyden dokumentointi ja vastuut organisaatiossa	28
6	JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	29
7	TULOKSET JA YHTEENVETO	30

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT 31

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää Lapinlahden Koneistus Oy:lle materiaalien jäljitettävyyssmenetelmä. Tarve jäljitettävyyssmenetelmän kehittämiseen on lähtenyt yrityksen halusta päivittää laadunhallintajärjestelmäänsä vastaamaan paremmin nykypäivän standardien vaatimuksia.

Työ toteutetaan tutkimalla laadunhallintajärjestelmän perusteita sekä eri vaihtoehtoja, joilla jäljitettävyys on toteutettavissa. Aluksi käydään läpi laadun sekä laadunhallintajärjestelmän määritelmät ja teoria. Tämän jälkeen käsitellään eri jäljitettävyyssmenetelmien ominaisuudet ja käytettävyys.

Kun lähtötiedot ovat selvillä, käsitellään jäljitettävyyden nykytilanne yrityksessä ja valitaan sopivin menetelmä halutun jäljitettävyyden saavuttamiseksi. Työ toteutetaan yhteistyössä yrityksen toimihenkilöiden ja tuotannon työntekijöiden kanssa, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos.

2 LAPINLAHDEN KONEISTUS OY

Lapinlahden Koneistus Oy perustettiin vuonna 2005. Alkujaan yhden miehen konepaja kasvoi nopeasti ja työllistää nykyään yli 10 henkilöä. Yritys perustettiin vastaamaan lähialueen alihankintakoneistuksen tarpeisiin. Avainasiakkaista metsäkoneteollisuudessa toimiva Ponsse Oyj ja kaivosteollisuudessa toimiva Normet Oy ovat merkittäviä toimijoita globaaleilla markkinoilla. Muita keskeisiä asiakkaita ovat Lametal Oy, joka valmistaa Stark-kiinteistönhuoltolaitteita sekä Hydroline Oy, jolle Lapinlahden Koneistus valmistaa Valtran maataloustraktoreiden sylinteriputkia ja männänvarsia. Edellä mainittujen järjestelmätoimittajat sekä useat pienemmät Ylä-Savon ja muualla Suomen alueella toimivat yritykset muodostavat lopun vakioasiakaskunnan. (Lapinlahden Koneistus Oy)

Ensimmäisten toimintavuosiensa aikana Lapinlahden Koneistus Oy on investoinut voimakkaasti, jotta asiakkaiden vaatimuksiin pystytään vastaamaan niin tuotteiden teknisessä laadussa kuin palvelun tasossa ja toimitusvarmuudessa. Lapinlahden Koneistuksen tarjoamia palveluita ovat proto- ja pien-sarjapalvelu sekä vaativa perustuotanto ja joustava automaatiopalvelu. (Lapinlahden Koneistus Oy)

Lapinlahden Koneistus Oy:n toimitusjohtaja on Erkki Litmanen, hallintojohtaja Mirja Litmanen sekä tuotantopäällikkö Ville Hiltunen. (Lapinlahden Koneistus Oy)



KUVA 1 Lapinlahden Koneistus Oy (Fonecta Oy, 2015)

3 LAATU

Standardi SFS-EN ISO 9000:2015 määrittelee käsitteen laatu seuraavasti:

”Laatua painottava organisaatio edistää kulttuuria, jonka luoma käytös, asenteet, toiminnot ja prosessit tuottavat arvoa täyttämällä asiakkaiden ja muiden olennaisten sidosryhmien tarpeet ja odotukset. Organisaation tuotteiden ja palveluiden laatu määräytyy sen mukaan, mikä on niiden kyky täyttää asiakkaiden vaatimukset ja mikä on niiden tarkoitettu ja tahaton vaikutus olennaisiin sidosryhmiin. Tuotteiden ja palvelujen laatuun sisältyy niiden käyttötarkoituksen ja toimivuuden lisäksi myös asiakkaan kokema arvo ja niistä saama hyöty.” (SFS Ry, 2015)

Laatu ei kuitenkaan ole yksiselitteisesti määriteltävä käsite. Näkökulma, josta käsitettä arvioidaan, vaikuttaa arvioinnin tulokseen. Laatu-sana on lisäksi jossain määrin sidoksissa kieleen ja kulttuuriin. Sen pohjana on useissa kielissä (esim. englanti (quality) ja saksa (qualität)), latinan kielen *qua litas*, joka tarkoittaa kysymystä minkälainen. Laatu-sanalla itsessään on positiivinen kaiku esimerkiksi englannin kielessä ja etenkin Yhdysvalloissa kuluttajat tarkoittavat sanalla nimenomaan hyvää laatua. Toki myös Suomessa puhemielessä esim. käsitteeseen laatuauto yhdistetään helposti joitakin tiettyjä automerkkejä. (Andersson, 1997, s. 16)

Laadulla on siis monia merkityksiä. Näin ollen tulee ottaa huomioon eri näkökulmien vaikutus merkitykseen. Laatua voi tarkastella esimerkiksi tuotantoperusteisen laatukriteerin, tuoteominaisuuksien, asiakasmielipiteen tai arvon perusteella. (Andersson, 1997, s. 17)

Philip B. Crosby'n näkemys on, että laatua tulee pystyä mittaamaan, jotta laadukkaiden tuotteiden valmistaminen on mahdollista. Crosby'n määritelmän mukaan ”laatu on yhteensopivuus vaatimuksiin tai normeihin”. Mainitut vaatimukset tarkoittavat tuotesuunnittelun asettamia ominaisuuksia, kuten mittatoleransseja. Nämä toleranssit ovat keskeisiä tuotantoperusteisessa laatukriteerissä. Tuotteen kaikkien mittojen ei tarvitse olla täsmälleen samoja. Riittää, että vaihtelu on asetetuissa rajoissa, jotta kappaleet ovat hyväksyttävissä. Tässä tapauksessa laatu tarkoittaa nimenomaan tuotteiden yhdenmukaisuutta. (Andersson, 1997, ss. 19-20)

Tuoteominaisuuksiin perustuva laatumääritelmä tarkoittaa tuotteiden tai palvelujen tietyn mitattavissa olevan muuttujan funktiota. Laatueroja saadaan esim. vertaamalla eri valmistajien tuotteiden tarkasteltavaa muuttujaa. Tällaisia tuoteominaisuuteen perusteisia kriteereitä voivat olla koneistuskeskuksen työkalun vaihto-aika tai auton moottorin sylinterien lukumäärä. Näillä on usein suora vaikutus tuotteen hintaan. Ongelmaksi muodostuu se, etteivät tuotteen yksittäiset ominaisuudet anna välttämättä riittävää kokonaiskuvaa, jolloin mielikuva hyvästä laadusta saattaa olla subjektiivinen. (Andersson, 1997, ss. 17-18)

Asiaksmielipiteeseen perustuvat laatuksiteerit tarkoittavat sitä, että asiakas on itse määrittänyt sopivat laatuksiteerit. Asiaksmielipiteeseen perustuvaa laatua on määrittänyt vuonna 1974 Joseph M. Juran seuraavasti: "Laatu on tuotteen sopivuus tarkoitukseensa asiakkaan kannalta". Tämän määritelmän myötä muodostuu ongelmaksi, mistä ja miten tieto jonkin tuotteen sopivuudesta saadaan. Voidaan ajatella niinkin abstraktin käsitteen kuin laatu luonnetta matemaattis-tekni-senä tilastollisena ilmiönä, jossa kussakin tilanteessa vertaillaan mitattavissa olevien laatusuureiden arvoja. Tilastollisesti laatua on toki käsitelty paljonkin, mutta enimmäkseen laatuvirheitä laadun mittaamisen sijaan. (Andersson, 1997, ss. 18-19)

Arvoperusteisesti laatu voidaan määrittää kaavalla

$$arvo = \frac{laatu}{hinta} \quad (1)$$

jonka perusteella voidaan todeta, että korkealaatuinen tuote saattaa olla samanhintainen kuin kilpailijan, mutta tuotteella on joko enemmän ominaisuuksia tai ne ovat parempia. Korkealaatuinen tuote voi olla ominaisuuksiltaan myös vastaava kuin kilpailijan, mutta hinta on alhaisempi. (Andersson, 1997, s. 19)

3.1 Laatuksustannukset

Laatuksustannukset ovat keskeinen asia puhuttaessa laadusta organisaatioissa. Laatuksustannukset on helposti mahdollista ymmärtää väärin, sillä huono laatu aiheuttaa eniten kustannuksia ja laatuosaston palkkakulut ovat ainoat välttämättömät laadusta aiheutuvat kulut. Useimmiten laatuksustannukset ovat seurausta itse virheistä sekä niiden paikallistamisesta ja korjaamisesta (Andersson, 1997, ss. 31-32). Laatuksustannuksia ei myöskään välttämättä organisaatiossa osata määrittää oikein. Riippuu paljon organisaation panostuksesta laadunhallintaan ja laatujohtamiseen, kuinka tarkasti laatuksustannukset pystytään ja onnistutaan määrittämään. Philip Crosby esittää teoksessaan Laatu on ilmaista (1986) laatujohtamisen kypsyyssuulokossa tilanteen organisaatiossa, jossa laatua ei nähdä johtamisen apuvälineenä eikä tiedetä laatuksustannuksia. Tällöin laatuksustannusluku voi olla jopa viidennes organisaation myynnistä. Organisaatiota kuvaa lausunto: "Emme tiedä, miksi meillä on laatuongelmia." (Crosby, 1986, ss. 40-41)

