LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Tuotantotalouden tiedekunta

VASTAANOTTOPROSESSIN NOPEUTTAMINEN JA VIRHEIDEN ELIMINOINTI RFID-TEKNIIKAN AVULLA

DIPLOMITYÖ

Työn tarkastajat: Professori Tuomo Uotila
Professori Vesa Harmaakorpi
Työn ohjaaja: Hannu Jokinen, Sandvik Mining and Construction Oy

Lahti 20.9.2013

Ulla Juvonen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Ulla Juvonen

Työn nimi: Vastanottoprosessin nopeuttaminen ja virheiden eliminointi RFID-tekniikan avulla

Vuosi: 2013 **Paikka:** Lappeenranta

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

84 sivua, 21 kuviota, 3 taulukkoa ja 10 kuvaa

Tarkastajat: Professori Tuomo Uotila ja Professori Vesa Harmaakorpi

Hakusanat: RFID, tietojärjestelmät, prosessin suunnittelu, Lean ajattelu

Keywords: RFID, Information systems, Process re-engineering, Lean Management

Työn tavoitteena oli tutkia ja kehittää saapuvan tavaran vastaanottoprosessia poistaen siitä Lean-oppien mukaisesti hukkaa. Kehitys tehtiin lisäämällä vastaanoton tiedonsiirtoautomatiikkaa, ja toteutus tehtiin RFID-tekniikan avulla.

Tutkielman teoreettisena taustana ovat Lean-opit, joiden avulla tavoitteena oli eliminoida hukka, suunnitella vastaanottoprosessi uudelleen ja kehittää sitä edelleen. Keskeisenä tehtävänä oli löytää ne tekniikan valintaan vaikuttavat tekijät, joilla case-yrityksessä saatiin käyttövarma RDIF-tekniikka käyttöön. Tutkielmassa kerrotaan myös, miten tekniikan käyttöönotto toteutettiin.

Lopuksi esitetään tuloksia ja päätelmiä uudistetusta prosessista ja kerrotaan niistä jatkotoimenpiteistä, joiden avulla teknologian käyttöä voidaan edelleen laajentaa.

ABSTRACT

Author: Ulla Juvonen

Title: Speeding up the inbound receiving process and eliminate mistakes by RFID-technology.

Year: 2013 **Place:** Lappeenranta

Master thesis. Lappeenranta University of Technology, Industrial Management.

84 pages, 21 figures, 3 tables and 10 photos

Inspectors: Professor Tuomo Uotila and Professor Vesa Harmaakorpi

Keywords: RFID, Information systems, Process re-engineering, Lean Management

The aim of this study was analyze and develop the inbound receiving process of removing waste according of Lean-thinking. Development was done by raising inbound transmission automation implementation done by RFID- technology.

The theoretical background was Lean –thinking; how to re-design process further development to eliminate waste. The main task was to find a reliable RFID- technology and the choice of technology factors were taken into account in the case company and how the technology was implemented.

Finally, the presented results and conclusions of re-design process and possibilities to expand the technology to the case company processes.

ALKUSANAT

Oli mielenkiintoista tutustua uuteen tekniikkaan, ja soveltaa sitä teollisuuden prosesseissa, jossa ei juurikaan ollut valmiita malleja tekniikan käytännön sovelluksista. Kaupan alalla ja logistiikassa RFID-tekniikka on tuttua, mutta valmistavassa teollisuudessa se ei vielä ole laajassa käytössä.

Projektin haasteena oli lähdemateriaalin osin hankala saatavuus ja vähyys. Työ piti tehdä varsin itsenäisesti ja oma-aloitteisesti, koska valmiita käytännön kokemuksia ei ollut saatavilla. Työn tekemistä haittasi myös niin tekijän kuin ohjaajienkin jokapäiväinen kiire.

Projekti onnistui kuitenkin hyvin ja RFID-tekniikka tuli arkipäiväiseksi mutta tärkeäksi osaksi yrityksen toimintaa. Prosessit muuttuivat toimiviksi ja taloudellisemmiksi.

Uuden tekniikan käyttöönotto paransi lattiatasolla työntekijöiden ja kuljettajien työmotivaatiota ja poisti turhia rutiinitöitä. Kun työntekijät otettiin mukaan jo projektin suunnitteluvaiheessa, myös henkinen vastarinta projektin toteutuksessa oli vähäistä.

Projekti on poikinut sen, että Sandvik-konsernissa muuallakin suunnitellaan RFID-tekniikan käyttöönottoa tämän työn pohjalta.

Erityisen kiitoksen ansaitsee yhteistyöyritys eli alihankkija, joka sitoutui projektiin mukaan ja lähti muuttamaan omia toimintatapojaan ennakkoluulottomasti. Näin projektin luoma hyöty tuli laajempaankin käyttöön.

Hollolassa 17.9.2013

Ulla Juvonen

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO ... 7
1.1. Työn tausta ... 7
1.2. Tavoitteet ja rajaus ... 8
1.3. Tutkimuksen toteutus ... 9
1.4. Diplomityön rakenne ... 11
1.5. Merkinnät ... 11
2. YRITYS SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION Oy, LAHDEN TEHTAAT. 14
2.1. Yleisesittely Lahden tehtaasta ... 15
2.1.1. Yleiskuvaus yrityksen toiminnasta ... 16
2.1.2. Keskeiset tunnusluvut ... 16
2.2. Nykytila ja ongelmat ... 16
3. LEAN AJATTELU ... 18
3.1. Lean-yrityskulttuuri ... 18
3.2. Läpimenoajan lyhennys, virtaus ja imuohjaus ... 20
3.2.1. Toimittajaverkoston vaikutus prosessiin ... 21
3.2.2. Prosessien hallinta ja kehittäminen ... 22
3.2.3. Imuohjauksen toiminta-ajatus ... 25
3.2.4. Varastoinnin vähentäminen ... 26
3.2.5. Pyrkimys virheettömyyteen ... 27
3.3. Jatkuva kehittäminen ... 28
4. PROSESSIN TIEDONSIIRRON AUTOMATISOINTI JA TEHOSTAMINEN ... 32
4.1. Prosessin kehittäminen automaattisen tietovirran avulla ... 32
4.2. Prosessin tiedon ohjaaminen ja virheiden eliminoiminen tietovirran avulla 34
4.3. Prosessi tietovirran avulla kustannustehokkaaksi ja nopeaksi ... 36
5. RFID-TEKNIIKKA ... 40
5.1. RFID-tekniikan osatekijät ja niiden hyödyntäminen ... 40
5.1.1. RFID:n toimintataajuus ... 41
5.1.2. RFID–tunnisteiden rakenne ... 43
5.1.3. Lukijoiden tekniikka ja rakenne ... 47
5.1.4. RFID-tunnisteen tekeminen ... 48
5.2. RFID-tekniikan tunnistekoodi ja siirtokieli ... 48

5.2.1. RFID-tekniikan tunnistekoodit ja standardit ... 49
5.2.2. Siirtokielen standardit ... 50
5.2.3. Tiedonsiirtoväylät ... 51
6. NYKYPROSESSIN KUVAUS JA PROSESSIN UUDELLEEN SUUNNITTELU 53
6.1. Nykytilan kartoitus ... 53
6.2. Toteutettavat muutoskohteet ... 56
7. RFID-TEKNIIKAN TOTEUTUS JA VALINTAAN JOHTAVAT TEKIJÄT ... 58
7.1. Yhteistyössä olevat yrityksen ja niiden roolit ... 58
7.1.1. Mekaniikkatoimittaja ... 59
7.1.2. Toiminnanohjausjärjestelmän toimittaja ... 60
7.1.3. Pilot-yritys ... 60
7.2. RFID-tekniikan valinta ja testaus ... 61
7.2.1. RFID-kieli ... 61
7.2.2. Lukijoiden valinta ja asennus ... 61
7.2.3. Tagien valinta ... 64
7.2.4. Tarratulostimet ja tagien asennus sekä luennan varmistaminen ... 66
7.3. RFID-projektin toteutuksen aikataulu ... 68
8. PROSESSISSA SAAVUTETUT HYÖDYT JA NIIDEN ARVIOINTI ... 70
8.1. Työn keskeiset tulokset ... 71
8.2. Tulosten arviointi ... 74
8.3. Yrityksen jatkotoimenpiteet ja suositukset ... 75
8.4. Tieteellinen tulos ja jatkotoimenpiteet ... 77
9. YHTEENVETO ... 78

1. JOHDANTO

Valmistavan tehtaan tuotantovirran tulee olla keskeytymätön, ja tuotantovirtaus kuvataan prosessein. Prosessi on myös tapa tehdä asioita (Tuominen 2010, 9). Päätavoite on tyydyttää asiakastarve mahdollisimman nopeasti ja virheettömästi. Valmistavassa tehtaassa on useita pääprosesseja. Tässä työssä keskitytään parantamaan tilaus–toimitus-prosessin tukiprosessia. Kehitettävä tukiprosessi on saapuvan tuotantovirran vastaanotto, jossa parannuskohteet ovat vastaanoton nopeuttaminen, käsittelyn vähentäminen, virheiden pienentäminen ja odotusaikojen poistaminen. Kehitys toteutetaan tietovirran automatisoinnilla RFID-tekniikan avulla.

RFID-tekniikka tarkoittaa etätunnistetekniikkaa, jota käytetään asioiden ja esineiden automaattiseen tunnistamiseen. RFID-tekniikka on viime vuosina tullut käyttövarmaksi menetelmäksi, ja erityisesti logistiikassa se on yleistynyt laajalti. RFID-tekniikassa käytetään pieniä ja edullisia tunnisteita, joiden tietosisältö voidaan etälukea tarkoitukseen soveltuvalla lukulaitteella. Luennan avulla saadaan ajantasainen tieto varastoinnista, joka voi olla sijainti, lukumäärä tai toimitus. RFID-tunniste sisältää yksilöllisen sarjanumeron, jonka avulla kohde yksilöidään. RFID-tekniikkaa käytetään myös yritysten tuotannonohjauksen ja prosessien järkeistämisessä.

1.1. Työn tausta

Lean-periaatteita toteuttavassa tuotantolaitoksessa prosessien kehittäminen on jatkuvaa. Tuotantovirrasta korjataan ongelmakohtia: kun yhtä osaa on korjattu, siirrytään seuraavaan ongelmaan. (Tuominen 2010, 7) Case-yrityksessä tuotantovirtaa on kehitetty jo paljon aikaisemminkin.

Yrityksessä on hyvin pitkälle viety toiminnanohjausjärjestelmä. Tämä tarkoittaa, että koko toiminnanohjaus on yhteydessä samaan tietojärjestelmään aina tilausten vastaanotosta tuotteiden lähetykseen ja laskutukseen. Toiminnanohjauksen sisällä ovat tuoterakenteet, valmistusrakenteet ja niiden ohjaus. Erikoisuutena tässä on tuotantokoneiden linkitys ja liittäminen järjestelmään. Järjestelmä on linkitetty alihankkijoille portaalilla, joka toimii internetin kautta. Portaali on toiminut jo vuosia, ja alihankkijat ovat omaksuneet sen käytön hyvin. Koska käyttö on jo entuudestaan toimiva, on siihen helppo lisätä uusia toimintoja. Lisätoiminnoilla helpotetaan tavaravirran sujuvuutta, ja tehdään siitä automaattisempi sekä virheettömämpi. Uuden teknologian käyttöönotto vaatii myös vastaanottoprosessin muutoksen (Hozak & Collier 2008).

Case-yrityksen ylin johto oli jo tehnyt päätöksen, että vastaanottoprosessiin tullaan jatkossa yhdistämään RFID-tekniikkaa. Ohjelmisto ja osittain myös laitteisto olivat siis ennalta päätettyjä, joten tämä diplomityö on räätälöity näiden päätösten pohjalta. Tutkimuksessa on vertailtu vaihtoehtoisia laitteistoja, niiden toimivuutta ja sopivuutta juuri tähän projektiin, sekä tutkittu, miten projektin toteutus voidaan tehdä huomioiden sekä ohjelmistojen suunnittelijoiden että käyttäjien mahdollisuudet, tarpeet ja toiveet. Ylimmän johdon toive oli, että työ tehdään pala palata niin, että se onnistuu mahdollisimman hyvin (Bose & al. 2009).

1.2. Tavoitteet ja rajaus

Tutkimustyön keskeinen tavoite oli etsiä paras mahdollinen RFID-tekniikka ja asentaa se case-yrityksessä sellaiseen paikkaan, että tulevat tavarat virtaavat sujuvasti vastaanotosta tuotantoon. Tutkimustyössä tutkittiin tietoprosessien yhteyttä kokonaisprosessiin. Tavoitteena oli tehdä sellainen prosessinkuvaus, jonka avulla pullonkaulat löydetään. Yksi toiminnan ongelmista on ollut tavaroiden luotettava saapumisvastaanotto. Tavaroiden vastaanotossa on käytetty sähköistä lähetettä, mutta

viimeinen saapumisvaihe on kirjattu käsin tietojärjestelmään. Tavoitteena oli korvata manuaalinen työ (tiedonkeruu ja tallennus) automaattisella RFID-tunnisteella ja vastaanottimella sekä näin vähentää inhimillisten virheiden mahdollisuuksia ja määrää. Automatisointi rajattiin mahdollisimman selkeäksi koskemaan vain RFID-tekniikan avulla toteutettavaa vastaanottoprosessia. Menetelmä kuvattiin prosessein. Työssä selvitettiin, millaisia tageja tulostetaan ja miten ne tulee asettaa tuotteeseen tai pakkaukseen, sekä miten muut tähän liittyvät fyysiset laitteet valitaan ja sijoitetaan. Tunnisteiden tiedonsiirtologiikkaa tutkittiin standardisoitujen tunnistus- ja sanomamuotojen avulla.

Tavoitteena oli kuvata prosessit uudelleen ja tuoda esiin automaattisen tiedonsiirron edut. Prosessien uudelleen suunnittelun myötä linkitettiin tulos Lean-ajattelun mukaisiin etuihin, jotka tämän työn yhteydessä ovat tavaravirran virtaus ja hukan poistaminen sekä jatkuva kehittäminen.

1.3. Tutkimuksen toteutus

Työn tutkimusongelmana oli löytää sellaiset vastaanottoprosessin osatekijät, joita RFID-tekniikan avulla voidaan järkeistää, ja samalla poistaa turhia työvaiheita. Samalla pureuduttiin tiedonhallinnan ongelmiin ja etsittiin vaihtoehtoisia toimintatapoja prosessin virtaviivaistamiseksi ja nopeuttamiseksi.

Tutkimuksen pääkysymys on: Miten RFID-tekniikkaa käyttäen saadaan vastaanottoprosessi nopeutumaan ja virheet vähenemään?

