

Jäljitettävyyden ja varastohallinnan kehittämishanke

Topias Manninen

Opinnäytetyö

Joulukuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Sisälogistiikka

Tekijä(t) Manninen, Topias	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2017
	Sivumäärä 58	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Jäljitettävyyden ja varastohallinnan kehittämishanke		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Juha Paananen ja Juha Sipilä		
Toimeksiantaja(t) Pasi Poutiainen, Oy SKF Ab		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Oy SKF Ab valmistaa erilaisia voitelujärjestelmiä teollisuuden tarpeisiin. Opinnäytetyön toimeksiantona oli Multilube-pumpun ja sen sisältämän pumppuelementin jäljitettävyyden mahdollistaminen toimitusketjun eri tasoilla. Toimeksiantajalla oli myös mielenkiintoa viivakoodijärjestelmän käyttöönottoon. Tutkimuksessa pohdittiin erilaisia tuotteiden merkitsemismenetelmiä, keräilytapoja sekä toiminnanohjausjärjestelmä QAD:n tarjoamia tiedonhallinnan apuvälineitä. Varastohallinnan tehostamista pohdittiin informaatioteknologian käyttöönotolla, joka auttaisi automaattisessa tiedontallennuksessa ja täten jäljitettävyyden mahdollistamisessa. Tavoitteena oli saada kattava yleiskäsitys jäljitettävyyden ja viivakoodijärjestelmän käyttöönoton kustannuksista ja hyödyistä.</p> <p>Aineiston keruu toteutettiin kirjallisuuteen ja verkkolähteisiin perehtymällä sekä toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmän (QAD) eri koulutusmateriaalien avulla. Tämän jälkeen tutkittiin toimeksiantajan prosesseja ja tarpeita. Seuraavaksi konsultointiin kahta ohjelmistotoimittajaa, jotka arvioivat määritellyn viivakoodijärjestelmän kustannukset.</p> <p>Tutkimustuloksena saatiin perusteltu valinta viivakoodijärjestelmän käyttöönottoon. Viivakoodit auttaisivat automaattisessa tiedontallennuksessa, joka on oleellinen osa jäljitettävyyden järjestelmää. Viivakoodijärjestelmän monen muotoiset hyödyt esiteltiin ja arvioitujen kustannusten perusteella laskettiin järjestelmän kannattavuus. Tuotteiden jäljitettävyyden suoritetaan uuden QAD moduulin käyttöönoton avulla.</p> <p>Johtopäätöksenä suositeltiin viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa varastohallinnan ja automaattisen tiedontallennuksen tehostamiseksi. Viivakoodijärjestelmän myötä tehdyt kirjaukset ovat helposti saatavilla jäljitettävyyden mahdollistamiseksi, joka toteutetaan uuden QAD moduulin käyttöönotolla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Oy SKF Ab, viivakoodi, informaatioteknologia, toiminnanohjausjärjestelmä, ERP, QAD, tuotteen elinkaaren hallinta, PLM, jäljitettävyyden,		
Muut tiedot		

Author(s) Manninen, Topias	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2017
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 58	Permission for web publication: x
Title of publication Development of traceability and inventory management		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Juha Paananen and Juha Sipilä		
Assigned by Pasi Poutiainen, Oy SKF Ab		
<p>Abstract</p> <p>Oy SKF Ab manufactures a large variety of lubrication systems for industrial needs. The assignment for this bachelor's thesis was to enable traceability for the Multilube pumping system and its internal pump element. Oy SKF Ab was also interested in implementing a barcode system. This study focused on different item marking methods, picking methods and data management that the company's enterprise resource planning (ERP) system QAD had to offer. The objective was to form a clear overview of the costs and benefits related to the traceability- and barcode system's implementation.</p> <p>The data was collected from literature and internet sources and by familiarising with the company's enterprise resource planning system (QAD) with the different user guides that it provided. After this the company's processes were examined, and the requirements defined. After defining the requirements, two software suppliers were consulted for implementation costs based on the set requirements.</p> <p>As a result, justified selection was made for implementing a barcode system. Barcodes would help with automatic data collection, which is essential in product traceability. The many benefits of the barcode system were described, and based on estimated costs, its profitability was calculated. Product traceability will be enabled through implementing a new QAD module.</p> <p>The conclusion of the study was a recommendation for barcode system implementation to improve inventory control and automatic data collection. Records made through the barcode system will be easily available for enabling product traceability, which is fulfilled through the new QAD module.</p>		
Keywords/tags (subjects) SKF, barcode, information technology, enterprise resource planning, ERP, QAD, product lifecycle management, PLM, traceability,		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Jäljitettävyydellä kilpailukykyä ja turvaa	4
2	Oy SKF Ab	5
3	Tutkimusasetelma	7
3.1	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	7
3.2	Tutkimusstrategiat	8
3.3	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusmenetelmät.....	9
3.4	Tutkimuskysymykset	10
4	Valmistavan tehtaan prosessit	10
4.1	Varastointi	11
4.2	Hankinta	12
4.2.1	Hankinnan määrittely	12
4.2.2	Ohjaustietojen optimointi	13
4.3	Tuotanto	16
5	Tuotteiden jäljitettävyys	18
5.1	Tuotteen elinkaaren hallinta	19
5.2	Tuotteen elinkaaren hallinnan tärkeys ja hyödyt.....	20
6	Tuotteiden merkintätapa	21
6.1	Informaatioteknologia tunnistusmenetelmänä	23
6.2	Viivakoodi	25
6.2.1	1D-viivakoodi	25
6.2.2	2D-viivakoodi	27
6.2.3	1D- ja 2D-viivakoodien erot	28
6.3	RFID-tunniste	30
6.4	Yhteenveto	31
7	Yksikön toiminnot ja tuotteet	31
7.1	Hankinta	31
7.2	Tuotanto	33

7.2.1	Koneistus	33
7.2.2	System 24 -tuotteet	33
7.3	Kokoonpanotuotteet	34
7.3.1	B-annostimet	35
7.3.2	Multilube pumppauskeskus	35
8	Keräilymenetelmät	37
8.1	Paperinen keräilylista	38
8.2	Tarrakeräily	39
8.3	Äänikeräily	39
8.4	Viivakoodikeräily	40
8.5	RFID-keräily	42
8.6	Valokeräily	42
8.7	Automatisoitu keräily	43
8.8	Vaihtoehtojen punnitseminen	44
8.9	Yhteenvedo ja keräilymenetelmän valinta	45
9	Toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet	47
9.1	Nykytila sarjanumeroiden seurannassa	47
9.2	Keskeneräisen työn eräseuranta -moduuli	47
9.3	Eräseurannan työpöytä -moduuli	48
9.4	Sarjoittaminen-moduuli	51
10	Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto	51
10.1	Arvioidut kustannukset	52
10.2	Potentiaaliset säästöt	52
10.3	Järjestelmän kannattavuus	54
11	Tutkimustulokset	54
12	Johtopäätökset	56
13	Pohdinta ja jatkotoimenpiteet	56
	Lähteet	59

Kuviot

Kuvio 1. SKF LBU:n tuotantolaitokset.....	6
Kuvio 2. Tilauksen kohdennuspiste	18
Kuvio 3. Starkin jaottelu tuotteen elinkaaresta	19
Kuvio 4. Crnkovicin ja muiden jaottelu tuotteen elinkaaresta	20
Kuvio 5. GS1 viivakoodit	28
Kuvio 6. Pumppuelementti.....	32
Kuvio 7. System 24 –tuotteita	34
Kuvio 8. B1-B6 annostimet kiinnitettynä asennuskiskoon.....	35
Kuvio 9. Multilube pumppausyksikkö	36
Kuvio 10. Multilube-pumpun pääkomponentit	37
Kuvio 11. Honeywell CN51 käsipääte.....	40
Kuvio 12. Päälle puettava käsipääte sormuslukijalla	41
Kuvio 13. Näkymä LTWB-moduulilla suoritettavasta eteenpäin jäljityksestä	49
Kuvio 14. Näkymä LTWB-moduulista pilaantuneen erän myymisestä	50
Kuvio 15. Näkymä LTWB-moduulin asiakastiedoista ja myyntinumeroista	50

Taulukot

Taulukko 1. Virheiden määrät eri tiedonsyöttö tekniikoissa	24
Taulukko 2. Viivakoodien ominaisuudet	29
Taulukko 3. Keräilymenetelmien yhteenveto	45
Taulukko 4. Keräilymenetelmien pisteytys	46

1 Jäljitettävyydellä kilpailukykyä ja turvaa

Tuotteiden jäljitettävyyys on eri aloilla, kuten elintarvikealalla, pakollista kuluttajien turvallisuuden takaamiseksi. Tuotteiden jäljittäminen on myös oleellinen osa yrityksen imagon ja maineen suojelemista. Jatkuvasti voi lukea eri tiedotusvälineistä erityisesti elintarvikeyrityksien ilmoittamista takaisinvedoista, jotka koskevat tietyinä ajanjaksona ostettuja elintarvikkeita. Ilman jäljitettävyyssjärjestelmää takaisinvedot jäisivät tekemättä, mikä voisi johtaa kuluttajien terveyden vaarantamiseen. Samankaltaiset takaisinvedot koskevat myös teollisuusalan yrityksiä.

Joillain teollisuusaloilla, kuten autoteollisuudessa on laajasti otettu käyttöön tuotteiden jäljitettävyyys. Myös autojen valmistajat pystyvät kohdistamaan takaisinkutsuja mm. tiettyihin automalleihin, joissa on todettu olevan virheellisiä komponentteja. Tässäkin tapauksessa pyritään suojelemaan kuluttajaa, mutta ennen kaikkea itse yritystä. Takaisinvedot voivat maksaa jopa miljardeja yrityksille. Lisäksi ilman takaisinveitoja, yrityksen imago ja maine kärsisi vielä enemmän ja voisi hyvinkin johtaa asiakkaiden katoamiseen. Mitä nopeammin tuotevirheisiin voidaan puuttua, sitä halvemmaksi virhe tulee. Virheiden löytyminen ja niihin nopea reagointi vaatii toimivan jäljitettävyyssjärjestelmän, jolloin yritykseen kohdistuvat uhat saadaan minimoitua ja liiketoiminnan jatkuvuus taattua.

Opinnäytetyön aiheena oli tuotteiden jäljitettävyyys, jota tarkasteltiin erityisesti hankinnan näkökulmasta. Hankinnassa tärkeimpiä asioita ovat tuotteen elinkaaren hallinta ja seuranta sekä varastosaldojen oikeellisuus. Opinnäytetyön toimeksiantaja, Oy SKF Ab, halusi selvittää, kuinka tuotteiden jäljitettävyyssjärjestelmä voidaan ottaa käyttöön. Jäljitettävyyssjärjestelmän käyttöönotto edistäisi yrityksen kilpailukykyä laadukkaammalla toiminnalla ja toisi turvaa takaisinveitoa varten. Lisäksi viivakoodijärjestelmän käyttöönotto on ollut toimeksiantajalla pohdinnassa, joka tehostaisi varastohallintaa automaattisten kirjausten johdosta.

Reklamaatioiden käsittely olisi nopeampaa ja helpompaa, jos tuotteen elinkaari on helposti saatavilla. Juurisyyntä löytäminen voi olla vaikeaa, mikäli tuotteissa ei ole esimerkiksi valmistuserää tai päivämäärää merkittynä.

Lisäksi ongelmia aiheuttaa saldovirheet. Saldovirheitä syntyy pääasiassa puutteellisten tuoterakenteiden vuoksi. Kun saldovirhe viimein huomataan, se on usein siinä tilanteessa, kun tuotteet ovat varastosta jo loppuneet. Tällöin hankinnan tehtävänä on saada lisää tuotteita tilalle mahdollisimman pian. Tilausten nopeuttaminen pikarah-teja ja esimerkiksi pyytämällä toimittajia tekemään ylitöitä aiheuttavat kaikki ylimää-räisiä kustannuksia, joilta voitaisiin välttyä tehokkaammalla varastonhallinnalla.

2 Oy SKF Ab

Oy SKF Ab on kansainvälinen teollisuusyritys, joka on perustettu Ruotsissa 1907. SKF:n tuotteet painottuvat laakereihin, tiivisteisiin, mekatronikkaan, voitelujärjestel-miin ja näiden tuotteiden palveluihin, kuten kunnonvalvontaan ja asennuksiin. SKF:llä on yhteensä 108 tuotantolaitosta, 28 teknologiakeskusta ja 10 keskusvarastoa 32 eri maassa. SKF on kuitenkin läsnä yli 130 eri maassa erilaisten jälleenmyyjien kautta, joita on yli 17000. Vuonna 2016 henkilöstöä oli n. 45000 ja liikevaihto 72,8 miljardia kruunua eli n. 8,1 miljardia euroa. (SKF Annual Report 2016, 1-9.)

SKF Lubrication Business Unit

SKF LBU (Lubrication Business Unit) -osasto perustettiin vuonna 2010, kun SKF osti Lincoln Industrialin. SKF LBU tuottaa erilaisia voitelujärjestelmiä ja ratkaisuja, joita löytyy jokaiselle teollisuuden alalle, kuten maatalouteen, rakennuskoneteollisuuteen, elintarvikealalle, työstökoneille, meriteollisuuteen, metalliteollisuuteen, maantieteol-lisuuteen, öljy- ja kaasuteollisuuteen, rautatiealalle ja tuulivoimaloihin. Kuviossa 1 on esitetty voitelujärjestelmiin erikoistuneet tuotantolaitokset maailmalla.



Kuvio 1. SKF LBU:n tuotantolaitokset (SKF Muurame General Presentation 2017)

SKF Oy Muurame

SKF toimii myös Suomessa, jossa sillä on n. 150 työntekijää kahdessa eri toimipai-
kassa, myyntiyksikössä Espoossa ja tuotantolaitoksessa Keski-Suomessa Muura-
messä. Muuramen yksikkö on osa SKF:n voitelujärjestelmäpuolta ja tämä opinnäyte-
työ toteutettiin SKF Muuramen toimeksiannosta.

Muuramen yksikkö on perustettu vuonna 1972, kun Alpo Ikonen perusti Safematicin.
Toimipaikka on kokenut useita eri omistajanvaihdoksia vuosien aikana. Nykyään
työntekijöitä Muuramessa on noin sata. Muuramessa valmistetaan ja toimitetaan
voitelujärjestelmiä mm. metsäteollisuuteen sekä raskaan teollisuuden ja ajoneuvojen
tarpeisiin. Yksikkö toimii maailmanlaajuisesti metsä-, kaivos- ja sementtiteollisuuden
voitelujärjestelmien osaamiskeskuksena sekä ajoneuvoteollisuudessa Skandinavian
alueen osaamiskeskuksena. Yksiköllä on laatustandardeina mm. ISO 9001, ISO 14001
ja OHSAS 18001. (SKF Muurame General Presentation 2017.)

3 Tutkimusasetelma

3.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tutkimuksella on aina jokin tarkoitus tai tehtävä. Tutkimuksen tarkoitus ohjaa tutkimusstrategian valintaa, joka taas määrää lähestymistavan tutkielmaan. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 137.) Opinnäytetyö lähti tarpeesta, jossa toimeksiantaja Oy SKF Ab halusi saada käyttöönsä tuotteiden jäljitettävyyssjärjestelmän, koska nykyprosesseilla ei ole mahdollista toteuttaa tuotteiden takaisinkutsua. Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää kyseisen jäljitettävyyssjärjestelmän eri osa-alueita, kuten pohdita jäljitettävyyden tärkeyttä, tutkia eri tiedontallennusmenetelmiä, sitä, kuinka tallennetut tiedot voidaan viedä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (ERP) ja kuinka tietoja hyödynnetään sekä tutkia olisiko viivakoodijärjestelmän käyttöönotto kannattavaa. Tavoitteena oli saada jäljitettävyyden tuomat hyödyt esiin, minimoida ylimääräiset kustannukset, joita syntyy mm. saldovirheistä aiheutuvista toimenpiteistä sekä tuoda läpinäkyvyyttä tuotannon prosesseihin ja täten helpottaa tuotteiden hallintaa ja dokumentointia.

Toimeksiantajalla on aiemmin ollut viivakoodijärjestelmä käytössä. Tuolloin käyttö perustui purkuaseman kautta tapahtuvaan tietojen päivittämiseen. Viivakoodilukijat tuli jättää aina yöksi purkuasemalle, jolloin yön aikana päivällä tehdyt kuittaukset päivittyivät järjestelmään. Tuohon aikaan tuoterakenteet eivät olleet yhtä hyvin määriteltyjä kuin nykyään. Aiemmin jouduttiin kuittaamaan jokainen työvaihe, mistä seurasi suuri informaatiotulva järjestelmään. Viivakoodien käyttäminen jäi pois mm. jatkuvien kuittausten vuoksi ja ne koettiin työlääksi käyttää. Nykyään tuotteille on asetettu tuoterakenteet, joten kuittaamiset jäisivät huomattavasti vähemmälle kuin aiemmin. Yrityksellä oli mielenkiintoa ottaa viivakoodijärjestelmä taas käyttöön, koska sen koettiin parantavan tuotesaldojen tarkkuutta.

3.2 Tutkimusstrategiat

Hirsjärven ja muiden (2009, 134-137) mukaan on olemassa kolme traditionaalista tutkimusstrategiaa: kokeellinen (eksperimentaalinen) tutkimus, survey-tutkimus (kvantitatiivinen) ja tapaustutkimus (kvalitatiivinen). Kokeellinen tutkimus tutkii eri muuttujien vaikutusta tutkimuskohteeseen, eli syy-seuraussuhteita. Tälle työlle kokeellinen tutkimus ei siis sovellu, koska työssä tutkitaan jäljitettävyyss- ja viivakoodijärjestelmien käyttöönottoa. Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen eroista on keskusteltu jo pitkään ja eroja on pyritty vertailemaan monin eri tavoin. Nämä suuntaukset voivat kuitenkin myös täydentää toisiaan.

Kvantitatiivinen tutkimus

Kvantitatiiviselle tutkimukselle eli määrälliselle tutkimukselle keskeisiä piirteitä ovat johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, aiemmat teoriat, hypoteesien esittäminen ja käsitteiden määrittely. Koejärjestelyt tai aineiston keruu ovat suunniteltuja ja niiden tulee soveltua määrälliseen, numeeriseen mittaamiseen. Koehenkilöt tai tutkitavat ilmiöt ja henkilöt ovat tarkkaan määritellyt ja nämä ovat otoksia perusjoukosta, johon tulosten tulee päteä. Muuttujista laaditaan taulukko ja aineisto tulee olla tilastollisesti käsiteltävässä muodossa. Päätelmät tehdään aineiston tilastolliseen analysointiin perustuen ja selvitetään tulosten tilastollinen merkittävyys. (Hirsjärvi ym. 2009, 138-139.) Tälle opinnäytetyölle kvantitatiivinen tutkimus ei soveltunut, sillä tutkimuksessa käytettiin hyvin vähän numeerista aineistoa.

Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiiviselle eli laadulliselle tutkimukselle keskeisiä piirteitä ovat kokonaisvaltaisen tiedon hankinta ja aineiston perustuminen todelliseen tilanteeseen. Tiedonkeruussa suositaan ihmistä: luotetaan enemmän omiin havaintoihin kuin mittausvälineillä hankittuun tietoon. Tutkijan pyrkimyksenä on paljastaa odottamattomia seikkoja, joten tutkimus ei perustu teorian tai hypoteesin testaamiseen vaan aineiston yksityiskoh- taiseen tarkasteluun. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa suositaan menetelmiä, jossa tutkittavien näkökulmat pääsevät esiin. Kohdejoukon tulee olla tarkoituksenmukaisesti valittu. Tutkimussuunnitelma on joustava ja se muotoutuu tutkimuksen edetessä.