Vastaavasti, mitä suuremmaksi tietoisuus laatujohtamisen merkityksestä organisaatiossa nousee, sitä paremmin osataan ottaa huomioon myös välillisiä laatuksustannuksia ja arvio kustannuksista lähe-nee todellisuutta. Optimaalitalanteessa, jossa asiat tehdään ns. kerralla valmiiksi -periaatteella, organisaation ainoat laatuksustannukset ovat laatuosaston palkat ja mittaus- ja testauskustannukset. Täl-löin yhteenvetona organisaation laatuasteesta voidaan sanoa: "Tiedämme, miksi meillä ei ole laatuongelmia." (Crosby, 1986, ss. 37-38, 40-41)

Näiden tapausten välillä on eri vaiheita, joissa ei tarkkaan pystytä nimeämään kaikkia laatuun jollain tavoin liittyviä kustannuksia. Esimerkiksi Crosbyn mainitsemassa toisessa vaiheessa, ns. heräämisvaihe, laatuksustannuksiin lasketaan vain virheellisen tuotteen korvaaminen uudella tuotteella, jolloin

unohdetaan suurin osa kustannuksista, kuten työtunnit ja käsittely. Mahdollista on myös "taantuminen" aiempaan vaiheeseen, jos organisaation parantunutta laatua aletaan pitää itsestäänselvyytenä ja laatujohtamista aletaan laiminlyödä. (Crosby, 1986, ss. 34,37)

3.2 Laatufilosofiat

W. Edwards Deming, Joseph M. Juran, Philip B. Crosby, Armand V. Feigenbaum ja Kaoru Ishikawa ovat laatuguruiksikin kutsuttuja kansainvälisesti merkittävimpiä laatufilosofioiden kehittämisessä meritoituneita henkilöitä. Heistä Deming oli ainoa, joka jätti laatuksiteensä määrittelemättä tarkasti. (Andersson, 1997, s. 22)

3.2.1 W. Edwards Deming

Demingin filosofiassa vaihtelu on suurin syy huonoon laatuun. Näin ollen parannuksiin olisi pyrittävä tuotteiden suunnittelun ja valmistuksen vaihtelua ja epävarmuutta vähentämällä. Demingin mukaan kehitystoiminnan perusta on prosessien tilastollisuuden ymmärtäminen. Organisaation johdolla on Demingin ajattelutavassa erittäin suuri merkitys ja hän esittääkin, että prosessien vaihteluun johtavista syistä 90 % (luonnolliset ja/tai yleiset syyt) on johdon vastuulla. Loput (ulkoiset- ja/tai erityisyyt) työntekijöiden tulisi itse tunnistaa ja korjata. (Andersson, 1997, s. 22)

Kritiikkiä Demingin filosofia on saanut konkreettisten ohjeiden ja työkalujen puuttumisesta. Filosofian soveltumisessa länsimaiseen kulttuurin on ollut myös ongelmia, sillä käyttäytymistutkimusten mukaan länsimainen ja japanilainen työntekijä tarvitsevat eri asioita työmotivaationsa löytämiseen. (Andersson, 1997, s. 23)

Deming on listannut "seitsemän kuolemantautia" eli seitsemän teesiä, jotka määrittelevät syitä, joiden vuoksi organisaatiot jättävät laadun parantamisen liian vähälle huomiolle ja, jotka ajan kuluessa aiheuttavat merkittävää taloudellista tappiota. Nämä seitsemän teesiä ovat:

- Päämäärien pysyvyyden puute
 - Tehdään lyhyen tähtäimen suunnitelmia ja laatufilosofiat halutaan jättää pois yrityskulttuurista.
- Lyhyen aikavälin liikevoitot
 - Laadun merkitystä aliarvioidaan, pyritään vain neljännesvuosituloksen lisäykseen.
- Toiminnan arviointi, vuosittainen suorituskyvyn katselmus
 - Demingin mukaan arvioinnit pilaavat tiimityöskentelyn ja lisäävät pelkoa.
- Yritysjohdon vaihtuvuus
 - Johtajat, jotka vaihtuvat usein eivätkä tunne yrityksiä, ovat kyvyttömiä tekemään pitkällä aikavälillä laadun parantamiseen tähtäviä projekteja.
- Yrityksen johtaminen vain tilinpäätösluvuilla
 - Ei tunneta tärkeitä johtamiseen tarvittavia indeksejä, esim. asiakastytyväisyys.
- Liialliset työntekijöiden terveydenhoitokulut

- Nostavat kustannustasoa.
- Suuret takuu- ja asianajajakustannukset (Andersson, 1997, s. 23)

3.2.2 Joseph M. Juran

Juran on tunnetuimpia laatualan asiantuntijoita. Hän on julkaissut yhden alan luetuimmista ja referoiduimmista teoksista: The Quality Handbookin (1951). Juran painottaa opeissaan nk. laatutrilogiaa (Quality Trilogy) eli kolmea laatu prosessia. Ensimmäinen prosessi on laadun suunnittelu eli laatu tavoitteiden täyttämiseen valmistautuminen. Toisessa prosessissa eli laadun ohjauksessa pyritään laatu tavoitteet saavuttamaan prosessin aikana. Kolmas prosessi on laadun parantaminen, joka tarkoittaa pyrkimistä ennen saavuttamattomille toiminnan tasoille. (Andersson, 1997, s. 24)

Asiakaslähtöisyys on tärkeää laadun suunnittelussa. Tulee siis aina määrittää prosessin sisäiset ja ulkoiset asiakkaat. Jokaisessa vaiheessa organisaation, osaston tai yksittäisen työntekijän on tiedettävä, kuka asiakas milloinkin on. Näiden asiakkaiden tarpeiden mukainen tuotekehitys on laadun kannalta olennaista. (Andersson, 1997, s. 24)

3.2.3 Philip B. Crosby

Crosbyn opetuksia käsiteltiin pintapuolisesti jo aiemmin, mutta syvennetään filosofiaa vielä hieman. Crosbyn filosofiasta voidaan nostaa keskeisimmiksi asioiksi jo aiemmin mainittu määritelmä: "laatu tarkoittaa yhteensopivuutta vaatimusten kanssa" sekä väitteet: laatuongelmia eikä -taloutta ole olemassa, laadun kustannus on ainoa suoritusindeksi ja nollavirhetaso on ainoa tavoite. (Andersson, 1997, s. 25)

Crosbyn määritelmän mukaan laatu tarkoittaa siis vaatimustenmukaisuutta. Väärinkäsitysten mahdollisuuden eliminoimiseksi on asetettava selkeät vaatimukset. Kun nämä vaatimukset ovat tiedossa, mitataan laatu vertaamalla vaatimuksia ja todellisuutta. Mikäli tuote ylittää toleranssit, on laatu puuttellista. (Andersson, 1997, s. 25)

Crosbyn filosofian mukaan laatuongelmia ei ole olemassa, vaan sen sijaan on esim. suunnittelu-, tuotanto- tai mittausongelmia. Organisaation laatu ei siis synny laatuosastolta, vaan heidän tehtävään on laadunmittaus ja -raportointi. (Andersson, 1997, s. 25)

Halvin tuotantotapa on "kerralla valmiiksi" -periaate. Se, että asioita ei osata tehdä ensimmäisellä kerralla oikein, johtaa laatu kustannuksiin. Laadun kustannusten täytyy olla mitattavissa ja tulokset käsiteltävissä. Näiden avulla voidaan arvioida organisaation toiminnan arviointiin esim. löytää kehityskohteita. (Andersson, 1997, s. 25)

Nollavirheperiaatteen lähtökohtana on virheiden korjaamisen sijaan niiden välttäminen. Crosby esittää kirjassaan Laatu on ilmaista (1986) hyvän esimerkin "kerralla valmiiksi"- ja nollavirheperiaatteisiin liittyen. Esimerkkinä hän käyttää lentomatkustamista. Normaalioloissa kapteeni on lentokonees-

sa mukana. Mikäli jokin menee pieleen, kapteenia odottaa sama kohtalo kuin matkustajia. Näin ollen hän pyrkii huolehtimaan jokaisesta yksityiskohdasta. Entä jos oletetaan, että lentokoneen ohjaus tapahtuisi toimistorakennuksesta kauko-ohjauksella? Kapteenille ei kävisi kuinka, vaikka kone putoisikin. Tällaisessa tapauksessa matkustajat haluaisivat varmasti vaatia pätevintä mahdollista ammattitaitoa, jotta kaikki lennon vaiheet onnistuisivat kunnolla, ja ensimmäisellä kerralla. (Crosby, 1986, ss. 23-24)

Tämä esimerkki kuvaa hyvin sitä, kuinka helppo laatujohtaminen on jättää liian pienelle huomiolle, jolloin mahdollisuus virheiden syntymiseen kasvaa. Hyvällä suunnittelulla virheet kuitenkin olisivat vältettävissä eikä turhia kustannuksia pääsisi syntymään.