Tutkimuksen apukysymyksinä pohdittiin seuraavia asioita:

1. Miten prosessi analysoidaan, ja etsitään Lean-mallin mukaiset hukat, jotta ne voidaan eliminoida?

2. Kuinka prosesseja kehitetään ja uudistetaan tietovirran näkökulmasta?

3. Miten RFID-tekniikka toimii?

4. Miten case-yrityksen vastaanottoprosessi uudistettiin?

Alakysymyksiin 1, 2 ja 3 haettiin vastauksia kirjallisuustutkimuksella. Alakysymyksen 4 tutkimus tehtiin toteutettavan työn yhteydessä kyselyin, haastatteluin sekä myöhemmin numeerisen datan avulla. Pääkysymykseen haettiin vastaus automaattisen tietovirran tuomilla tietovirtakuvauksilla sekä toteutuksesta saaduilla kokemuksilla, haastatteluilla ja datan analyyseilla.

Toteutustyötä tehtiin vaiheittain esitutkimuksen ja ohjelmistojen valmistumisen aikana sekä fyysisten laitteiden valinnan ja näiden asennuksen yhteydessä. Toteutuksen jälkeen seurasi pilotointivaihe toimittajalla, ja sen jälkeen siirryttiin testivaiheeseen. Toteutuksen vaiheisiin vaikuttivat ko. tutkimus ja sen tulokset. Pilot-toimittajaksi valittiin lähellä oleva yritys, jotta voitiin lähes päivittäin olla yhteydessä paikan päällä. Tärkeänä asiana pidettiin myös, että yrityksen henkilöstö oli motivoitunut asiaan, ja he halusivat yhdessä viedä hanketta ja kehitystä eteenpäin. Valitun toimittajan ja päähankkijan välillä on hyvin luottamuksellinen suhde, joka myös helpotti tutkimuksen ja työn suorittamista (Wamba & Chatfield 2008). Merkityksellistä oli myös heidän ammattitaitonsa, joka arvioitiin riittävän hyväksi projektin läpiviemiseen. Työn aikataulu oli kahdeksan kuukautta. Ensimmäinen kuukausi oli ohjelmistojen määrittelyä, toinen kuukausi oli fyysisten laitteiden rakentamista, kolmas kuukausi oli pilot-vaihe toimittajan luona ja sen jälkeen siirryttiin testivaiheeseen.

1.4. Diplomityön rakenne

Diplomityö aloitetaan tutkimusongelman kuvauksella. Toisessa kappaleessa esitellään yritys, johon työ toteutettiin. Kappaleet 3, 4 ja 5 käsittelevät teoriaosuutta. Teoriaosuuden sisältö käsittelee Lean-periaatteen mukaisesti hukan havaitsemista ja sen eliminoimista virtauksen ja imuohjauksen osalta, tuotantoprosessin nopeuttamista ja virheiden poistamista tietovirran avulla sekä RFID-tekniikkaa soveltuvin osin.

Kappaleet 6 ja 7 käsittelevät case-yrityksen RFID-toteutusta kuvaten RFID-tekniikan valintaan johtaneita syitä sekä vanhaa ja uutta vastaanottoprosessia. Kappaleessa 8 kerrotaan saavutetut hyödyt ja mahdolliset tulevat toimenpiteet, jolla prosessia voidaan kehittää eteenpäin RFID-tekniikkaa hyödyntäen.

1.5. Merkinnät

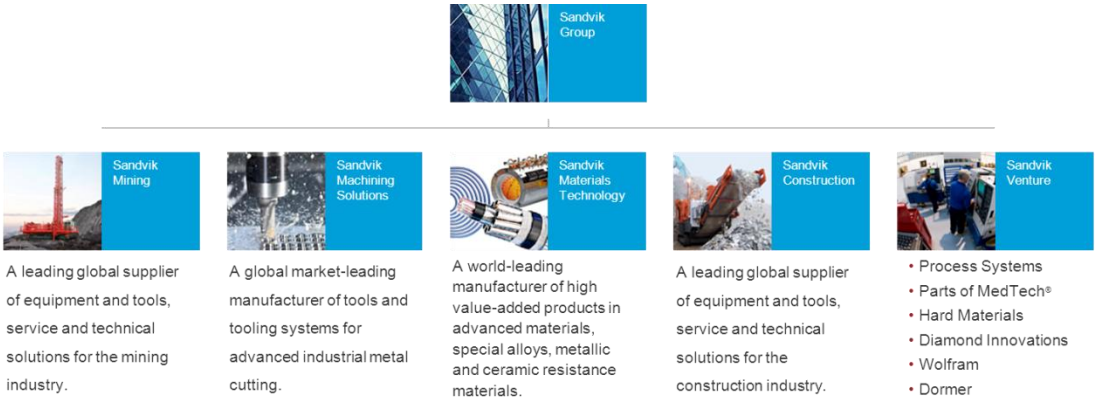
ANSI/ISA-95	Kansainvälinen standardi rajapintakieli
BLUETOOTH	Siirtokieli lyhyeen langattomaan tiedonsiirtoon
DATA	Numeroita, konekielistä tietoa
ebXML	Electronic business Extensible Markup Language, standardeja ja määrityksiä sähköiseen liiketoimintaan
EDI	Electronic data interchange, sähköinen tiedonsiirto järjestelmien välillä
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, organisaatioiden välinen tiedonsiirto
EPC	Electronic Product Code, sähköinen tuotekoodi
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
FTP	File Transfer Protocol, tiedonsiirtomenetelmä
GDTI	Global Document Type Identifier, maailmanlaajuinen asiakirjatyypin yksilöivä tunniste
GIAI	Global Individual Asset Identifier, käyttöomaisuuden tunnus
GINC	Global Identification Number for Consignment, logististen yksiköiden muodostama lähetyksen tunniste

GDTI	Global Document Type Identifier, maailmanlaajuinen asiakirjatyypin yksilöivä tunniste
GLN	Global Location Number, osapuolitunniste
GTIN	Global Trade Item Number, tuotenumero
GRAI	Global Returnable Asset Identifier, kiertävien kuormankantajien tunniste
GS1	Global language business, maailmanlaajuinen standardijärjestö
GSM	Global System for Mobile Communicatios, matkapuhelinjärjestelmä
GSRN	Global Service Relation Number, maailmanlaajuinen palvelusuhteen numero
GSIN	Global Shipment Identification Number, lähetysasiakirjojen kauppasopimuksellinen tunniste
HF	High Frequency, korkea radiotaajuusalue
HTML	Hypertekstin merkintäkieli
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, siirtoprotokolla
IP	Internet Protocol, internet siirtokanava
IT	Information technology, tietoteknologia
kHz	Kilohertz, taajuus
LF	Low Frequencym matala radiotaajuus
MHz	Megahertz, taajuus
NFC	Near field communication, RFID teknologiaa käyttävä älypuhelinsovellus
PIP	Partner Interface Process, rajapintojen, tarkastusprosessi
PDCA	Oppimisympyrä Plan, Do, Check, Act
RFID	Radio frequency identification, radioaaltoja käyttävä tunnistusmenetelmä
SSCC	Serial Shipping Container Code, sarjatoimitusyksikkökoodi
TAGI	RFID tunniste
UHF	Ultra high frequency, toimintataajuus radioaalloilla
USB	Universal serial bus,
WEB	sarjaväyläarkkitehtuuri tietokoneen oheislaitteille

WEB-PORTAL	Internet-palvelin
WLAN	Internet-palvelimeen tehty oma käyttöliittymä/sivu Langaton käyttöliittymä
XML	Extensible Markup Language merkintäkieli tai standardi

2. YRITYS SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION Oy, LAHDEN TEHTAAT

Yritys kuuluu maailmanlaajuiseen ruotsalaiseen konserniin, joka on perustettu vuonna 1862 Sandvikenissa, Ruotsissa. Sandvik-konserni on jaettu itsenäisiin tulosyksiköihin valmistuksellisten erikoisalueiden mukaan (kuva 1).



Kuva 1. Sandvikin liikealueet

Sandvik on innovaatioita edistävä yritys, joka pyrkii olemaan maailmanlaajuisesti asiakkailleen arvoa tuottava yritys niin tuotannollisesti kuin huipputeknologisesti.

2.1. Yleisesittely Lahden tehtaasta

Lahden tehdas kuuluu Sandvik Construction-yksikköön. Lahdessa valmistetaan hydraulisia kivivasaroita, puomeja, murskaimia, pulveroijia ja kouria (kuva 2). Lahden yksikkö on Sandvikin organisaatiossa ainoa, joka valmistaa hydraulivasaroita. Tehtaalla on oma myynti-, suunnittelu-, tuotanto- ja jakeluorganisaatio. Lahdessa on noin 170 työtekijää, joista puolet on toimihenkilöitä. Tuotanto on pitkälle automatisoitu, ja toiminta on keskitetysti toiminnanohjausjärjestelmän piirissä. Toiminnanohjaus on integroitu erittäin pitkälle tuotantoon, eikä se ole käytössä konsernin muilla tehtailla.

Kuva 2. Lahdessa valmistettavia hydraulisia kivivasaroita, murskaimia ja pulveroijia.

2.1.1. Yleiskuvaus yrityksen toiminnasta

Strategian tavoitteena ovat mahdollisimman tyytyväiset asiakkaat. Konkreettisesti tämä tarkoittaa sitä, että asiakas voi toimia tuottavasti, luotettavasti ja kustannustehokkaasti käyttäessään yrityksen tuotteita. Sandvikin Lahden tehtaan tuotteita käytetään kivi- ja betonituotteiden rikotukseen kaivostoiminnassa ja rakentamisessa. Tuottavuutta, luotettavuutta ja kustannustehokkuutta voidaan pitää Lahden tehtaan sisäisenä strategiana. Valmistettavat vasarat ovat tehokkaita, luotettavia, laadukkaita ja myös hinnaltaan kilpailukykyisiä.

Hintakilpailukyky syntyy, kun tuotteet suunnitellaan helposti valmistettaviksi ja kestäviksi niin, että myös materiaalien ja valmistuksen kustannusten määrä pidetään mielessä. Tuotannon perusstrategian, kustannustehokkuuden, toteutuminen edellyttää jatkuvaa kehittämistä. Kokonaisvaltainen kehittäminen koskee mahdollisimman laajaa aluetta tuotannossa ja niissä toiminnoissa, jotka tuottavat arvoa valmistamiseen ja tuotteisiin.

2.1.2. Keskeiset tunnusluvut

Lahden tehtailla valmistetaan noin 6500 vasaraa vuodessa. Valmistus on keskittynyt lämpökäsittelyyn, koneistukseen sekä asennukseen. Tuotannossa tarvittavista komponenteista yli 80 % tulee alihankintaverkostosta. Tämä tarkoittaa tiivistä yhteistyötä alihankkijoiden kanssa. Lahden tehtailla on noin 50 alihankkijaa, joista viideltätoista toimittajalta tulee 95 % tarvittavista komponenteista.

2.2. Nykytila ja ongelmat

Lahden tehtaan tuotevalikoima on viime vuosina uudistunut, ja tuotteiden elinkaaret ovat lyhentyneet. Uusien tuotteiden myötä valmistustavat ja menetelmät ovat

muuttuneet. Tuotannon osuus valmistuksen tehostamisessa on ollut merkittävä. Valmistustapojen kehittyminen on vaatinut tehtaalla suuren layout-muutoksen. Tehostuneen toiminnan myötä haasteeksi on noussut alihankittujen komponenttien ja raaka-aineiden nopea ja oikea-aikainen saatavuus. Toimituksissa on ollut ongelmia, komponentteja on jouduttu etsimään tehtaalta tai toimittajalta: tavaroiden sijainti on liian usein ollut tuntematon. Toiminnanohjausjärjestelmä on näyttänyt, että tuotteet ovat matkalla tai jo tehtaalla, mutta kukaan ei ole oikeasti tiennyt, missä tuotteet fyysisesti ovat.

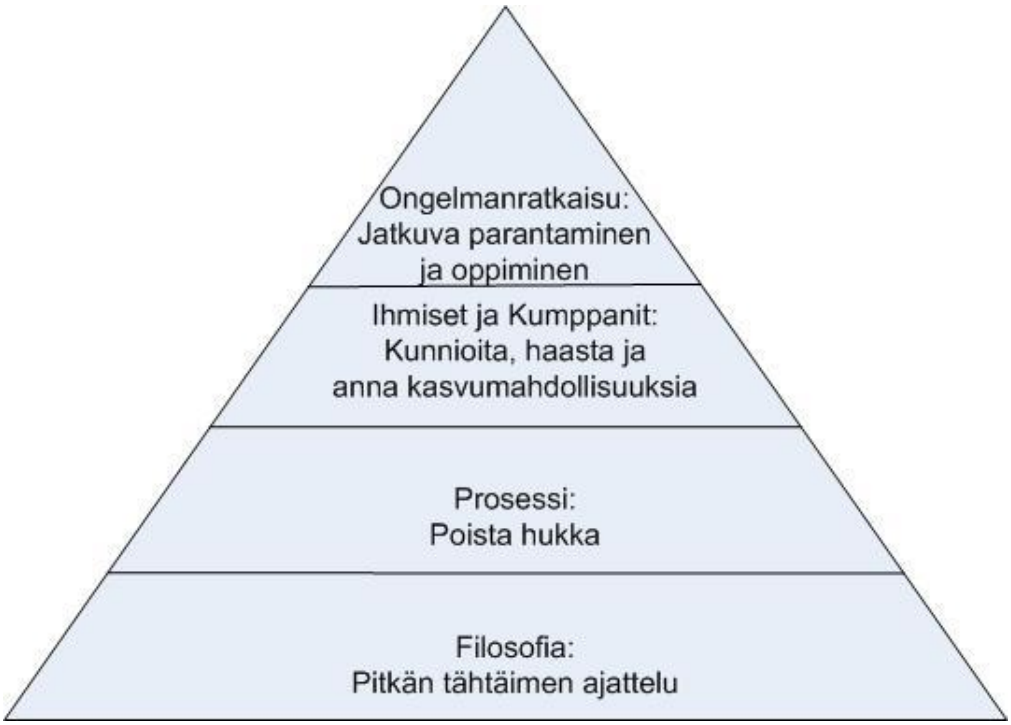
Tehdas toimii osittain Lean-periaatteen mukaisesti, ja näitä oppeja syvennetään tuotantoprosessiin koko ajan. Alihankittujen osien hallinnassa Lean-malli tarkoittaa sitä, että osat tulevat tehtaalle oikea-aikaisesti ja odotusajat lyhenevät merkittävästi. Vastaanottoprosessin ongelmana on ollut se, ettei prosessia ole viety loppuun asti automaattiseksi. RFID-tekniikan avulla saadaan prosessin automatiikkaa lisättyä, jolloin virheet ja manuaaliset työvaiheet vähenevät.