Tutkittavat kohteet ovat ainutlaatuisia ja aineisto tulkitaan tapauskohtaisesti. (Hirsjärvi ym. 2009, 163-164.) Eskolan ja Suorannan (1998, 66) mukaan kvalitatiivisesta tutkimuksesta ei voi tehdä yleispäteviä päätelmiä muihin samankaltaisiin tapauksiin, toisin kuin kvantitatiivissa tutkimuksissa.

3.3 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen tarkoitusta voidaan luonnehtia neljän piirteen avulla. Tutkimus voi olla kartoittava, selittävä, kuvaileva tai ennustava. Hirsjärven ja muiden (2009, 138) esimerkkien mukaisesti tämä tutkimus oli kartoittava tutkimus, joka etsii uusia näkökulmia, löytää uusia ilmiöitä, selvittää vähän tunnettuja ilmiöitä ja kehittää hypoteeseja.

Selittävä tutkimus ei soveltunut työlle, koska se etsii pääasiassa syy-seuraus-suhteita. Kuvaileva tutkimus puolestaan esittää tarkkoja kuvaksia henkilöistä, tapahtumista ja tilanteista sekä dokumentoi ilmiön keskeisiä piirteitä. Ennustava tutkimus taas selvittää ilmiön vaikutuksia sen ympäristöön, esimerkiksi tässä tapauksessa pohdittaisiin sitä, mitä tapahtuu, jos tuotteilla ei ole jäljitettävyyssjärjestelmää. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää vähän tunnettuja ominaisuuksia toiminnanohjausjärjestelmä QAD:sta sekä pohtia jäljitettävyyssjärjestelmän käyttöönottomahdollisuuksia. Tämän vuoksi työ oli kartoittava tutkimus.

Hirsjärvi ja muut (2009, 138) käyttäisivät kartoittavassa tutkimuksessa tutkimusstrategiana tyypillisesti kenttätutkimusta tai tapaustutkimusta. Tässä työssä käytettiin tapaustutkimusta, koska aineistonkeruu toteutettiin kirjallisuuteen ja verkkolähteisiin perehtymällä sekä tuotannonohjausjärjestelmän dokumentteja tutkien. Aineistonkeruun jälkeen mietittiin prosessien kehitysmahdollisuuksia. Kenttätutkimus ei soveltunut tutkimusmenetelmäksi, koska tapausta ei voitu selvittää mittaamalla tai tarkkailemalla.

3.4 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin, jotka muodostettiin toimeksiantajan ongelmasta:

1. Mikä on jäljitettävyyden rooli tuotetietojen hallinnassa?
2. Miten kohdeyrityksen tuotteita voisi jäljittää?
3. Onko viivakoodijärjestelmän käyttöönotto kannattavaa?
4. Kuinka tiedot voidaan integroida toiminnanohjausjärjestelmään?

Tutkimuksessa myös perehdyttiin syvällisemmin toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmään ja sen tuomiin mahdollisuuksiin. Toimeksiantajalla on käytössä QAD-toiminnanohjausjärjestelmä, joka vuonna 2014 korvasi saman ohjelmistotoimittajan tarjoaman MFG-järjestelmän. QAD on amerikkalainen vuonna 1979 perustettu yritys, joka kehittää toiminnanohjausjärjestelmiä erityisesti valmistaville yrityksille. QAD tarjoaa hyviä ominaisuuksia, mutta ohjelman kaikki ominaisuudet eivät toimeksiantajalla ole käytössä lisääntyvien lisenssimaksujen vuoksi. Toimeksiantajalla ei ole myöskään ollut aikaa perehtyä syvällisesti QAD:n tarjoamiin mahdollisuuksiin. Työn tarkoituksena oli selvittää näitä entuudestaan tuntemattomia osioita järjestelmästä ja pohdita niiden potentiaalisia hyötyjä sekä kustannuksia.

4 Valmistavan tehtaan prosessit

Valmistavat tehtaat ovat kilpailussa vahvoilla, kun he onnistuvat täyttämään asiakkaan odotukset valmistamalla tuotteita luotettavasti, nopeasti ja taloudellisesti. Tämän mahdollistamiseksi yrityksiltä edellytetään erittäin tehokkaita suunnittelu- ja aikataulutusprosesseja, jotta mm. resurssien, materiaalien, työvoiman, välineiden, työkalujen, tilankäytön ja rahan saatavuus saadaan synkronisoitua tarpeisiin. (Rufe 2013, 345.) Seuraavissa luvuissa tarkastellaan valmistavissa yrityksissä esiintyviä prosesseja.

4.1 Varastointi

On useita syitä, minkä takia yrityksen täytyy ylläpitää varastoa eri tuotteilla. Minkä tahansa jakelujärjestelmän suunnittelussa tulee ymmärtää nämä syyt ja varmistaa, että varastoinnin seurauksena tavaraa on riittävästi, mutta ei liikaa. Tärkein syy varaston ylläpidolle on saada tuotteelle puskuri kysynnän ja saatavuuden välille, ja täten luoda parempaa asiakaspalvelua. Kysynnän ja saatavuuden tasapainoon saaminen tai synkronointi on lähes mahdotonta, johtuen molempien osapuolien tarpeiden ja tarjonnan vaihtelevuudesta. Muita tärkeitä syitä varastoinnille ovat mm. seuraavat:

- **Tuotannon kulujen minimointi.** Usein koneiden asetuskustannukset ovat korkeat, joten koneiden tuotantoaikojen tulee olla mahdollisimman pitkät, jotta tuotteelle saadaan alhainen kappalehintaa. Tuotantokustannuksien täytyy kuitenkin olla tasapainossa varastointikustannuksiin nähden.
- **Kysynnän vaihtelu.** Minkään tuotteen kysyntä ei ole koskaan vakio, vaan se vaihtelee lyhytaikaisesti, kausittain jne. Jotta loppuunmyyntiä ei tapahdu, tulee varastossa aina olla tavaraa.
- **Toimitusaikojen vaihtelu.** Tuotteille lasketaan varmuusvarasto, jolla katetaan toimitusaikojen vaihtelevuus toimittajilta.
- **Hankintakustannukset.** Jokaiseen ostotilaukseen liittyy erilaisia hankintakustannuksia (kuten käsittelykustannukset), joten näiden kustannusten minimoimiseen tarvitaan varastoa. Myös hankintakustannusten ja varastointikustannusten tulee olla tasapainossa.
- **Alennusten hyödyntäminen.** Joitain tuotteita voidaan ostaa halvemmalla, kun ne ostetaan suurissa erissä.
- **Kausivaihteluihin varautuminen.** Joillakin tuotteilla on kysyntää vain tiettyyn vuodenaikaan. Jotta suureen kysyntään voidaan vastata, tulee varastoon tuottaa tavaraa tasaisella tahdilla läpi vuoden.
- **Hinnanmuutokset.** Joillakin tuotteilla hinta voi vaihdella jatkuvasti useista eri syistä, joten jotkut yritykset ostavat tuotteita suuria eriä hintojen ollessa alhaalla.
- **Tuotannon ja jakelun ylläpito.** Varastoa pidetään, jotta tuotanto sekä jakelu voidaan toteuttaa tasaisemmin.
- **Asiakaspalvelu.** Joillain erittäin kilpailutuilla toimialoilla on oleellista pystyä myymään tuotetta heti varastosta asiakkaan tarpeeseen.
- **Tuotannon seisokkien minimointi.** Sekä yleisissä huoltotöissä, että konerikkojen varalta ylläpidetään varaosia varastossa, jotta seisokkiaika saadaan mahdollisimman pieneksi, eivätkä seisokin kustannukset nouse suuriksi.
- **Keskeneräinen tuotanto.** Tuotantoprosessin helpottamiseksi puolivalmisteita pidetään varastossa eri vaiheiden nopeuttamiseksi.

(Rushton, Baker & Croucher 2014. 194-195.)

4.2 Hankinta

4.2.1 Hankinnan määrittely

Hankinta on osa jokaisen yrityksen ydintoimintaa. Hankinnassa ja toimitusketjun hallinnassa voidaan saavuttaa huomattavia muutoksia yrityksen kannattavuuteen. Nykyään suurin osa yrityksistä käyttää yli 50 % liikevaihdosta ostettaviin tuotteisiin sekä palveluihin. (Weele 2010, 3.) Hankinta voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: operatiiviseen ja strategiseen hankintaan. Operatiivisella hankinnalla tarkoitetaan rutii-nimaisia ostotilausten tekemistä ja niiden valvontaa, joita suoritetaan päivittäin. Operatiivisesta hankinnasta käytetään myös nimitystä kotiinkutsu. Strateginen hankinta puolestaan tarkoittaa yrityksen tavoitteisiin keskittymistä esimerkiksi uusien toimittajien etsimisen tai sopimusten laatimisen kautta. (Nieminen 2016, 11.)

Hankinnan tarkoitusta ei ole kuvattu yksiselitteisesti. Chunawallan (2008, 11) mukaan hankinta on strateginen osa jokaista yritystä. Yrityksen ydintoimintojen menestys on riippuvainen seuraavista asioista:

- right quantity – oikea määrä
- right quality – oikea laatu
- right place – oikea paikka
- right time – oikea aika
- right price – oikea hinta.

Tästä tulee yleisesti käytetty ”viiden R:n” määrittely. Minkä tahansa aiemmin mainitun osa-alueen laiminlyönti aiheuttaa lisäkustannuksia ja pienentää voittoja. (Chunwalla 2008, 11.)

Weele (2010, 8) on määritellyt hankinnan tarkoitukseksi yrityksen ulkoisten resurs-sien hallinnan siten, että kaikki tarvittavat tuotteet, palvelut yms., joita yrityksen en-sisijainen ja sitä tukevan toiminnan pyörittämiseen ja ylläpitoon tarvitaan, on tur-vattu parhaalla mahdollisella tavalla. Ensisijainen toiminto on esimerkiksi tuotanto, kun taas tukeva toiminto on hankinta tai tuotekehitys. Myös Nieminen (2016, 10-11) on määritellyt hankinnan tarkoituksen samankaltaiseksi kuin Weele.

Weelen (2010, 8), Chunwallan (2008, 11) ja Niemisen (2016, 10-11) määritelmien mukaisesti hankintaan liittyy jatkuva tuotteiden ohjausarvojen optimointi sekä sopimusten ylläpito ja toimittaja suhteiden kehittäminen. Seuraavaksi tarkastellaan ohjaustietojen sisältämiä tietoja, joiden perusteella erityisesti operatiivinen hankinta suoritetaan.

4.2.2 Ohjaustietojen optimointi

Tuotteen ohjaustiedot määritellään pääasiassa neljällä tavalla: tilauserän, toimitusajan, tilauspisteen ja varmuusvaraston avulla. Tuotteet voidaan jaotella mm. ABC-analyysin avulla, jossa A-nimikkeet sisältävät 80 % kaikkien tuotteiden arvosta, B-nimikkeet 15 % ja C-nimikkeet 5 %. (Scholz-Reiter, Heger, Meinecke & Bergmann 2012, 445.) ABC-analyysi ohjaa tuotteiden ohjausarvojen asettamista niiden optimaaliselle tasolle.

Tilauserä

Tuotteen tilauserä on usein sidoksissa tuotteen arvoon. Tilauserät määräytyvät mm. ABC-luokituksen avulla, jolloin A-nimikkeitä jotka ovat kokonaisuudessaan arvokkaita pyritään tilaamaan mahdollisimman vähän ja erittäin usein. Vastaavasti C-nimikkeitä voidaan tilata jopa koko vuoden kulutus kerralla.

Toimeksiantajalla laskentatyökalu Logisticar jaottelee tuotteet 7-portaiseen A-H luokkiin. Ohjelma päivittää ohjaustietoja päivittäin tuotteen luokituksen mukaan, jolloin myös tuotteen tilauserä, varmuusvarasto ja tilauspiste muuttuvat. Tilauserissä on kuitenkin hyvä ottaa huomioon myös pakkauskoko, jolloin vältetään ylimääräiseltä työltä toimittajan lähetysprosessissa. Lisäksi paljon tilaa vievien tuotteiden kohdalla tulee huomioida käytettävissä oleva varastointitila. Logisticar:lla voidaan asettaa jokaisen tuotteen taakse mm. pakkauskoko tai rajoitus maksimi kappalemäärälle paljon kyseistä tuotetta saa olla varastossa. Näillä arvoilla saadaan varastointiin fyysisesti käytettävä tila optimaaliseksi.

Toimitusaika

Tuotannossa ja varastonhallinnassa toimitusaika on usein aika, joka kestää tuotteen hankintaan tai tuottamiseen. Jos tuote valmistetaan yrityksen sisällä, puhutaan tuotantoajasta ja jos tuote ostetaan, puhutaan hankinta-ajasta. APICS (American Production and Inventory Control Society) määrittelee toimitusajan käsitteeksi logistiikassa ajan, joka kuluu tarpeen huomaamisesta tuotteen saapumiseen. Tämä aika sisältää usein ostotilauksen valmistelun ja lähettämisen, tilauksen jonotusajan, tilauksen käsittelyajan, siirto- tai kuljetusajan sekä vastaanottoon ja tarkastukseen kuluvaan ajan. (Engineer 2004, 103.)

Toimeksiantajalla tuotteiden hankinta-ajat vaihtelevat 7-200 päivän välillä. Toimitusajat sovitaan sopimusvaiheessa toimittajan kanssa yleisesti tai tuotekohtaisesti. Toimitusaika vaikuttaa oleellisesti tuotteen tilauspisteeseen sekä varmuusvarastoon ja täten suoraan varastoon sitoutuneeseen arvoon. Tuotteiden toimitusajalla on myös merkittävä rooli yrityksen ketteryudessa. Strategisen hankinnan tehtävänä on turvata kriittisille komponenteille mahdollisimman lyhyet toimitusajat, esimerkiksi sopimalla toimittajan kanssa tuotteen varastoinnista.

Varmuusvarasto

Varmuusvarasto on se määrä, paljon tuotetta pitäisi vähintään olla varastossa millä tahansa ajan hetkellä. Varmuusvaraston tarkoituksena on vastata kysynnän ja toimitusaikojen vaihtelevuuteen. Varmuusvarasto on matemaattisesti 150 % toimitusajan aikana kulutetusta määrästä. Varmuusvaraston laskemiseksi on kuitenkin olemassa lukemattomia muitakin menetelmiä. Usein varmuusvarasto kuitenkin asetetaan tuotekohtaisesti, kun tunnetaan toimittajien toimitusvarmuus ja tuotteen kysynnän vaihtelevuus. Lisäksi varmuusvarastoa voidaan ylläpitää vain saldobirheiden vuoksi. (Muller 2011, 132-133.)

Tilauspiste

Tilauspiste on se määrä, paljon tuotetta saa olla varastossa ennen tilauksen tekemistä. Tilauspisteen alittuessa toiminnanohjausjärjestelmä luo hankintaehdotuksen, joka siirtyy hankintaan oikealle vastuuhenkilölle lopullista ostotilausta tekemistä varten. Tilauspisteen laskukaava on:

$$(\text{viikkokulutus} \times \text{toimitusaika}) + \text{varmuusvarasto} = \text{tilauspiste}$$

Tässä kaavassa toimitusaika on prosentteina kuukaudesta seuraavasti:

1 viikko = 0,25 = 25 %	4 viikkoa = 1,00 = 100 %
2 viikkoa = 0,50 = 50 %	5 viikkoa = 1,25 = 125 %
3 viikkoa = 0,75 = 75 %	6 viikkoa = 1,50 = 150 %

(Muller 2011, 133-135.)

Kun nämä ohjausarvot ovat ajan tasalla ja niitä myös päivitetään aktiivisesti, ovat varastotasot oikealla tasolla. Tällöin tavaraa on aina tarpeeseen saatavilla eikä ylivarastointia esiinny. Ohjausarvojen asetus näkyy myös suoraan yrityksen palvelukykyinä, esimerkiksi toimitusvarmuudessa. Ohjausarvojen optimointi on kuitenkin haasteellista, sillä usein kysynnässä ja toimitusaikojen vaihtelussa esiintyy huomattavan paljon poikkeamia. Toimittajan konerikkoihin ei voida valmistautua etukäteen ja ne kuitenkin vaikuttavat toimitusaikoihin oleellisesti. Varastonhallinta korostuu näissäkin tapauksissa, sillä ylimääräistä varmuusvarastoa voidaan pitää toistuvien saldovirheiden vuoksi tai toimittajan toimitusongelmien vuoksi. Tämä tietenkin aiheuttaa yrityksille jatkuvia ylimääräisiä kustannuksia pääoman sitoutuessa varastoon.

4.3 Tuotanto

On olemassa neljä tyypillistä vaihtoehtoa tuotannon ohjaukselle. Kunkin ohjausmenetelmän valitseminen on strateginen päätös, joka määräytyy erityisesti kilpailupaikasta. Toimeksiantajalla on seuraavista tuotannon ohjausmenetelmistä käytössä kaikki neljä. Nämä ohjausmenetelmät ovat:

- varasto-ohjautuva tuotanto (MTS eli Make to stock)
- tilauksesta kokoonpano (ATO eli Assemble to order)
- tilauksesta valmistus (MTO eli Make to order)
- tilauksesta suunnittelu (ETO eli Engineer to order).

Varasto-ohjautuva tuotanto (MTS)

Varasto-ohjautuvassa tuotannossa (MTS eli Make to Stock) tuotteet valmistetaan pääasiassa valmiiksi varastoon ennen asiakkaan tilauksia. Tällöin asiakkaan tilaukset voidaan toteuttaa olemassa olevasta varastosta nopealla toimitusajalla (Rufe 2013, 345). Varasto-ohjautuvissa tuotteissa ja komponenteissa täydennystä ohjaa tuotteelle asetetut ohjausarvot. Tilauspisteen alittuessa aloitetaan valmistamaan uutta tuotantoerää ja tuotteelle asetetun varmuusvaraston tarkoitus on varmistaa, että kysynnänkin vaihdellessa asiakkaiden toiveisiin voidaan jatkuvasti vastata. (Rushton ym. 2014, 203.) Toimeksiantajalla työhön rajattu ajoneuvopuolen Multilube-pumppu toimii varasto-ohjautuvalla tuotannolla, eli tuotetta täytyy aina löytyä varastosta.

Tilauksesta kokoonpano (ATO)

Tilauksesta kokoonpano -tuotannossa (ATO eli Assembly to Order) tuotteet valmistetaan vasta asiakkaan tilauksen saavuttua. Tuotteessa käytetyt avainkomponentit ovat mahdollisesti varastoituja. Kyseinen tuotantomenetelmä on hyvä silloin, kun useita lopputuotteita voidaan valmistaa varasto-ohjautuvista komponenteista tai osakokoonpanoista. Hyvänä esimerkkinä toimii autojen tuotanto, joissa mm. värin tai sisustuksen voi asiakas päättää itse. (Rufe 2013, 345.) Toimeksiantajalla Multilube-pumppu isommalla säiliöllä tai ohjausyksiköllä on tästä hyvä esimerkki. Standardimaliseen Multilube-pumppuun voidaan liittää erillinen ohjausyksikkö tai suurempi säiliö tilauksen mukaisesti.