3.2.4 Armand V. Feigenbaum

1950-luvulta saakka laadun parissa vaikuttanut Feigenbaum on iskostanut yhdysvaltalaisen organisaatioiden toimintaan kokonaisvaltaisen laadunohjauksen. Feigenbaumin filosofiaa voidaan käsitellä kolmena askeleena laatuun. Ensimmäinen on laatujohtajuus. Yritysjohdon tulee pyrkiä jatkuvasti suunnitelmallisuuden kautta tekemään töitä laadun eteen. Modernit laatu-tekniikat ovat Feigenbaumin filosofian toinen askel. Organisaation eri tahojen, kuten tuotannosuunnittelun ja valmistuksen, täytyy pystyä ratkaisemaan laatuongelmia, sillä laatuosasto ei yksin siihen pysty. Viimeinen askel on organisaation sitoutuminen. Tämä pitää sisällään henkilöstön koulutusta ja motivointia. Myös laadun tärkeyden korostaminen huolellisella suunnittelulla kaikissa toiminnoissa saa henkilöstön ymmärtämään sen merkityksen. (Andersson, 1997, s. 26)

3.2.5 Kaoru Ishikawa

Pitkäaikainen Tokion yliopiston konetekniikan professori Kaoru Ishikawa oli yksi merkittävimmistä japanilaisten laatustrategioiden luojaista ja hänen panostaan japanilaisen teollisuuden arvostuksessa ei voi liikaa korostaa. Syy-seurauskaavio eli kalanruotokaavio on Ishikawan luoma ja erittäin laajalti käytetty. Ishikawan filosofiassa on kahdeksan keskeistä elementtiä:

- "Laatu alkaa koulutuksella ja loppuu koulutuksella.
- Ensi askel laatuun on asiakkaiden tarpeiden ja vaatimusten tunteminen.
- Poista ongelmien perussyyt, älä oireita.
- Älä sekoita keinoja ja tavoitteita.
- Laadunvarmistus on kaikkien osastojen ja työntekijöiden asia.
- Aseta laatu ensimmäiseksi ja tähtäimeksi pitkän aikavälin voitot.
- 95 % yritysten ongelmista voidaan poistaa yksinkertaisilla ongelmanratkaisutyökaluilla.
- Numeerinen tieto ilman hajontatietoa on käyttökelvotonta." (Andersson, 1997, ss. 26-27)

Monet näistä laatu- gurun filosofioista sisältävät samankaltaisuuksia, toisissa hieman eri painotuksella. Toki samankaltaisuutta löytyy varmasti sen takia, että keinot ovat toimivia. Myös monet näistä opeista tuntuvat nykypäivän teollisuudessa jo itsestään selvyyksiltä, mutta ne eivät sitä välttämättä olisi, ellei joku olisi niitä keksinyt ja alkanut painokkaasti ajamaan eteenpäin. Laatu- filosofioita yhdistävinä tekijöinä korostuvat laatusuunnittelu ja -johtaminen, laadunmittaus ja asiakas- keskeisyys.

3.3 Laadunhallinnan periaatteet

Laadunhallinnan periaatteisiin kuuluvat SFS-EN ISO 9000:2015 -standardin määritelmän mukaan asiakaskeskeisyys, johtajuus, ihmisten täysipainoinen osallistuminen, prosessimainen toimintamalli, järjestelmällinen johtamistapa, parantaminen, näyttöön perustuva päätöksenteko ja suhteiden hallinta. (SFS Ry, 2015, s. 8) Näiden periaatteiden pohjalta laadunhallintajärjestelmää voidaan alkaa rakentamaan.

Asiakaskeskeisen ajattelutavan tarkoituksena on täyttää asiakkaan asettamat vaatimukset. Asiakkaiden sekä muiden sidosryhmien luottamuksen saavuttamalla ja säilyttämällä organisaation on mahdollista saavuttaa jatkuvaa menestystä. Tärkeimpiä hyötyjä ovat paremmasta asiakastytyväisyydestä syntyvä asiakasuskollisuus, joka johtaa organisaation paremman maineen myötä suurempaan asiakaskuntaan ja edelleen suurempiin tuottoihin ja markkinaosuuksiin. Tämän ketjun syntyminen edellyttää mm. asiakkaiden tarpeiden ja odotusten ymmärtämistä, asiakastytyväisyyden mittaamista, seurantaa ja mahdollisten tarpeellisten toimenpiteiden suorittamista sekä aktiivista asiakassuhteiden hallintaa. (SFS Ry, 2015, ss. 8-9)

Johtajuuden rooli laadunhallinnassa on määritellä organisaatiolle yhteinen tarkoitus ja suunta, jotta kaikki työntekijät saadaan osallistumaan laatutavoitteiden saavuttamiseen. Hyvän johtajuuden ja koko organisaation osallistumisen mahdollistamia hyötyjä ovat tehokkaampi laatutavoitteiden saavuttaminen, prosessien parempi koordinointi sekä organisaation sisäisen viestinnän parantuminen. (SFS Ry, 2015, ss. 9-10)

Ihmisten täysipainoinen osallistuminen on tärkeää, jotta organisaatio saavuttaa paremman kyvyn luoda ja tuottaa arvoa. Tähän päästään, kun jokainen organisaation jäsen kokee olevansa kunnioitettu, hänelle annetaan tunnustusta ja hänen pätevyyttään lisätään. Myös vaikutusmahdollisuudet tukevat laatutavoitteiden saavuttamista. Saavutettavia hyötyjä ovat parempi laatutavoitteiden ymmärtäminen, organisaatioon kuuluvien ihmisten yksilökohtainen kehittyminen sekä tyytyväisyyden lisääntyminen. (SFS Ry, 2015, s. 10)

Prosessimaisen toimintamallin avulla on saavutettavissa tehokkaammin johdonmukaiset ja ennustettavissa olevat tulokset. Prosessimaiseen toimintamalliin päästään, kun prosesseja ja niiden välisiä suhteita hallitaan järjestelmänä. Kun organisaatiossa ymmärretään tämän järjestelmän toiminta, voidaan sen suorituskyky optimoida. (SFS Ry, 2015, s. 11)

Parantaminen on tärkeää menestyville organisaatioille, jotta ne pystyvät ylläpitämään suorituskyvynsä tason, reagoimaan muutoksiin olosuhteissa ja luomaan uusia mahdollisuuksia. Tämän myötä organisaatiossa pystytään panostamaan ongelmien syiden selvittämiseen, jolloin päästään tekemään virheitä ehkäiseviä ja korjaavia toimenpiteitä. Hyötynä saavutetaan prosessien suorituskyvyn, organisaation toimintakyvyn sekä asiakastytyväisyyden paranemista. Toimenpiteinä parantamiseen voidaan kehittää prosesseja, joiden tarkoitus on toteuttaa parantamisprojekteja organisaatiossa ja seu-

rata, katselmoida ja auditoida ko. projektien vaiheita suunnittelusta lopputuloksiin. (SFS Ry, 2015, ss. 11-12)

Näyttöön perustuvilla eli datan ja informaation analysointiin perustuvilla päätöksillä päästään todennäköisemmin tavoiteltuihin tuloksiin laadunhallinnassa. Päätöksentekoon liittyy usein monenlaisia lähtötietoja sekä niiden mahdollisesti subjektiivista tulkintaa. Tällöin olisi hyvä ymmärtää syy-seuraussuhteet, jotka faktoja ja näyttöjä tarkastelemalla sekä dataa analysoimalla, johtavat objektiivisempaan päätöksentekoon. Kun näyttöä hyödynnetään, saadaan päätöksentekoprosessi paranemaan ja operatiivinen vaikuttavuus ja tehokkuus paranemaan. Halutulla tavalla näyttöä pystytään hyödyntämään, kun riittävän täsmällinen ja luotettava data ja informaatio asetetaan siihen liittyvien oikeiden henkilöiden saataville. Lisäksi mittauksilla seurataan organisaation tärkeimpiä suorituskykyä kuvaavia indikaattoreita. (SFS Ry, 2015, ss. 12-13)

Suhteiden hallinta vaikuttaa olennaisesti organisaation suorituskykyyn. On tärkeää hallita suhteita olennaisiin sidosryhmiin, kuten toimittaja- ja yhteistyökumppaniverkostoihin, sillä suhteiden hallinta on yksi osa-alue jatkuvan menestyksen saavuttamisessa. Suhteiden hallinta auttaa saavuttamaan hyvin hallitun toimitusketjun, joka puolestaan pystyy tasaisesti tuottamaan tuotteita. Tähän päästään, kun olennaiset sidosryhmät ja niiden suhde organisaatioon, on määritelty ja hallintaa tarvitsevat sidosryhmäsuhteet priorisoitu. Olennaisia sidosryhmiä voidaan myös kannustaa parannuksiin antamalla niiden saavuttamisesta tunnustusta. (SFS Ry, 2015, ss. 13-14)

Laadunhallinnan periaatteissa voidaan nähdä selkeitä yhtäläisyyksiä ja vaikutteita aiemmin käsiteltyihin laadugurujen opetuksiin. Standardissa toki asioita on pyritty konkretisoimaan esittämällä keinoja, joilla asetettuihin tavoitteisiin päästään. Laadugurujen opit kun olivat tietyiltä osin melko teoreettisia ja jättivät varaa eri tulkinnoille.

3.4 Laadunhallintajärjestelmä

Standardissa SFS-EN ISO 9000:2015 laadunhallintajärjestelmä määritellään seuraavasti:

”Laadunhallintajärjestelmä kattaa toiminnot, joilla organisaatio määrittelee tavoitteensa ja määrittää prosessit ja resurssit, joita tarvitaan haluttujen tulosten saavuttamiseen.