3. LEAN AJATTELU

Lean on johtamisfilosofia, joka liittyy koko yrityksen toiminta-ajatukseen. Tässä työssä olen keskittynyt seitsemän erilaisen turhuuden poistamiseen. Näiden muutosten avulla pyritään parantamaan asiakastyytyväisyyttä ja laatua, pienentämään toiminnan kustannuksia sekä lyhentämään tuotannon ja logistiikan läpimenoaikoja. Lean-ajattelussa tärkeä tavoite on saavuttaa oikea määrä oikeanlaatuisia tuotteita oikeaan aikaan ja paikkaan. Tavoitteena on tyytyväinen asiakas ja kustannustehokas toiminta. Turha lisäarvoa tuottamaton työ pyritään poistamaan, mutta niin, että samalla kuitenkin ollaan joustavia ja avoimia muutoksille.

3.1. Lean-yrityskulttuuri

Lean on yrityskulttuuria, periaatteita ja menetelmiä. Se on kehitetty Toyotan tuotannon yhteydessä. Lean-filosofian perustana on pitkän tähtäimen toimintamalli. Se soveltuu tehokkuutensa vuoksi erityisesti suuria määriä valmistaville kokoonpanotehtaille. Perustana toiminnassa on prosessiajattelu, jossa pyritään poistamaan kaikki tuhlaus ja hukka. Hukkana pidetään sitä työtä, mikä ei tuota lisäarvoa asiakkaille, kuten siirrot, käsittelyt, turha työ, siirtymiset, korjaustyö, odottaminen, etsiminen, ylituotanto ja varastot. Prosesseja kehitetään jatkuvalla parantamisella ja oppimisella, ja tämän toteuttamiseen tarvitaan niin tehtaan työntekijöiden kuin kumppanienkin panos. Lean toteutetaan yrityksissä kokonaisvaltaisesti: ks. ongelmanratkaisupyramidi kuviossa 1. (Linker 2004, 6)



Kuvio 1. Lean-yrityskulttuurin periaatteet (Linker 2004).

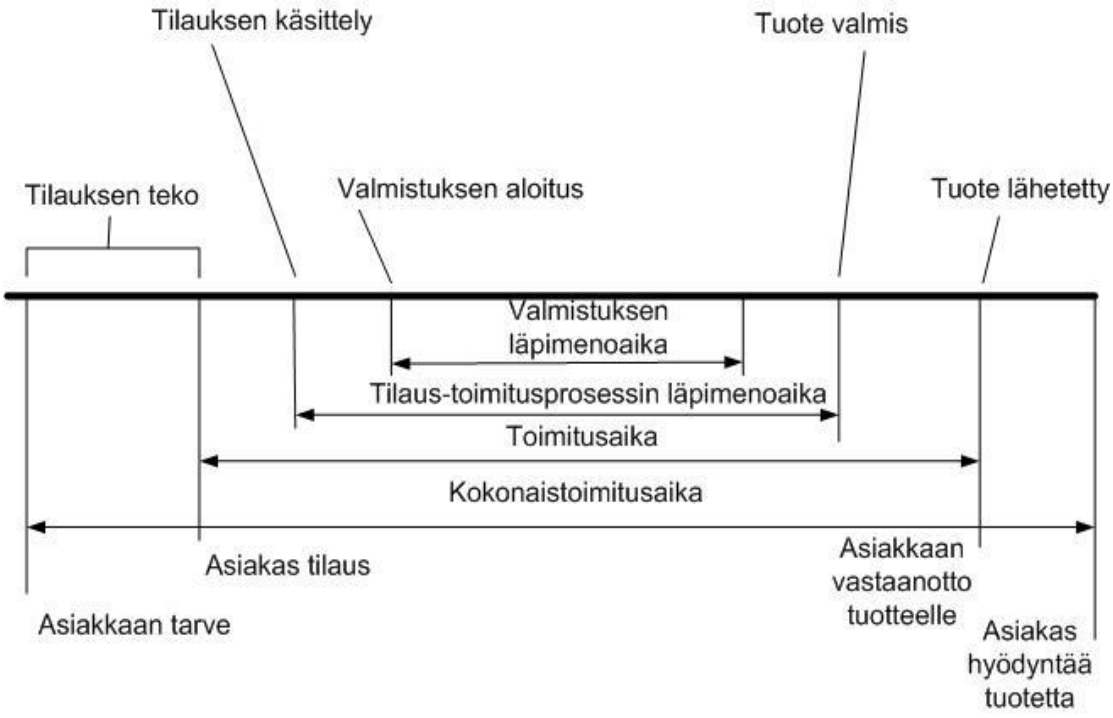
Lean on jatkuvan oppimisen ja kehittymisen prosessi. Yritys saavuttaa tuloksia, kun riittävä määrä prosesseja toimii Lean-oppien mukaisesti. Lean perustuu kahteen keskeiseen periaatteeseen, joista ensimmäinen on materiaalien, tiedon ja tuotteiden keskeytymätön virtaus yrityksen kaikissa liiketoimintaprosesseissa, ja toisena johdon sitoutuminen jatkuvaan parantamiseen niin henkilöstön kuin menetelmien suhteen. (Tuominen 2010, 6; Kerr 2002; Tiainen 1996)

Peruspilareina ovat oikea-aikaisuus, virheettömyys ja jatkuva kehittäminen. Jatkuvasta kehityksestä käytetään myös termiä Kaizen. Lean-malli käsittää koko yrityksen toiminnan aina strategisesta johtamisesta muutosjohtamiseen. (Tuominen 2010, 12) Lean-kulttuuri perustuu prosessien kehittämiseen niin, että jokainen prosessi toimii mahdollisimman vähäisillä mutta luotettavilla rutiineilla. Kevyt ja joustava tuotantoajattelu pyrkii yksinkertaistamaan tuotantoa, ja siitä pyritään poistamaan kaikki lisäarvoa tuottamaton toiminta (Soronen 1999, 24). Teknologiaa

kehitetään helpottamaan virtausta, joka vastaavasti lyhentää läpimenoaikoja, varmistaa laadun ja lisää työn tuottavuutta. Samalla työmotivaatio kasvaa ja työssä viihtyminen lisääntyy. Varastojen pienentyessä työympäristöstä tulee turvallisempi ja siistimpi. Lean-ajattelu yrityskulttuurin osana tukee jatkuvaa parantamista, ihmisten oppimista sekä kehittymistä. Oppimisprosessin ensimmäisessä vaiheessa oppia sovelletaan omaan valmistus- ja logistiikkaprosessiin. Tämä toteutetaan varastoja pienentämällä ja hukan määrää vähentämällä. Näin saadaan myös ongelmien määrä vähenemään. Toinen vaihe on pilotointijakso. Tähän valitaan sellainen toimittaja, joka täyttää edellytykset: kyseessä on vain muutama materiaali tai komponentti, toimitusväli on lyhyt, tuotteiden määrä on vähäinen mutta arvo merkittävä ja toimitukset voidaan hoitaa vain muutaman kuljetusliikkeen kautta. Tämän tyyppisillä valintaprosesseilla on parhaat onnistumisen mahdollisuudet. (Tuominen 2010, 64)

3.2. Läpimenoajan lyhennys, virtaus ja imuohjaus

Perusajatus on tehostaa ja nostaa toimituskykyä läpimenoaikoja nopeuttamalla, lyhentämällä tai poistamalla ne (Haapanen, Vepsäläinen & Lindeman 2005, 130). Prosessista poistetaan kaikki turhat toimenpiteet. Tuotannossa asetuskustannukset saadaan mahdollisimman alas ja toimitusajat puolestaan lyhyiksi ja täsmällisiksi. Läpimenoaika on aika, joka kuluu toimintojen toteuttamiseen. Osatekijöitä ovat tilaustoimitusprosessissa tilauksen valmisteluaika, jonotusaika, kuljetusaika, valmistusaika ja tarkastuksiin menevä aika. Laamanen ja Tinnilä (2009) kuvaavat toimitusprosessin läpimenoaikaa janan muodossa (kuvio 2). Janaa tarkasteltaessa on tärkeää löytää tuottamaton työ ja odottelu, pureutua niiden aiheuttamiin ongelmiin ja poistaa ongelman aiheuttajat. Jokaisen pienenkin osatekijän poistuminen tai nopeutuminen läpimenoajassa lisää asiakkaan saamaa arvoa lyhentyneenä toimitusaikana. Yhteistyö alihankinta- ja muiden verkostojen kanssa tarjoaa isoja mahdollisuuksia prosessin virtauksen kehittämistyössä.



Kuvio 2. Tilaus-toimitusprosessin läpimenoajan koostuminen (Laamanen & al. 2009).

3.2.1. Toimittajaverkoston vaikutus prosessiin

Lean-ajattelussa ostaminen ja yhteistyö toimittajien kanssa ovat merkittävässä roolissa. Kriteereinä ovat toimittajien valinta ja kumppanuuksien kesto sekä niiden arviointi. Samoin on huomioitava tulevien tavaroiden ja materiaalien eräkoot sekä niiden tarkastus, kuljetukset, tuotespesifikaatiot, paperirutiinit ja pakkaukset. Nämä arvioidaan asia kerrallaan samalla kun arvioidaan niiden arvo prosessissa. Näitä vertaillaan perinteiseen toimintatapaan ja Lean-tavoitteeseen taulukossa 6.

Taulukko 1. Perinteisen ja Lean-ostamisen vertailu (Tuominen 2010).

Kriteeri	Perinteinen	Lean-tavoite
Eräsuuruudet	Suuret erät ja toimitukset harvoin	Pienet erät ja usein
Toimittajien Valinta	Useta toimittajia ja lyhyet sopimukset	Hallittavissa oleva toimittajien verkko Toimittajien määrä yksi tai vain muutama
Kumppanuuksien kesto	Vaihdellaan edullisimman mukaan	Solmitaan toimittajien kanssa pitkäaikaset ja joustavat sopimukset
Toimittajien arviointi	Pääkriteerit ovat tuotelaatu, toimituskyky ja hinta n.2% virheistä hyväksytään	Mittaa tuotelaatu, toimituskyky ja hinta Virheitä ei hyväksytä.
Tulevan tavaran tarkastus	Ostaja vastaa kaikesta tarkastuksesta	Laskeminen ja tarkastus lähes eliminoitu
Kuljetukset	Kuljetuksen kustannukset	Mittaa kuljetusten kokonaiskustannukset ja täsmällisyyden
Paperirutiinit	Laajat ja muodolliset	Vähän paperityötä Käytetään sähköisiä tiedonvälitystapoja
Pakkaukset	Erikois- tai satunnaispakkaukset ilman pakkausspesifikaatioita	Käytetään pieniä standardiyksiköitä, joiden sisältö on määritelty

Materiaalien virtausprosessista paljastetaan ongelmakohdat. Materiaalien, komponenttien ja tiedon virtaus prosessissa tulee olla keskeytymätöntä ja nopeaa ilman välivarastoja ja viivytyksiä. Myös ihmisten välisten yhteyksien on toimittava. (Tuominen 2010, 72; Jones, Hines & Rich 1997; Tiainen 1996) Tuotanto tasapainotetaan ja prosessi suunnitellaan siten, että saadaan mahdollisimman hyvä virtaus ja korkea tuottavuus.

3.2.2. Prosessien hallinta ja kehittäminen

Prosessi on tapa tehdä asioita; se on tehtävien ja päätösten ketju. Prosessi vaatii tieto- tai materiaalisyötteen. Sen jälkeen asiaa tai materiaalia jalostetaan, ja prosessi tuottaa tuotoksen, ks. kuvio 3 (Laamanen & Tinnilä 2002, 20). Prosessi jaetaan neljään ryhmään. Ydinprosessit ovat yleisiä prosesseja, jotka alkavat asiakkaasta ja päättyvät

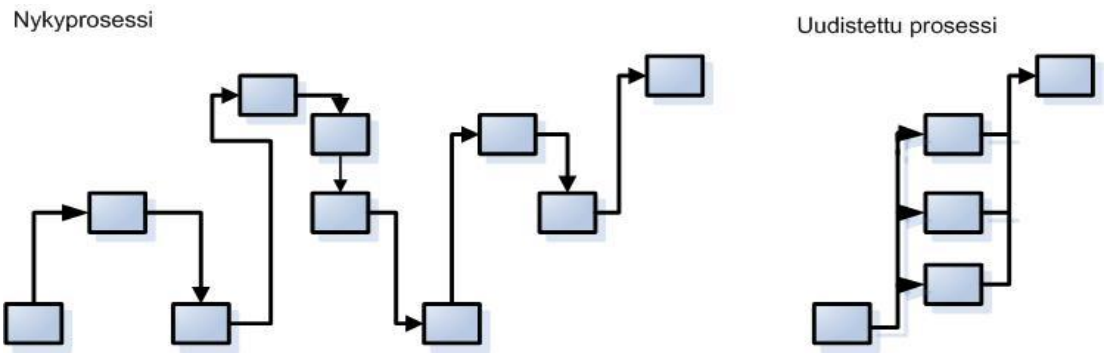
asiakkaaseen. Prosessit suunnitellaan niin, että ne tuottavat laatua ja lisäarvoa asiakkaille. Tukiprosessit tekevät ydinprosessit mahdollisiksi. Johtamisprosessit ovat strategista ja operatiivista suunnittelua, yhteiskuntavastuuta sekä muutosten ja kehittämisen johtamista. Avainprosessit ovat yritykselle merkittävimmät prosessit. Ne voivat olla ydin-, tuki- tai johtamisprosesseja. Prosessi tulee suunnitella niin, että sen tarkoitus tiedetään ja mitä sillä saadaan aikaan.

Kuvio 3. Prosesseissa on sarja toimenpiteitä, ja se sisältää syötteen ja tuotoksen (Laamanen & Tinnilä 2004).

Prosessit suunnitellaan niin, että virtaus ja muut prosessin tavoitteet voivat onnistua. Määritetään toteutus- ja tukiprosessit sekä niiden muodostama verkko. Verkosta muodostuu prosessikartta, josta nähdään miten prosessit liittyvät toisiinsa, ja miten ne tuottavat tavaraa ja palveluja toisille prosesseille. Prosessikartta on graafinen kuvaus avainprosesseista ja niiden välisistä yhteyksistä. (Laamanen & Tinnilä 2009) Prosessit rajataan niin, että niiden sisältö ja toiminta saadaan selkeästi kuvattua. Kuvauksen avulla voidaan kertoa kaikille mitä prosessiin tarvitaan, miten siinä pitää toimia ja mitä siinä pitää osata. Rajaus helpottaa myös prosessien mittausta, auditointia, mittaustulosten analysointia, johdon katselmuksia sekä suorituskyvyn tehostamista. Prosessille kirjataan nimi, vastuuhenkilö, lähtötiedot, resurssit, asiakkaat, päävaiheet sekä tuotos. (Tuominen 2010, 75)

Prosessia voidaan kehittää eri tasoilla työnkulun, menetelmien ja toimintatapojen suhteen. Prosessien kuvauksen ja tarkastelujen myötä on tärkeää löytää oikea

tahditusaika, jolloin työvaiheita voidaan tehdä päällekkäin, ks. kuvio 4. (Laamanen & Tinnilä 2009, 101–102)



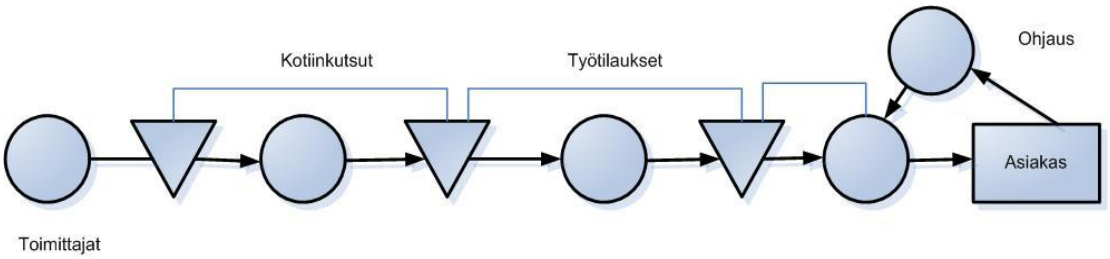
Kuvio 4. Vanha ja uudelleen suunniteltu tahditettu prosessi, jossa vaiheet ovat samanaikaiset (Laamanen & Tinnilä 2009).