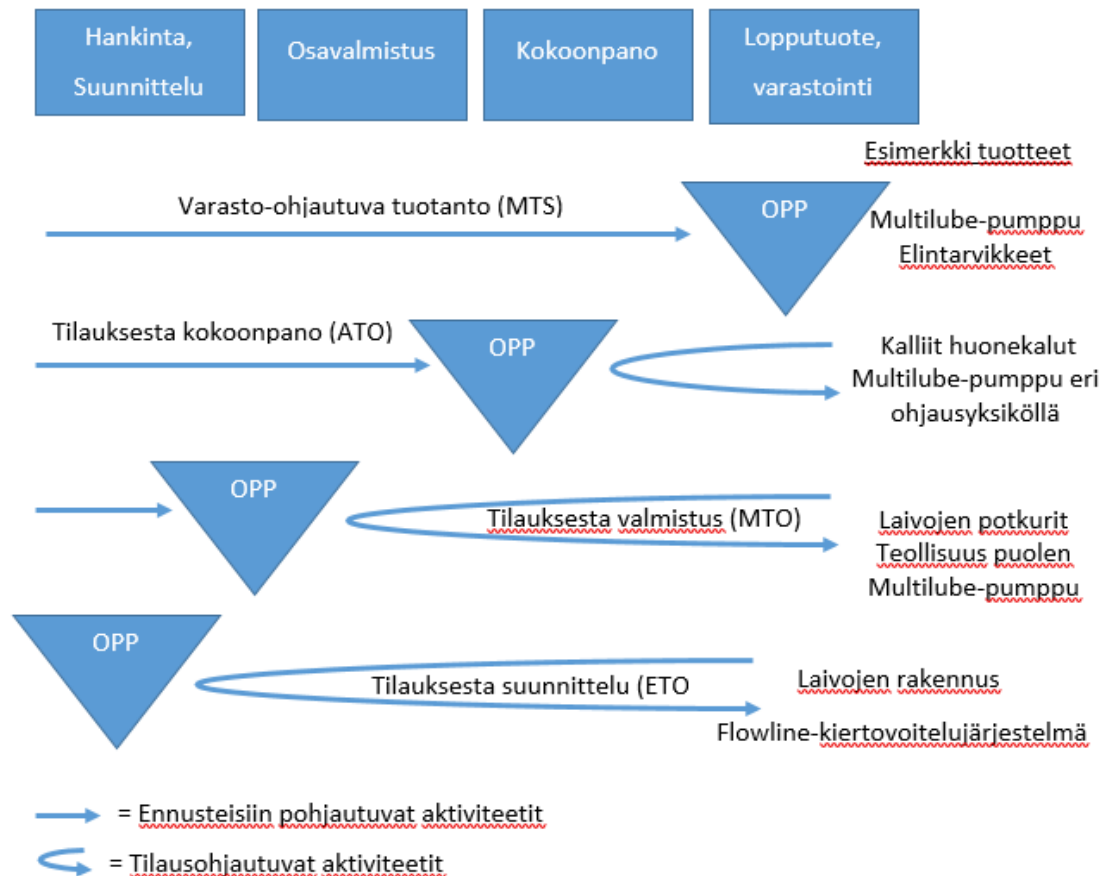
Tilauksesta valmistus (MTO)

Tilauksesta valmistettavat tuotteet (MTO eli Make to Order) valmistetaan vain asiakkaan tilauksen saavuttua. Tässä menetelmässä käytetään paljon varastoitavia komponentteja ja suoritetaan yksinkertaisia muutoksia standardiosissa, jolloin ne saadaan sopimaan asiakkaan tarpeisiin. Ennusteita voidaan hyödyntää sellaisten raaka-ainemateriaalien hankinnassa, joilla on pitkä toimitusaika sekä kapasiteetin suunnittelussa. Yksityiskohtainen suunnittelu suoritetaan kuitenkin vasta tilauksen saapuessa, mikä johtaa usein pidempiin toimitusajoihin kuin varasto-ohjautuvissa tuotteissa tai tilauksesta kokoonpantavissa tuotteissa. (Rufe 2013, 346.) Toimeksiantajalla teollisuuskäyttöinen Multilube-pumppu vastaa tätä tuotantomenetelmää. Avainkomponentit ovat kuitenkin varasto-ohjautuvia tuotteita.

Tilauksesta suunnittelu (ETO)

Tilauksesta suunniteltavissa tuotteissa (ETO eli Engineer to Order) asiakkaan toivomukset vaativat usein ainutlaatuisen suunnitelman tai huomattavasti muutoksia olemassa oleviin tuotteisiin. Ennusteita käytetään vain kapasiteetin suunnitteluun ja raaka-ainemateriaalien tarpeisiin. Suunnittelu ja sen myötä valmistus toteutetaan vasta asiakkaan tilauksesta. Jonkinlaista suunnittelua ja arviointia voidaan suorittaa ennen tilaustakin, jolloin varmistetaan tuotteen soveltuvuus. Samalla saadaan arvio tuotteen hinnasta sekä toimitusajasta. Kyseisessä tuotantotavassa toimitusaika on pisin muista vaihtoehdoista. (Rufe 2013, 346.) Toimeksiantajan tuotteista Flowline-kierto-voitelujärjestelmä on tilauksesta suunniteltava tuote. Tuotetta käytetään esimerkiksi paperikoneiden voitelujärjestelmissä. Tuotteessa mm. säiliön koko, pumppujen malli ja teho, moottorin teho yms. ovat asiakkaan tilauksesta suunniteltavia. Käytetyt komponentit määräytyvät asiakkaan tarpeiden ja käyttökohteen mukaan.

Jokaisessa tuotannon ohjausmenetelmässä OPP (Order Penetration Point) eli tilauksen kohdennuspiste on eri vaiheessa. Tilauksen kohdennuspiste on se kohta toimitusketjussa, kun tuote kiinnitetään asiakastilaukseen (Weele 2009, 259). Kuviossa 2 on esitetty tilauksen kohdennuspisteen sijoittuminen toimitusketjussa sekä esimerkkituotteita arkipäiväisistä asioista ja toimeksiantajan tuotteista.



Kuvio 2. Tilauksen kohdennuspiste (Weele 2010, 259. Muokattu)

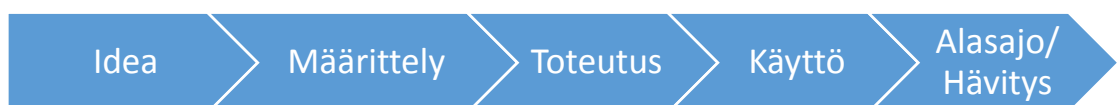
5 Tuotteiden jäljitettävyys

Tuotteiden jäljitettävyydelle on kasvava tarve lain- sekä asiakkaan näkökulmasta, jotta voidaan taata tuotteen turvallisuus. Jäljitettävyys on tärkeää kaikilla eri yritysten toimialoilla, kuten elintarviketeollisuudesta lääketeollisuuteen ja autoteollisuudesta laivateollisuuteen. Jos esimerkiksi auton turvatyynyssä on ongelma, valmistaja haluaa löytää kaikki vialliset tai saman tuotantoerän tuotteet minimoidakseen mahdolliset vahingot ja kustannukset. Yritykset, joilla on mahdollisuus tuotteen jäljitettävyyteen ovat kilpailussa vahvempia kuin yritykset, joilla siihen ei ole mahdollisuutta. Tuotteiden takaisinkutsu aiheuttaa yrityksille valtavia kustannuksia, jopa miljoonista euroista miljardeihin euroihin, joita jäljitettävyyssjärjestelmällä pyritään minimoimaan. Erityisesti elintarvike- ja lääketeollisuudessa jäljitettävyyden rooli on huomattavasti suurempaa ja yleisempää kuin muilla toimialoilla. (Stark 2011, luku 2.21.)

5.1 Tuotteen elinkaaren hallinta

Tuotteen elinkaaren hallinta eli PLM (Product Lifecycle Management) pyrkii tehokkaimmalla tavalla hallitsemaan yrityksen tuotteita läpi niiden jokaisen elinkaaren vaiheen; aina ensimmäisestä tuotteen ideasta sen markkinoilta pois vetämiseen saakka tai hävittämiseen saakka. Tuotteen elinkaaren hallinnalla pyritään nostamaan tuotteen tuottoa, maksimoimaan tuoteportfolion arvo, nykyisten sekä tulevien tuotteiden arvo asiakkaille, että osakkeenomistajille. (Stark 2011, luku 1.1.)

Stark jakaa tuotteen elinkaaren viiteen eri vaiheeseen (kuvio 3). Jokaisessa näissä vaiheissa tuote on erilaisessa tilassa. Ideavaiheessa tuote on vain ajatus ihmisten päässä ja tässä vaiheessa varmistetaan, että ajatusta tuotteesta ei ymmärretä väärin. Määrittelyvaiheessa ajatukset muutetaan yksityiskohtaiseksi kuvaukseksi tuotteesta. Tässä vaiheessa varmistetaan esimerkiksi, että käyttöönottoprojekti vastaa vaadittuja tavoitteita. Toteutusvaiheen jälkeen lopputuote on valmis asiakkaan käytettäväksi. Tässä vaiheessa myös varmistetaan, että lopputuote on määrittelyvaiheen mukainen, esimerkiksi revisio muutokset tulee huomioida. Käyttövaiheessa tuote on asiakkaan käytössä ja tässä varmistetaan tuotteen saavan asianmukaista huoltoa esimerkiksi sarjanumeron, tuotantopäivän tai tuoteversion mukaisesti. Viimeisessä vaiheessa eli alasajo- tai hävitysvaiheessa tuote on elinkaarensa päässä ja varmistetaan sen asianmukainen hävittäminen, kuten ympäristölle vaarallisten aineiden oikeaoppinen kierrätys tai hävitys. (Stark 2011, luku 1.2.)



Kuvio 3. Starkin jaottelu tuotteen elinkaaresta (Stark 2011, luku 1.3. Muokattu)

Crnkovic, Asklund, Askund & Dahlqvistin (2002, 5-8) näkemys puolestaan jakaisi tuotteen elinkaaren kuuteen vaiheeseen (kuvio 4). Vaiheet ovat kuitenkin hyvin samankaltaisia Starkin luettelemien vaiheiden kanssa.

Ensimmäinen vaihe on liikeidea, jossa tuote on vain ideana ja pohditaan erilaisten teknologioiden avulla olisiko tuotteen lanseeraus kannattavaa. Toinen vaihe on tuot-

teen vaatimusten ymmärtäminen. Tässä vaiheessa keskitytään syvällisemmin tuotteen vaatimuksiin, esim. rakenteen tai materiaalien osalta. Seuraava ja kolmas vaihe on tuotekehitys, jossa suunnitellaan tuote valmistettavaksi. Tämän vaiheen päätteeksi pitäisi olla kaikki tarvittavat komponentit ja työkalut tuotteen valmistamiseksi määriteltynä. Neljäs vaihe on tuotantovaihe, jossa tuote vapautetaan tuotantoon. Tämä vaihe voi olla hyvin erilainen riippuen tuotteesta, esimerkiksi ohjelmistotuotteen tuotanto on hyvin automatisoitua ja kulut ovat hyvin pienet verrattuna muihin vaiheisiin. Fyysisen tavaran tuottamisessa tämä taas on usein kallein ja haastavin vaihe. Viides vaihe on käyttö ja huolto, eli se vaihe, kun tuote on asiakkaan käytössä. Viimeisenä vaiheena on tuotteen hävitys. Tässä tulee huomioida tuotteen asianmukaisesta hävityksestä. (Crnkovic ym. 2002, 5-8.)



Kuvio 4. Crnkovicin ja muiden jaottelu tuotteen elinkaaresta (Crnkovic ym. 2002. Muokattu)

5.2 Tuotteen elinkaaren hallinnan tärkeys ja hyödyt

On harvoja asioita, jotka ovat yrityksessä tärkeämpiä kuin sen tuotteet, niiden kehittäminen sekä käyttäminen. Ilman tuotteita yrityksellä ei olisi asiakkaita ja tuloja. Tuotteen elinkaaren hallinnalla pystytään hallitsemaan tuotteita jokaisessa niiden elämänvaiheessa. Tämän ansiosta yrityksen johtajat kohtaavat vähemmän riskejä. He voivat taten käyttää enemmän aikaa yrityksen tulevaisuuden valmisteluun. (Stark 2011, luku 1.10.)

Tuotteen elinkaaren hallinta edistää tuotekehitystä, jota ilman yritys ei selviä. Uusien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen on yrityksen elinehto, jotta kannattavuus tulevaisuudessa voidaan taata. Tuotteen elinkaaren hallinta auttaa yritystä kasvattamaan tuloja edistyneemmällä innovoinnilla, vähentämällä uuden tuotteen lanseeraukseen kulunutta aikaa ja tuottamalla parempaa tukea sekä uusia palveluita nykyi-

sille tuotteille. Tyypilliset tuotteen elinkaaren hallinnan tavoitteet ovat tuotteiden liikevaihdon lisääminen 30 %:lla ja huoltokustannusten vähentäminen 50 %:lla. (Stark 2011, luku 1.10.)

Jäljitettävyyden rooli tuotetiedon hallinnassa on kriittinen, varsinkin takaisinkutsu tilanteessa. Jäljitettävyydellä yritykset voivat ennaltaehkäistä riskejä, joista voi koitua miljoonien eurojen kustannuksia. Jäljitettävyys myös edistää yrityksen kilpailukykyä ja parantaa asiakaspalvelua, kun esimerkiksi reklamaatioiden juurisyy voidaan kohdistaa nopeammin ja tehokkaammin.

6 Tuotteiden merkintätapa

Tuotteita voidaan merkitä usealla eri tavalla. Alla on esitetty erityisesti fyysisiä metallikappaleissa toimivia merkintätapoja, joita toimeksiantajan tuotteissa voidaan hyödyntää.

Manuaalinen merkintä

Informaatiota syötetään usein tuotteeseen käsin, esimerkiksi kynän, tussin tai liidun avulla. Myös maalia, mustetta, väriä, grafiittia tai muuta hyvin erottuvaa materiaalia voidaan käyttää tuotteiden tunnistamiseen. Kyseisiä merkintätapoja käytetään usein raaka-materiaalin eri luokitusten tunnistamiseen. (Bralla 2007, 356.)

Painatus

Kirjaimia, symboleja tai numeroita painetaan työkappaleen pintaan karkaistulla leimasimella joko prässäämällä tai hydraulisella, pneumaattisella tai solenoidi prässillä tai yksittäin vasaraa avuksi käyttäen. Uutena mahdollisuutena on ohjelmoitava leimasin, joka yksittäisistä pisteistä muodostaa tunnistettavia kirjaimia. Leimasimen ohjelmoitavuus mahdollistaa merkkien muuttamisen mielivaltaisesti, joten sarjanumerot ja muut muuttuvat numeroinnit voidaan toteuttaa. (Bralla 2007, 356.)

Kaivertaminen

Kaiverruksella tuotetaan huomattavasti syvempi jälki kappaleeseen, kuin etsauksessa. Kaiverrus toteutetaan pääasiassa jyrsimällä kappaleesta materiaalia siten, että siihen muodostuu haluttu kuvio. Kappaleesta voidaan myös jyrsiä materiaalia kuvion

ulkopuolelta, jolloin saadaan aikaan kohonnut kuvio. Käytettäviä työkaluja ohjataan joko manuaalisesti tai koneellisesti, nykyään tietokoneohjattu kaiverrus on hyvin yleistynyt. (Bralla 2007, 356.)

Lasermerkintä

Lasermerkintä toimii kaivertamisen tavoin materiaalia poistamalla ja työkaluna on laserenergia. Lasermerkintä voi olla tietokoneohjattua, jolloin saadaan hyvin tarkkoja merkintöjä aikaan sekä joustavuutta eri merkintöjen tekemiseen. Se on myös merkitsemistapana hyvin nopea. Merkinvän vaihtamiseen (esim. viivakoodin ja aakkosellisen välillä) tarvitaan vain muutos ohjelmiston ohjauksessa. Elektroniikan komponentit ovat usein lasermerkittyjä. (Bralla 2007, 356-357.)

Kaavain

Kaavainta käyttäessä tuote merkitään mallilevyn avulla, jonka ääri viivoja tai reikiä hyödyntäen saadaan oikeanlainen kuvio tehtyä. Itse merkintä voidaan toteuttaa lähes millä tahansa nestemäisessä väriaineella ja työkalulla, kuten maalitelalla tai spraymaalilla. Kaavain voi olla mitä tahansa materiaalia, kunhan se ei päästä väriainetta lävitse, esimerkiksi paperia, ohutlevyä tai muovia. Kaavainta käytetään usein pakkauslaatikoiden merkitsemiseen. (Bralla 2007, 357.)

Etsaus (kemiallisesti)

Etsauksessa poistetaan työkappaleen, yleensä metallin, päältä n. 0.08 – 0.3 millimetriä materiaalia kemiallisia yhdisteitä käyttäen, jolloin voidaan kaavaimen avulla luoda haluttu merkintä kappaleeseen. (Bralla 2007, 356.)

Tulostus

On useita metodeja, joilla kuva voidaan siirtää työkappaleeseen tai etikettiin, lappuun tai nimikylttiin, joka lopulta kiinnitetään työkappaleeseen. Kontaktitulostuksessa tai flexopainossa käytetään värjättyä painolaattaa, jolla haluttu kuvio painetaan kappaleeseen. Kontaktimattomassa tulostuksessa väriaine suihkutetaan työkappaleeseen. Tulostusta käytetään pakkauslaatikoiden, raaka-materiaalien luokkien, etikettien, nimikylttien ja tagien merkitsemiseen. Myös viivakoodi voidaan tulostaa suoraan kappaleeseen mustesuihkua käyttämällä. (Bralla 2007, 357.)

Valumuotti

Kappaleeseen voidaan luoda pysyvät merkinnät jo valuvaiheessa. Muotti täytyy vain suunnitella siten, että siinä on joko kohoumalla tai syvennyksellä toteutettu merkintä. Autoteollisuudessa käytetään tätä menetelmää paljon valuosissa, jolloin mm. tuotenumero voidaan merkitä pysyvästi tuotteeseen. Valumuotilla merkkäminen on suosittua myös muovivaletuissa tuotteissa. (Bralla 2007, 358.)

Värjäys

Värjäystä voidaan käyttää, mikäli kappale imee väriainetta. Usein kappale upotetaan kokonaisuudessaan haluttuun väriin, mutta myös sprayllä tai siveltimellä voidaan värjätä. Kankaat, nahka, anodisoitu alumiini ja useat muovit ovat usein värikäsiteltyjä. (Bralla 2007, 359.)

Toimeksiantajalla on jo valmiiksi käytössä omassa tuotannossa mm. kaiverrus, joka tapahtuu työstökoneella. Tässä merkitään esimerkiksi viikko- tai vuosileimaus valituihin omavalmisteisiin kappaleisiin. Mahdollisuus tuotteiden merkitsemiseen kuitenkin riippuu siitä, ovatko tuotteet omavalmisteita vai hankintaosia. Omavalmisteisiin on helpoin käyttöönottaa sarjanumeron merkintä, mutta mikäli tuotteet tulevat toimittajilta, voi toimittajan ohjeistaminen olla vaikeaa tai toimittajan mahdollisuudet merkitsemiseen rajalliset. Informaatioteknologian, kuten viivakoodien tai RFID-tunnisteen hyödyntäminen on huomattavasti yksinkertaisempi toteuttaa, koska merkitseminen ei tällöin vaadi omassa tuotannossa tapahtuvaa merkitsemistä. Viivakoodi tai RFID-tunniste voidaan kiinnittää tuotteeseen esimerkiksi vastaanotto vaiheessa, jolloin toiminnanohjausjärjestelmä rekisteröi tapahtumat.

6.1 Informaatioteknologia tunnistusmenetelmänä

Virheiden määrä ja ajankäyttö kasvavat huomattavasti, mitä enemmän ihminen on vastuussa kappaleen tunnistamisesta, tietojen syöttämisestä järjestelmään, muutosten hallinnasta, pakkauskoista, varastomääristä ja niin edelleen. Mitä vähemmän ihminen on tekemisessä näiden asioiden kanssa, sitä reaaliaikaisempaa ja tarkempaa järjestelmässä oleva tieto on. (Muller 2011, 75.)