Laadunhallintajärjestelmällä hallitaan vuorovaikutteisia prosesseja ja resursseja, joita tarvitaan arvon ja tulosten tuottamiseen olennaisille sidosryhmille. Laadunhallintajärjestelmän avulla ylin johto voi optimoida resurssien käytön ottaen huomioon päätöksensä seuraukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä

Laadunhallintajärjestelmän avulla voidaan päättää, kuinka käsitellään tuotteiden ja palvelujen tuottamiseen tarkoitettuja ja tahattomia seurauksia.” (SFS Ry, 2015, s. 7)

Laadunhallintaan kuuluvia käsitteitä ovat laadunvalvonta, laadunohjaus, laadunvarmistus, laatupolitiikka ja laatujohtaminen. Laadunhallintajärjestelmän dokumentointiin kuuluvat järjestelmäkuvaukset eli laatuksikirja sekä menettely- ja työohjeet. (Andersson, 1997, s. 106)

Laadunvalvonta käsittää laatuvirheiden havaitsemisen ja niiden mahdolliset korjaustoimenpiteet. Laadunohjaukseen liittyy mitatun tiedon perusteella tapahtuva prosessin ohjaaminen. Laadun varmistuksella tarkoitetaan kaikkia organisaation eri toimenpiteitä halutun laadun varmistamiseksi. Laatupolitiikka kuvaa organisaation suunnitelmia laadun kannalta pidemmällä aikavälillä. Laatujohtaminen määrittyy organisaation johdon laatupolitiikan toteutukseen käytettävistä menetelmistä. (Andersson, 1997, s. 106)

Laadunhallintajärjestelmän dokumentointi on hyvä tapa esittää ulkopuolisille sidosryhmille organisaation laadunohjauksen toimintatavat. Usein organisaatiossa on käytössä joitakin laadunhallintajärjestelmän osia ja ne on asetettu vastaamaan organisaation omia tarpeita. Dokumentoituja ohjeita on suositeltavaa tehdä vain niistä aiheista, joille todella on tarve ja joiden puuttumisen vuoksi laatua ei täysin saavutettaisi. (Andersson, 1997, ss. 106-107)

Järjestelmän rakentaminen suureksi ja kaikki yksityiskohdat sisältäväksi on toki mahdollista, mutta tällöin vaarana on, että olennaisimmat asiat jäävät pienten yksityiskohtien varjoon. Tästä voi seurata se, että henkilöstö kokee organisaation laadunhallinnan negatiivisena ja turhauttavana, jolloin osallistuminen laatutavoitteiden saavuttamiseen voi muuttua vastentahtoiseksi. Hyvin ja riittävän yksinkertaiseksi rakennettu laadunhallintajärjestelmä toimii erinomaisena organisaation johdon työkaluna. Sen avulla saadaan organisaation strategiat ja suunnitelmat kaikille organisaation tasoille. (Lecklin, 2006, s. 33)

Dokumentointi vaatii paljon työtä ja aikaa, mutta sen tekemisestä on myös selkeitä hyötyjä. Oikein tehtynä dokumentoinnilla voidaan täyttää laadunhallintajärjestelmästandardin tavoitteet ja järjestelmää on helpompi parantaa ja muokata tulevaisuudessa. Vastuut ja henkilöstön tehtävät on määriteltävä selkeästi. Laatukäsikirjan avulla materiaalitoimittajat saavat helposti tiedon organisaation vaatimista laadusta sekä vastaanottotarkastuksista. Tärkeä tekijä on toki myös se, että hyvin dokumentoitu laadunhallintajärjestelmä antaa vanhoille ja mahdollisille uusille asiakkaille osviittaa siitä, että organisaatio todella näkee vaivaa saavuttaakseen halutun laadun. (Andersson, 1997, s. 107)

Laatukäsikirjan tulee muodostaa kokonaiskuva organisaation laadunhallintajärjestelmästä ja menetelmistä, joilla laadunohjaus toteutetaan. Asiakkaalle tulisi selvittää organisaation laatutavoitteiden vastaavan asiakkaan tarpeita. (Andersson, 1997, s. 108) Laatukäsikirjan ei ole tarpeen olla kirjamuodossa. Oleellista on, että dokumentit saadaan tarvittaessa tulostettua. Laatukäsikirja on myös käytännöllinen koulutettaessa ja perehdytettäessä uutta henkilöstöä. Laatukäsikirjan tulee olla päivitettävissä, mutta tavoite on, ettei sitä tarvitse jatkuvasti päivittää, vaan siihen liittyvät usein muuttuvat ohjeistukset löytyvät linkitettyinä laatukäsikirjasta. (Lecklin, 2006, ss. 31-32)

Menettelyohjeet kuvaavat prosesseissa noudatettavia oikeita menettelytapoja. Näiden ohjeiden tulee olla yksiselitteiset ja kustakin toimesta vastuussa oleva henkilö on nimettävä. Hyvin tehdyt menettelyohjeet ovat näyttöä asiakkaalle siitä, että organisaation toimintaa on suunniteltu tehokkuuden ja taloudellisuuden näkökulmista. (Andersson, 1997, s. 108)

Työohjeet ovat laadunhallintajärjestelmän yksityiskohtaisimmin määriteltyjä dokumentteja, joissa kuvataan työtehtävien suorittamisen tavat. Ohjeistus voi olla hyvin spesifisesti esitetty tai yleisempi mahdollisten yksinkertaisempien työtehtävien osalta. (Andersson, 1997, ss. 108-109)

4 JÄLJITETTÄVYYS

SFS-EN ISO 9001:2015 –standardissa määritetään, että tuotteiden ja palveluiden vaatimustenmukaisuuden varmistamisen ollessa tarpeen organisaation tulee yksilöidä tuotteet sopivia keinoja käyttäen. Tuotteiden on oltava tunnistettavissa kaikissa tuotantovaiheissa. Mikäli edellytetään, että tuotteet ovat jäljitettävissä, tulee organisaation hallita yksittäisen tuotteen tunnistettavuutta. Lisäksi jäljitettävyyden mahdollistava dokumentoitu tieto on säilytettävä. (SFS Ry, 2015, s. 25)

4.1 Merkitsemismenetelmät

Erilaisia materiaalien merkitsemismenetelmiä on olemassa useita. Kullakin menetelmällä on etunsa tietynlaisessa tuotannossa. Menetelmää valittaessa tulee ottaa huomioon, millaiseen tuotantoon se ollaan ottamassa käyttöön. Suuren volyymin massatuotantoon, jossa halutaan juokseva ja yksilöivä sarjanumero tuotteisiin, ei kannata valita käsikäyttöistä leimasinta, vaan automatisoitu ja tuotantolinjaan integroitu laser olisi todennäköisesti järkevin valinta.

4.1.1 Pistemerkinä

Pistemerkinä periaate on, että karbidi- tai timanttipiirrin iskee sähkömekaanisesti merkitsemispintaa vasten. Lopputuloksena syntyy sarja pisteitä, jotka voivat muodostaa numeroita, tekstiä, logon tai 2D-datamatriisikoodin, esimerkiksi QR-koodin. Jokainen piste on seurausta pulssitetusta virrasta, joka kulkee solenoidin läpi ja iskee magneetin kohti merkitsemispintaa. Tämän jälkeen piirrin palaa aloitusasemaan odottamaan seuraavaa pulssia. Yksittäisen pulssin esiintyessä vain sekunnin murtoosan ajan 2D-datamatriisi koon mukaan voi valmistua sekunneissa. (SIC Marking, 2016)

Pistemerkinä etuja ovat edulliset käyttökustannukset, nopea ja tarkka työnjälki sekä merkitsemiseen soveltuvien materiaalien laaja kirjo. Merkinäsyvyyttä ja -voimaa pystytään säätämään merkitävän materiaalin kovuuden mukaan. (SIC Marking, 2016)

Kansainväliset laatujärjestelmät vaativat yksilöllistä komponenttien tunnistusta. Pistemerkinä onkin laajalti käytetty auto- ja lentokoneteollisuudessa, jossa on tiedettävä tarkkaan, mistä mikäkin komponentti ja kokoonpano on peräisin. Pistemerkinä sopiessa lähes minkä tahansa materiaalin pinnan pysyvään merkinä sitä käytetään useilla eri teollisuuden aloilla kuten maatalouskoneiden merkinässä, öljyteollisuudessa, metalliteollisuudessa, elektroniikkakomponenteissa, rakennustarvikkeissa ja logistiikka-alalla. (SIC Marking, 2016)

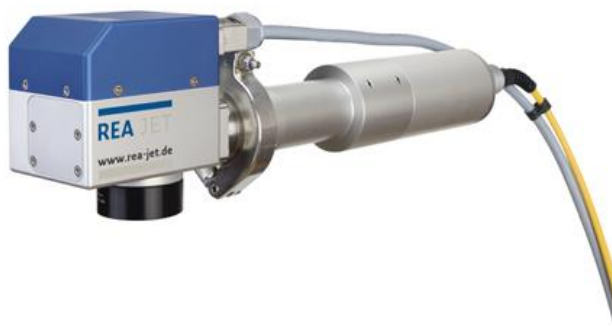
Pistemerkinälaitteita on saatavilla kiinteinä työpisteinä, integroituna ja automatisoituna tuotantolinjassa sekä kannettavina käsikäyttöisinä yksiköinä (kuva 2) (SIC Marking, 2016).



KUVA 2 Käsikäyttöinen pistemerkintälaitte (Markator, 2016)

4.1.2 Lasermerkintä

Lasermerkintä materiaaleihin tapahtuu optisesti hyödyntämällä laserin valoa. Pehmeämmille materiaaleille kuten kumille tai muoville riittää CO₂-laser. Koville materiaaleille, kuten metalleille, tarvitaan kuitulaser (kuva 3). Se mahdollistaa materiaalin merkinnän ilman kontaktia ja vahingoittamatta materiaalin pintaa. Kuitenkin, mikäli merkintään käytetty aika on riittävän pitkä ja laserin teho on riittävän suuri, tulee merkinnästä syvämpi. Laserilla saavutetaan erittäin tarkka resoluutio ja halutun koodin merkintä tapahtuu nopeasti. Laser on helposti sovellettavissa merkitsemään joko vaihtuvaa koodia, kuten yksilöllistä tuotekoodia tai pysyvää sarjakohtaista koodia. Laserin käyttömahdollisuudet ovat enimmäkseen suuren volyymin tuotteissa integroituna tuotantolinjaan. Laserin käyttöä rajoittaa sen matala toleranssi pinnan epätasaisuuksiin ja -puhtauksiin. Laser muodostaa myös lämpöä ja kaasuja, jotka voivat olla haitallisia työympäristössä. (Muototerä, 2013), (DPI Coding, 2015)



KUVA 3 Kuitulasermerkintälaitte (REA. Elektronik GmbH, 2016)

4.1.3 Mustesuihkumerkintä

Mustesuihkumerkinässä nimensä mukaisesti tulostimella suihkutetaan haluttu koodi, päiväys, logo tai muu tunnus materiaalin pintaan. Muste suihkutetaan ilman kontaktia kappaleeseen. Menetelmällä saavutetaan teollisuuden tarpeisiin yleensä riittävän tarkka resoluutio. Mustesuihkumerkintää käytetään yleensä automatisoituna vaihtoehtona suuremman volyymin tuotannossa. Kustannuksia syntyy kuitenkin jatkuvasti, koska muste on kulutustavaraa.