Standardoinnin tavoitteena on prosessien vakiointi ja hajonnan pienentäminen. Jatkuvan kehittämisen tavoitteena on kehittää prosessia pienin askelin eteenpäin. Radikaalin kehittämisen tavoitteena on kehittää toimintaa merkittävin askelin: tällöin saavutetaan joko kaksinkertainen tai puolitettu suorituskyky. (Tuominen 2010, 13) Tuloksina kehityksestä voivat olla parempi asiakastyytyväisyys, tuottavuus, nopeus, kapasiteetti, sopeutumiskyky ja varmuus tai näiden yhdistelmä. Usein kehitys on samanaikaista monessa organisaation osassa.

Mittaus on osa prosessien hallintaa ja kehittämistä. Suorituskykyä voidaan mitata useista näkökulmista. Kun organisaation tulosta mitataan, voidaan yhtenä mittarina käyttää läpimenoajan pituutta. Läpimenoajan lyhennys korreloi suoraan laadun kasvuun ja kustannusten pienenemiseen. Lyhentynyt läpimenoaika tuottaa asiakastyytyväisyyttä, reagointiaika prosessissa nopeutuu ja syntyy vähemmän virheitä. Nopea toimitusaika tuo yritykselle kilpailuedun. Nopeutunut läpimenoaika helpottaa toimitusten ajankohdan ennustamista. Toimitustäsmällisyys on hyvä mittari, kun arvioidaan yrityksiä. (Laamanen 2004)

3.2.3. Imuohjauksen toiminta-ajatus

Imuohjaus tarkoittaa sitä, että varastot poistetaan ja läpimenoaikoja lyhennetään radikaalisti. Jotta tavaravirta tuotannossa olisi tasaista, tulee tuotantovirtaa kuitenkin tasapainottaa ja työvaiheita synkronoida. Valmistusmäärä perustuu kapasiteettiin, joka muodostuu henkilöistä ja konekapasiteetista. Imuohjaus edellyttää myös tuotannon lattiajärjestyksen järkeistämistä, niin että tavaravirta ei pysähdy, vaan työvaiheet imevät osat edellisestä työvaiheesta (Soronen 1999). Kuvio 5

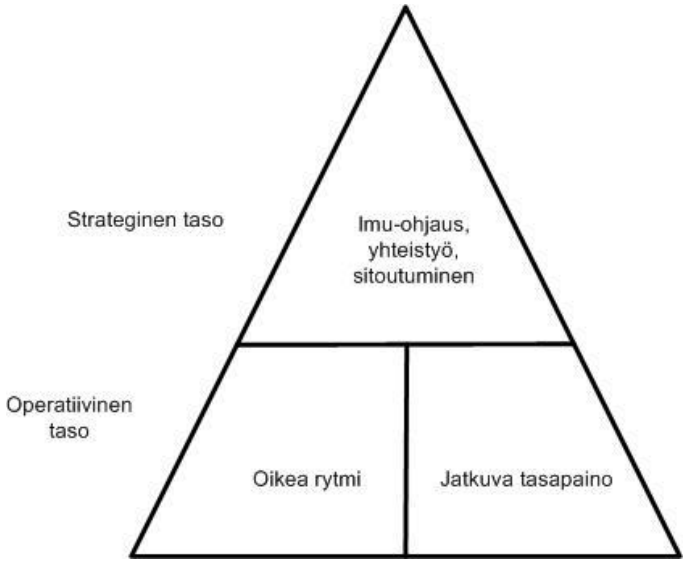


Kuvio 5. Imuohjaus (Soronen 1999)

Virtaus ja imu edellyttävät materiaalin, tuotteen tai tiedon vakautta ja standardisointia. Katkokset virtauksessa pyritään poistamaan, koska ne lisäävät hukkaa. Imu on kustannustehokasta olosuhteissa, joissa virtaus on mahdollinen, ja se edellyttää tasaista ja standardoitua tuotantokuormitusta. Tällöin toiminta on joustavaa ja prosessiajat ovat lyhyitä ja toisistaan riippuvat ketjut lyhenevät (Soronen 1999, 25).

Lean-ajattelutavassa tavaravirta on jatkuvaa. Toimittajia on rajallinen määrä. He pyrkivät toimittamaan tehtaalle tuotteita yhä useammin ja pienemmissä erissä (Jones & al, 1997). Tilausten automatisointi lisää materiaalin virtaavuutta. Automatisoinnin avulla saadaan kasvatettua tilausten määrää, voidaan pienentää toimituseriä sekä lyhentää toimituserien väliä (Haapanen & al. 2005, 153). Varastojen hallinta on tuotevirran hallintaa, johon pitää liittää alihankkijoiden ja päätehtaan lisäksi kuljetus. Kuljettajien oppiminen siihen, että tavaravirta on oikeassa paikassa oikeaan aikaan, on osa Lean-oppien varastojen ja virtauksen hallintaa (Wu 2002).

Sakki (1999) kuvaa logistista prosessia imuohjauksessa yrityksen strategisen ja operatiivisen tason yhteistyöksi. Imuohjaus edellyttää koko organisaation sitouttamista, jossa keskitytään tavarantoimitusten oikean rytmityksen kehittämiseen ja tasapainon pitämiseen (kuvio 6).



Kuvio 6. Materiaalinohjaus organisaatiossa (Sakki 1999, 84)

3.2.4. Varastoinnin vähentäminen

Varastojen pienentäminen voidaan toteuttaa sekä tehtaan sisäisesti että logistiikassa. Tehtaan sisäiset varastot koostuvat raaka-aineista, komponenteista, tarveaineista, keskeneräisestä tuotannosta sekä valmiista tuotteista. Logistiikka voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen logistiikkaan. Ulkoinen logistiikka koostuu tulevista toimituksista, ja sisäinen logistiikka on yrityksen sisällä tapahtuvia materiaali- ja tietovirtoja sekä niiden hallintaa.

Kun logistiikan ja kuljetuksen yhteydessä syntyvä hukka saadaan eliminoitua, seurauksena ovat pienemmät varastot ja varastointikustannukset. Myös tuottavuus kasvaa. (Wu 2002) Oikea-aikainen kuljettaminen on avaintekijä varastojen

pienennykselle. Lyhyt läpimenoaika ja eräkokojen pienentäminen johtavat tehokkuuteen ja käynnistävät hyötyjen ketjureaktion (Tuominen 2010, 30). Automaattisilla tiedonsiirtotoiminnoilla voidaan lisätä tavaran vastaanottokertoja lisäämättä resurssien tarvetta varastohenkilöissä: manuaaliset toimenpiteet eivät enää sido henkilökuntaa paperitöihin ja varastoon (Haapanen & al, 2005, 153). Jatkuvalla tavaravirralla voidaan vähentää materiaalin osuutta varastoinnissa. Automaattisella tiedonohjauksella ei vähennetä ainoastaan tuotannon tarpeita palvelevan varaston kokoa vaan myös tarveaineiden ja fyysisten arkistojen tilantarve pienenee. Paperiset dokumentit häviävät ja siirrytään digitaaliseen arkistointiin, joka on nykyään kirjanpidollisesti hyväksytty tapa.

Hyvällä ja näkyvällä ohjauksella voidaan välivarastoja vähentää tai poistaa ne kokonaan. Ihmisten tulisi nähdä hukka ja osata ratkaista ongelma juuritasolla (Linker 2006, 33).

Lean-ajattelussa varastonhallinnalla tarkoitetaan konseptia, joka perustuu tiheisiin materiaalitilauksiin ja hyvin pienien materiaalivarastojen ylläpitoon. Vähäiset materiaalivarastot sitovat vähän pääomaa ja vähän varastotilaa. Tämän tyyppistä varastohallintaa käyttävä yritys saattaa lähettää uusia tilauksia jopa tunneittain toimittajilleen. Oletus on, että jatkuvat tavarantoimitukset sitovat vähemmän pääomaa kuin varastojen ylläpito aiheuttaisi.

3.2.5. Pyrkimys virheettömyyteen

Lean on kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmat mahdollisimman pian niiden ilmaantumisen jälkeen, jotta laatu saadaan kuntoon heti ensimmäisellä kerralla. Havaittujen ongelmien korjaaminen ei saisi odottaa, koska sama ongelma voi tulla vastaan uudelleen jopa huomenna. (Linker 2004, 128)

Lean toiminnoissa ei hyväksytä virheitä, ja turha työ sekä rutiinit poistetaan. Rutiinit tulee automatisoida tietojärjestelmin, niin että oikea tieto siirtyy automaattisesti seuraavaan vaiheeseen. Tavaravirran ollessa jatkuva ja varastojen ollessa pienet, on myös virheiden eliminointi helpompaa, ja ongelmien sattuessa virheet tulevat heti esiin. Vähäinen virheiden määrä johtaa väheneviin reklamaatioihin ja tuotannon käyttöaste kohoaa (Tuominen 2010, 30). Lean-tuotantomallissa toteuttaminen tapahtuu toiminnan nopeana läpäisyaikana sekä korkeana laatuna. Lyhyet läpäisyajat ja toiminnan lyhyet aikajänteet eivät anna mahdollisuutta virheellisille toimenpiteille (Haverila & al. 2009, 361).

Virheettömyys saavutetaan useilla menetelmillä. Ensinnäkin seuraava vaihe varmistaa laadun edellisen vaiheen tekijältä. Kun koko prosessi toimii niin, että laadun varmistus on automaattista, ei virheitä pääse eteenpäin prosessissa. Toiseksi työntekijä varmistaa itse tekemänsä työn laadun jo tekovaiheessa. Tämä vaihe voi olla myös koneellinen, esimerkiksi mitta-antureilla tehtävä mittaus. Hyväksynnän ja hylkäämisen rajoista on silloin jo etukäteen tehty laatuohjeet. Kolmantena on prosessivalvonta, joka on ohjausta ja valvontaa. Neljäntenä on Poka-Yoke-menetelmä, joka takaa 100 % virheettömyyden. Tämä tarkoittaa menetelmää, jossa virheitä ei voi syntyä: esimerkiksi kone ei käynnisty virheen havaittuaan.

Laatu on pidettävä yksinkertaisena. Laatuspesialisteilla ja tiimin jäsenillä on vain neljä avaintyökalua. Ensimmäinen on olla paikan päällä ja katsoa mikä tilanne on, toisena ongelma analysoidaan, kolmantena on avunpyyntö tai huomion tekeminen järjestelmään ja neljäntenä on kysymystekniikka ”kysy viisi kertaa miksi”. (Linker 2006, 135)

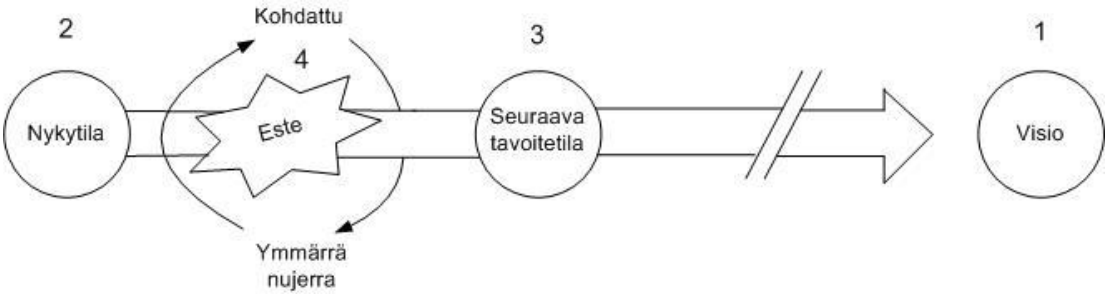
3.3. Jatkuva kehittäminen

Kehittämisosaaminen lähtee johdosta, siitä miten he tekevät oman osuutensa organisaatiossa. He johtavat kehittämistä, ja heillä tulee olla kyky saada jokainen

osallistumaan jatkuvaan kehittämiseen (Tuominen 2010, 30). Kehittäminen on globaalin kilpailukyvyn edellytys. Jos kehittämistä ei tapahdu, putoaa helposti pois johtavan toimijan asemasta tai markkinoilta kokonaan. Pysyvä kilpailuetu on kyky oppia ja kehittyä kilpailijoita nopeammin (Laamanen & al, 2009, 39).

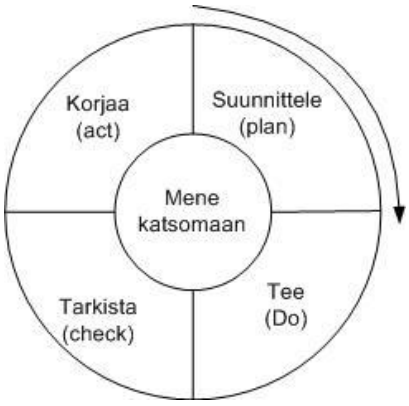
Kehittäminen ei tapahdu yksin, vaan se on ryhmätoimintaa, johon koko organisaatio sitoutuu (Tiainen 1996, 17). Siihen vaaditaan sekä johdon päätökset että valmentaja, joka koordinoi kehittämistä. Mukaan tarvitaan esimiehiä, jotka yhteistyössä kehittämisvalmentajan kanssa valitsevat kehitettävät kohteet. He asettavat tavoitteita ja osallistuvat kehittämishankkeen valmisteluihin. Jatkuvan kehittämisen perusta on järjestelmällinen analysointi. Prosessit jaetaan osiin, jotta ymmärretään niiden toiminta. Opitaan prosessin vaikutusmahdollisuudet ja miten niitä voidaan kehittää. (Tuominen 2010, 106-107)

Toyotan jatkuva parannusrutiini on kuvattu neljällä portaalla. Ensimmäisenä pitää määritellä visio tai suunta, jota tavoitellaan. Seuraavaksi kartoitetaan nykytila niin, että se ymmärretään täysin. Kolmannessa portaassa tarkistetaan tavoite ja määritellään mahdolliset uudet toimenpiteet ja tila, joiden avulla kuljetaan kohti visiota. Neljäntenä on se porras, jossa kohdataan esteitä. Esteet määrittelevät, mitä niissä pitää tehdä ja mitä niistä opitaan (prosessin korjaus tai uudet toimenpiteet). Kolmatta ja neljättä porrasta toistamalla esteet vähitellen poistuvat. Tämä prosessi kuvataan kuviossa 7. (Rother 2010, 67) Mittauksia tai havaintoja voidaan tehdä useilla menetelmillä, mutta usein ne noudattavat samaa linjausta ja muodostavat näin peruskuvaksi ympyrän, joka kuvaa jatkuvaa kehitystä.