Yamin (2009, 294) mukaan on yleisesti hyväksytty tosiasia, että manuaalista datansyöttöä järjestelmään tehdessä tehdään yksi virhe jokaista 300 kirjainta kohden. Farahanin, Rezapourin & Kardarin (2011, 237) mukaan Yhdysvaltojen puolustusministeriö on teettänyt tutkimuksen, jossa saatiin taulukon 1 mukaisia arvoja. Näppäimistöllä syötettyjen tietojen virhemarginaali täsmää Yamin esittämiä arvoja ja virheiden alentuminen automaattisen tunnistuksen lisääntyessä puolestaan vahvistaa Mullerin esittämiä ajatuksia.

Taulukko 1. Virheiden määrät eri tiedonsyöttö tekniikoissa (Farahani ym. 2011, 237. Muokattu)

Tiedonsyöttö kirjoitettuna (paperille)	25,000 virhettä 3 miljoonassa
Tiedonsyöttö näppäimistöllä	10,000 virhettä 3 miljoonassa
Tekstintunnistus (OCR)	100 virhettä 3 miljoonassa
Viivakoodi (Code 39)	1 virhe 3 miljoonassa
Vastaanottimet (RFID tagit)	1 virhe 30 miljoonassa

Automaattinen tunnistus (Auto ID) viittaa laajaan alueeseen eri teknologioita, joilla autetaan tietokonetta tunnistamaan kappale ilman ihmisen olemista vastuussa tiedonsyötöstä. Automaattiseen tunnistukseen sisältyy usein automaattinen tiedontalennus. Automaattisia tiedon tallennusmenetelmiä ovat mm. viivakoodit, älykortit, äänentunnistus, biometriset teknologiat (kuten sormenjäljen tunnistus), optiset tunnistukset (kuten silmän tunnistus) ja radiotaajuinen etätunnistus (RFID). (Muller 2011, 75.)

Tunnistusmenetelmien standardointi

On olemassa lukemattomia numeroita ja nimityksiä osille ja tuotteille, joten on luotu standardeja, jotta näiden tuotteiden tunnistaminen olisi helpompaa. Alla on esitetty GS1-yhteisön luomia viivakoodistandardeja, mutta on olemassa lukemattomia muitakin standardeja ja viivakoodien tarjoajia. Viivakoodien ominaisuudet ovat kuitenkin hyvin pitkälti samat tarjoajasta riippumatta.

6.2 Viivakoodi

Viivakoodijärjestelmä on optista tunnistusta hyödyntävä automaattinen tunnistusmenetelmä. Viivakoodit perustuvat näkyvään ja näkymättömään valoon, joka heijastuu tunnisteseen tulostetusta kuviosta. Tunnisteessa olevat mustat pylväät imevät siihen heijastetun valon, kun taas vaaleat pylväät heijastavat valon takaisin. Tämä heijastuvan ja heijastumattoman valon muuttuvuus havaitaan viivakoodilukijalla, joka ”lukee” heijastuksen ja purkaa kuviossa olevat tiedot tietokoneelle ihmisen ymmärtämään muotoon. Viivakoodijärjestelmän nopeus tiedon tallennuksessa ja järjestelmän tarkkuus ovat usein riittäviä syitä taloudellisessa näkökulmassa viivakoodijärjestelmän käyttöönottoon. (Muller 2011, 94.)

Viivakoodia käyttäessä virhemarginaali riippuu käytettävästä viivakoodin tyypistä, mutta yleisesti ottaen se on vähemmän kuin yksi virhe jokaista miljoonaa lukua kohden (Yam 2009, 294). Viivakoodijärjestelmä tyypillisesti koostuu kolmesta osasta: tunnisteesta (viivakoodista), lukijasta ja tulostimesta. Näistä tunnisteiden ja lukijan tulee olla yhteensopivia. 1D-viivakoodit vaativat laserskannerin ja ne luetaan vain vaakasuunnassa vasemmalta oikealle, kun taas 2D-viivakoodit täytyy lukea vaak- ja pystysuunnassa samanaikaisesti. 2D-viivakoodin lukeminen onnistuu näköistiedostoon perustuvalla tekniikalla, kuten älypuhelimien kameralla. (Muller 2011, 94.)

Viivakoodien käyttöympäristö vaikuttaa oleellisesti viivakoodin tarvittavaan kokoon. Varasto- ja myymäläympäristössä viivakoodin tulisi olla mahdollisimman suuri, jotta luku onnistuu helposti pitkälläkin etäisyydellä. Viivakodeissa tulee olla ennen ensimmäistä viivaa ja viimeisen viivan jälkeen vaalea alue ns. hiljainen alue. Hiljaisen alueen koko riippuu valitusta viivakoodin tyypistä. Viivakoodin tummien viivojen ja valkoisilla alueilla tulee olla selkeä värikontrasti, koska lukijalla tapahtuva luku perustuu heijastuvaan ja heijastumattomaan valoon. Myös viivakoodien painolaatu on oleellinen tekijä ja painoprosessia tuleekin seurata jatkuvasti. (Maailmanlaajuinen käyttöopas 2010, 20-21.)

6.2.1 1D-viivakoodi

Viivakoodit, joissa tieto on esitetty pystysuorina viivoina ja joiden väleissä on väli, kutsutaan 1D- tai lineaarisiksi viivakoodeiksi. Alla on esitelty tyypillisimmät 1D-viivakoodit, niiden ominaisuudet sekä käyttökohteet. 1D-viivakoodien merkistö sisältää

pääasiassa ACSII-merkistön (American Standard Code for Information Interchange) kirjaimia ja numeroita ja joitain erikoismerkkejä. Kirjaimet ovat amerikkalaisten aakkosten a-z välillä, eli nämä eivät sisällä suomalaisia ä- ja ö-kirjaimia. Mahdolliset numerot ovat 0-9 välillä.

EAN-viivakoodit

EAN-viivakoodia käytetään erityisesti vähittäiskauppojen kassapisteissä, joissa on suuri volyymi. EAN-viivakoodi on käytössä Euroopassa, ja se vastaa amerikkalaista UPC-viivakoodia. Vähittäiskauppojen lisäksi tätä käytetään varastohallinnassa. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 6.)

Code39

Code39-viivakoodia käytetään useilla eri aloilla, mutta etenkin tuotannossa ja Yhdysvaltain puolustusministeriössä. Code39-viivakoodissa voidaan käyttää numeroita sekä aakkosia, joita mahtuu yhteensä 39 kappaletta. Käyttökohteita on erityisesti tuotteiden tunnistus sekä lähetys- ja vastaanotto toiminnot. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 6.)

Code128

Code128-viivakoodi on samankaltainen kuin Code39, mutta tässä voidaan käyttää kaikkia ACSII-merkistön kirjaimia ja numeroita. Viivakoodi on myös hyvin kompaktin kokoinen. Erityisesti logistiikka- ja kuljetusaloilla Code128 on hyvin suosittu. Käyttökohteita ovat mm. tuotteen tunnistus, varastohallinta sekä lähetys- ja vastaanotto toiminnot. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 7.)

Interleaved 2 of 5

Interleaved 2 of 5 tai ITF-viivakoodia käytetään erityisesti pakkausten merkintään. ITF voidaan tulostaa suoraan aaltopahville. Viivakoodiin mahtuu 14 numeroa. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 7.)

Databar

GS1 DataBar, aiemmin tunnettu RSS (Reduced Space Symbology) nimellä, käytetään erityisesti vähittäiskaupoissa kuponkien ja tuotteiden tunnistamiseen sekä myös terveydenhuollossa pienten objektien tunnistamiseen. DataBar on kompaktimpi kuin muut tyypilliset kuluttajien kohtaamat lineaariset viivakoodit. Tyypilliset käyttökohteet ovat kassapäätteet, tuotteen tunnistus ja käyttöomaisuuden seuranta. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 8). DataBar mahdollistaa myös sarjattai eränumeron tallentamisen. DataBarista on lisäksi olemassa useita eri variaatioita. (GS1 General Specifications 2017, 305.)

6.2.2 2D-viivakoodi

Viivakoodit jotka sisältävät neliöitä, pisteitä, kuusikulmioita ja muita geometrisiä kuvioita, kutsutaan 2D-viivakoodeiksi. Vaikka 2D-viivakoodit ovat suhteellisen pieniä, ne pystyvät tallentamaan huomattavasti enemmän tietoa kuin 1D-viivakoodit, jopa satoja tai tuhansia kirjaimia. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 10.)

DataMatrix

DataMatrix-viivakoodeja käytetään pienten tuotteiden, tavaroiden ja dokumenttien merkitsemiseen. Viivakoodi mahtuu hyvin pienelle alueelle, joten se onkin vakiintunut pienten tavaroiden merkitsemiseen erityisesti logistiikassa. EIA (US Electronic Industries Alliance) suosittelee DataMatrix-viivakoodin käyttöä pienissä elektroniikan komponenteissa. Erityisesti vähittäiskaupat ja hallitukset käyttävät DataMatrixia ja sitä käytetään pääasiassa tuotteiden tunnistamiseen ja dokumenttien hallintaan. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 11.)

QR-code

QR-koodeja käytetään paljon kuluttajille menevissä tuotteissa. Käyttökohteita löytyy mm. tuotteiden seurattavuudessa ja markkinoinnissa, kuten mainoksissa, lehdissä ja käyntikorteissa. Niiden käyttö on ilmaista, fyysistä kokoa voidaan helposti muokata, ne omaavat suuren virhetoleranssin, ja niiden luku tapahtuu nopeasti. QR-koodia ei voida lukea laserskannerilla. Viivakoodi voi sisältää numeroita, aakkosia, binäärikuja ja Kanji-merkistöjä (japanilaisia kirjaimia). Erityisesti vähittäiskaupat ja tuotantolaitokset käyttävät QR-koodeja. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 10.)

Aztec Code

Aztec-viivakoodia käytetään erityisesti kuljetusyrityksissä, varsinkin matkustuslippujen tarkastuksessa. Viivakoodi voidaan lukea, vaikka se olisi huonosti tulostettu, joka auttaa kuluttajien tulostamien matkalippujen tarkastamisessa. Lisäksi tämä mahtuu pienempään tilaan kuin muut 2D-viivakoodit, koska se ei tarvitse ympäröivää tyhjää aluetta eli ”hiljaista” aluetta. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 10.)

MaxiCode

MaxiCode-viivakoodia käytetään erityisesti logistiikassa lähetystenseurantaan. UPS (United Parcel Service) loi MaxiCode:n vuonna 1992. Koodi voi sisältää UPS:n kehittämän Structured Carrier Messagen, josta selviää lähetyksen eri tietoja, kuten päämäärän postinumero tai maanumero. Myös ACSII-merkistön käyttö onnistuu. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 10.)

PDF417

PDF417-viivakoodeja käytetään silloin, kun tarvitaan paljon tallennustilaa, kuten valokuvien, sormenjälkien, allekirjoitusten tai grafiikkojen tallentamiseen. QR-koodien tapaan näiden käyttö on täysin ilmaista. PDF417-viivakoodia käytetään erityisesti logistiikassa ja hallituksissa. (Choosing the Best Barcode for your Business 2017, 11.)

6.2.3 1D- ja 2D-viivakoodien erot

Aiemmin esitellyistä viivakoodeista tyypillisimmät Euroopassa käytetyt viivakoodit ovat EAN/UPC, GS1 – 128, ITF – 14 (Interleaved 2 of 5), GS1 Databar, GS1 DataMatrix ja GS1 QR-koodi (kuvio 5). Taulukossa 2 on lueteltu näiden koodien tyypilliset ominaisuudet.



Kuvio 5. GS1 viivakoodit (10 askelta viivakoodin toteutukseen, n.d.)

Taulukko 2. Viivakoodien ominaisuudet (Viivakoodit, n.d.)

Viivakoodin tyyppi	Viivakoodin ominaisuudet
EAN/UPC	<ul style="list-style-type: none"> - Pääasiassa suunniteltu vähittäiskauppojen kassapisteisiin - Tiedonmäärä rajoitettu yritysten sisäisten tuotteiden tunnistamiseen (8 - 13 numeroinen)
GS1 – 128	<ul style="list-style-type: none"> - Voivat sisältää minkä tahansa GS1 tunnisteavaimen (48 numeroinen) - Käytetään logistiikassa
ITF – 14	<ul style="list-style-type: none"> - Voi sisältää ainoastaan 14-numeroisen GTIN:n (Global Trade Item Number) - Voidaan tulostaa aaltopahville
GS1 Databar	<ul style="list-style-type: none"> - Tiedontallennus onnistuu pienempään tilaan kuin EAN/UPC koodeissa (8 – 14 numeroinen) - Mahdollistaa mm. sarjanumeroiden ja eränumeroiden tallennuksen
GS1 DataMatrix	<ul style="list-style-type: none"> - 2D-viivakoodi, suurempi tallennustila (3116 numeroa tai 2335 aakkosta) - Vaatii kameraskannerin
GS1 QR Code	<ul style="list-style-type: none"> - Vastaava kuin DataMatrix, mutta isommalla tallennustilalla (7089 numeroa tai 4296 aakkosta)
GS1 Composite	<ul style="list-style-type: none"> - Yhdistelmä lineaarisesta ja 2D-viivakoodista - Lineaarinen komponentti sisältää tuotteen pääasiallisen tunnistuksen - 2D-komponentti sisältää lähinnä lisätietoja, kuten eränumeron tai viimeisen käyttöpäivän

GS1 ohjeistaa viivakoodityypin valintaa seuraavasti:

- Jos tuote luetaan kaupan kassalla, valitaan EAN-13- tai EAN-8 -viivakoodi
 - Mikäli tuotteen täytyy sisältää muutakin tietoa kuin GTIN-tunniste, kuten eränumero tai parasta ennen päiväys, valitaan GS1-128, DataBar tai DataMatrix
 - Mikäli tunnistaminen suoritetaan ulkona tai likaisissa olosuhteissa, valitaan GS1 Datamatrix- tai RFID-tunniste. Datamatrix kestää kulumista paremmin kuin muut viivakoodit, ja se voidaan painaa suoraan metalliin
 - Jos viivakoodi tulostetaan suoraan aaltopahville, on ITF-14 sopiva. Tämä ei kuitenkaan sovellu kaupan kassoille eli kuluttajapakkausihin.
- (10 askelta viivakoodin toteutukseen n.d.)

Suurin ero 1D- ja 2D-viivakoodien välillä on koodien sisältämä tallennustila. Lisäksi 2D-viivakoodit vaativat kameraskannerin, jotta koodi voidaan lukea vaaka- ja pystytasossa samanaikaisesti. Kuluttajien näkökulmasta 2D-viivakoodit ovat informatiivisempia, sillä älypuhelimien yleistymisen myötä viivakoodeista voidaan hakea tietoja, joita koodeihin on syötetty. Tätä voidaan hyödyntää tuotteen lisätietojen, käyttöohjeiden tai muun markkinoinnin lisäämiseen.

6.3 RFID-tunniste

RFID (Radio Frequency Identification) on nimitys teknologioille, jotka käyttävät radioaaltoja kohteiden, kuten ihmisten tai esineiden, tunnistamiseen automaattisesti.

RFID-tunnisteen toiminta perustuu tiedon, kuten sarjanumeron, tuotetietojen ja tuotteen kuvauksen, tallentamiseen mikrosiruun ja sen lukemiseen langattomasti lukijalla radioaaltojen avulla. Mikrosiruun on liitetty antenni, joiden yhdistelmää usein kutsutaan ”tagiksi”. Antenni mahdollistaa sirun lähettämään sen tiedot lukijalle. Lukija puolestaan kääntää radiotaajuuden digitaaliseen muotoon, jolloin se saadaan vietyä toiminnanohjausjärjestelmään ihmisen luettavaksi. On olemassa kolme tyyppilistä RFID tagia:

- passiivi tagi – tagi, jolla ei ole omaa virtalähdettä, vaan aktivoituu vain lukijan lu-
kiessa sen
- aktiivinen tagi – tagi, jolla on oma virtalähde ja joka kykenee lähettämään dataa re-
aaliajassa lukijoille
- semi-passiivinen tagi – tagi, jolla on oma virtalähde mutta ei lähetintä.

(Muller 2011, 94.)

Hyödyt

RFID:stä on useita hyötyjä verrattuna viivakodeihin. Siinä missä viivakoodit täytyy lukea näköetäisyydeltä, RFID:llä voidaan lukea tagit radioaaltojen ansiosta lähes kaikkien esteiden läpi. Myös lukuetaisyys on huomattavasti suurempi kuin viivakoodissa. Näiden lisäksi lukunopeus on nopeampi. Tagit ovat myös viivakodeja kestävämpiä, sillä ne ovat usein muovikuoren sisällä ja ne voidaan myös kiinnittää tuotteeseen siten, että siihen ei ulkopuolelta voi tulla vaurioita. Tagien sisältämiä tuotetietoja voidaan myös muuttaa, mutta jo tulostettua viivakoodia ei voida muuttaa. Yksi tagi myös yksilöi aina tuotteen, toisin kuin viivakoodi, jossa ei voida yksilöidä kyseistä tuotetta. (Muller 2011, 94.)

Haitat

Metalliset pinnat ja erilaiset nesteet ovat kuitenkin ongelmakohtia RFID:ssä. Metalliset pinnat heijastavat radioaaltoja ja nesteet imevät radioaallot, jolloin niitä ei voida näissä kohteissa täysin hyödyntämään. Näitä ominaisuuksia kuitenkin pyritään jatkuvasti kehittämään. Myös viivakoodiin verrattuna RFID-järjestelmä on huomattavasti kalliimpi, eikä RFID:lle ole luotu selkeitä standardeja, joita suurin osa käyttäjistä voisi

hyödyntää. RFID-järjestelmä on myös alttiimpi erilaisille sähkömagneettisille häiriöille. Ongelmana on myös lukijoiden ja tagien yhteentörmäys, mikäli useampi lukija koittaa lukea saman tagin, tai monta tagia lähettää signaalia samalla lukijalle. Näitä yhteentörmäyksiä saadaan tarkalla lukuetaisyysmäärittelyllä kuitenkin pienennettyä. (Muller 2011, 94-95.)

6.4 Yhteenveto

RFID-teknologia ei ole optimaalisin vaihtoehto toimeksiantajalle sen lukuisista eduista huolimatta, koska käyttöönotto kustannukset ovat kalliimmat. Myös metalliset tuotteet lisäävät RFID-tagien kustannuksia. RFID-järjestelmän kustannukset ovat sitä pienemmät, mitä suurempi volyymi ja käyttöönotto alue on kyseessä. Viivakoodista 2D-viivakoodien käyttöönotto on nykyaikaisempi ratkaisu verrattuna 1D-viivakodeihin. Kustannukset eivät oleellisesti myöskään eroa, mutta 2D-viivakoodien tuomat hyödyt erityisesti tiedon tallennuskapasiteetin osalta puoltavat sen valintaa. Lisäksi 2D-viivakodeilla voidaan lisätä markkinointia erilaisissa tuotteissa. Myös 2D-viivakoodien sisältämät virhekorjaukset ja lukutarkkuudet helpottavat niiden käyttöä.

7 Yksikön toiminnot ja tuotteet

Jotta toimeksiantajan tarpeet voidaan ymmärtää, esitellään seuraavissa luvuissa toimeksiantajan eri toiminnot ja tuotteet. Tämän kautta pystytään paremmin arvioimaan eri toimintojen tarpeita ja kehityskohteita.

7.1 Hankinta

Hankittavissa tuotteissa oleviin merkintöihin ei ostaja tietenkään voi vaikuttaa, vaan merkinnöistä vastaa toimittaja. Tällaisesta tuotteesta hyvänä esimerkkinä toimii opinnäytetyössä tarkasteltava pumppuelementti. Pumppuelementissä ei vielä ole minkäänlaista merkintää, jolla se voitaisiin jäljittää tiettyyn tuotanto- tai toimituserään.

Pumppuelementti

Pumppuelementit (kuvio 6) toimitetaan n. 100 - 200 kappaleen erissä. Elementti on kriittinen komponentti monissa pumppuyksiköissä, joten tuotteella olisi hyvä olla jäljitettävyyssmahdollisuus.