On olemassa myös käsikäyttöisiä mustesuihkutulostimia (kuva 4), joiden avulla pystytään merkitsemään esimerkiksi yksittäisiä putkia. Menetelmänä tämä ei ole kovinkaan nopea, mutta tulostimet pystyvät merkitsemään putkiin pitkiäkin koodeja.



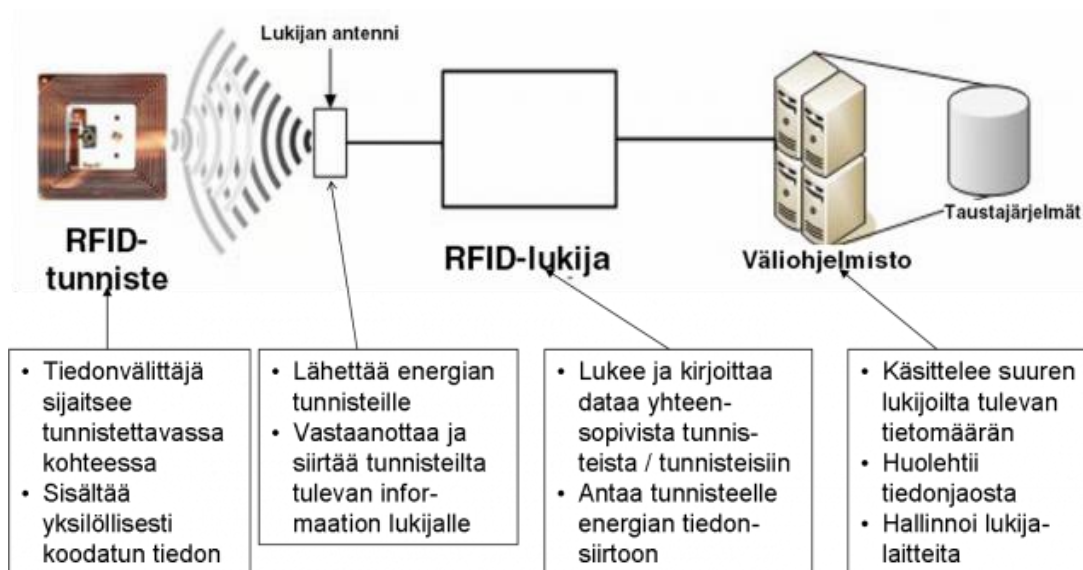
KUVA 4 Käsikäyttöinen mustesuihkutulostin (CYCJET, 2013)

4.1.4 Muut merkintälaitteet

Muita merkintään soveltuvia laitteita ovat erilaiset sähkökynät, käsikäyttöiset leimasimet ja merkintäsprayt. Näiden käyttö rajoittuu kohteisiin, joissa merkintätarve on vähäistä, koska asetusten sekä merkintöjen tekeminen laitteilla on hidasta. Sähkökynällä merkitseminen onnistuu melko nopeasti, mutta merkinnän selkeys ja luettavuus riippuu todella paljon käyttäjän käsialasta.

4.2 RFID-teknologia

RFID eli saattomuisti on yleisnimitys radiotaajuuksilla toimiville tekniikoille, joiden avulla pystytään tunnistamaan ja yksilöimään tuotteita. Haluttu tieto tallennetaan RFID-tunnisteeseen eli nk. tagiin. Tätä tietoa pystytään siten hyödyntämään käyttämällä RFID-lukijaa. RFID-tunnisteeseen kirjattua tietoa pystytään lukemisen jälkeen hyödyntämään taustajärjestelmän avulla (kuva 5). Taustajärjestelmä sisältää tarkemman tiedon kuin RFID-tunniste, joka sisältää useimmiten vain yksilöllisen koodin tai numerosarjan. (RFIDLab Finland Ry, 2016)



KUVA 5 RFID-tekniikan periaate (RFIDLab Finland Ry, 2016)

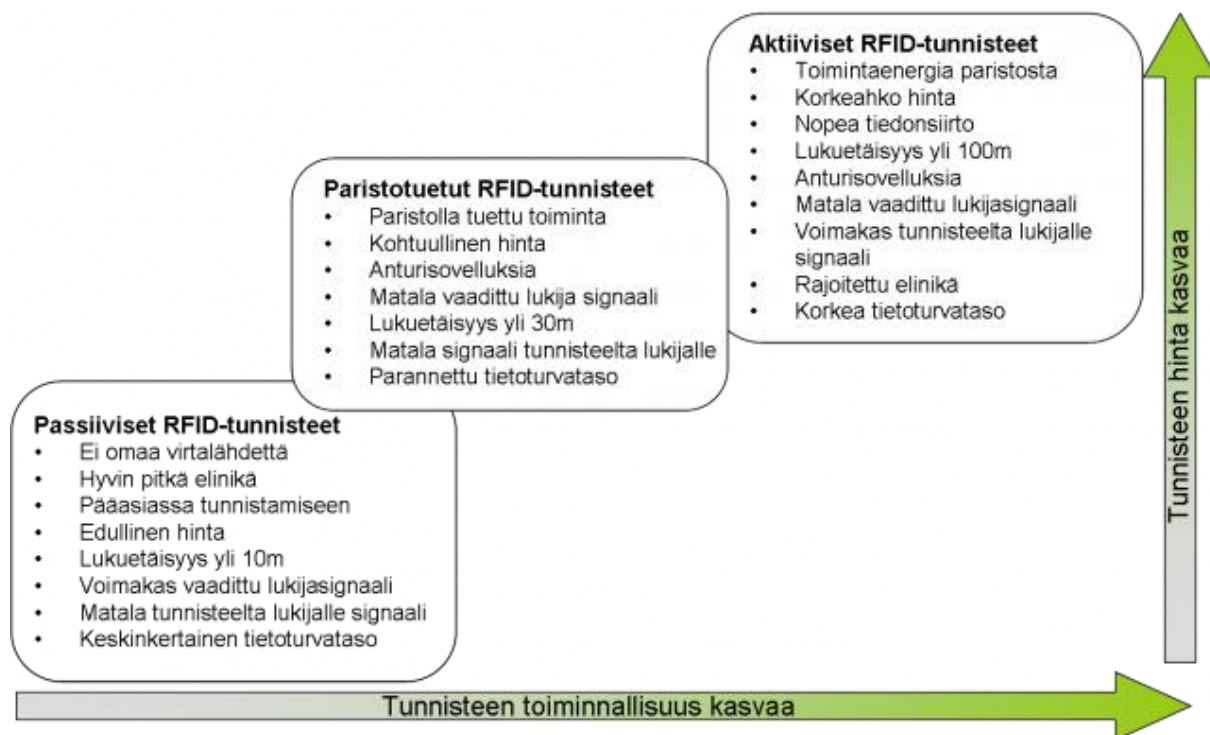
4.2.1 RFID-tunnisteet

RFID-tunnisteita on olemassa aktiivisia, semi-passiivisia ja passiivisia (kuva 6). Passiivitunnisteet eivät sisällä omaa virtalähdettä. Passiivisten RFID-tunnisteiden toimintaperiaate LF- ja HF- taajuusalueilla ei perustu varsinaisesti radioaaltojen välityksellä keskusteluun vaan siihen, että käytetyillä taajuusalueilla lukijan ja tunnisteen välillä muodostuu induktiivinen kytkentä. Tunniesten ja lukijan sisältämiä kuparisilmukoita, antennoja, käytetään induktiivisen kytkennän käämin muodostukseen. Jotamalla vaihtovirtaa antenniinsa lukija synnyttää oskilloivan magneettikentän halutulla taajuudella. Mikäli tunniesten käämi sijaitsee tarpeeksi lähellä, magneettikenttä indusoi tätä vaihtovirtaa käämiin. Tätä kautta tunniesten datan sisältävä siru saa virtansa ja muistissa olevaa dataa käytetään moduloimaan tunniesten käämin virtaa. Virran modulointi näkyy magneettikentän yli vaikuttaen lukijan antennin jännitteeseen. (RFIDLab Finland Ry, 2016)

UHF- ja mikroaaltotaajuusalueilla puolestaan lukijan ja tunniesten välinen keskustelu tapahtuu radioaaltoja hyödyntämällä. Lukija lähettää radioaaltoja antenninsa kautta tunniesten dipoliantennin vastaanottaessa ja heijastaessa aaltoja takaisin. Nämä heijastukset sisältävät tunniesten sirun datan. (RFIDLab Finland Ry, 2016)

Aktiivitunnisteet sisältävät oman virtalähteen. Näiden ominaisuuksiin kuuluu korkea tietoturvaso sekä pitkä lukuetaisyys, joka voi olla yli 100 metriä. Aktiivitunnisteen käyttöä rajoittava tekijä on korkea hinta. Myöskään käyttöikä ei yllä passiivitunnisteiden tasolle. Aktiivitunnisteiden käyttö rajoitunee tulevaisuudessa erikoiskohteisiin. (RFIDLab Finland Ry, 2016)