Kuvio 7. Pelkistetty parannusrutiini (Rother, 2010).

Toyotan jatkuvaa kehitystä kuvataan myös PDCA (plan, do, check, act) ympyrällä. Sen kehitti W. Edwards Deming, ja Toyota omaksui tämän teoriaansa. Sen lisäksi he lisäsivät teoriaan toiminnon: mene katsomaan paikan päälle. Demingin ympyrä kuvaa jatkuvaa kehitystä. Kuviossa 8 on jatkuva prosessi, jossa suunnitteluvaiheesta siirrytään toteutukseen, toteutus mitataan ja mittauksen perusteella, jos aiheellista, suunnitellaan ja tehdään korjaus. Syklien parannuksessa tulee olla jatkuvia niin, että visio voidaan saavuttaa. (Rother 2010, 129-132)



Kuvio 8. PDCA Sykli (Rother 2010)

Jatkuvan parantamisen perusta on, että organisaatio oppii ja muuttaa toimintatapaansa. Prosessien avulla on mahdollista tehdä organisaatioille jatkuvaa

parantamista edistävä rakenne. Tähän johtavia tekijöitä ovat nopea reagointi poikkeamiin ja muutoksiin sekä ennalta ehkäisevä ja ennakoiva toiminta. Tähän liittyy uusien mahdollisuuksien hyödyntäminen, innovaatioiden tekeminen, oppiminen ja henkinen kasvu. Jatkuvalle parantamiselle on ominaista tehdä toiminnan ja sen tulosten arviointeja. Työkaluina ovat auditoinnit, katselmukset, itsearvioinnit ja vertailut. Näiden avulla käynnistetään parantamiseen johtavia pienempiä tai suurempia projekteja. (Laamanen & Tinnilä 2002, 27)

Tavoitteiden kehittämisen ja parantamisen tulee olla positiivisia. Kehityksen tulee tehostaa ja parantaa prosessia eikä vain muuttaa sitä. Merkittävät parannukset ovat suurempi riski, mutta ne mahdollistavat merkittävämmät hyödyt. Prosessien muuttaminen on usein myös tietoteknisen ratkaisun soveltamista vanhaan prosessiin. (Laamanen 2004)

4. PROSESSIN TIEDONSIIRRON AUTOMATISOINTI JA TEHOSTAMINEN

Prosessin tiedonsiirtoa muutettaessa prosessi suunnitellaan uudelleen. Nykyinen prosessi kuvataan kaavioin, kartoin tai muilla saatavilla olevilla prosessikuvauksilla. Kuvauksiin sisällytetään IT:n tuomat vaihtoehdot. (Allweyer 1999) Automatisoinneilla prosessit saadaan näkyvämmiksi, ja organisaatiot, jotka liittyvät prosessiin, ohenevat rakenteeltaan. Myös langattomat sovellukset ovat lisänneet automatisointia. (Kalakota & Robinson 2006, 48-59)

4.1. Prosessin kehittäminen automaattisen tietovirran avulla

Teknologiset muutokset ovat entistä keskeisimmässä osassa, kun suunnitellaan logistisia prosesseja. Teknologia tuo riskejä, mutta se tuo yrityksille myös mahdollisuuden menestyä muita paremmin. Prosesseja suunniteltaessa kehittyvän tietotekniikan osuus kasvaa uusien tietotekniikkainnovaatioiden myötä, ja jotta kehitys jatkuisi, on uusien laitteiden ja sovellusten oltava helppokäyttöisiä. (Haapanen & al. 2005). Tietokoneitten sijoittelu tuotantoon ja kuljetuskaluston yhteyteen on helpompaa, koska tietokoneiden pienentynyt koko ja toimintavarmuus on kehityksen myötä parantunut.

Prosessien tiedonsiirron kehittäminen on prosessin yksinkertaistamista. Prosessissa on monia vaiheita, joista tulisi päästä eroon. Myös virheiden mahdollisuus on suuri, niin kauan kun prosessissa on erikseen tehtäviä toimintoja. Prosessista saadaan kustannustehokas ja asiakkaan tarpeisiin nopeasti reagoiva, kun saapuvan tavaran kuljetus- ja varastointilogistiikka noudattaa tosiaikaan perustuvia aikatauluja. Tosiaikainen varastotieto on oltava koko yrityksen ja toimittajien käytössä. Prosessin kehittämisen tuloksena saadaan parantunut nopeus ja parempi suorituskyky (Tuominen 2010, 13).

On tärkeä tiedostaa se, että sähköisten prosessien kehittäminen ei lopu siihen, kun ne on kertaalleen läpiviety. Tuloksia seurataan ja näin havaitaan suunta, johon toimintaa on vielä kehitettävä. Kyseessä on siis vaiheittainen kehitysprosessi. Prosessien parantamisen hyötyjä ovat parantunut logistiikan palvelutaso ja asiakastyytyväisyys, joustavuus ja kustannusten aleneminen. Usein myös henkilöstön tyytyväisyys paranee, kun turhat työt ja virheet poistuvat sekä työvaiheet ja työnjako selkiintyvät. Tähän päästään toiminnan uudelleen suunnittelulla, toimintatapojen muutoksilla ja työntekijöiden uudelleenkoulutuksella. (Kettunen 2002, 28). Prosessi, joka ulottuu yli oman organisaation, vaatii uudenlaisia toimintatapoja ja monien osatekijöiden yhteisvaikutusta. Yleensä toteutus on vaiheittaista ja aikaa vievää, mutta tulokset ovat usein myös hyvin tehokkaita (Walli 2009, 38).

Prosessien kuvaamisen ja kehittämisen tavoitteet ovat hyvin samankaltaisia kuin sähköisten palveluiden ja järjestelmien kehittämisen. Sähköisten prosessien kehittämisessä on huomioitava tietojen käsittelyn sujuvuus ja päällekkäisyyksien välttäminen sekä käytettävyyden turvaaminen. Tiedon määrämuotoisuus parantaa tiedonhallinnan edellytyksiä. Tiedonhallinnan taloudellisuus korostaa päällekkäisen tietojen säilyttämisen sekä turhien sähköisten ja paperisten kopioiden välttämistä. Prosessien onnistunut kehittäminen edellyttää niihin liittyvien tietojen käsittelyn kehittämistä ja yhdenmukaistamista. Perinteinen vastaanottodokumentaatioon perustuva toiminta ei kuitenkaan ole kokonaan vielä väistynyt syrjään, vaan sen rinnalle on tullut vaihtoehtoisia sähköisiä teknologioita, joiden tuomat hyödyt voivat olla operatiivisia tai strategisia. Uusien teknologioiden käytöllä tavoitellaan prosessitehokkuuden parantamista, jolloin on kyse erilaisten teknologioiden soveltamisesta yritysten prosessien tueksi. (Kauremaa & Auramo 2004)

Prosessin tietovirran yksinkertaistaminen tarkoittaa usein sen virtaviivaistamista eli turhien työvaiheiden ja päällekkäisten töiden sekä välikäsien poistamista. Samoin lomakkeet ja raportit tulee kyseenalaistaa ja automatisoida. (Roberts 1997)

Mallintamalla työ- ja dataprosessi yhteen voidaan kokonaisprosessi optimoida työnkulujen ja tarvittavan datan suhteen. Minimoidaan prosessi ajan ja liikkeiden suhteen sekä tietovirran siirtojen, datan muodon ja määrän suhteen, niin että tieto on riittävää eikä sitä ole liikaa. Mallintamalla myös ymmärretään prosessi paremmin ja havaitaan sen tuomat hyödyt koko liiketoimintaprosessiin. (Ball & al. 2004) Rauhala (2011) painottaa sitä, että logistiikan ja hankinnan tiedonvirran oikea-aikaisuus on yhtä tärkeää kuin materiaalivirran oikea-aikaisuus. Myös tiedon tulee virrata kaksisuuntaisesti.

Toimitusketjuun osallistuvien osapuolten tulee sitoutua ja tehdä yhteistyötä niin, että ohjaus määritellään strategiseksi yhteistyöksi. Tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman yhtenevä näkemys järjestelmästä. Konflikteja voidaan vähentää, kun osapuolet koordinoivat logistiikkaa yhdessä, kuitenkin niin, että sitä ohjataan keskitetysti. Myös automatisoinnilla voidaan parantaa palvelutasoa, vaikka varastojen määrät pienevät. Logistiikan järjestelmien tavoite on vähentää ketjun eri vaiheissa syntyvää heilahtelua, lisäksi myös viiveaikoja tulisi vähentää niin, että ongelmakohdat saadaan paremmin näkyviin. Tavoitteena on, että tietoketju virtaa vapaasti koko toimitusketjun läpi, niin että todelliset tarpeet tyydytetään. (Luomala & al. 2001)

4.2. Prosessin tiedon ohjaaminen ja virheiden eliminoiminen tietovirran avulla

Automaattinen prosessi parantaa tiedonkulkua. Tiedonkulun paraneminen ja nopeutuminen tavarantoimittajien ja asiakkaiden välillä parantaa toimintaedellytyksiä sekä kilpailukykyä (Sakki 2003, 51). Toimittajien sitouttaminen ja laadullinen ajattelu vähentää virheiden syntymistä. Maine hyvänä toimittajana kasvaa virheettömien toimitusten myötä, ja pysyvyys toimittajana on suuri. Erityisen tärkeää on, että tieto tallennetaan oikein ja se on oikeaa.

Prosessikarttoihin mallintamalla saadaan prosessin vaiheet ja niihin tarvittavat datasiirrot selvitettyä, niin että prosesseista saadaan virtaavia ja turhia odotusaikoja sekä työvaiheita voidaan poistaa. Mehta ja Rampura (2006) kuljetus- ja jalostustutkimuksessaan selvittivät tiedonsiirron vaikutusta prosessinopeuteen. He yhdistivät autojen reitityksen ja tuotteiden jalostuksen samaan karttaan. Tutkimuksessa lisättiin automaattisten tiedonsiirtojen tuomat hyödyt prosessiin. Sähköisellä tiedonohjaamisella saatiin prosessi nopeutumaan merkittävästi. Myös virheiden määrä laski, kun käsin tehdyt dokumentit muutettiin sähköisiksi.

Automaattisessa tiedonsiirrossa sama tieto on useiden toimijoiden saatavissa, eikä sitä luoda uudelleen. Sama tai päivittynyt tieto siirtyy automaattisesti sitä tarvitsevalle taholle. (Kuhmonen et al. 2002) Automaattisten toimintojen avulla voidaan myös tehdä seurantatyökaluja, joilla voidaan mitata hankintatoimea ja logistiikkaa. Tiedonkerääminen tietojärjestelmistä antaa vertailukelpoisia tuloksia ja näin voidaan pureutua ongelmakohtiin ja virheiden aiheuttajiin. Ohjauksen, kehittämisen ja seurannan kannalta on oleellista, että tieto on tarkoituksenmukaista ja informatiivista (Haapanen & al. 2005, 238). Virheet aiheuttavat välillisiä kustannuksia, joita pitäisi myös seurata.

Tiedonsiirron automatisointi muuttaa työntekijöiden roolia. Työntekijöiden kehitystarpeisiin tulee liittää myös IT-osaaminen (Stenberg 2006). Henkilöstöä tulee kouluttaa tietojärjestelmien hallintaan, ja heidän tulee olla tietoisia mahdollisista tekniikan käytössä ilmenevistä epäkohdista. Yleensä automaatiotekniikan lisääminen vähentää tietojärjestelmien rutiininomaista käyttöä. Teknologioiden käyttöönottoon ovat vaikuttaneet myös standardit. Tekniikoiden muuttaminen standardeiksi vähentää virheiden määrää ja helpottaa niiden havaitsemista, kun standardien käyttäjäkunta kasvaa. Näin on tapahtunut myös -tekniikan kohdalla. Kun tekniikka standardoitiin, sen käyttö yleistyi ja se kehittyi varmatoimisemmaksi (Kappauf & al. 2012, 258). Tieto on RFID-prosessissa passiivista kunnes sen lukeminen jatkaa prosessia eteenpäin (Stenberg 2006, 43).

Toiminnanohjausjärjestelmää ja automaattista tiedonsiirtoa käytettäessä opitaan prosessin ja tietojärjestelmän hallintaa. Jotta prosessi toimii virheittä, on perusasiat opittava tekemään oikein. Järjestelmän käyttöä voidaan vähitellen laajentaa ilman suuria riskejä. Käyttökokemuksen ja oppimisen seurauksena järjestelmän käyttö syvenee ja sitä laajennetaan. Lorenzo & al. (2009) ovat tutkimuksessaan havainneet toiminnanohjausjärjestelmien käytön laajenemisen suhteessa käyttöaikaan kuvion 9 osoittamin portain.

Kuvio 9. Toiminnanohjausjärjestelmän kehitys (Lorenzo & al. 2009).

4.3. Prosessi tietovirran avulla kustannustehokkaaksi ja nopeaksi

Kun tietojärjestelmien roolia tarkastellaan prosessien uudistamisen yhteydessä, voidaan saavuttaa erilaisia hyötyjä prosessien systematisoinnissa. Ajan, paikan ja etäisyyksien minimointi tehostuu. Tapahtumien järjestystä ja rinnakkaisuutta on helpompi hallita, samoin prosessien tapahtumaperäistä seurantaa. Hyödyt voidaan jakaa kustannus- ja potentiaalihyötyihin. Kustannushyötyjä voivat olla työajan säästö, fyysisen tilatarpeen vähentyminen, työn tehostuminen, tuottavuuden parantuminen, virheiden väheneminen, pääomasäästöt sekä asiakaspalvelun paraneminen.

Potentiaaliset hyödyt eivät aina ole sellaisenaan suoraan laskettavissa tai havaittavissa, vaan ne toteutuvat usein välillisesti ajan myötä. (Stenberg 2006, 56) Tietojärjestelmien potentiaalisia hyötyjä ovat tutkineet Kettunen (2002). He painottivat hyötyjen olevan tapauskohtaisia, eivätkä ne toteudu kaikissa projekteissa ja järjestelmissä, ks. taulukko 2.

Taulukko 2. Tietotekniikan potentiaalisia hyötyjä Kettunen (2002).