Kuvio 6. Pumppuelementti (Pumppuelementti-2 n.d.)

Nykyisellä tavarantoimittajalla on jo olemassa laitteet tuotteen merkitsemistä varten. Tällä hetkellä toimittaja on kuitenkin hyödyntänyt laitteita vain oman logon merkitsemiseksi tuotteeseen. Mahdollisuutta esimerkiksi tuotantoviikon ja -vuoden merkitsemiseen tuotteeseen kysyttiin toimittajalta, joka pystyy halutut merkitsemiset tarvittaessa toteuttamaan. Jotta merkitsemisestä olisi hyötyä, tulee pumppuelementeissä oleva merkintä saada kokoonpanon yhteydessä siirrettyä toiminnanohjausjärjestelmään ja tämä täytyy toteuttaa mahdollisimman automaattisesti, jotta jäljitettävyys toimii halutulla tavalla. Automatisoitu malli myös vähentää inhimillisten virheiden määrää.

Eränumeron tallentaminen toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmään onnistuu esimerkiksi siten, että vastaanottovaiheessa eränumero tallentuu tuotteen saldotietoihin. Pumppuelementit tulee kokoonpanna FIFO-periaatteella (First in, First out) eli vanhin toimituserä käytetään aina ensin. Tällöin mikäli saldotiedot pysyvät aina oikeina, saadaan järjestelmään kirjattua kunkin kokoonpanon käyttämä pumppuelementin toimituserä. Pumppuelementeissä esiintyy kuitenkin saldovirheitä vuosittain,

joten ensimmäiseksi täytyy saada nämä virheet poistettua. Saldovirheet voidaan korjata esim. viivakoodinlukijalla, tällöin tuotteet pitää aina kerätä lukijaa käyttäen.

7.2 Tuotanto

Omassa tuotannossa valmistuneille tuotteille on helpointa käyttöönottaa merkitsemisteknologioita. Merkitseminen voidaan toteuttaa fyysisellä tavalla tai informaatioteknologiaa hyödyntäen. Tuotannossa onkin käytössä erilaisia merkitsemismenetelmiä, joita on esitetty luvussa 6.

7.2.1 Koneistus

Toimeksiantajalla on koneistuksessa tällä hetkellä n. 600 erilaista aktiivista tuotetta. Tuotteiden merkintä on helppo toteuttaa, kun tuotteet valmistetaan omissa tiloissa. Koneistustuotteissa onkin jo esimerkiksi viikko- tai vuosileimaaminen alkanut yleistymään ja se on helppo lisätä automaattityöstökoneiden tuotteille. Tuotteet valmistuvat työnumeroiden perusteella, ja niistä saadaan tuotteen valmistuspäivämäärä selville. Tuotteilla on kuitenkin sama ongelma kuin muissakin tapauksissa, eli valmistuneita tuotteita ei voida yhdistää käytettyyn raaka-materiaaliin, eikä tiedetä missä kokoonpanoissa valmistuneet tuotteet on jatkossa käytetty.

7.2.2 System 24 -tuotteet

Muuramessa valmistetaan useita erilaisia tuotteita. Näistä yhtenä esimerkkinä on System 24 -tuotteet, jotka ovat yksipisteisiä voitelujärjestelmiä, joita käytetään pääasiassa kohteissa, joihin suuremman voitelujärjestelmän asennus olisi hankalaa tai vaarallista. Tuotteet sisältävät erilaisia rasvoja etiketin mukaisesti (kuvio 7) ja ovat täysin käyttövalmiita. Tuotteissa on pohjassa käsin käännettävä säädin, josta voidaan säätää yksikön tyhjentyminenopeutta 1-12 kuukauden välillä. Tätä tyhjennysnopeutta voidaan myös muuttaa kesken käytön tai pysäyttää kokonaan. (Gas driven single point automatic lubricators n.d.)



Kuvio 7. System 24 –tuotteita (Gas driven single point automatic lubricators n.d.)

Muuramessa tuotanto aloitettiin 2012, jolloin tuotteita toimitettiin n. 600 000 kappaletta 10 kuukauden aikana. Vuonna 2017 tuotetta on ennustettu menevän jo miljoona kappaletta vuodessa. Tuotteen kokoonpano on täysin automatisoitu ja tuotantolinjalta valmistuu yksi purkki joka kuudes sekunti. Tuotteen testaus ja pakkaus suoritetaan manuaalisesti. Näillä tuotteilla on olemassa seurantajärjestelmä, jossa jokaiseen lähetettyyn pakkaukseen saadaan tuotantoerä merkittyä tarran avulla ja tiedot viedään erilliseen järjestelmään seurattavuuden takaamiseksi. Tuote on muihin yksikön toimintoihin verrattuna ainutlaatuinen, koska se valmistetaan massatuotantona. Tämän vuoksi sille räätälöity jäljitettävyyden mahdollisuus pakkauslaatikon merkitsemisen avulla ei ole laajennettavissa yksikön muihin tuotteisiin.

7.3 Kokoonpanotuotteet

Tuotteiden kokoonpanossa päätuotteelle tulee saada yksilöintinumero, koska tuotteet kokoonpannaan yksi kerrallaan. Toimeksiannon rajauksessa valittu Multilube-pumppu on tästä hyvä esimerkki. Pumppuja valmistuu vuodessa n. 1500 kappaletta, ja niillä on jo valmiiksi olemassa oma yksilöintinumero, joka tulostuu työvaiheen lopussa. Pumpun valmistuessa toiminnanohjausjärjestelmä QAD generoi juoksevan sarjanumeron tuotteelle. Tuotteen poistaminen saldoista vaatii kuitenkin manuaalisen sarjanumeron syöttämisen, jonka kirjoittamisessa esiintyy toisinaan virheitä. Mikäli tässä tapahtuu kirjoitusvirhe, ei voida tietää mikä pumppu asiakkaalle on todellisuudessa toimitettu.

7.3.1 B-annostimet

B-annostimet ovat taas volyymiltaan vastakohta Multilube-pumpuille. B-annostimia kuluu n. 100 000 kappaletta vuodessa, joten yksilöintinumero ei näille ole optimaalinen vaihtoehto. Näille fyysinen merkintätapa on huomattavasti hankalampi toteuttaa pienen koon vuoksi. Hankintatiimi vastaa B-annostimien komponenttien hankinnasta, jotka saapumisen jälkeen lähetetään alihankkijalle kokoonpantavaksi. Kokoonpannut annostimet toimitetaan 500 kappaleen laatikoissa, joten niissä laatikkokohdainen eränumeroseuranta toimisi hyvin. B-annostimia on kuutta erilaista kokoa, B1-B6 (kuvio 8).



Kuvio 8. B1-B6 annostimet kiinnitettynä asennuskiskoon (SKF MonoFlex B-annostin 2014)

7.3.2 Multilube pumppauskeskus

Multilube-pumppua (kuvio 9) käytetään erityisesti raskaan liikkuvan kaluston voitelu- huoltoon, kuten kuorma-autojen ja kaivinkoneiden keskusvoitelussa sekä teollisuuden eri tarpeissa. Multilube on kokoonpanotuote Muuramen tehtaalla, joita valmistetaan noin 1500 kappaletta vuodessa. Pumppu sisältää mm. aiemmin mainitun pumppuelementin, joka on pumpun yksi kriittisimmistä osista (kuvio 10).

Multilube-pumppauskeskusta voidaan käyttää joko yksi- ja kaksilinjaisissa tai progressiivisissa järjestelmissä. Pumppua ohjataan erillisellä ohjausyksiköllä. Yksilinjaisia järjestelmiä käytetään pääasiassa raskaissa kuorma-autoissa ja niiden lisälaitteissa, maansiirtokoneissa, metsäkoneissa sekä tavarankäsittely- ja kiinteistökoneissa. Yksilinjaista järjestelmää on helppo laajentaa esimerkiksi irrotettaviin lisälaitteisiin letkujen ja pikaliittimien avulla. Yksittäisen voitelupisteen annostelua voidaan muuttaa annostinta vaihtamalla tai annostelua säätämällä. Yksilinjaisissa järjestelmissä käytetään aiemmin esiteltyjä B-annostimia voitelumäärän annosteluun. (SKF Multilube pumppauskeskus liikkuvan kaluston keskusvoitelujärjestelmiin 2014, 5.)

Kaksilinjaisia järjestelmiä käytetään pääasiassa raskaissa maansiirtokoneissa, metsäkoneissa, tavarakäsittelykoneissa ja erikoisajoneuvoissa. Kaksilinjaisissa järjestelmissä käytetään SMG-annostimia, joissa voidaan käyttää jäykempiä rasvoja ja saadaan isompia voiteluannoksia verrattuna B-annostimiin. (SKF Multilube pumppauskeskus liikkuvan kaluston keskusvoitelujärjestelmiin 2014, 6.)

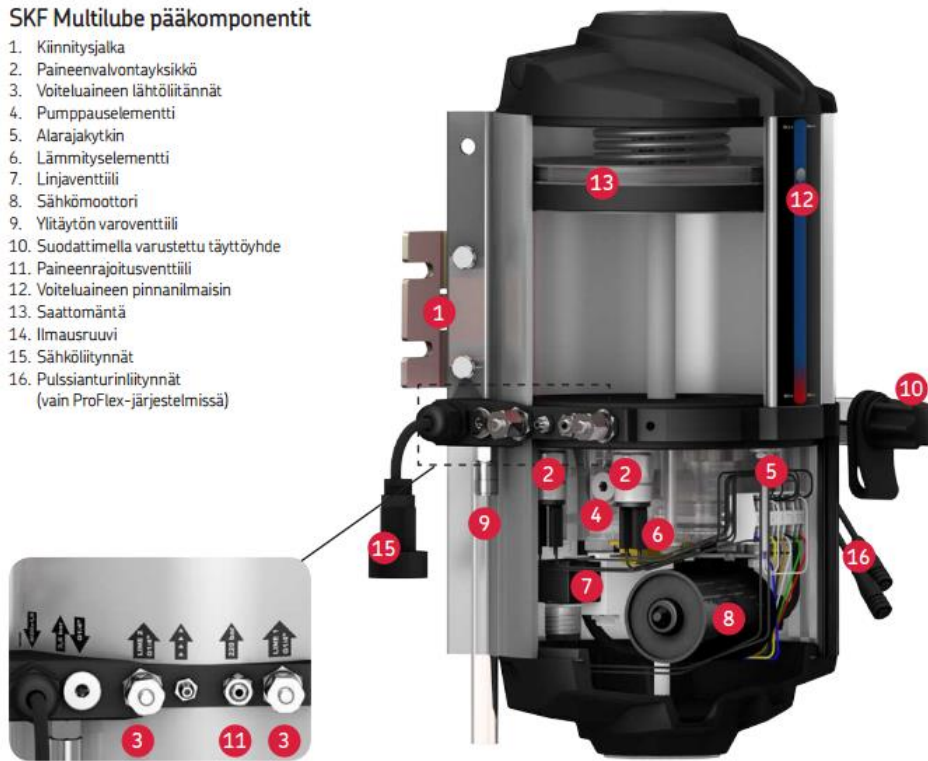
Progressiivisia järjestelmiä käytetään pääasiassa raskaissa maansiirtokoneissa, metsäkoneissa, tavarankäsittelykoneissa ja erikoisajoneuvoissa. Progressiivisissa järjestelmissä käytetään myös progressiivisia jakajia, jotka huolehtivat voitelun annostelusta. (SKF Multilube pumppauskeskus liikkuvan kaluston keskusvoitelujärjestelmiin 2014, 7.)



Kuvio 9. Multilube pumppausyksikkö (SKF Multilube pumppauskeskus liikkuvan kaluston keskusvoitelujärjestelmiin 2014)

SKF Multilube pääkomponentit

1. Kiinnitysalka
2. Paineenvalvontayksikkö
3. Voiteluaineen lähtöliitännät
4. Pumppauselementti
5. Alarajakytkin
6. Lämmityselementti
7. Linjaventtiili
8. Sähkömoottori
9. Ylitäytön varoventtiili
10. Suodattimella varustettu täyttöyhde
11. Paineenrajoitusventtiili
12. Voiteluaineen pinnanilmäisin
13. Saattomäntä
14. Ilmausruuvi
15. Sähköliitännät
16. Pulssianturinliitännät
(vain ProFlex-järjestelmissä)



Kuvio 10. Multilube-pumpun pääkomponentit (SKF Multilube pumppauskeskus liikku-
van kaluston keskusvoitelujärjestelmiin 2014)

8 Keräilymenetelmät

Toimeksiantajan mielenkiinnosta viivakoodijärjestelmän käyttöönottoon johtuen työssä käytiin läpi erilaisia keräilymenetelmiä, jotta löydettiin olemassa oleviin toimintoihin optimaalisin vaihtoehto. Keräilymenetelmät ovat kehittyneet ja täten myös muuttaneet tuotteiden keräilyä. Kehittyneet teknologiat vähentävät keräilyvirheitä ja parantavat tuottavuutta, teknologia usein myös maksaa itsensä takaisin. Keräily voidaan nykyään toteuttaa seuraavilla vaihtoehdoilla:

- paperinen keräilylista
- tarrakeräily
- äänikeräily
- viivakoodin skannaus
- RFID
- valokeräily
- put to light
- automatisoitu keräily.

(Richards 2011, 99.)

Keräilymenetelmän valinta on myös oleellinen tuotteen jäljitettävyyden osalta. Esimerkiksi paperisten keräilylistojen käytössä haittapuolena on mm. sarjanumeron syöttäminen, sillä nämä tulisi syöttää käsin tietokantaan. Manuaalisessa työssä on aina suurempi riski virheille, kuten tässä tapauksessa väärän sarjanumeron syöttäminen. Automatisoitu tiedontallennus puolestaan veisi sarjanumeron tiedot suoraan toiminnanohjausjärjestelmään, jolloin tuotetiedot olisivat luotettavimpia ja myös keräilyprosessi olisi tehokkaampaa. Vaihtoehtoja punnittaessa huomioitiin keräilyn tehokkuus ja uuden teknologian käyttöönoton helppous sekä sarjanumeron tallennusmahdollisuus.

8.1 Paperinen keräilylista

Paperisella keräilylistalla usein mainitaan tilausnumero, tuotteen sijainti varastossa (varastopaikka), tuotekoodi, tuotteen kuvaus sekä keräiltävä määrä. Mikäli käytössä on WMS (Warehouse Management System) eli varastohallintajärjestelmä, on tuotteiden järjestys keräilylistalla usein optimoitu siten, että keräily toteutuu mahdollisimman tehokkaasti ja viimeinen tuote olisi mahdollisimman lähellä lähetysaluetta. Keräilyn loputtua kuitataan järjestelmään vielä manuaalisesti kerätyt määrät ja tuotteet, joka voi myös aiheuttaa inhimillisiä virheitä.

Toimeksiantajalla on käytössään kyseinen keräilymenetelmä, mutta pienen varaston vuoksi keräily on tehokasta lyhyiden matkojen vuoksi. Tuotteita on kuitenkin paljon, joten eniten aikaa kuluukin oikean tuotekoodin löytämiseen hyllyistä ilman harjaantunutta kokemusta. Käytössä on myös kaksi varastoautomaattia, joista keräily toteutetaan syöttämällä tuotekoodi sekä keräiltävä määrä varastoautomaatin järjestelmään, tällöin automaatti tuo oikean tuotteen keräilytasolle. Kuten aiemmin mainittiin, paperinen versio on sarjanumeron seurannan kannalta haasteellinen, sillä tietojen tallennuksessa tulee luottaa manuaaliseen työhön. (Richards 2011, 99-100.) Lisäksi toimeksiantajalla on esiintynyt ongelmia keruulistan tulostuksessa, joka toisinaan johtaa lähetyksen myöhästymiseen ja täten aiheuttaa ylimääräisiä kuluja.

8.2 Tarrakeräily

Tarrakeräilyssä keräilylistat ovat tarroja, jotka tulostetaan paperiarkille keräilyjärjestyksessä. Keräilijä kiinnittää tarran kerättyyn tuotteeseen ja palauttaa kaikki käyttämättömät tarrat varastonvalvojalle tai esimiehelle. Mikäli tarroja jää käyttämättä, merkitsee se keräilyvirhettä tai tuotteen puuttumista. (Richards 2011, 100.)

Myös tämä keräilymenetelmä vaatii paljon manuaalista työtä ja tiedon syöttöä, eikä se helpottaisi sarjanumeroiden tallennusta. Sarjanumeron seuranta olisi edelleen käsityötön varassa, joten tämä menetelmä ei tuo jäljitettävyyteen lisäarvoa.

8.3 Äänikeräily

Äänikeräilyssä keräilijällä on käytössään kuulokkeet, mikrofoni ja pieni tietokone, joka on kiinnitetty vyöhön tai voidaan myös joissain tapauksissa kiinnittää ranteseen. Varastohallintajärjestelmä lähettää viestin keräilijän tietokoneeseen radioaaltojen tai langattoman internetyhteyden avulla ja nämä viestit muutetaan ääniviesteiksi keräilijälle. Keräilijä myös kommunikoi takaisin järjestelmälle puhumalla mikrofoniiin. Tämä menetelmä edellyttää, että varasto on kartoitettu lähettimillä, joiden kautta radioaallot kulkevat tai langattoman internetyhteyden saatavuutta. Menetelmää käytetään erityisesti kylmissä olosuhteissa, joissa keräilijöiden on hanskojen vuoksi vaikea käsitellä esineitä tai papereita. Äänikeräily on erittäin tehokasta, sillä tällöin voidaan hyödyntää molempia käsiä keräilyssä. Myös uusien työntekijöiden on todettu oppivan keräilyprosessi tehokkaammin äänikeräilyä käytettäessä. Äänikeräilyssä virheet vähenevät, sillä järjestelmään tulee usein puhua esim. tuotekoodi, jolloin järjestelmä joko hyväksyy sen, mikäli koodi on oikein, tai hylkää sen, jos on sanottu väärä koodi. (Richards 2011, 100-107.)

Richards (2011, 100-107) kuitenkin mainitsee, että äänikeräilykään ei aina ole oikea vaihtoehto. Mikäli yrityksen tarvitsee tallentaa esim. sarjanumeroita tai eränumeroita, äänikeräilyä pitäisi täydentää jonkinlaisella skannaus tai kuvantallennus teknologialla. Pitkien ja monimutkaisten sarjanumeroiden tallentaminen puhumalla on jo ääntämisen vuoksi vaikea saada järjestelmä tunnistamaan näitä, mutta lisäksi järjestelmään pitäisi asettaa aina tietty sarjanumero, joka keräilijän tulisi kerätä, jotta järjestelmä tietää mikä on oikein ja mikä väärin.

8.4 Viivakoodikeräily

Viivakoodit on käyty ominaisuuksiltaan jo luvussa 6.2 joten tässä luvussa pohdittiin viivakoodien käyttöä keräilyssä. Keräilytarkkuus paranee viivakoodeja käyttäessä, mutta edelleen on inhimillisen virheen riski, että luetaan väärä koodi. Viivakoodit luetaan lukijaa käyttäen. Lukijoita on monia erilaisia, mm. käsin pidettäviä, staattisia tai päälle puettavia. Staattisia lukijoita käytetään yleisesti ruokakauppojen kassoilla, joissa lukija automaattisesti lukee ohi menneen viivakoodin.

Käsin pidettävä lukija puolestaan on hyvin perinteinen menetelmä keräilyssä. Lukija voi olla langallinen tai langaton. Nykyään langattomat lukijat ovat käsipäätteitä (kuvio 11), jotka ovat käytännössä pieniä tietokoneita. Ongelmana käsin pidettävissä lukijoissa kuitenkin on, että lukija tulee aina laittaa pois, kun nostetaan keräiltävä tavara tai sitten yritetään selviytyä keräilystä lukijaa pidettäessä kädessä samanaikaisesti. Tähän ongelmaan auttaisi ylläpidettävän lukijan käyttäminen, jolloin saadaan hyödynnettyä molempien käsien vapautta aivan kuten äänikeräilyssä. (Richards 2011, 108.)