Semi-passiiviset tunnistet ovat paristolla tuettuja passiivisia tunnisteteita, eli ne eivät aktiivitunnisteen tapaan käy lukijan kanssa keskustelua radioaaltojen välityksellä, vaan tarjoaa passiiviseen RFID-tunnisteeseen nähden pidemmän lukuetaisyyden ja hieman paremman tietoturvan. (RFIDLab Finland Ry, 2016)



KUVA 6 RFID-tunnisteiden ominaisuudet (RFIDLab Finland Ry, 2016)

4.2.2 RFID-sovellukset

RFID-tekniikan hyödyntäminen on mahdollista erilaisissa kohteissa, koska tunnisteen lukeminen onnistuu nopeasti pitkänkin matkan päästä. Lisäksi useita tunnisteeita pystytään lukemaan kerralla ja ne pystytään suojaamaan siten, että ne kestävät pitkän ajan. Tunnisteesiin saadaan viivakoodeja enemmän tietoa paremmalla tietoturvalla. Viivakoodeihin verrattuna RFID-tunnisteet ovat monipuolisempia, koska ne pystytään yksilöimään jokaiselle tuotteelle. Viivakoodeilla taas pystytään yleensä erittelemään vain tietty tuotantoerä. RFID-tunnisteen sisältämä tieto pystytään myös tarvittaessa muuttamaan tai siihen tekemään lisäyksiä, mikä osaltaan pidentää niiden käyttöikää. Laadunvalvonnassa ja seurannassa RFID-tekniikka on hyvä apuväline. Sen avulla pystytään vähentämään materiaalihävikistä ja -virheistä aiheutuvia kustannuksia. Tiedon kerääminen prosesseista tapahtuu reaaliaikaisesti, jolloin tuotannon kustannustehokkuus ja tuottavuus paranevat ja tuotteiden alkuperä pystytään määrittämään. RFID-tekniikkaa on sovellettu useilla eri teollisuuden aloilla, kuten metalliteollisuudessa, autoteollisuudessa ja satamissa. (RFIDLab Finland Ry, 2016)

5 SOVELLETTAVA JÄLJITETTÄVYYSMENETELMÄ

Lähtökohtana materiaalin jäljitettävyyssmenetelmän kehittämiseen oli yrityksen halu kehittää laadunhallintajärjestelmäänsä. Tällä hetkellä yrityksen toimintakäsikirja ja sen sisältämä laatukäsikirja on laadittu SFS-EN ISO 9001:2008:n pohjalta. ISO 9001 -standardista on ilmestynyt päivitetty versio SFS-EN ISO 9001:2015 ja laatukäsikirjaa halutaan päivittää vastaamaan paremmin standardin vaatimuksia. Mikäli laadunhallintajärjestelmän vaatimuksiin pystytään vastaamaan tarpeeksi hyvin, on ISO 9001 -sertifiointi mahdollinen. Standardin vaatimusten täyttäminen on nykyisessä kilpailutilanteessa hyvä tapa kertoa sidosryhmille, olemassa oleville ja mahdollisille uusille, että yrityksessä panostetaan laatuun ja asioita hoidetaan kunnolla.

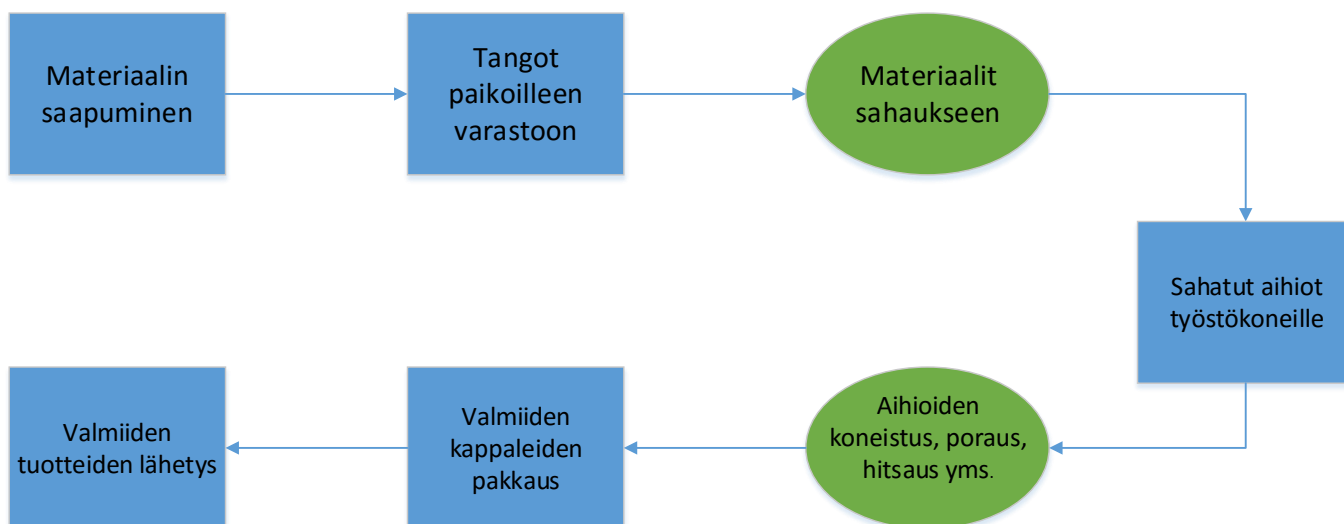
Jäljitettävyys on yksi osa ISO 9001:2015 -standardia. Standardin vaatimuksena on, että mikäli tuotteelta vaaditaan tunnistettavuutta, on sen oltava jäljitettävissä kaikissa tuotannon vaiheissa. Lisäksi jäljitettävydestä on oltava dokumentoitua tietoa.

Tämän pohjalta aloitettiin jäljitettävyyden kehittäminen Lapinlahden Koneistus Oy:ssä. Vaihtoehtoja kartoitettiin yhteistyössä yrityksen toimihenkilöiden ja tuotannon työntekijöiden kanssa.

5.1 Materiaalin virtaus ja käytössä olevat materiaalit

Työn alussa tarkasteltiin konkreettista materiaalien virtausta tuotannossa (kuvio 1). Ensimmäinen vaihe tässä on saapuvan materiaalin vastaanotto. Kun kuorma saapuu, varastonhoitaja ottaa sen vastaan, minkä jälkeen materiaalit asetetaan omille paikoilleen varastossa. Käytössä olevia materiaaleja on melko runsaasti ja niitä on varastoitu hieman eri paikkoihin. Osassa materiaaleista varastointipaikan määrittää käytön määrä, osassa taas materiaalin ominaisuuksien säilyttäminen. Joitakin harvemmin käytettyjä materiaaleja säilytetään katoksen alla tuotantotilojen ulkopuolella. Lähellä sahaussolua taas säilytetään enemmällä käytöllä olevia materiaaleja kuten kylmävedettyjä pyörötankoja.

Tuotteiden valmistus alkaa kun, saadun tilauksen pohjalta tehdyn työmääräimen mukaista materiaalia otetaan ahiopalveluun. Kustakin tangosta sahataan tarvittava määrä aihioita, jonka jälkeen mahdollisesti jäljelle jäänyt osa ahiomateriaalista laitetaan takaisin paikalleen. Ahiopalvelusta ahiot siirretään niille määritetylle työstökoneelle, jossa ne koneistetaan ja viimeistellään. Lopuksi tuotteet pakataan tilaajalle lähteväksi lähettämöön.



KUVIO 1 Prosessikaavio

5.2 Käytössä olevat merkintätavat

Nykyisin Lapinlahden Koneistus Oy:ssä käytössä oleva materiaalien merkintä perustuu pääasiassa värikoodaukseen (kuva 7). Materiaalitangon pääty on maalattu joko itse tai toimittajan toimesta tietyllä värillä, jonka perusteella materiaali pystytään tunnistamaan. Lisäksi osaan tangoista on merkitty, esimerkiksi tussilla, mikä materiaali on kyseessä. Tässä ongelmaksi muodostuu, että käytettävien materiaalien kirjo on hyvin laaja, eikä kaikille eri materiaaleille ole määritetty omaa värikoodia, vaan osa tangoista on ilman merkintää tai pelkän tussilla tehdyn merkinnän varassa. Kun materiaalia sahataan koneistettaviksi aihioiksi, on mahdollista, että tussilla tehty merkintä häviää osittain tai kokonaan jäljelle jäävästä tangon osasta. Tällöin ollaan pakotettuja jättämään käyttämättä muutoin käytökelpoista materiaalia, koska ei voida olla varmoja, mitä mikäkin materiaali on. Tällaisen menettelyn kustannukset kasvavat yritykselle suuriksi turhan materiaalihävikin kasvaessa.