Pääluokka	**Alaluokka**	**Toimenpide/potentiaalinen hyöty**	**Taloudellinen vaikutus**
Säästöt	Toiminnan tehostuminen, sama tulos pienemmillä resursseilla	Työn tyottavuus nousee, työvoiman määrää voidaan vähentää	Mahdollistaa muuttuvien ja kiinteiden kustannusten karsimisen
		Tuotantoprosessi tehostuu vähemmän "hylkyä", tarvitaan vähemmän raaka-ainetta	
	Uudet mahdolliset toimintamallit	Ostoprosessi: hankintojen optimointi elektroniset kauppapaikat	tuovat potentiaalisia sästöja, joiden realisoiminen edellyttää potentiaalin onnistunutta hyödyntämistä
		logistiset prosessit: kuljetussuunnittelu, valmistuksen ja toimitusten reaaliaikainen seuranta	
	Tietämyksenhallinta	Riskit tunnistetaan ja niihin osataan varautua paremmin	Edesauttaa suurten ja vaikeasti ennakoitavien lisäkustannusten nimimoimista
Lisätulot	Toiminnan tehostuminen, enemmän tulosta samoilla resursseilla	Työn tottavuus nousee, työntekijöiden työaika vapautuu muihin tehtäviin ja/ tai perustehtävät voidaan tehdä paremmin	Luovat potentiaalia myynnin lisäämiselle, jonka realisoiminen edellyttää potentiaalin onnistunutta hyödyntämistä
		Koneiden ja laitteiden korkeampi käyttöaste, mahdollisuus lisätä tuotantomääriä ilman lisäinvestointeja	
	Uudet mahdolliset toimintamallit	Uudet tutkimus- ja suunnittelumenetelmät, tuotteiden ja palveluiden korkeampi laatu	
		uudet tuote- ja palvelukonseptit, jotka tietotekniikka mahdollistaa	
	Tietämyksenhallinta	Lisääntynyt toiminnan joustavuus	
		Enemmän tietoa asiakkaista, kilpailijoista ja partnereista	
		Tietojen tehokkaampi hyväksikäyttö	

Prosessin toimintojen väheneminen vähentää kustannuksia. Erilliset työvaiheet vähenevät ja työmotivaation osuus työn tekemiseen vähenee. Käsittelyajat vähenevät työvaiheiden vähenemisen myötä (Sakki 2003, 69). Perinteisesti tiedonvälittäjinä ovat olleet erilliset yksiköt sekä erilliset prosessit. Näissä prosesseissa tiedonsiirto on ollut manuaalista tai manuaalinen ja automaattinen tiedonsiirto on ollut sekaisin. Elektronisessa palvelussa puolestaan välittäjät ovat laajennetussa suhteessa valmistajaan, tietojen vaihto on reaaliaikaista ja olemassaolo perustuu muun liiketoiminnan tehostamiseen (Tinnilä & al. 2008, 101).

Kustannukset prosessissa vähenevät samalla kun turha työ poistuu, esimerkiksi käsin tehtävät tiedonsiirrot. Tähän manuaalisesti tehtävään tiedonsiirtoon kuuluu turhaa paperimateriaalin varastoimista ja siirtelyä sekä turhaa työpisteiden ja varaston välistä liikkumista. Kustannuksia tuovat myös virheelliset toimintatavat. Virheellisten käsittelyjen eliminoimisella poistetaan kustannuksia. Toimintoja yhdistämällä ja päällekkäisten töiden eliminoinnilla saavutetaan nopeampi läpimenoaika ja kustannukset alenevat. (Roberts 1996, 106). Prosessien selkiytyessä myös virhemahdollisuuksien määrä laskee.

Käsittelykustannusten automatisointi on yksi keino kustannusten alenemiseen (Sakki, 2003, 33). Kustannusten aiheuttajia prosessin saapumisvaiheessa ovat saapumisten ja tilauksien lukumäärä sekä tilausrivien lukumäärä (Sakki 2003, 44). Tuotantonopeuden kehittäminen edellyttää tuotantoprosessin nopeampaa läpäisyaikaa. Läpäisyajan pienentäminen saavutetaan prosesseja tehostamalla, ja samalla toiminnan laatu paranee sekä kustannukset pienenevät (Haverila & al. 2009, 357). Noin 30 vuoden ajan suuret valmistajat ovat linkittäneet toimittajansa omaan liiketoimintaprosessiinsa. Organisaatioissa hyödyiksi luetaan useimmiten matalat tiedonsiirtokustannukset, varastoihin sitoutuneen pääoman pieneneminen ja parantunut varastojen kiertonopeus. (Davis & O'Sullivian 1998) Automatiikan avulla voidaan hankintakertojen määrää lisätä ja ostoeriä pienentää. Näin saadaan varaston

arvoa ja määrää alennettua, joka puolestaan vähentää sitoutunutta pääomaa sekä tilan tarvetta (Haapanen & al. 2005, 153).

Pienillä ja nopeilla automaation muutoksilla voidaan saavuttaa hyötyjä operatiivisen toiminnan alueella. Muutoksilla voidaan alentaa transaktiokustannuksia, nopeuttaa läpimenoaikaa sekä tehostaa varasto- ja kuljetustoimintoja. Uusien sähköisten toimintojen käyttöönottoa on helpottanut se, että niitä on mahdollista kopioida niin yritysten sisällä kuin yritysten välilläkin. (Kauremaa & al. 2004) Sekä tietojärjestelmien että yritysten välisten verkkojen avulla tarjotaan viestintää, jolla voidaan korvata fyysisiä tavaransiirtoja ja varastointeja (Haapanen & al. 2005, 133).

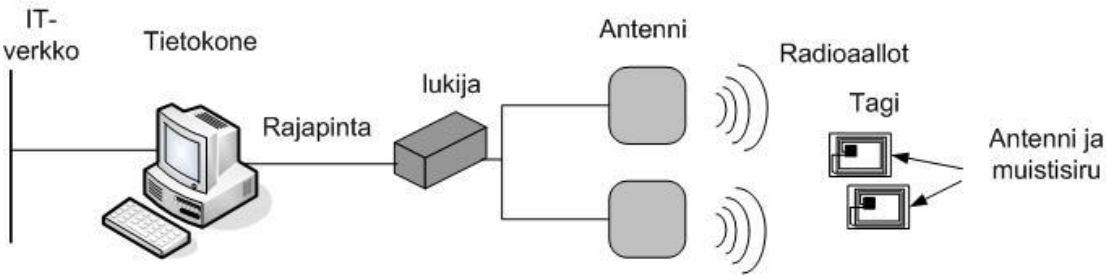
Organisaatiot hyötyvät yhteisen tiedon keskittymisestä, sen nopeutumisesta ja reaaliaikaisuudesta. Kun tieto keskitetään yhteen kanavaan, varmistetaan tiedon saatavuus kaikille tasapuolisesti ja vaivattomasti. Organisaatioiden välinen tiedonsiirto nopeuttaa toimintaa, koska tiedon virheellinen syöttö voidaan välttää ja siirto on nopeaa välimatkoista riippumatta. Siirretty tieto on heti uudelleen käytettävissä. Tuotantoympäristössä järjestelmien pitää olla toimivia, niiden tulee soveltua käyttötarkoitukseensa sekä tehostaa työtä (Vilpola & Terho 2008). Toimittajaverkko ja sen häiriötön toiminta ovat perusasioita, kun läpäisyaikaa lyhennetään ja kustannustehokkuutta lisätään (Soronen 1999 s. 23). Työkaluna toimittajaverkon toiminnan tehostamisessa käytetään yritysten omia portaaleja, jotka on räätälöity yrityksen ja sen sidosryhmien tarpeisiin. Tiedonkulku näissä yritysportaaleissa on kaksisuuntaista: tiedot erilaisista tietolähteistä kulkevat yrityksestä asiakkaille ja vastavuoroisesti asiakkaat voivat lähettää tietoa portaaliin päin (Tinnilä 2008, 102). Prosessien nopeuttamiseen on kehitetty RFID-tekniikka, joka tietotekniikkaan yhdistettynä mahdollistaa erilaisia hyötyjä (Wamba 2008). RFID-tekniikan standardointi on laskenut kustannuksia. Standardin myötä tekniikka on yhdenmukaistunut, ja samalla laitteistojen ja tagien kustannukset ovat laskeneet (Kappauf & al. 2012, 258).

5. RFID-TEKNIIKKA

RFID (Radio Frequency Identification) on radiotaajuudella langattomasti toimiva etätunnistetekniikka. RFID-tekniikassa tunnistamiseen käytetään tageja, pienikokoisia tunnisteita, joiden tietosisältö voidaan lukea langattomasti soveltuvalla lukulaitteella ilman näköyhteyttä. Tekniikkaa käytetään toimitusketjuissa aiempaa laajemmin, koska tekniikasta on lisääntyneen käytön myötä varmatoimisempi ja sen käyttökustannukset ovat laskeneet (Ollivier 1995). Tekniikan avulla varastojen inventaarien ja virheellisten toimitusten määrä on laskenut, samoin tilausnumeroiden virheet ovat vähentyneet (Niederman & al. 2007).

5.1. RFID-tekniikan osatekijät ja niiden hyödyntäminen

RFID-etätunnistetekniikka koostuu neljästä osatekijästä. Ensimmäinen on tietojärjestelmä, jossa kaikki tieto on. Toinen tekijä on RFID–lukija, joka on yhteydessä tietokoneeseen. Lukija suodattaa viestejä ja siirtää suodatettua tietoa toiminnanohjausjärjestelmään. Kolmas tekijä on antenni, joka lähettää ja vastaanottaa tietoa sirulta. Neljäs tekijä on RFID-tunniste eli tagi. Tagiin on tallennettu tieto, ja sen luku tapahtuu langattomasti radioaaltojen avulla RFID-lukijalla (Angeles 2005). Toimiakseen komponenttien tulee muodostaa toimiva kokonaisuus (Kappauf & al. 2012, 260). Ks. kuvio 10.



Kuvio 10. RFID-järjestelmän komponentit (Kappauf & al. 2012).

Koska tekniikka toimii radioaalloilla, ei laitteen ja tunnisteen välillä tarvita näköyhteyttä. Tunniste voi olla kohteen sisällä tai takana. Lukuetäisyydet vaihtelevat lukijasta tai käytettävästä tekniikasta johtuen muutamasta sentistä noin kymmeneen metriin. Järjestelmät voidaan luokitella niiden tunnistetyyppien mukaan aktiivisiin, passiivisiin ja puolipassiivisiin tunnistetyyppeihin.

RFID-tekniikkaa voidaan hyödyntää usealla eri tavalla erilaisissa kohteissa, jotta asioita voidaan tehdä ja hallita paremmin. Sen avulla voidaan muun muassa tunnistaa asioita ja esineitä sekä seurata niitä. RFID-tekniikka on viivakooditekniikan kaltainen. Viivakoodi on kuitenkin muuttumaton ja tarvitsee suoran lukukontaktin toimiakseen. RFID-tunniste on tässä suhteessa helpommin käsiteltävä, koska tallennustietoja voidaan halutessa muuttaa ja tunnistetta lukea etäältä. RFID-tekniikkaa on käytetty jo pitkään eläinten merkitsemisessä, kulkuavaimissa ja matkakorteissa. Teollisuudessa sitä käytetään laadunvalvonnassa, tavaravirtojen seurannassa, tuotannon tehostamisessa ja varastoinnissa. (Angeles 2005)

RFID:n käyttö tehostaa organisaatioiden tilaus- ja toimitusketjua lyhentäen läpimenoaikaa ja parantaen prosessin laatua. Läpimenoajat pienenevät, kun turhat työsuoritukset poistuvat, tunnistaminen tapahtuu automaattisesti ja saapumis- ja toimitusajat ovat helposti ennakoitavissa. Tulevien materiaalien määrän ja laadun oikeellisuuden toteaminen on helpompaa ja näin laatu prosessissa paranee. Kirjaustapahtumista saadaan muuttuvaa mitattavaa tietoa, kuten kellonajat ja sijainnit. Toimitusten tunnistaminen ja paikannus reaaliajassa nopeuttaa tiedonkulkua, ja tieto on avoin toimitusketjun kaikille osapuolille. Tämän ansiosta turhat työsuoritukset ja tiedonkatkokset vähentyvät, samoin tavaroiden ja materiaalien katoamiset pienenevät.

5.1.1. RFID:n toimintataajuus

RFID–järjestelmät käyttävät yleisimmin LF- (Low Frequency), HF- (High Frequency) ja UHF (Ultra High Frequency) -taajuusalueita. Matalin toimintataajuus

125 kHz LF-taajuusalue. HF taajuusalue 13.56 MHz taajuudella. Korkein taajuusalue UHF toimii noin 900 MHz taajuudella. Ks. kuvio 11. UHF–taajuusalueella käytettävä tarkka taajuus vaihtelee eri puolilla maapalloa yhteisten standardien puuttuessa (Kappauf 2012, 260).

Kuvio 11. RFID:n käyttämän taajuusalueet

LF-taajuutta käytettäessä sen lukuetäisyys on hyvin lyhyt eli alle metrin, ja tiedonsiirto on hidasta. LF-taajuuden etuna on hyvä materiaalien läpäisevyys ja se, että signaali ei aiheuta heijastus- tai säteilyongelmia. Huonona ominaisuutena voidaan pitää lyhyttä lukuetäisyyttä, heikkoa signaalia ja hidasta tiedon siirtoa. LF-taajuutta on yleisesti käytetty esimerkiksi eläintunnisteissa, kulunvalvonnassa ja kaasupullojen tunnisteissa.

HF-taajuuden lukuetäisyys on lyhyt. Lukunopeutta pidetään vielä hitaana, mutta se on kuitenkin LF-taajuutta nopeampi. Hyviä ominaisuuksia ovat signaalin metallien ja nesteiden sietokyky. Lisäksi HF-taajuus on standardoitu. Tätä taajuutta käytetäänkin paljon. Käyttökohteita ovat yksittäistunnisteet, lääkkeet, kulunvalvonta, kirjastot, logistiikka ja pääsyliput.

UHF-taajuuden lukuetäisyys on pitkä, jopa 30 metriä, samoin lukunopeus on nopea. Taajuus on standardoitu mantereittain. Huonona puolena ovat taajuuksien heijastumat ja vaimeneva ominaisuus. Taajuudella on myös muita käyttäjiä kuten GSM ja WLAN. UHF-taajuutta käytetään logistiikassa, paketti- ja lavatunnisteissa sekä ajoneuvoissa.

Yleistymässä on myös NFC (Near Field Communication) -tekniikka. Tämä tukee LF 13.56 MHz taajuutta tunnisteissaan. Merkittävää tekniikassa on se, että älypuhelimet toimivat lukijoina. Tämä tekniikka on yleistynyt täyttölaatikkotyyppisissä varasto-ohjauksissa.