Kuvio 11. Honeywell CN51 käsipäätte (CN51 Handheld Computer Data Sheet 2015)

Päälle puettavalla lukijalla tarkoitetaan langatonta tietokonetta, joka voidaan kiinnittää esim. ranteeseen tai käteen (kuvio 12). Tietokoneessa on usein näyttö, pieni näppäimistö tai kosketusnäyttö sekä vaihtoehto sormessa pidettävään lukijaan, joka on kytketty tietokoneeseen tai kommunikoi Bluetoothin välityksellä. Nämä lukijat ovat

yleistyneet erityisesti varastoissa, joissa raskaiden tuotteiden käsittely vaatii molempien käsien käyttöä. Käyttöönottoa on yhtä helppoa kuin perinteisen viivakoodi lukijoiden käyttöönotto, ja käsin pidettävä lukija on helppo korvata ylläpidettävällä lukijalla. Myöskään ohjelmistoa ei tarvitse juurikaan muuttaa, mikäli käytössä on jo ollut perinteinen viivakoodijärjestelmä. Vain työntekijöiden tulee tottua tietokoneen pitämiseen ranteessa ja mahdollisesti sormiskannerin pitämiseen. Nämä ovat kuitenkin usein kevyitä sekä miellyttäviä päällä. Ylläpidettävän lukijan etuna on työergonomian paraneminen ja laitteiden vahinkojen väheneminen. (Richards 2011, 108-109.)



Kuvio 12. Päälle puettava käsipääte sormuslukijalla. (Wearable Solution for Dolphin 70e Mobile Computer 2016)

Yleisesti viivakoodien etuna keräilyssä on tuottavuuden ja tarkkuuden paraneminen. Keräilyvirheiden väheneminen voi tuoda nopeasti aikaan säästöjä, sillä virheellisistä lähetyksistä koituu usein kuluja. Muita etuja on parantunut asiakaspalvelu, nopeammat perehdytysajat keräilyyn, vahinkojen ja virheiden vähentyminen sekä työhyvinvoinnin kasvu. Sarjanumeron tallentaminen on helppo toteuttaa viivakoodien avulla, kunhan numero on luettavissa. Usein sarjanumero kuitenkin on tulostettuna tai saadaan tulostettua tuotetarraan. Huonoina puolina on lähinnä viivakoodien alttius rikkoutumiselle ja likaantumiselle, jolloin niiden lukeminen vaikeutuu tai on jopa mahdotonta. (Richards 2011, 108-110.) Toimeksiantajan tiloissa viivakoodit eivät kuitenkaan ole alttiilta likaantumiselle, koska tilat ovat pääasiassa siistit.

8.5 RFID-keräily

RFID teknologiana käsiteltiin luvussa 6.3, joten tässä luvussa keskityttiin RFID:n käyttöön keräilyn näkökulmasta. Richards (2011, 110-111) uskoo, että yksittäisen tuotteen seuraaminen RFID:n avulla ei tule tapahtumaan vielä hetkeen, mutta pakkaus-ten seuranta, kuten lavojen, rullakoiden, tynnyreiden ja pahvilaatikoiden voidaan toteuttaa tehokkaasti. Taajuus on tärkeä osa RFID-järjestelmää, sillä se määrittää tiedonsiirron välimatkan sekä nopeuden, eikä kaikkia taajuuksia voida aina käyttää.

RFID on kuitenkin huomattavasti kalliimpi kuin viivakoodit, joka onkin usein kynnyksenä useimmille yrityksille sen käyttöönotossa. RFID-järjestelmän käyttöönoton kustannukset riippuvat pitkälti ohjelmistosta, käyttöönoton laajuudesta, käytetystä taajuudesta sekä tagien määrästä ja tyypistä. Mitä laajemmalti järjestelmä otetaan käyttöön, sitä matalammat kustannukset sille syntyvät; RFID ei siis ole kustannustehokas vain muutamille tuotteille. Seuraavat komponentit ovat tarpeen järjestelmää käyttöönottaessa:

- RFID lukijat (n. 300 € - 1200 €)
- RFID tagit (n. 0,02€ - 0,10€ ja tästä ylöspäin, riippuen käytetystä taajuudesta ja kiinnityksestä tuotteeseen)
- väliohjelmisto
- järjestelmien päivittäminen
- varaston kartoittaminen lähettimillä.

(Richards 2011, 110-111.)

RFID automatisoi prosesseja tehokkaasti, mutta ottaen huomioon toimeksiantajan tuotteet, joissa lopputuotteiden materiaali on pääasiassa erilaisia metalleja, kasvaisi tagien hinta entistä enemmän, jotta saataisiin metallisilla pinnoilla toimivia tageja. Lisäksi Richardsin (2011, 111) mainitseman yksittäisten tuotteiden seurannan hankaluuden vuoksi tämmöinen järjestelmä ei sovellu toimeksiantajan käyttöön tällä hetkellä, koska viivakodeilla saadaan samat hyödyt aikaan.

8.6 Valokeräily

Valokeräilyssä käytetään nimensä mukaisesti valoja, jotka on asennettu varastohyllyihin tai keräilypaikkoihin. Keräily suoritetaan tyypillisesti vain tietyssä keräilypaikassa, jolloin keräilijöillä on omat vastualueet. Keräily aloitetaan lukemalla keräilylistan tai

pakkauksen tunnistuskoodi, jolloin järjestelmä ymmärtää keräilijän olevan valmis aloittamaan. Tällöin kaikki keräilijän alueella ja keräilylistalla olevien tuotteiden valot syttyvät palamaan varastopaikkojen yläpuolella. Digitaalinen näyttö kertoo, kuinka paljon tuotteita tulee kerätä ja valo sammutetaan painamalla, kun keräily on tuotteen osalta suoritettu. Kun keräily on yhden keräilijän osalta suoritettu, siirretään kerätyt tuotteet usein linjaa pitkin seuraavalle keräilyalueelle, jossa vastaavasti toinen keräilijä täydentää tilaukselle omalla vastuualueellaan olevat tuotteet. Keräilyn loputtua tarkistetaan tilausnumero, lähetyksen paino, kiinnitetään toimitusosoite ja lähetyksen dokumentit.

Toisin kuin ääni- ja viivakoodikeräilyssä, valokeräilyssä kaikkien tuotteiden valot syttyvät samanaikaisesti, jolloin keräilijä itse päättää keräilyjärjestyksen. Richardsin mukaan järjestelmä on myös helppo toteuttaa, sillä valot on helppo jälkiasentaa olemassa oleviin varastohyllyihin ja laitteisiin. Myös järjestelmäintegrointi on helppo toteuttaa, sillä se vaatii käytännössä vain tiedoston lataamisen järjestelmään, josta ilmenee tilausnumero, tuotekoodit, varastopaikat sekä kerättävät määrät. Toisaalta kyseisen menetelmän tehokas käyttö vaatisi linjan, jota pitkin tavarat voidaan kuljettaa seuraavalle keräilypaikalle. Sarjanumeron lisääminen voitaisiin toteuttaa samalla tavalla kuin viivakoodikeräilyssä. Keräilylinjan perustaminen vaatisi kuitenkin layoutin muutoksia, jolloin kustannuksetkin nousevat, eikä se sovellu tuotantolaitokseen erityisen hyvin. (Richards 2011, 112-114.)

8.7 Automatisoitu keräily

Jatkuva tarve toimintojen nopeuttamiselle, tarkkuuden lisäämiselle ja tuottavuuden parantamiselle on saanut yritysjohtajat harkitsemaan automatiikkaa realistisena vaihtoehtona nykypäivän kilpailutuilla aloilla. Kun volyymit ovat suuria, voi automatisointi olla kannattavaa. Mikäli yrityksessä lähetetään yli 3000 pakettia päivässä, tulisi automatiikkaa harkita. (Richards 2011, 82-83.) Toimeksiantajalla volyymit ovat kuitenkin tätä pienempiä, joten automatisoituja prosesseja ei kannata tämän aiheen rajojauksien puitteissa lähteä viemään eteenpäin.

8.8 Vaihtoehtojen punnitseminen

Oikean keräilymenetelmän löytäminen on vaikeaa, sillä tarkoituksena on kuitenkin aina löytää säästöjä, mutta samalla kehittää tarkkuutta, tuottavuutta ja palvelutasoa. Richards (2011, 118) ohjeistaa seuraavien tekijöiden huomioonottoa uuden keräilymenetelmän käyttöönotossa:

Investoinnin tuotto prosentti ja takaisinmaksuaika

Investoinnin tuotto prosentti (ROI) ja takaisinmaksuaika pääomalle vaikuttavat oleellisesti päätökseen siitä, valitaanko automatisoitu vai manuaalinen prosessi. Varastojärjestelmiin investoidessa kolmen vuoden takaisinmaksuaikaa voidaan pitää kannattavana. (Richards 2011, 118.)

Kausivaihtelut

Mikäli yrityksen tuotteiden kysyntä on hyvin vaihtelevaa, ei automatisointi usein ole järkevää. Tällöin kalliit laitteet seisoisivat käyttämättöminä suurimman osan vuodesta. (Richards 2011, 118.)

Työergonomia ja vihreät arvot

Työergonomialla ja vihreillä arvoilla on myös suuri vaikutus päätöksentekoon. Kasvava huoli nykyajan energian käytöstä ja laitteiden mahdollinen vaikutus ympäristöön sekä näiden laitteiden verotus tulee myös huomioida. Paremmalla työergonomialla saavutetaan säästöjä sairaspotilaiden vähentymisen myötä ja myös tehokkuus paranee, kun työt on toteutettu mahdollisimman pienellä fyysisellä rasituksella. (Richards 2011, 118.)

Pitkän aikavälin strategia

Yrityksen pitkän aikavälin strategialla on myös oleellinen osa päätöksenteossa. Potentiaalisuus yrityksen uudelleensijoittamisesta, muutokset tuoteportfoliossa tai jakelukanavassa viittaavat siihen, että investointi voimakkaaseen automaatioon tulee olla hyvin harkittua. Automatisoidun järjestelmän purkamisen ja uudelleen rakentamisen kustannukset nousevat todennäköisesti erittäin suureksi, jolloin investointi ei ole kannattavaa. (Richards 2011, 118.)

Työvoiman saatavuus

Työvoiman saatavuudella on suuri rooli automaatioasteen määrittämisessä. Mikäli osaavaa työvoimaa on hyvin saatavilla, edistää tämä usein joustavuutta. Automaatio ja joustavuus eivät useinkaan mene käsi kädessä, joten keräilymenetelmän valinta tulee olla erittäin tarkkaan harkittua myös pitkällä aikavälillä. (Richards 2011, 118.)

8.9 Yhteenveto ja keräilymenetelmän valinta

Yhteenveto keräilymenetelmien ominaisuuksista on koottu taulukkoon 3. Yhteenvetossa huomioitiin aiheen rajaus ja yrityksen nykyiset toimintatavat.

Taulukko 3. Keräilymenetelmien yhteenveto

Keräilymenetelmä	Hyvää	Huonoa
Paperinen keräilylista	Valmiiksi käytössä Toimitusvirheet hyvin minimialliset nykykäytössä	Sarjanumeroiden käsisyöttö Keräilylista unohtuu tulostaa Vihreät arvot
Tarrakeräily	Tarkkuutta keräilyprosessiin	Sarjanumeroiden käsisyöttö Valvojan vaatiminen
Äänikeräily	Työergonomia Tarkkuuden ja tuottavuuden paraneminen	Sarjanumeroiden käsisyöttö Investointi laitteisiin
Viivakoodi	Tarkkuuden ja tuottavuuden paraneminen Sarjanumeroiden skannaus	Investoinnit laitteisiin Viivakoodit alttiita rikkoutumiselle
RFID	Automatisoidummat prosessit Saldojen tarkkuus	Investoinnit, metallituotteiden yhteensopivuus Sarjanumeroiden käsisyöttö
Valokeräily	Keräilyvirheiden väheneminen	Layout muutokset
Automaatiikka	Kustannusten aleneminen, kun volyymi tarpeeksi suurta Tehokkuuden lisääminen	Suuret investoinnit Liian pieni volyymi

Taulukon 3 perusteella pisteytettiin jokainen keruumenetelmä. Taulukossa 4 vaadittavat investoinnit, keräilyn tarkkuus ja tehokkuus, layoutmuutokset sekä sarja- ja eränumeron tallennus huomioitiin kunkin keräilymenetelmän kohdalla.

Taulukko 4. Keräilymenetelmien pisteytys

	Inves- toinnit	Keräilytarkkuus, tehokkuus	Layout muu- tokset	Sarja/eränumeron tallennus	Yh- teensä
Paperinen keräilylista	++	-	++	-	2
Tarrakeräily	++	+	++	-	4
Äänikeräily	--	++	++	-	1
Viivakoodi	-	++	++	++	5
RFID	--	++	++	++	4
Valokeräily	+	+	+	+	4
Automatiikka	--	++	--	++	0

Richardsin (2011, 118) esittämien tietojen pohjalta voidaan todeta, että viivakoodin käyttöönotto olisi kannattavin vaihtoehto tämän aiheen rajauksilla. Muissa keräilymenetelmissä ongelmaksi esiintyi sarjanumeroiden automaattinen tallennus. Lisäksi nykyisiä toimintoja ei tarvitse oleellisesti muuttaa, jolloin säästytään ylimääräisiltä investoinneilta. Viivakoodien likaantuminen ei teetä suuria ongelmia toimeksiantajalla, sillä työympäristö on hyvin siisti, eikä viivakoodit tällöin pääse likaantumaan. Myös työergonomia on oleellinen osa varastotyöskentelyä, joten ylläpidettävä viivakoodinlukija olisi ideaalisin vaihtoehto erityisesti keräilyssä. Tottuminen ylläpidettäviin lukijoihin on kuitenkin vielä ongelmallinen, eikä voida ennalta tietää kuinka henkilöstö tähän reagoi. Käsipääte toisi ratkaisun sarjanumeroiden tallentamiseen ja lisäisi myös keräilytarkkuutta ja tehokkuutta. Toisaalta keräilyvirheitä ei nykyäänkään esiinny useasti, mutta yksikin virhe aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Keruulista voidaan muuttaa sähköiseksi, jolloin keruulista näkyy suoraan käsipäätteessä, eikä paperista keräilylistaa tarvitse enää tulostaa. Tämän myötä säästytään ongelmilta, kun keruulista on unohtunut tulostaa, joka johtaa toimituksen viivästymiseen.

9 Toiminnanohjausjärjestelmän tarjoamat mahdollisuudet

Tutkimuksen tarkoituksena oli myös perehtyä käytössä olevaan QAD-toiminnanohjausjärjestelmään ja selvittää sen sisältämiä moduuleita, eli lisäosia, joita yrityksellä ei ole käytössä, mutta jotka voisivat edistää ja helpottaa jäljitettävyyden käyttöönottoa. Perehtyminen näihin tuntemattomiin moduuleihin toteutettiin luke-malla QAD:n luomia käyttäjäohjeita. Yrityksellä on käytössä vuoden 2013 versio, mutta mahdollisia moduuleita on käyty läpi myös uudemmissa versioista.

9.1 Nykytila sarjanumeroiden seurannassa

Jo nykyisellä käytössä olevalla QAD-versiolla voidaan luoda sarjanumeroita tai eränumeroita. Mikäli tuote on sarjanumero- tai eränumeroseurannassa, ei tuotteita voida ottaa vastaan tai käyttää ilman, että tämä numero syötetään järjestelmään. Sarjanumerot syötetäänkin tällä hetkellä käsin järjestelmään, kun tuote vastaanotetaan tai poistetaan saldoista. Prosessi on työläs ja aiheuttaa ongelmia, mikäli sarjanumeron kirjoittaa vahingossa väärin. Jos tuote on määritelty sarjanumero seurantaan, QAD generoi automaattisesti juoksevan sarjanumeron valmistuneelle työlle.

Tällä hetkellä sarjanumeroidut tuotteet voidaan QAD:lla jäljittää valmistuspäivämäärään, mutta pumput valmistuvat ilman työnumeroita, joten tarkkoja tietoja valmistuksessa käytetyistä komponenteista ei ole saatavilla. Myyntinumero on kuitenkin helposti löydettävissä, jolloin tiedetään mihin tuote on myyty. Tuotteiden takaisin-kutsu olisi lähes mahdotonta toteuttaa tehokkaasti yrityksen nykyprosesseilla.

9.2 Keskeneneräisen työn eräseuranta -moduuli

WIP Lot Trace (WLT) eli karkeasti käännettynä ”keskeneneräisen työn eräseuranta” -moduulilla voidaan jäljittää tiettyä tuotetta sen valmistusvaiheiden läpi, mutta erityisesti tämä on tarkoitettu niiden komponenttien jäljittämiseen, joita lopputuotteissa käytetään. Moduulilla voidaan mm.

- jäljittää erä- ja sarjanumeroita keskeneneräisissä töissä eri tuotantovaiheissa, sekä useamman alihankkijan työstämiä töitä.
- luoda joustava erä- tai sarjanumeron rekisteröinti kaikille tai tietyille tuotteille, rakenteille ja komponenteille
- ylläpitää täydellistä keskeneneräisen tuotannon jäljittämishistoriaa

- kontrolloida eräkokoja kaikille jäljitettävälle tuotteille.

Näiden lisäksi tämä moduuli mahdollistaa eränumeroiden lisäämisen myös ostotilauksille, jotka lähetetään alihankkijoille. Tätä voi hyödyntää mm. B-annostimien eräseurannassa, jotka menevät alihankkijalle kokoonpantavaksi. Moduulilla voidaan myös luoda eränumerointiin erärajat. Tämä olisi hyödyllinen B-annostimien kohdalla, joita toimitetaan aina kokoonpantuina 500 kappaleen laatikoissa. Jokainen 500 kappaleen laatikko olisi omalla eränumerolla rekisteröity. Toimeksiantajalla on ollut myös ongelmia pinnoitustuotteiden kanssa, koska valmistuneet tuotteet kuitataan saldoihiin heti valmistumisvaiheessa, vaikka tuotteet todellisuudessa ovat vielä n. viikon pinnoituksessa. Tämä on johtanut useisiin ongelmiin lopputuotteiden toimitusajoissa, kun komponentteja ei ole ollutkaan saatavilla, vaikka saldotietojen mukaan niitä pitäisi olla saatavilla. Moduulilla voidaan kuitata valmistetun erän olevan pinnoituksessa, jolloin todellinen käytettävissä oleva saldo on aina oikeassa. Keskeneräisen työn eräseuranta -moduuli vaikuttaa kuitenkin pääasiassa olevan erätuotantoon painottuva lisäosa, jolla pystytään joitain ongelmakohtia ratkaisemaan. Moduuli ei kuitenkaan käyttöohjeiden perusteella vaikuta olevan ideaalisin vaihtoehto, ajatellen erityisesti sarjanumero seurattavuutta. Toisaalta tämä moduuli olisi ainakin askel oikeaan suuntaan, jotta tuotteita voidaan jäljittää tehokkaammin. (User Guide: PRO/PLUS 2013, 4-50.)

9.3 Eräseurannan työpöytä -moduuli

QAD:n uudemmassa 2015 versiossa on käytössä integroitu Lot Trace Workbench (LTWB) eli eräseurannan työpöytä -moduuli, joka mahdollistaa tuotteiden jäljittämisen tuotantoerän, tuotenumeron tai sarjanumeron perusteella, taaksepäin tai eteenpäin eri tuotantovaiheissa. Tätä moduulia voi käyttää esim. pumppuelementtien hankintavaiheessa ja Multilube-pumpun takaisinkutsu tilanteissa.