PYÖRÖJEN VÄRIKOODAUS



KUVA 7 Pyörötankojen värikoodaus Lapinlahden Koneistus Oy:ssä

Turhia riskejä materiaalien käytössä ei kannata missään nimessä ottaa, koska väärän teräslaadun joutuminen tuotteeseen aiheuttaa merkittävän ongelman laadun kannalta. Mikäli esimerkiksi tuotteeseen, johon tarvitaan haponkestävää terästä, joutuukin ruostumatonta, jäävät laatuvaatimet saavuttamatta. Tällaisessa tilanteessa huomataan puutteellinen laatu virheellisestä materiaalista valmistetussa osassa, jolloin yritystä reklamoidaan. Lisäksi jäljitettävyyden ollessa puutteellista ei saada selville ovatko materiaalit sekoittuneet vastaavalla tavalla useammassakin valmistetussa osassa tai sarjassa. Mikäli kyseessä on suuri määrä tuotteita ovat kustannukset yrityksen kannalta merkittävät. Joudutaan valmistamaan ko. sarja uudestaan ja romuttamaan virheelliset tuotteet. Vaarana on lisäksi menettää asiakkaan luottamus, jonka takaisin saaminen voi olla vaikeaa, jopa mahdotonta. Vastaavasti toisin päin ajateltuna kustannuksia lisää myös se, mikäli ruostumatonta terästä vaativia osia valmistetaan sekaannuksen vuoksi kalliimmasta, haponkestävästä teräksestä. Kun jokainen materiaalitanko on tarvittavalla tavalla merkitty, ei sekaannuksia pitäisi päästä sattumaan. Jos esimerkiksi mikrorakenteellisesti virheellisiä osia joutuu tuotteisiin, on virheellinen tuotantoerä helposti jäljitettävissä ja kustannukset saadaan pidettyä minimissä.

5.3 Merkinnän ja jäljitettävyyden toteutus

Jäljitettävyyden toteuttamisen suunnittelu aloitettiin pohtimalla eri vaihtoehtojen joukosta sopivaa merkintämenetelmää sekä materiaaleihin merkittävää koodia. Kunkin merkintämenetelmän toiminnallisuuden sopivuutta arvioitiin yrityksen tarpeeseen. Kun merkintämenetelmä oli valittu, aloitettiin materiaaleihin merkittävän tunnistekoodin suunnittelu.

5.3.1 Merkintämenetelmän valinta

Merkintämenetelmää valittaessa, selvitettiin eri vaihtoehtojen sopivuus Lapinlahden Koneistus Oy:n jäljitettävyyden ratkaisemisen tarpeeseen. Käsikäyttöiset leimasimet yms. jätettiin ensimmäisenä pois laskuista, sillä haluttiin työn jäljen olevan riittävän yhdenmukaista ja käyttäjästä riippumatonta. Lisäksi yritykselle oli tärkeää, että tunnisteiden kirjaaminen ei vie liikaa aikaa. Tähän tärkeimpänä syytä on se, että osa merkitsemisestä joudutaan varastoinnista johtuvista syistä tekemään ulkona eikä yrityksessä oltu halukkaita siihen, että varastonhoitaja joutuisi työskentelemään esim. talvisin pitkiä aikoja ulkona.

Mustesuihkumerkinnän vaihtoehtoina olivat kiinteä tulostusasema sekä käsikäyttöinen mustesuihkutulostin. Koska tuotanto ei ole linjamuotoista eikä tässä vaiheessa aiota merkitä yksittäisiä tuotteita, vaan ainoastaan raaka-ainemateriaalit, ei kiinteää tulostusasemaa pidetty tarpeellisena Käsikäyttöisen mustesuihkutulostimen ominaisuudet sopivat paremmin esimerkiksi pitkien koodien tulostukseen koko putken tai tangon pituudella. Toiveena oli lyhyt ja selkeä merkintä materiaalin päätyyn, joten mustesuihkutulostusta ei pidetty hyvänä vaihtoehtona.

Lasermerkintä toimii parhaiten tuotantolinjaan integroituna automatisoituna ratkaisuna. Käsikäyttöisiä lasermerkintälaitteita on Suomen markkinoilla tällä hetkellä vain yhden valmistajan valikoimassa. Näiden laitteiden hankintahinta liikkuu kymmenissätuhansissa euroissa.

Pistemerkintälaitte vaikuttivat käytettävyydeltään ja toiminnoiltaan Lapinlahden Koneistus Oy:lle sopivimmalta ratkaisulta. Käsikäyttöisenä ja akkutoimisena pistemerkintälaitteen avulla pystytään merkitsemään helposti eri puolilla toimitiloja sijaitsevia materiaaleja. Myös pistemerkintälaitteen nopeus merkintään on riittävä ja työn jälki tarkkaa sekä kestävä. Erillisiä kulutustarvikkeita, kuten mustesuihkutulostimien tapauksessa musteita, ei pistemerkinnässä tarvita. Yrityksen tarpeisiin sopii myös pistemerkintälaitteen helppo ohjelmoitavuus eri koodeille. Merkittävät koodit pystytään ohjelmoimaan joko suoraan laitteeseen tai esimerkiksi USB-muistitikulle siinä vaiheessa, kun tiedetään ostotilauksen perusteella, mitä materiaaleja kussakin erässä vastaanotetaan. Tällöin ulkotiloissa suoritettavassa merkinnässä ei tarvitse erikseen näppäillä jokaista tarvittavaa koodia, vaan koodit löytyvät valmiina valikosta. Tämä säästää paljon varastonhoitajan työaikaa, joka voi pienemmän materiaalien vastaanoton yhteydessä merkitä tunnistettavuuskoodin jo ennen materiaalin varastoimista paikalleen.

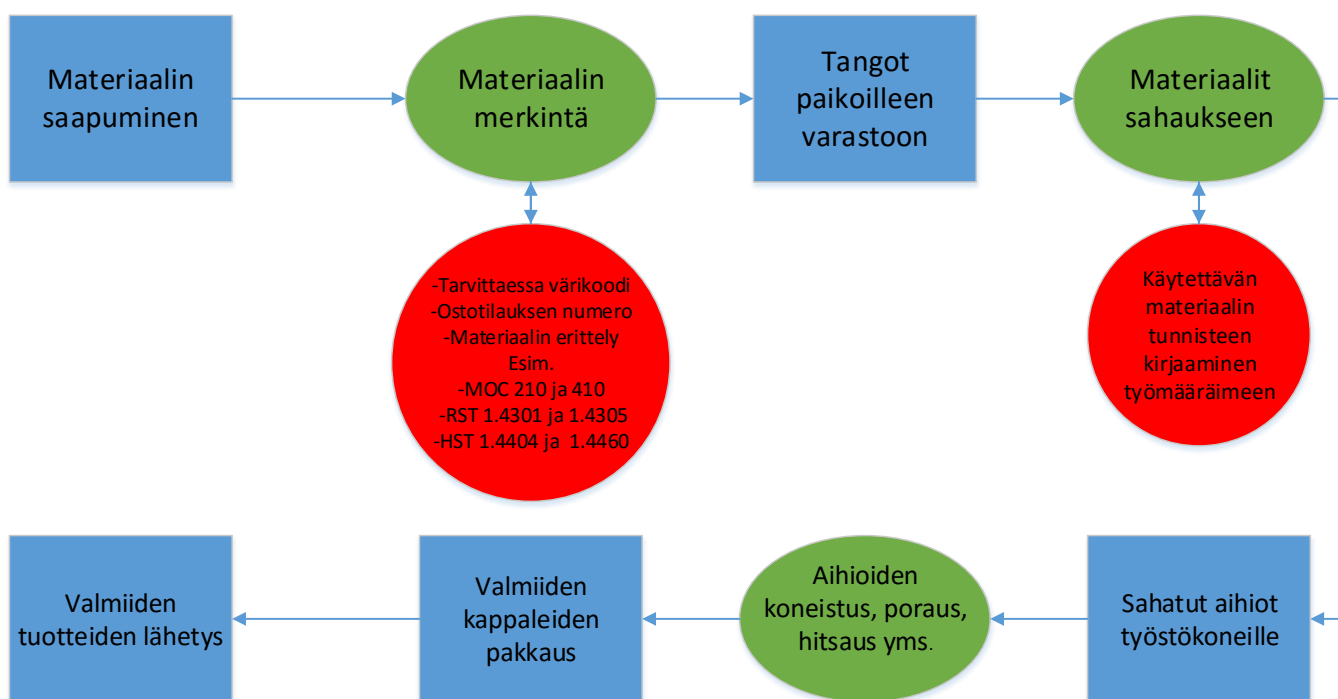
Kun vaihtoehdot ja niiden käytettävyys oli selvitetty, todettiin, että pistemerkintä on halutun lopputuloksen saavuttamiseksi paras vaihtoehto. Asiaa vahvisti erilaisia merkintälaitteita jälleenmyyvän yrityksen edustajan kanssa käyty keskustelu eri vaihtoehtojen sopivuudesta tarkoitukseen.

5.3.2 Materiaaleihin merkittävän koodin valinta

Kun merkintämenetelmä oli valittu, aloitettiin jäljitettävyyden mahdollisimman yksinkertaisella, mutta riittävän yksilöivällä tavalla ratkaisevan tunnistettavuuskoodin kehittäminen. Erilaisia vaihtoehtoja tähän keksittiin useita. Kaikista yksiselitteisin oli yrityksessä toiminnanohjausjärjestelmässä käytettävien materiaalinimikkeiden soveltaminen. Tämä merkintä erittelee tarkasti jokaisen materiaalin tyyppin ja koon, mutta esimerkiksi ruostumattomien terästen osalta merkintä muodostuu niin pitkäksi, että päätettiin käyttää muuta merkintätapaa.

Toinen vaihtoehto oli vastaanottopäivämäärän merkitseminen. Tässä tapauksessa merkinnästä tulee lyhyt ja yksinkertainen, mutta se ei erittele kaikkia materiaaleja riittävällä tarkkuudella, jotta jäljitettävyys olisi yksiselitteisesti todettavissa.