Taajuudet kytkeytyvät LF- ja HF-taajuudella induktiivisesti. Induktiivinen kytkentä tekee käämiparin, jonka energia ja data siirtyvät magneettikentässä. Tästä johtuen lukuetäisyys on hyvin lyhyt. UHF-taajuudella voi kytkeytyminen olla myös induktiivistä, mutta pääsääntöisesti kytkeytyminen on sähkömagneettista. Sähkömagneettista kytkentää kuvaa parhaiten tutka.

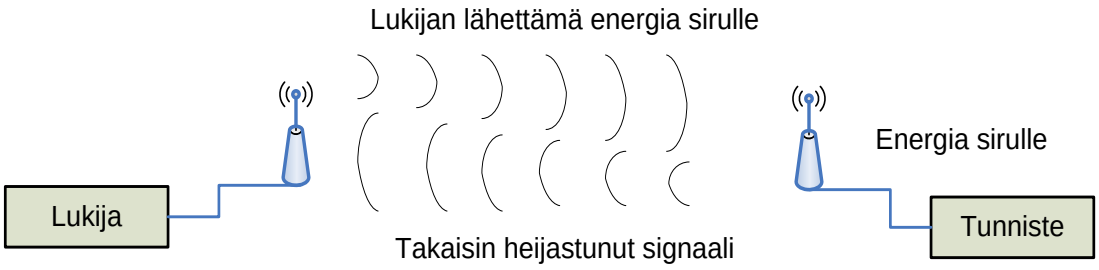
5.1.2. RFID–tunnisteiden rakenne

Tunnisteen perusrakenne on tunnistesiru ja antenni, ks. kuva 3. Tunnistesiru on pieni siru, johon antenni on liitettynä. Antenni on kooltaan sirua huomattavasti suurempi, koska sen tehtävänä on ottaa signaali vastaan lähettimeltä ja siirtää se sirulle. RFID-tunnisteet voidaan jakaa kolmeen luokkaan: aktiivisiin, passiivisiin ja semi-passiivisiin tunnisteisiin. Tunnisteen toiminnallisuuden kasvaessa myös sen hinta kasvaa.

Kuva 3 Kolme erimallista tagin antennia ja tunnistesirua

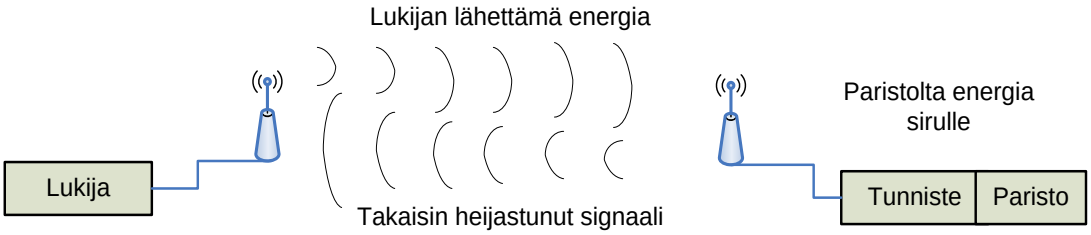
Passiivinen tunniste on yleisimmin käytetty tunniste. Siinä ei ole paristoja; se saa kaiken tarvitsemansa energian lukulaitteen lähettämästä sähkömagneettisesta kentästä.

Lukija lähettää energian tunnisteelle, ja tunniste heijastaa signaalin takaisin lukijalle (kuvio 12). Passiivisten tunnisteiden elinikä on hyvin pitkä. Lukuetäisyys on melko lyhyt, maksimissaan 10 metriä. Passiivisten tunnisteiden kehitys ja lisääntynyt käyttö on tuonut myös niiden kustannukset alas (Niederman et al. 2007). Passiivisia tunnisteita käytetään tuotteiden merkitsemiseen, esim. hinta- ja lavalappuihin.



Kuvio 12. Passiivisen tunnisteen toimintaperiaate

Semi-passiivisen tunnistesirun energia tulee lukijan lähettämästä signaalista, samoin kuten passiivisella tunnisteellakin tapahtuu. Semi-passiiviset tunnistesirut käyttävät sen lisäksi omaa paristoa muuhun toimintaan, tai omalla paristolla voidaan lisätä lukuetäisyyttä (kuvio 13). Pariston energia kuluu käytössä, joten käyttöikä on rajoitettu: paristo joudutaan aika-ajoin vaihtamaan. Lukuetäisyys on enimmillään 30 metriä. Käyttökohteina ovat esimerkiksi mitta-anturit.



Kuvio 13. Semi-passiivisen tunnisteen toimintaperiaate

Aktiivinen tunniste sisältää pariston, josta tunnistesiru saa energiansa (kuvio 14). Aktiivisilla tunnisteilla lukuetäisyys on pitkä, yli 100 metriä, tiedonsiirto on nopeaa,

mutta elinikä on rajoitettu pariston kulumisen takia. Paristo lisää tunnisteen kokoa, joka saattaa vaikeuttaa tunnisteen sijoittamista. Anturit ovat tyypillinen sovelluksen käyttökohde. Tunnisteen omaa virtalähdettä voidaan hyödyntää kommunikoinnin lisäksi muuhun toimintaan. Tällainen tunniste voi sisältää esimerkiksi virtausta havainnoivia antureita. Antureista saatava tieto tallennetaan tunnisteen muistiin. Lukija lukee tiedot tunnisteen saavuttua sen läheisyyteen.

Kuvio 14. Aktiivisen tunnisteen toimintaperiaate

RFID-tunnisteiden sovelluksia on monen tyyppisiä. Yksinkertaisia tunnisteita pystytään vain lukemaan, joidenkin tunnisteiden tietosisältö voidaan kirjoittaa vain kerran, ja monimutkaisimpien tunnisteiden tiedot voidaan lukea ja kirjoittaa useaan kertaan. Inletit ovat muovitarrassa olevia tunnisteita; näitä käytetään paljon logistiikassa (kuva 4). Älytarrat ovat paperitarroja, joissa on usein myös viivakoodi. Yleisimpiä käyttökohteita ovat lavalaput (kuva 4). Implantit, joissa on hyvä läpäisy, soveltuvat kudokseen, esim. eläinten tunnistesiruihin (kuva 4). Muita yleisesti käytössä olevia ovat kortit, joissa tunniste on muovikortin sisällä, esim. kulunvalvonta- ja kanta-asiakkuuskortit. Kovat tunnisteet ovat kestäviä ja kierrätettäviä, ja niitä käytetäänkin usein metallisille osille. Tyypillisiä käyttökohteita ovat pesulat ja kuljetusalustat (kuva 4). Tunnisteet voivat olla myös tuotteiden sisällä, kuten pullon korkeissa, auton renkaissa tai vaatteiden pesulalapuissa.

Kuva 4. Vasemmalla inlet, keskellä älytarra ja implantteja, oikealla kova tunniste, esimerkiksi pesulatunniste.

Tärkeää on tunnisteiden sijoittelu ja haastavat materiaalit (Angeles 2005; Niederman & al. 2007). UHF vaimentuu nesteessä, mutta haastavin materiaali on kuitenkin metalli. Tunnisteet eivät voi olla suoraan metallin pinnassa kiinni. Tunnisteet on kiinnitettävä ja asetettava metallituotteisiin niin, että luku onnistuu. Tässä voidaan valita joko eristys tunnisteen ja metallipinnan väliin, tai asetetaan tunniste kappaleeseen niin, ettei se ota pintaan kiinni (kuva 5).

Kuva 5. Tarran asettelu niin ettei se ota metalliin kiinni.

5.1.3. Lukijoiden tekniikka ja rakenne

RFID-lukija luo elektronisen signaalin, joka kulkee antennin läpi tunnistetagille. Lukija lähettää koko ajan elektromagneettista signaalia löytääkseen tunnisteita, ja samalla se tarkkailee ja odottaa tunnisteelta palaavia signaaleja. Signaalien lähetys ja vastaanotto tapahtuvat samojen antennien kautta. Lukijoiden rakenne ja koko vaihtelevat käytettävän taajuuden ja tehon mukaan. RFID-lukulaitteiden antennien lukumuotoa voidaan vaihdella perustehoa tai säteilyä säätämällä. Antennien koko vaihtelee käytettävän taajuuden mukaan. LF- ja HF-antenneissa lukuetäisyys on sama kuin antennin magneettikentän silmukan koko. UHF-antenneja voidaan suunnata niin lineaari- kuin ympyräpolarisaatiolla, ja tämä valinta vaikuttaa lukuetäisyyteen. Perustyypiltään lukijat jaetaan kiinteisiin ja kannettaviin lukijoihin.

Kiinteät lukijat vaativat suunnittelua, ja ne rakennetaan sovelluskohteen mukaan. Yleisesti lukijat ovat koteloituja rakenteita, kuten esimerkiksi läpikulku- tai varasportit (kuva 6). Kiinteisiin lukijoihin liitettävät antennit ovat tärkeä osatekijä toimivuuden kannalta. Usein neljällä antennilla tehdään portti, jolla luetaan läpivirtaavat tunnisteet. Lukija voidaan asentaa myös kiinteäksi pöytään (kuva 6).

Kuva 6. Vasemmalla kiinteä lukija. Läpivirtausportti tehdään asentamalla 2-4 lukijaa yhteen. Keskellä on käsipäätelukija ja oikealla pöytämallinen lukija

RFID-käsipäätteillä, ks. kuva 6, on yksittäisluku mahdollista. Isoantennisilla käsipäätteillä on mahdollista lukea viiden metrin etäisyydeltä. Tätä sovellusta käytetään etenkin inventaareissa. Käsipäätteen käytön yhteys taustajärjestelmään

toimii WLAN-, GPRS- tai bluetooth-yhteydellä. Itsenäisesti toimivia lukijoita kutsutaan myös skannereiksi.

Matkapuhelinkäyttö, eli NFC, on yleistymässä. Se on älypuhelin sovellus. Matkapuhelin toimii niin RFID-lukijana kuin tunnisteenakin. NFC-puhelimeen tehdään sovelluksessa esiohjauksia, joiden avulla puhelin ottaa yhteyttä. Näitä voivat olla esivalitut numerot, esitäytetyt tekstiviestit tai linkki www-sivuille. NFC-tekniikka on yleistynyt, ja sitä käytetään laajasti täyttölaatikkojärjestelmien sovelluksissa.

5.1.4. RFID-tunnisteen tekeminen

RDIF-tulostimilla tulostetaan tarrat, joissa on RFID-tunniste. Tulostuksen lisäksi tulostin siirtää tietoa tunnisteen muistiin. Tunniste voidaan kiinnittää tuotteeseen applikaattorin avulla. Tulostimet ovat hyvin samantyyppisiä kuin vakiotarratulostimet, eikä asennus ja käyttö poikkea tavallisen tulostimen käytöstä. Ainoastaan tulostusnauhan tulee sisältää valmiiksi inlettejä eli RFID-antennin ja muistisirun. Tieto siirtyy antennin kautta sirulle. Samoin tapahtuu, kun kierrätettäville tageille ladataan uusi tieto.

5.2. RFID-tekniikan tunnistekoodi ja siirtokieli

Sähköisessä liiketoiminnassa on käytössä erilaisia standardeja ja sovelluksia. Järjestelmien tarkoituksena on helpottaa tiedon käsittelyprosesseja (Angeles 2005). Standardit ovat oleellisia tietoa siirrettäessä, koska niistä kiinnipitäminen mahdollistaa yhdenmukaiset laitteistot, joilla informaation vaihto voidaan suorittaa verkon yli nopeasti ja luotettavasti. Standardien käyttöönotto vähentää kääntäjien kehitys- ja ostokustannuksia. Hyvin määritelty standardi mahdollistaa työkalukehityksen taloudellisen toteutuksen. Esimerkiksi elektronisen

datanvaihtostandardin olemassaolo toimii kannustimena sovellusten kehittäjille kehittää EDI-yhteensopivia kääntäjiä. Standardit vähentävät kehitysympäristön riippuvuutta. Standardit sallivat asiakkaan ja järjestelmätoimittajan löysän riippuvuuden. (Albrecht & al. 2007)

5.2.1. RFID-tekniikan tunnistekoodit ja standardit

Electronic product code (EPC) on tuotteiden tunnistamiseen kehitetty RFID-standardi (Niederman & al. 2007). Standardia valvoo maailmanlaajuisesti GS1-organisaatio. GS1:n standardien avulla kaikki osapuolet tietävät sanoman sisällön. Sisältöjä voivat olla tuotetieto, paikkatieto tai lähetystieto, kuitenkin niin, että tiedoille on omat standardinsa. GS1 on myös organisaatio, joka tarjoaa palveluja yrityksille. GS1:n kautta yritykset saavat hankittua yksilöidyt numerointijärjestelmän avaimet. Yksilöllisyyden ja standardirakenteiden avulla viesteistä saadaan yksilöllisiä, eivätkä ne voi mennä sekaisin toisien yritysten viestien kanssa. GS1:n numerostandardeja luokitellaan tarpeiden mukaan. Luokkia on tehty tuotenumeroille, osapuolitunnisteille, sarjatoimitusyksiköille, kiertäville kuormankantajille, käyttöomaisuudelle, lähetysasiakirjoille (kauppasopimus) logistisille yksiköille, maailmanlaajuisille palvelusuhteille ja maailmanlaajuisille asiakirjoille. (GS1 2012).

EPC on koodi, jolla on tarkoitus tunnistaa kaikki mahdolliset tuotteet hyödyntäen RFID–tekniikkaa tai jotakin muuta tunnistustekniikkaa. Jokaiselle tuotteelle annetaan oma koodi, jolla se erotetaan muista tuotteista (Niederman & al. 2007). Standardien tunnistetietojen lisäksi EPC–tunniste voi pitää sisällään myös muuta käyttäjän määräämää tietoa. Standardit määrittelevät tunnisteen sisältämien tietojen pituudet, mutta eivät sen sisältöä (Angeles 2005). Varsinainen tunnistetieto voi olla koodattuna monella eri tavalla. Tunnisteen tiedot alkavat aina otsikkokentällä, jonka sisältö määrää sitä seuraavan tiedon formaatin. Tunnistetieto voi olla joko kaksi tai kahdeksan bittiä pitkä. Otsikkokentän jälkeen joissakin formaateissa käytetään

lisätietoa, jonka avulla voidaan tunnistaa, minkä tyyppisestä tuotteesta tai pakkauksesta on kysymys.

SSCC on 128-bittinen koodi, joka muodostuu sovellustunnisteesta, laajennustunnisteesta, yritystunnisteesta, sarjanumerosta sekä tarkistusnumerosta (kuvio 15). Sovellustunniste on koodissa aina 00, joka tarkoittaa sitä, että kyseessä on sarjatoimitusyksikkö. Laajennuksen avulla voidaan kasvattaa kapasiteettia, se on arvoltaan 0-9. GS1-organisaatio antaa yritystunnisteen, joka on joko 9- tai 7-numeroinen. Yritystunnisteen haltija voi olla esimerkiksi tuotteen valmistaja tai muu taho. Yritystunnistetta seuraa heti juokseva sarjanumero, joka yksilöi kollin. Viimeinen numero on tarkistusnumero.