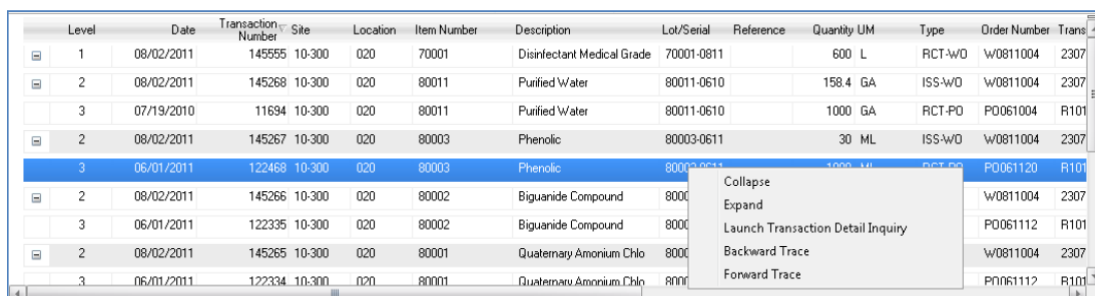
Mikäli asiakas soittaa viallisesta tuotteesta, voidaan tämän moduulin avulla jäljittää tuotteen historiaa taaksepäin käyttämällä myyntitilausnumeroa tai eränumeroa, joka asiakkaalle on lähetetty. Käyttämällä myyntitilausnumeroa, voidaan nähdä lähetetyn tuotteen sarja- tai eränumero, tuotantonumero jolla tuote on tehty ja tämän tuot-

teen komponenttien eränumerot ja ostotilausnumerot. Toimivuus tietenkin edellyttää laajaa käyttöönottoa yrityksessä, jotta erityisesti kriittisille komponenteille on otettu käyttöön sarja- tai eränumeroseuranta.

Vastaavasti jos toimittaja ilmoittaa viallisesta tuotantoerästä, voidaan tällä transaktiolla jäljittää tuotteen historiaa eteenpäin käyttämällä ostotilausnumeroa. Ostotilausnumerolla löydetään viallisten tuotteiden eränumero, työnumerot joissa viallisia tuotteita on käytetty, työnumeroista valmistuneiden lopputuotteiden sarja- tai eränumerot ja toimitukset, joissa on käytetty viallisia komponentteja. Tällöin tuotteiden takaisinkutsu on paljon yksinkertaisempaa, kun vialliset komponentit voidaan kohdistaa suoraan myyntitilauksille.

Esimerkki LTWB-moduulin käyttämisestä

Kuviossa 13 on esimerkki moduulin käytöstä QAD:n esitteen mukaisesti. Tässä tapauksessa oli määritelty, että on tunnistettu tuotteen 80003 valmistuserän olevan viallinen. Tuotteen kohdalta painetaan hiiren oikealla ”Forward Trace” eli eteenpäin jäljitys, jolloin aukeaa uusi näkymä, josta saadaan selville mihin tuotetta on käytetty tai myyty (kuvio 14).



Level	Date	Transaction Number	Site	Location	Item Number	Description	Lot/Serial	Reference	Quantity	UM	Type	Order Number	Trans
1	08/02/2011	145555	10-300	020	70001	Disinfectant Medical Grade	70001-0811		600	L	RCT-W/D	W0811004	2307
2	08/02/2011	145268	10-300	020	80011	Purified Water	80011-0610		158.4	GA	ISS-W/D	W0811004	2307
3	07/19/2010	11694	10-300	020	80011	Purified Water	80011-0610		1000	GA	RCT-P/D	P0061004	R101
2	08/02/2011	145267	10-300	020	80003	Phenolic	80003-0611		30	ML	ISS-W/D	W0811004	2307
3	06/01/2011	122468	10-300	020	80003	Phenolic	80003-0611		1000	ML	RCT-P/D	P0061120	R101
2	08/02/2011	145266	10-300	020	80002	Biguanide Compound	80002-0611		1000	ML	ISS-W/D	W0811004	2307
3	06/01/2011	122335	10-300	020	80002	Biguanide Compound	80002-0611		1000	ML	RCT-P/D	P0061112	R101
2	08/02/2011	145265	10-300	020	80001	Quaternary Ammonium Chlo	80001-0611		1000	ML	ISS-W/D	W0811004	2307
3	06/01/2011	122334	10-300	020	80001	Quaternary Ammonium Chlo	80001-0611		1000	ML	RCT-P/D	P0061112	R101

Kuvio 13. Näkymä LTWB-moduulilla suoritettavasta eteenpäin jäljityksestä

Kuviossa 14 nähdään, että työnumerolla W0611045 on tehty 1100 kappaletta tuotetta 03090. Tätä taas on myyty edelleen yhteensä yhdeksälle eri myyntitilaukselle. Myyntitilausnumerot näkyvät samassa kentässä kuin työnumero. Asiakkaan tiedot taas näkyvät, kun alapalkkia viedään oikealle (kuvio 15).

Initial Backward Trace Forward Trace													
Forward Trace													
Level	Date	Transaction Number	Site	Location	Item Number	Description	Lot/Serial	Reference	Quantity	UM	Type	Order Number	Transaction Ref Batch
1	06/01/2011	122468	10-300	020	80003	Phenolic	80003-0611		1000	ML	RCT-PO	PO061120	R1010330
2	06/07/2011	124030	10-300	020	80003	Phenolic	80003-0611		640	ML	ISS-WO	W0611005	2298678
3	06/07/2011	124328	10-300	020	70002	Disinfecta	70002-0611		12800	L	RCT-WO	W0611005	2298678
4	06/07/2011	126452	10-300	020	70002	Disinfecta	70002-0611		6875	L	ISS-WO	W0611045	2298756
5	06/07/2011	126484	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		1100	EA	RCT-WO	W0611045	2298756
6	06/07/2011	126819	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		50	EA	ISS-SO	S0061101	2315054
6	06/07/2011	126826	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		50	EA	ISS-SO	S0061102	2315055
6	06/07/2011	126832	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		112	EA	ISS-SO	S0061103	2315056
6	06/07/2011	126874	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		80	EA	ISS-SO	S0061108	2315063
6	06/07/2011	126880	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		120	EA	ISS-SO	S0061109	2315064
6	06/07/2011	126942	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		120	EA	ISS-SO	S0061115	2315074
6	06/07/2011	126978	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		187	EA	ISS-SO	S0061122	2315082
6	06/07/2011	126991	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		375	EA	ISS-SO	S0061126	2315086
6	10/25/2011	177048	10-300	010	03090	25 gallon	03090-0611		6	EA	ISS-UNP		2323409
4	08/02/2011	145737	10-300	020	70002	Disinfecta	70002-0611		3300	L	ISS-WO	W0811015	2307382
5	08/02/2011	146194	10-300	010	03121	.5L Bottle	03121-0811		6600	EA	RCT-WO	W0811015	2307382

Kuvio 14. Näkymä LTWB-moduulista pilaantuneen erän myymisestä

Kun asiakkaan tiedot ja myyntitilausnumero tiedetään, voidaan asiakasta tiedottaa havaitusta ongelmasta ja suorittaa tuotteiden takaisinkutsu. Tiedot voidaan myös kopioida suoraan taulukkolaskentaohjelma Exceliin, jossa taulukkoa voidaan muokata haluttuun muotoon. (User Guide: QAD Master Data 2015, 251-283.)

Initial Backward Trace Forward Trace													
Forward Trace													
Reference	Quantity	UM	Type	Order Number	Transaction Ref	Batch	Address	Name	Shipper Number	Supplier Lot	Sales/Job	Reason Code	Inventory Stat
	1000	ML	RCT-PO	PO061120	R1010330		30S1004	Shanghai Chemical Manufacturers	SH061120				Y-Y-Y
	640	ML	ISS-WO	W0611005	2298678								Y-Y-Y
	12800	L	RCT-WO	W0611005	2298678								Y-Y-Y
	6875	L	ISS-WO	W0611045	2298756								Y-Y-Y
	1100	EA	RCT-WO	W0611045	2298756								Y-Y-Y
	50	EA	ISS-SO	S0061101	2315054		10C1000	Wal-Mart			S006110		Y-Y-Y
	50	EA	ISS-SO	S0061102	2315055		10C1000	Wal-Mart			S006110		Y-Y-Y
	112	EA	ISS-SO	S0061103	2315056		10C1000	Wal-Mart			S006110		Y-Y-Y
	80	EA	ISS-SO	S0061108	2315063		10C1004	Price Chopper			S006110		Y-Y-Y
	120	EA	ISS-SO	S0061109	2315064		11C1001	Chiro Foods Limited			S006110		Y-Y-Y
	120	EA	ISS-SO	S0061115	2315074		12C1002	Commercial Mexicana Supermark			S006111		Y-Y-Y
	187	EA	ISS-SO	S0061122	2315082		30C1000	Chaobao Cleaning Products			S006112		Y-Y-Y
	375	EA	ISS-SO	S0061126	2315086		31C1002	Woolworths Ltd			S006112		Y-Y-Y
	6	EA	ISS-UNP		2323409								Y-Y-Y
	3300	L	ISS-WO	W0811015	2307382								Y-Y-Y
	6600	EA	RCT-WO	W0811015	2307382								Y-Y-Y

Kuvio 15. Näkymä LTWB-moduulin asiakastiedoista ja myyntinumeroista

LTWB vaikuttaa helppokäyttöiseltä moduulilta, jossa painamalla tiettyä erä- tai sarja-numeroa avautuu alaasioita toisensa jälkeen. Myös eteenpäin jäljitys voidaan toteuttaa yksinkertaisesti hiiren oikealla painikkeella, josta avautuu valikko eteen- tai taaksepäin jäljittämiseen.

9.4 Sarjoittaminen-moduuli

QAD Serialization eli sarjoittaminen on vuonna 2016 julkaistu moduuli, joka täydentää QAD Enterprise Applicationsin jäljitettävyyismahdollisuuksia. Tämä moduuli tarjoaa mahdollisuuden erä- ja sarjanumeroiden jäljittämiseen itsenäisesti, mutta linkittää nämä myös yhteen tarvittaessa. Moduuli tarjoaa mahdollisuuden yksittäisten tuotteiden, pakkausten sekä toimitusyksiköiden (lavojen) yksilölliselle tunnistelle. Tämä moduuli kuitenkin painottuu toimitusyksiköiden seurantaan ja rekisteröintiin, joka ei tämän työn rajauksilla ole olennaista. Sarjoittaminen-moduuli rekisteröisi esim. keräilyvaiheessa kerättyjen tuotteiden sarjanumerot tietylle lavalle, joka on myös sarjanumeroitu. Mikäli koko lava rekisteröidään vastaanotetuksi, niin automaattisesti kaikki lavan sisältämät tuotteetkin rekisteröityvät vastaanotetuksi. Vastaavasti voidaan rekisteröidä vastaanotetuksi vain joitakin tuotteita sarjanumeroidulta lavalta. Moduuli vaikuttaa turhan järeältä toimeksiantajan prosesseille, sillä lavalähetyksiä ei ole erityisen paljoa ja lavat lähetetään usein suoraan asiakkaalle, eikä esim. jakelukeskuksiin. (User Guide: QAD Serialization 2016, 2-15.)

10 Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto

Viivakoodeja tulee hyödyntää mahdollisimman laajasti yrityksen eri prosesseissa. Eriytisesti tavaravastaanotto, keräily, pumppukokoonpano ja sähköosasto hyötyisivät viivakoodien käyttöönotosta. Tärkeimmät ominaisuudet viivakoodijärjestelmässä ovat reaaliaikainen tiedonsiirto toiminnanohjausjärjestelmään ja automaattinen tiedontallennus. Käytettävät viivakoodinlukijat tulee olla käsipäätteitä, jotka ovat nykyaikaisia langattomia lukijoita. Käytössä tulee olla vähintään yksi viivakoodinlukija tavaravastaanotossa, 1-2 lukijaa keräilyssä, 1 lukija pumppukokoonpanossa ja 1 lukija sähköosastolla. Keräilyssä käytettävä käsipääte tulee olla ylläpidettävä, jotta työergonomia saadaan optimaaliseksi. Järjestelmän käyttöönotto on hyvä tehdä porrastetusti, aloittaen esimerkiksi tavaravastaanotosta. Tavaravastaanotosta aloittaminen on perusteltua jo siksi, että mikäli vastaanotto ei toimi oikealla tavalla, ei lukijoita voida hyödyntää muuallakaan. Tavaravastaanotossa myös kiinnitetään tuotteisiin tai pakkauksiin tuotetarra, joka sisältää mm. tuotekoodin, tuotteen kuvauksen ja tuotteelle asetetun viivakoodin.

10.1 Arvioidut kustannukset

Ensimmäisen ohjelmistotarjoajan arvion mukaan haluttujen toimintojen käyttöönoton kustannukset ovat tyypillisesti 30 000 – 70 000 euroa riippuen toiminnanohjausjärjestelmän rajapinnan luomisesta. Budjetäärinen tarjous päätyi kuitenkin 80 000 euroon \pm 20 000 euroa, jolloin järjestelmä olisi käyttövalmiina koko tehtaassa. Hinta ei sisällä lukupäätteitä, viivakoodeja, tai langatonta internetyhteyttä. Tarjouksesta poiketen on kuitenkin mahdollista aloittaa vain tietyistä osa-alueista, esimerkiksi vastaanotosta ja laajentaa järjestelmää tarpeen mukaan. Tällöin myös aloituskustannukset ovat pienemmät. Järjestelmän käyttöikä arvioitiin olevan 5 – 8 vuotta. Käyttöikä perustuu yrityksen sisäisiin järjestelmämuutoksiin (toiminnanohjausjärjestelmä) sekä liiketoiminnan muutoksiin.

Toisen pienemmän ohjelmistotarjoajan tarjous oli sähköpostiviestien perusteella 30 000 euroa. Lopulliset summat molemmissa tarjouksissa määräytyisivät vasta työhön ryhtymisen jälkeen, jolloin määritellään tarkasti yksikön tarpeet.

10.2 Potentiaaliset säästöt

Työvoiman vähennys on yleisin säästökohde viivakoodijärjestelmien käyttöönotossa (Cost Justification of an Automated Data Collection System 2006, 2). Toimeksiantajan tapauksessa työvoimaa ei kuitenkaan vähentyisi, mutta ylitöitä voidaan vähentää.

Seuraavaksi yleisin on varastonarvon aleneminen (Cost Justification of an Automated Data Collection System 2006, 3). Varmuusvarastoa ylläpidetään usein saldovirheiden varalta. Toimeksiantajan varastonarvo on n. 1,4 miljoonaa euroa, josta varmuusvarastoa on n. 400 000 euroa. Toimeksiantajalla ei kuitenkaan varmuusvarastoa pidetä erityisesti saldovirheiden varalta. Yleinen standardi on varastonarvon alentuminen 4 – 6 %:lla viivakoodijärjestelmän myötä (Process Flow Assessment for Bar code implementation n.d., 8). Tämä tarkoittaisi toimeksiantajan kohdalla n. 70 000 euron säästöjä. Realistisempi arvioi kuitenkin on 2 % toimeksiantajan ohjaustietojen tuntemuksen perusteella. Tämän lisäksi säästöihin tulee huomioida alentuneen varastonarvon ylläpitokustannukset, jotka ovat toimeksiantajalla n. 12 %. Seuraavalla kaavalla saadaan varastonarvon alentuessa säästöt selvitettyä:

$$1\,400\,000\text{€} * 0,02 * 1,12 = 31360\text{ €} / \text{v}$$

Yritykset, joissa viivakoodilla suoritetaan tavaran vastaanotto, varaston sisäiset siirrot sekä lähetykset, ilmoittavat usein varastosaldojen täsmällisyydeksi 99 % ja tätä enemmän (Adopting Automated Data Collection for SMBs 2007, 3). Toimeksiantajalla on käytössä kiertävä inventointi, mutta se ei ole toteutunut toivotulla tavalla. Usein loppuvuodesta on tarvetta tehdä ylitöitä sekä viikonlopputöitä, jotta kaikki tuotteet saadaan inventoitua vuoden loppuun mennessä. Vuonna 2016 Muuramessa oli n. 2600 inventointitapahtumaa, joissa oli saldoheittoa. Viivakoodijärjestelmän avulla näitä saldovirheitä saadaan vähennettyä, jolloin varastontasot ovat tarkempia. Tämä johtaa hankintojen tarkempaan laatimiseen, jolloin mm. pikakuljetusten lisäkustannuksia voidaan vähentää. Toisaalta inventoinnin toteutus voidaan toteuttaa esim. viikoittain tulostettavalla inventointilistalla. Viikoittain tulostettava inventointilista on ollut useita vuosia sitten käytössä, mutta jostain syystä sen käyttäminen on loppunut.

Yleisesti ottaen inventointiin käytetty aika tehostuu 15 % viivakoodijärjestelmän myötä (Process Flow Assessment for Bar code implementation n.d., 8). Vuonna 2016 toimeksiantajalla oli inventointitapahtumia kaiken kaikkiaan n. 6700 kappaletta. Inventointi nykyhetkellä tapahtuu inventointilistan tulostamisella (tai yksittäisen koodin kirjoittamisella ylös), liikkumalla oikealla varastopaikalle, kirjaamalla todellinen määrä kynällä paperille, jonka jälkeen kävellään takaisin tietokoneelle syöttämään laskettu määrä QAD:lle. Käsipäätteellä voidaan inventoida laskettu lukumäärä välittömästi laskemisen jälkeen lukemalla viivakoodi ja syöttämällä laskettu määrä, jolloin ylimääräisiltä kirjauksilta ja kävelyiltä vältytään.

Aiemmin mainittujen esimerkkien lisäksi järjestelmä tuo lukuisia ”pehmeitä” säästöjä, jotka perustuvat eri prosessien tehostamiseen. Ajansäästöä syntyy virheiden vähentymisen myötä ja automatisoitujen kirjausten ansiosta. Asiakaspalvelu paranee ja reagointikyky reklamaatioiden käsittelyyn tehostuu tiedonhallinnan kautta. Myös lähetysvirheet vähentyvät ja keruulistojen saatavuus paranee.

Toimeksiantaja on siirtymässä SAP-toiminnanohjausjärjestelmään aikaisintaan vuonna 2025. Järjestelmä muutoksen sattuessa on luotava uusi rajapinta toiminnan-

ohjausjärjestelmän ja viivakoodijärjestelmän välillä. Rajapinnan luomisen kustannukset ovat huomattava osuus järjestelmän kokonaiskustannuksista, arviolta kuitenkin 20 000 – 50 000 euroa.

10.3 Järjestelmän kannattavuus

Aiemmin esitettyjen lukujen pohjalta viivakoodijärjestelmän takaisinmaksuajaksi saadaan n. 2 vuotta, olettaen investoinnin olevan 80 000 euroa. Luvut eivät kuitenkaan kerro koko totuutta, sillä todellinen säästö toteutuu prosessien tehostamisen kautta. Pienemmät investointikulut edellyttävät QAD:n yhteyshenkilön apua, jotta saadaan ns. valmis paketti, eikä työssä esitettyjä ohjelmistotoimittajia tarvita. Esitetyt luvut ovat vain arvioita, joissa on pyritty käyttämään muissa samankaltaisissa toimialoissa esiintyneitä tuloksia. Tyypillisesti automaattisten tiedonkeruujärjestelmien takaisinmaksuaika on 0,5 – 3 vuotta (Cost Justification of an Automated Data Collection System 2006, 5). Richardsin (2011, 118) mukaan alle 3 vuoden takaisinmaksulla olevat investoinnit varastojärjestelmiin voidaan pitää kannattavina, joten toimeksiantajalle viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa voidaan pitää kannattavana.