Kolmas vaihtoehto oli merkitä materiaalit ostotilauksen numerolla. Ostotilauksen viisinumeroisen koodin todettiin olevan riittävän lyhyt ja aina muuttuva luku. Lisäksi se on useimmille materiaaleille jo sellaisenaan riittävän yksilöivä ja se sisältää lisäksi päivämäärän. Poikkeuksia materiaaleista ovat ruostumattomat ja haponkestävät teräkset sekä Ovakon MOC 210 ja MOC 410. Nämä vaativat erikseen tarkemman materiaalimerkinnän (kuvio 2), koska ruostumattomille ja haponkestäville teräksille ei ole erikseen värikoodia ja MOC 210 ja 410 on oltava varmasti erotettavissa siinäkin tapauksessa, että värikoodi on epäselvä tai puutteellinen. Ruostumattomien ja haponkestävien terästen merkinnän merkitys on suuri etenkin tuotannon työntekijöille, koska heidän tulee pystyä varmuudella valitsemaan oikeaa materiaalia tuotantoon.



KUVIO 2 Jäljitettävyys prosessikaaviossa

5.4 Kustannusarvio

Pistemerkintälaitteen valikoiduttua käytettäväksi merkintämenetelmäksi lähetettiin laitteiden jälleenyymyjille tarjouspyyntöjä kahdesta eri valmistajan merkintälaitemallista. Nämä mallit ovat SIC Markingin E-Mark sekä Markatorin FlyMarker Mini. Näistä kahdesta tarjousten perusteella hankintahinnaltaan FlyMarker Mini on hieman edullisempi, n. 4 000 €/kappale. E-Markin hankintahinta taas on noin 4 500 €/kappale. Laitteiden teknisissä ominaisuuksissa (taulukko 1) ei ole suuria eroja. Molempien merkintäalue on suunnilleen sama, ja ne soveltuvat halutuille materiaaleille. Merkittävin ero on laitteiden ohjelmistoissa ja lisälaitteissa. FlyMarkeriin on tarjolla monenlaisia lisälaitteita ja ohjelmisto-optioita. E-Mark taas sisältää jo vakiovarusteltuna suurimman osan ohjelmista, jotka FlyMarkeriin olisi hankittava erikseen. Lisäksi E-Mark-laitteen hintaan kuuluu käyttöönotto ja koulutus yrityksessä. Tämä on FlyMarkerissa maksullinen lisäpalvelu.

TAULUKKO 1 Merkintälaitteiden vertailu

	FlyMarker Mini	E-Mark
Merkintäalue (mm) (x/y)	65x30	60x25
Neulan toimilaite	Elektromagneettinen	Elektromagneettinen
Paino (kg)	2,7	3,2
2D DataMatrix-koodit	Lisävaruste	Kyllä
USB-liitäntä	Kyllä	Kyllä
Logon merkintä	Lisävaruste	Kyllä
Max. materiaalin kovuus (HRC)	63	62
Runkomateriaali	Lasikuituvahvisteinen muovi	Alumiini
Kaarimerkintä	Kyllä	Kyllä
Hinta (€) (ilman lisävarusteita)	3990	4500

E-Markin kustannukset jäivät lopulta alhaisemmiksi, minkä perusteella laitteesta pyydettiin jälleenyymyjältä esittely. Esittelyn pohjalta laitteesta pyydettiin lopullinen tarjous.

5.5 Jäljitettävyyden dokumentointi ja vastuut organisaatiossa

Standardin SFS-EN ISO 9001:2015 mukaan jäljitettävyydestä on oltava dokumentoitua tietoa. Lisäksi toiveena oli, että yrityksessä joku henkilö on vastuussa jäljitettävyyden toteutumisesta ja dokumentoinnista. Tämä jätettiin tässä vaiheessa vielä ratkaistavaksi myöhemmin. Lisäksi myöhemmin tehdään tämän työn pohjalta työohjeet jäljitettävyydestä. Nämä tulevat näkyville tuotantoon sekä osaksi yrityksen laatukäsikirjaa.

6 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Kun jäljitettävyys on saatu halutulle tasolle, on aika alkaa pohtia jatkokehitysmahdollisuuksia. Paras vaihtoehto kehitykseen lienee RFID-teknologia. RFID-teknologian avulla pystytään käsittelemään nopeasti paljon tietoa. Materiaalien volyymin kasvaessa ei nyt menetelmäksi valittu pistemerkintälaitte välttämättä enää riitä täyttämään jäljitettävyyden tarpeita kuluttamatta liikaa muuhun työhön käytettävissä olevaa aikaa.

Tällä hetkellä RFID-teknologian käyttöönotto ei vielä ole ajankohtaista, koska se vaatisi tarpeeseen nähden liian suuria investointeja. Pintapuolisella tarkastelulla RFID-järjestelmän kustannusarviot vaihtelevat n. 15 000 €:sta jopa yli 50 000 €:een. Verrattuna pistemerkintälaitteen alle 5000 €:n kustannuksiin, on RFID-järjestelmä vielä nykyiselle käyttöasteelle ylimitoitettu. RFID-järjestelmä vaatii lisäksi jatkuvasti uusia tunnisteita. Tunnisteiden hinnat vaihtelevat riippuen ominaisuksittain, esim. halutun lukuetaisyuden mukaan, muutamasta sentistä muutamaa kymmeneen senttiin kappaleelta.

Tämän projektin pohjalta tehdään työohjeet jäljitettävyyteen liittyen. Nämä työohjeet tullaan liittämään osaksi Lapinlahden Koneistus Oy:n toimintakäsikirjaa. Lisäksi jäljitettävyyden dokumentoinnista ja oikeellisuudesta vastaava henkilö tullaan valitsemaan yrityksen sisältä.

7 TULOKSET JA YHTEENVETO

Lopputuloksena työssä ratkaistiin jäljitettävyyden toteuttaminen Lapinlahden Koneistus Oy:ssä. Toteutusmenetelmänä päädyttiin siihen, että saapuviin materiaalitankoihin merkitään viisinumeroinen ostotilauksen numero. Lisäksi merkitään tarvittaessa ruostumattomiin ja haponkestäviin teräksiin sekä Ovakon MOC 210 ja MOC 410 -teräksiin tarkempi materiaalimerkintä.

Merkintämenetelmänä jäljitettävyyškoodien merkinnässä käytetään akkukäyttöistä pistemerkintälaitetta. Akkukäyttöisen pistemerkintälaitteen ominaisuudet sopivat vertailluista merkintämenetelmistä selvästi parhaiten Lapinlahden Koneistus Oy:n merkintätarpeeseen. Pistemerkintälaitteesta pyydettiin esittely yrityksessä, minkä perusteella laitteesta pyydettiin lopullinen tarjous.

Kokonaisuutena työ oli erittäin mielenkiintoinen. Jäljitettävyyden ratkaisu on useissa suomalaisissa yrityksissä vielä ongelma, mikä teki työstä erityisen haastavan, koska varsinaisesti minkäänlaista valmista kaavaa, jota noudattaa, ei ollut olemassa. Sen sijaan erilaisista tiedonjyvistä täytyi koota Lapinlahden Koneistus Oy:lle sopiva paketti. Mielestäni tässä kuitenkin onnistuttiin hyvin ja lopputulos on kaikkia osapuolia tyydyttävä.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Andersson, P. H. (1997). *Mittaus- ja laatutekniikat* (Ensimmäinen p.). Porvoo: Werner Söderström.
- Crosby, P. B. (1986). *Laatu on ilmaista* (Toinen p.). Espoo: Suomen laatu yhdistys.
- CYCJET. (2013). *Steel pipe marking solution*. Haettu 20. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.cycjet.com/ShowGallery.asp?id=3>
- DPI Coding. (2015). *DPI Coding: Lasermerkintälaitteet*. Haettu 10. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.dpicoding.fi/merkintalaitteet/lasermerkintalaitteet/>
- Fonecta Oy. (2015). *Lapinlahden Koneistus Oy*. Haettu 20. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.finder.fi/Alihankintateollisuutta%3A+metalli/Lapinlahden+Koneistus+Oy/LAPINLAHTI/toiminta/759678>
- Lapinlahden Koneistus Oy. (ei pvm). *Toimintakäsikirja - Lapinlahden Koneistus Oy*.
- Lecklin, O. (2006). *Laatu yrityksen menestystekijänä* (5. uudistettu p.). Helsinki: Talentum. Markator. (2016). *Flymarker: Käsikäyttöiset merkintälaitteet*. Haettu 25. huhtikuu 2016 osoitteesta http://fi.flymarker.com/flymarker/fi/fi/products/handheld_marking_systems/handheld_marking_systems.php
- Muototerä. (2013). *Muototerä: Merkintälaitteet*. Haettu 14. huhtikuu 2016 osoitteesta <https://www.muototera.fi/Products/Merkint%C3%A4laitteet>
- REA. Elektronik GmbH. (2016). *Rea-jet: Laser systems*. Haettu 25. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.rea-jet.com/laser-systems/Fiber-Laser-FL>
- RFIDLab Finland Ry. (2016). *RFIDLab: Miksi RFID?* Haettu 25. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.rfidlab.fi/miksi-rfid>
- RFIDLab Finland Ry. (2016). *RFIDLab: RFID tietoutta*. Haettu 15. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta>
- RFIDLab Finland Ry. (2016). *RFIDLab: RFID-tekniikan perusteet*. Haettu 14. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet>
- RFIDLab Finland Ry. (2016). *RFID-tekniikan perusteet*. Haettu 23. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet>
- SFS Ry. (2015). *SFS-EN ISO 9001:2015*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. Haettu 7. maaliskuu 2016
- SFS Ry. (2015). *SFS-EN ISO 9000:2015*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. Haettu 28. tammikuu 2016
- SIC Marking. (2016). *SIC Marking: Dot Peen Technology*. Haettu 8. huhtikuu 2016 osoitteesta <http://www.sic-marking.com/dot-peen-technology>