11 Tutkimustulokset

Tutkimuksen tulokset vastaavat alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Ensimmäinen tutkimuskysymys oli jäljitettävyyden rooli tuotetietojen hallinnassa. Tutkimuksessa selvisi, että jäljitettävyyden rooli tuotetietojen hallinnassa on kriittinen, varsinkin tuotteiden takaisinventoja vaativassa virheessä. Jäljitettävyydellä voidaan ongelmatilanteisiin reagoida ketterämmin, jolloin myös kustannukset jäävät pienemmäksi. Mahdollisuus jäljitettävyyteen on myös suora kilpailuetu, verrattuna yrityksiin, joilla siihen ei ole mahdollisuutta. Toimeksiantajalla ei ole kuitenkaan koskaan takaisinkutsua tarvinnut toteuttaa, eikä se nykyisillä prosesseilla olisi mahdollistakaan.

Toisen tutkimuskysymyksen tarkoitus oli pohtia eri menetelmiä toimeksiantajan tuotteiden jäljittämiseen. Työssä esiteltiin erilaisia fyysisiä tuotteen merkitsemismenetelmiä sekä informaatioteknologioita, joilla jäljitettävyyys voidaan toteuttaa. Myös näiden menetelmien soveltuvuus toimeksiantajalle on käyty läpi. Tuotteiden fyysinen

merkitseminen on kuitenkin todettu liian vaikeaksi, koska tavarantoimittajia on paljon ja heidän mahdollisuus fyysisen merkitsemisen toteuttamiseen rajalliset. Tämän vuoksi on kallistuttu informaatioteknologian puoleen. Työssä pohdittiin myös erilaisia keruumenetelmiä ja vertailtiin näiden eri ominaisuuksia mm. sarjanumeron tallentamisen näkökulmasta sekä layout muutosten kannalta. Keruumenetelmät pisteytettiin ja sen myötä päädyttiin viivakoodijärjestelmään, johon toimeksiantajalla oli mielenkiintoa siirtyä jo valmiiksi.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä tutkittiin, olisiko viivakoodijärjestelmän käyttöönotto kannattavaa. Viivakoodijärjestelmän kustannukset selvitettiin konsulttoimalla suomalaisia viivakoodijärjestelmätoimittajia. Järjestelmän arvioidut kustannukset vaihtelivat 30 000 ja 100 000 euron välillä. Lopullinen summa tarkentuu käyttöönottoon ryhtyessä. Viivakoodijärjestelmään investointi on kuitenkin todettu kannattavaksi, sillä järjestelmän myötä varastonarvo pienentyisi ja eri prosessit tehostuisivat. Näiden myötä saadaan erilaisia kustannussäästöjä aikaiseksi. Viivakoodijärjestelmän takaisinmaksuajaksi arvioitiin n. 2 vuotta, jos investointi olisi 80 000 euroa. Takaisinmaksuaikaa voidaan pitää hyvänä, sillä vastaavien järjestelmien takaisinmaksuaika on 0,5 – 3 vuotta.

Neljäs ja viimeinen kysymys liittyi tietojen integrointiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä nousi myös tutkimuksen suurimmaksi haasteeksi. Lisäksi tutkittiin QAD:n tarjoamia ominaisuuksia, joilla tallennettua tietoa voidaan hyödyntää. Tietojen integroinnissa konsultointiin suomalaisia viivakoodijärjestelmien toimittajia, joilla on aiheesta paras tuntemus. QAD-toiminnanohjausjärjestelmä oli kuitenkin toimittajille tuntematon, joka näkyy suoraan investointikuluissa. Rajapinnan luominen QAD:lle on mahdollista vain QAD:n yhteyshenkilöjen kautta, joilta tarvitsee saada aiheeseen liittyviä tietoja rajapinnan luomisen eri vaiheissa. Muiden ohjelmien käyttöönotossa (kuten työssä mainittu Logisticar) on vaatinut myös rajapinnan luomisen. Toimeksiantaja kuitenkin uskoi, että rajapinnan luominen ei ole mikään este työn toteutukselle. Optimaalisin vaihtoehto tietojen integrointiin on ns. valmiin paketin löytäminen, jonka yritys voi ottaa suoraan käyttöönsä. Tällöin säästytään suurimmilta kustannuksilta, jotka syntyvät viivakoodijärjestelmä toimittajien koodaustyöstä, kun luodaan yhteys viivakoodijärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän välille.

12 Johtopäätökset

Viivakoodijärjestelmän käyttöönotossa on toimeksiantajalle useita etuja. Työn johtopäätöksenä suositellaan toimeksiantajalle viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa, sillä se toisi ratkaisun tämän työn toimeksiantoon, sekä ongelmiin joita tässä työssä on vain sivuttu. Opinnäytetyön tuloksia toimeksiantaja voi hyödyntää esittäessään viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa yrityksen johtoryhmälle, joka päättää investointien toteutuksesta. Käyttöönottoa esittäessä johtoryhmälle on hyvä hyödyntää työssä arvioituja järjestelmän kustannuksia, etuja ja takaisinmaksuaikaa. Erityisesti järjestelmän takaisinmaksuaika on yksi oleellisimmista asioista investointeja miettiessä. Jäljitettävyyssjärjestelmän yritys voi halutessaan ottaa käyttöön paikallisesti, ilman johtoryhmälle esittelyä. Jäljitettävyyssjärjestelmän kustannukset syntyvät vain QAD-moduulin lisenssikustannuksista.

Ainoat riskitekijät viivakoodijärjestelmän käyttöönotolle ovat QAD rajapinnan luomisen todelliset kustannukset ja toimeksiantajan siirtyminen SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Rajapinnan luomisen kustannukset kuitenkin selviävät QAD yhteyshenkilön antaessa lisätietoja aiheesta. Myös toimeksiantaja uskoi, että rajapinnan luominen ei ole erityisen haastavaa, koska samanlainen käyttöönotto on tehty muille ohjelmille, jotka vaativat myös rajapinnan luomisen. SAP-järjestelmän arvioitu käyttöönoton aloitus on aikaisintaan 2025. Siirtyminen SAP-järjestelmään aiheuttaa uuden rajapinnan luomisen, mutta tunnettuna toiminnanohjausjärjestelmänä se on luultavasti edullisempaa ja helpompaa kuin QAD:lla. Jos oletetaan, että viivakoodijärjestelmä olisi täysin käytössä vuoden 2019 lopulla, pitäisi järjestelmän käyttöikä jäädä kohtuulliseksi.

13 Pohdinta ja jatkotoimenpiteet

Opinnäytetyön toimeksiantona olivat jäljitettävyyss- ja viivakoodijärjestelmän käyttöönoton selvitys. Jäljitettävyyden osalta työ rajattiin kahteen tuotteeseen, Multi-lube-pumppuun ja sen sisältämään pumppuelementtiin. Tavoitteena oli saada laaja yleiskuva kyseisten järjestelmien käyttöönoton kustannuksia ja hyödyistä.

Työn tulokset vastaavat asetettuja tavoitteita. Viivakoodien käyttöönotto edellyttää yhteistyötä jonkin ohjelmistotoimittajan kanssa. Työn aikana pidettiin palaveri yhden suomalaisen ohjelmistotoimittajan kanssa. Lisäksi sähköpostitse pyydettiin tarjousta pienemmältä paikalliselta ohjelmistotoimittajalta. Lisätietoja kysyttiin myös sähköpostitse toiminnanohjausjärjestelmä QAD:n yhteyshenkilöä, mikäli hänellä olisi ehdotuksia järjestelmän käyttöönotosta tai palvelun tarjoajasta. Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto mahdollistaisi automaattisten kirjausten tekemisen joka on edellytys toimivalle jäljitettävyyssjärjestelmälle. Samalla järjestelmän käyttöönotto tehostaisi varastonhallintaa, josta syntyy järjestelmän suurimmat säästöt. Viivakoodijärjestelmän käyttöönoton kustannukset esitettiin työssä ja investointi todettiin kannattavaksi, vaikka mahdolliset säästöt on arvioitu pienemmäksi kuin teoriatausta ehdotaisi.

Tuotteiden jäljitettävyys on helpoin toteuttaa QAD:n avulla. Työssä esitetyistä vaihtoehdoista LTWB-moduuli vaikuttaa kaikista yksinkertaisimmalta ja tehokkaimmalta. Kuvausten perusteella se sopisi toiminnoiltaan kaikista parhaiten toimeksiantajan tarpeisiin. Uuden moduulin käyttöönotto ei kuitenkaan edistä tiedontallennusta, vaan tiedonhallintaa. LTWB-moduulin yhdistäminen automaattisiin tiedonkeruun menetelmiin auttaisi huomattavasti toimeksiantajan jäljitettävyyssmahdollisuuksia. Haasteeksi työssä esitettyjen moduulien tarkempaan tutkimukseen esiintyi kommunikatio ongelmat QAD:n kanssa. Yhteydenottopyynnöistä huolimatta niitä ei ole huomioitu. Tämän vuoksi kustannukset ja ennen kaikkea moduulien yhteensopivuus käytössä olevaan versioon ei voida varmuudella vahvistaa.

Toimeksiantaja voi hyödyntää opinnäytetyön tuloksia esittäessään viivakoodijärjestelmään investointia yrityksen johtoryhmälle. Viivakoodijärjestelmän käyttöönotto on aikaisintaan vuonna 2019, koska vuoden 2018 budjetti oli toimeksiantajalla jo täynnä. Työssä esitettyjä perusteluja viivakoodijärjestelmän käyttöönottoon sekä sen kustannuksia ja takaisinmaksuaikaa kannattaa hyödyntää, kun investointilupaa pyydetään johtoryhmältä. Investoinneissa takaisinmaksuaika on yksi kriittisimmistä tekijöistä ja nopeat takaisinmaksuajat pääasiassa johtavat hyväksytyyn investointiin. Jäljitettävyyssjärjestelmän yritys voi ottaa käyttöön paikallisesti ilman hyväksyntöjä, koska kulut ovat pienet. Jäljitettävyyssjärjestelmän käyttöönotto edellyttää vain uuden QAD-moduulin lisenssikustannuksia. QAD-moduulin käyttöönotto ei kuitenkaan

ole hyödyllinen ilman viivakoodijärjestelmää, tai vastaavaa automaattista tiedontalennus menetelmää.

Jatkotoimenpiteinä toimeksiantaja voi hyödyntää jäljitettävyyss- ja viivakoodijärjestelmän tuomia hyötyjä loppuasiakas rekisteröinnissä. Esitetyllä jäljitettävyyssjärjestelmällä jäljitettävyyss toteutuu vain myyntitapahtumaan, joten jälleenmyyjille menevissä tuotteissa ei voida tietää todellista loppukäyttäjää. Yrityksellä kuitenkin on erillisenä projektina työnalla loppukäyttäjän rekisteröinti.

Toimeksiantaja on myös vuoden 2017 aikana aloittanut huoltoautojen muuttamisen varastopaikoiksi. Aiemmin asentajat, jotka käyttävät huoltoautoja, hakivat varastosta tarvitsemansa tuotteet ilman tarkkaa seuranta. Viivakoodijärjestelmän laajentaminen huoltoautoihin edistäisi saldojen tarkkuutta. Etäyhteyden luominen huoltoautojen ja Muuramen toimipisteen välille on ainoa este viivakoodien laajentamiseen. Etäyhteyden luomista olisi hyvä tutkia tarkemmin, mikäli viivakoodijärjestelmää halutaan laajentaa.

Toimeksiantajalla on ollut myös huoli väärennetyjen tuotteiden hallitsemisesta. Eri-tyisesti 2D-viivakoodien ominaisuuksiin voidaan lisätä tiedon suojausmenetelmiä. Yksi mahdollinen menetelmä on vesileiman lisääminen viivakoodiin, josta viivakoodin valmistaja voidaan selvittää. Mikäli viivakoodijärjestelmä otetaan käyttöön ja tuoteväärennöksiä halutaan hallita, voisi vesileimaukseen perehtyminen olla paikallaan. Myös GS1-yhteisöön liittyminen voi auttaa todellisen valmistajan tunnistamista. GS1-yhteisöön liittyminen kuitenkin tuo uusia kustannuksia yritykselle.

Lähteet

10 askelta viivakoodin toteutukseen. N.d. GS1 Finland Oy. Viitattu 12.7.2017.

<http://asiakas.gs1.fi/gs1-yritystunniste/gs1-jarjestelman-ohjeet/10-askelta-viivakoodin-toteutukseen>

Adopting Automated Data Collection for SMBs. 2007. Intermec. Viitattu 7.11.2017.

https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwisk9D-z8DXAhULWxoKHcpvBqMQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fdynamic-systemsinc.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F10%2FAdopting_ADC_SMBs_wp_web.pdf&usg=AOvVaw3jy8wi5Sp58TYY2bBikLYj

Annual Report. 2016. Oy SKF Ab. Viitattu 25.4.2017.

<http://www.skf.com/irassets/afw/files/press/skf/201703078224-1.pdf>

Bralla, J. G. 2007. Handbook of Manufacturing Processes – How Products, Components and Materials are Made. Industrial Press. Viitattu 13.10.2017.

<https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Choosing the Best Barcode for your Business. 2017. A Comprehensive guide to choosing the right barcode symbology. Scandit. Viitattu 18.11.2017. <https://www.scan-dit.com/resources/choosing-the-best-barcode-for-your-business/>

Chunawalla, S. A. 2008. Materials and Purchasing Management. New Delhi: Himalaya Publishing House. Viitattu 6.11.2017. <https://janet.finna.fi/>, Ebook Central Academic Complete International Edition.

CN51 Handheld Computer Data Sheet. 2015. Honeywell. Viitattu 13.11.2017.

<https://www.honeywellaidc.com/-/media/en/files-public/data-sheets/cn51-handheld-computer-data-sheet-en.pdf>

Cost Justification of an Automated Data Collection System. 2006. Intermec. Viitattu 13.11.2017.

<http://www.mesabicontrol.com/Cost%20Justification%20of%20Data%20Collection%20System%20SID.pdf>

Crnkovic, I., Askund, U., Askund, U. & Dahlqvist, A. P. 2003. Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management. Norwood: Artech House. Viitattu 6.7.2017. <https://janet.finna.fi/>, Ebook Central Academic Complete International Edition.

Engineer, S. J. 2005. Progressive Manufacturing: Managing Uncertainty while Blazing a Trail to Success. J. Ross Publishing. Viitattu 8.11.2017. <https://janet.finna.fi/>, Ebook Central Academic Complete International Edition.

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.

Farahani, R., Rezapour, S. & Kardar, L. 2011. Logistics Operations and Management. Elsevier. Viitattu 13.10.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Gas driven single point automatic lubricators. N.d. Oy SKF Ab. Viitattu 25.4.2017.
<http://www.skf.com/us/products/lubrication-solutions/lubrication-systems/single-point-automatic-lubricators/gas-driven-single-point-automatic-lubricators/index.html>

Han, J. H. 2014. Innovations in Food Packaging. 2nd Edition. Elsevier, Inc. Viitattu 6.7.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

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

Kato, H., Keng, T., & Douglas, C. 2010. Barcodes for Mobile Devices. Cambridge University Press. Viitattu 15.11.2017
<https://books.google.se/books?id=gHhPiMwiUX8C&pg=PA48&dq=1D+and+2D+Barcode&hl=fi&sa=X&ved=0ahUKEwjv4TVnsDXAhWHfxoKHVq1CukQ6AEILjAB#v=onepage&q=1D%20and%202D%20Barcode&f=false>

Maailmanlaajuinen käyttöopas. 2010. GS1. Viitattu 12.7.2017.
https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj_q8-L_crXAhUDCZoKHSnLDakQFggkMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.gs1.fi%2Fcontent%2Fdownload%2F1065%2F7281%2Ffile%2F20101108_Maailmanlaajuinen&usg=AOvVaw0xdiewlpGi9LFNBBFifzxi

Manufacturing Update: Rising To The Challenge. 2014. QAD. Viitattu 15.11.2017.
https://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj5JT7wMDXAhVHVhoKHUMcATwQFggI_MAA&url=http%3A%2F%2Fwww.midwestusergroup.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F10%2FMfg_Fall2014.pptx&usg=AOvVaw3XGpPA1XDJpe_uBR3IUHCC

Muller, M. 2011. Essentials of Inventory Management. 2nd Edition. New York: AMACOM. Viitattu 8.3.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Muurame General Presentation. 2017. Powerpoint-esitys. Saatu Oy SKF Ab:ltä 25.4.2017.

Nieminen, S. 2016. Hyvä Hankinta – Parempi Bisnes. Helsinki: Talentum Pro.

Process Flow Assessment for Bar code Implementation: Sample. N.d. Dynamic Systems Incorporated. Viitattu 13.11.2017. <http://dsisales.com/SampleAssessmentDocument.pdf>

Pumppuelementti-2. N.d. Voiteluosa Oy. Viitattu 25.4.2017.
https://www.voiteluosa.fi/epages/voiteluosa.mobile/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2016041404/Products/11771005

Richards, G. 2011. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse. London: Kogan Page. Viitattu 6.7.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Rufe, P. 2013. Fundamentals of Manufacturing. 3rd Edition. Society of Manufacturing Engineers. Viitattu 4.11.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Rushton, A., Baker, P. & Croucher, P. 2014. Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain. 5th Edition. Kogan Page. Viitattu 4.11.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.

Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke C. & Bergmann, J. 2012. Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. International Journal of Productivity and Performance Management, 61, 4, 445-451. Viitattu 8.11.2017. <https://janet.finna.fi/>, Emerald Insight.

SKF MonoFlex B-annostin. 2014. Oy SKF Ab. Viitattu 26.4.2017. http://www.skf.com/binary/tcm:154-163944/CBDO3AFI_tcm_154-163944.pdf

SKF Multilube pumppauskeskus liikkuvan kaluston keskusvoitelujärjestelmiin. Oy SKF Ab. 2014. Viitattu 25.4.2017. [http://www.skf.com/binary/12361463/6408 SKF Multilube heavy update 27 FI.pdf](http://www.skf.com/binary/12361463/6408_SKF_Multilube_heavy_update_27_FI.pdf)

Stark, J. 2011. Product Lifecycle Management. Springer London. Viitattu 26.2.2017. <https://janet.finna.fi/>, Books24x7 ITPro.

User Guide: PRO/PLUS. 2013. QAD Enterprise Applications. Viitattu 2.8.2017. http://documentlibrary.qad.com/documents/2370665/2370837/ProPlus_UG_v2013_SE.pdf

User Guide: QAD Master Data. 2015. QAD Enterprise Applications. Viitattu 20.7.2017. http://documentlibrary.qad.com/documents/2370665/3260046/MasterData_UG_v2015EE.pdf

User Guide: QAD Serialization. 2016. QAD Enterprise Applications. Viitattu 21.7.2017. http://documentlibrary.qad.com/documents/2370665/4556233/Serialization_UG_v2016EE.pdf

Wearable Solution for Dolphin 70e Mobile Computer. 2016. Honeywell. Viitattu 13.11.2017. <https://www.honeywellaidc.com/-/media/en/files-public/data-sheets/wearable-solution-for-d70e-wearable-scanner-data-sheet-en.pdf>

Weele, A. J. v. 2010. Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Strategy, Planning and Practice. 5th Edition. London: Cengage Learning. Viitattu 6.11.2017 <https://www.dawsonera.com/abstract/9781408068342>

Viivakoodien historia. 2012. GS1 Finland Oy. Viitattu 12.7.2017. https://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu_suomi.pdf

Viivakoodit. N.d. GS1 Finland Oy. Viitattu 12.7.2017. <http://asiakas.gs1.fi/gs1-yritys-tunniste/gs1-jarjestelman-ohjeet/gs1-viivakoodit-ja-rfid-tunnisteet/viivakoodit>

Yam, K. 2009. Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. 3rd Edition. John Wiley & Sons. Viitattu 13.10.2017. <https://janet.finna.fi/>, Knovel Industrial Engineering.