Sovellus-tunnus	Laajennus tunnus	GSI Yritystunniste	Sarjanumero	Tarkistus numero
0 0	N1	N2,N3,N4,N5,N6,N7,N8,N9,	N10,N11,N12,N13,N14,N15,N16,N17	N18

Kuvio 15. SSCC koodin rakenne.

5.2.2. Siirtokielen standardit

Integrointiin on tarjolla monia standardeja kuten ANSI/ISA-95, EDIFACT, RosettaNet, ebXML ja väliohjelmistoja, kuten tietokantojen väliohjelmistot tai integraationpalvelimet (Vilpola & al. 2008). Nämä ovat laajalti levinneitä standardijärjestöjä, jotka tarjoavat yhteistyötyökaluja yritysten väliseen kauppaan. Näitä käytetään sadoissa yrityksissä ympäri maailmaa. Standardeja käyttävät kaikenkokoiset yritykset. (http://www.rosettanet.org/, http://www.isa-95.com/, http://www.unece.org/)

RosettaNet kehittää globaalin toimitusketjun tarpeisiin standardeja, jotka tarjoavat tehokkaita tapoja vaikuttaa kaupan yhteistyöhön maailmanlaajuisesti. Standardit koostuvat seuraavista elementeistä: ensimmäinen taso on e-

kommunikointisovelluksien yleinen standardi, toinen taso kuvaa e-liiketoimintaprosessit, kolmas taso kuvaa PIP (Partner Interface Process) -määritelmän, neljäs taso kuvaa yhteistoiminnan, viides taso kuvaa termistön, jota käytetään järjestelmätasolla, kuudes taso tarjoaa yleisen XML-standardin mukaiset prosessit ja viimeisellä seitsemännellä tasolla toimintaympäristönä on Internet. (http://www.rosettanet.org/)

Kommunikaatiokieli XML (Expression language) on ilmaisukieli, jota käytetään sähköisessä tiedonvälityksessä erilaisten järjestelmien välillä ja dokumenttien formaattina. Se määrittää datan esittämissäännöt. Data on rajoitettu hierarkiayhteyksin (Angeles 2005). Ilmaisukieltä käyttävien suunnittelijoiden työn perustana ovat standardirungot, jotka määrittävät datakuviot sellaisissa muodoissa, että ne edesauttavat tietokoneita kommunikoimaan ennakoidusti ja vakaasti (Coyle 2002). Kieli mahdollistaa tiedonvälityksen ilman kalliita erillisjärjestelmiä. Koska etenkään pienillä yrityksillä ei ole mahdollisuutta syvään integraatioon suurien organisaatioiden kanssa kommunikoidessaan, on ongelma ratkaistu XML-kielen avulla (Kettunen 2002, 33).

Standardit määrittävät datan tyypin järjestelmässä. Osallistujien täytyy jakaa yhteinen määritelmä merkkijonoista, päivämäärästä, kokonaisluvuista, reaaliluvuista ja muista yksinkertaisista datatyypeistä. (Albrecht & al. 2007)

5.2.3. Tiedonsiirtoväylät

RDIF-tekniikan kommunikointilaitteistojen välillä kulkee aina datayhteys. Kiinteät lukijat ovat kytkettynä verkkoon IP-osoitteen avulla tai USB-yhteydellä. Käsilukijat toimivat WLAN- tai GRSP-yhteydellä, mutta lukijan telakan avulla voi yhteys toimia myös USB-yhteydellä.

Tietoverkossa laitteet tunnistetaan IP-osoitteiden avulla. Jokaisella verkon laitteella on oma IP-osoite, jonka perusteella tiedetään, mille laitteelle tietoa lähetetään. IP-osoite voi olla yksityinen tai julkinen. Yksityistä osoitetta voi käyttää kuka vain omassa verkossa. USB-yhteys tehdään kaapeleiden avulla suoraan tietokoneiden välille. USB-liittimien etuina on nopea ja varma tiedon siirto. WLAN-yhteys on langaton tiedonsiirtoverkko.

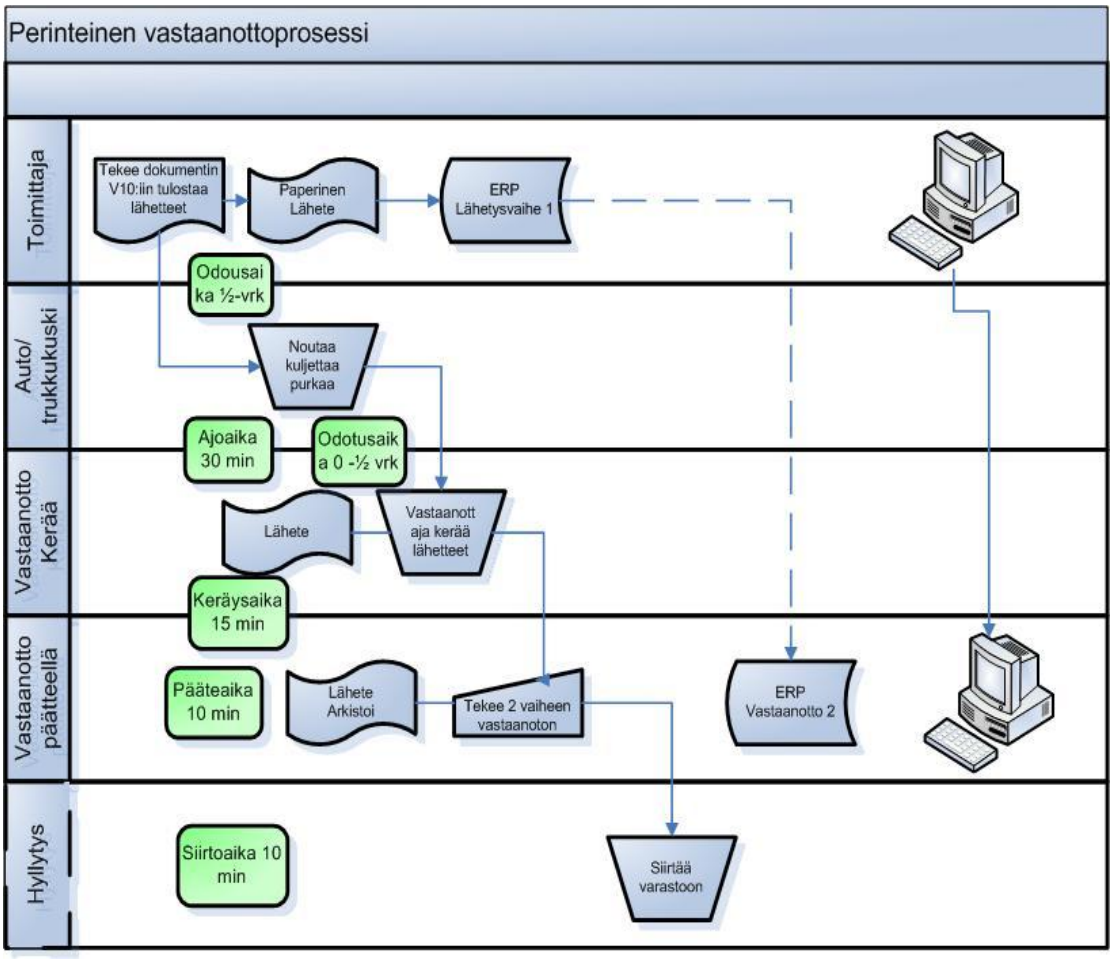
Kommunikointitavat määrittävät miten data siirretään fyysisesti koneelta toiselle. Yleisiä tapoja ovat esim. HTTP ja FTP. Kommunikointistandardi tulisi sisältää salaus- ja autentikointitavat. (Albrecht & al. 2007)

6. NYKYPROSESSIN KUVAUS JA PROSESSIN UUDELLEEN SUUNNITTELU

Yrityksen vastaanottoprosessi kuvattiin, ja siihen lisättiin ajat sekä tietovirrat. Kuvauksen avulla saatiin hyvä käsitys siitä, miten tavara liikkui ja mitä toimenpiteitä ja dokumentteja käsiteltiin prosessin aikana. Prosessista saatiin nopeasti selvitettyä sen pullonkaulat. Koska jo ennalta tiedettiin, että prosessissa on ongelmia, päätettiin prosessin kehityksessä tehdä muutoksia niin layoutin kuin tiedonkulunkin suhteen.

6.1. Nykytilan kartoitus

Yrityksen vastaanotto kuvattiin prosessikuviolla, ja se analysoitiin, ks. kuvio 18. Analysoinnissa ongelmakohdiksi osoittautuivat seisonta-ajat sekä tavaroiden hukkuminen. Toiminnan merkittäväksi haasteeksi osoittautui työvuorojen hallinta. Saapuva tavara tuli niin myöhään, ettei vastaanottohenkilöstöä ollut enää paikalla. Tämän seurauksena tuotannon iltavuoro ei saanut tarvitsemiaan osia. Tavaran vastaanottokirjaukset vaihtelivat 15 minuutista puoleen vuorokauteen. Haastatteluissa havaittiin, että työntekijöiden motivaation ja huolellisuuden puuttuminen näyttelivät suurta roolia virheiden ja viivästysten määrässä.



Kuvio 16. Tavaran vastaanotto ennen RFID-automatiikkaa.

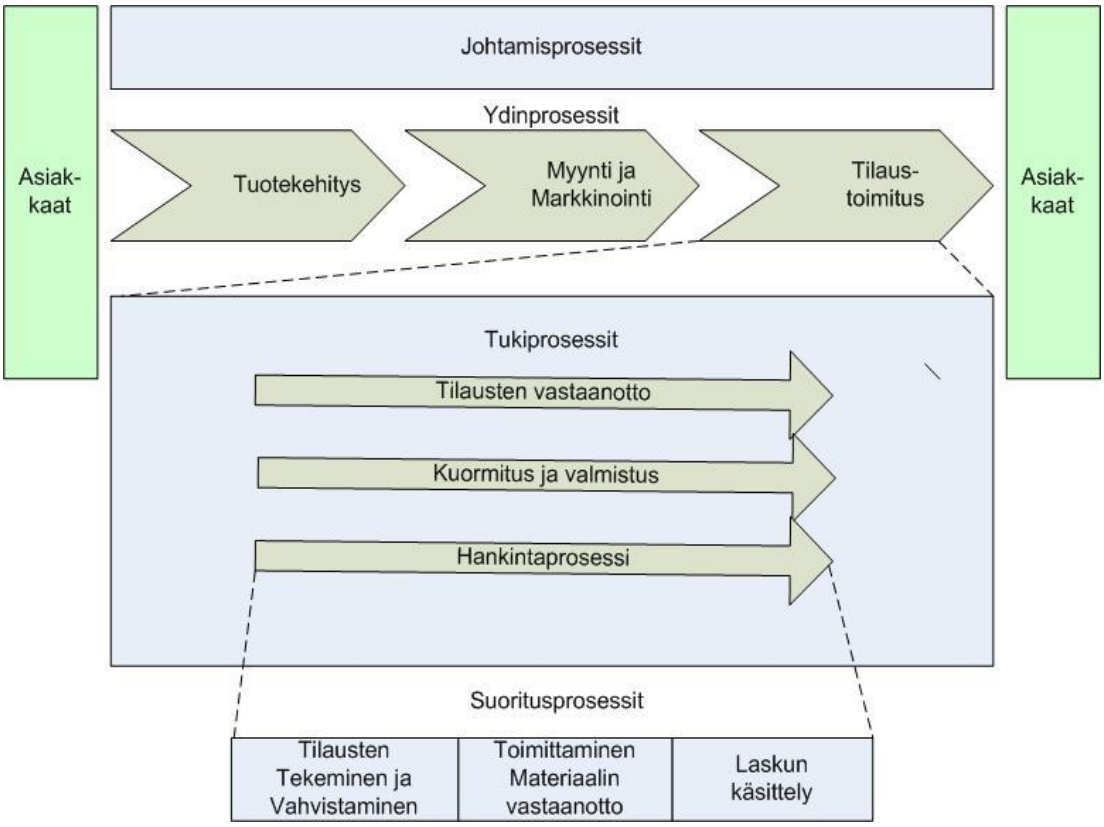
Vastaanotosta johtuvan viivästyksen vuoksi tuotannossa jouduttiin usein odottamaan tavaroita, jotka jo fyysisesti olivat paikalla, mutta joita ei ollut kirjattu saldoihin ja varastoon. ERP-järjestelmän käyttö vaatii sen, että kirjaukset on oltava tehty: ennen kirjauksia ei keräily eikä kokoonpano ole mahdollista. Tilannetta helpotti se, ettei vastaanottajan tarvinnut kirjoittaa kaikkea uudelleen, vaan toimittaja oli tehnyt lähetyksen ja tavaran saapumisen ensimmäisen vaiheen valmiiksi. Prosessi on esitetty datatiedonsiirtona kuviossa 16.

Tuotteiden vastaanotto ei ollut niin nopeaa ja luotettavaa, kun tuotannon tarve oli. Prosessi toimi periaatteessa paperittomasti, mutta käytännössä lähetteet oli oltava

lavojen mukana. Yhdellä lähetteellä saattoi olla monen lavan tuotteita, tai päinvastoin yhden lavan tuotteet olivat monella lähetteellä. Tilatut tavarat otettiin lähetteiden perusteella vastaan. Toiminto oli siis jo puoliautomaattinen, koska toimittaja oli tehnyt lähetyksen ensimmäisen vaiheen valmiiksi portaalissa. Periaatteessa kaiken vastaanoton olisi voinut tehdä ilman lähetettä.

Tuotannon viivästyksiä tuli siis niissä tapauksissa, joissa tuotteet puuttuivat järjestelmästä. Kirjaamattomuus aiheutti sen, että kokoonpanoa ei voitu aloittaa, koska keräystä ei voitu aloittaa, ja kasaus jäi suorittamatta. Työ olisi voitu aloittaa osien paikalla olon puolesta, mutta raportoinnin puutteen takia sitä ei tehty. Toisinaan asennus tehtiin, kun osat olivat käytettävissä, mutta raportointi jäi tekemättä. Näiden viiveiden takia tuotannon viikkotoimituksiin tuli usein jättämiä, vaikka todellisuudessa niitä ei ollut.

Vastaanoton suoritusprosessi kuvattiin osana koko organisaation prosessia. Prosessien linkitys toisiin prosesseihin kuvataan aina suoritustasolta johtamisprosessiin asti. Prosessikartta osoittaa, miten kaikkien prosessien tuloksena on Lean-oppien mukainen arvo asiakkaalle. Sandvikin organisaatiossa vastaanoton suoritusprosessi on osa hankintaprosessia, joka taas puolestaan on tukiprosessi tilaus-toimitusprosessilla. Kokonaisprosessi kuvataan graafisesti kuviossa 17.



kuvio 17. Sandvikin prosessikartta on kuvattu graafisesti tulevan tuotantomateriaalin suoritusprosessien näkökulmasta.

6.2. Toteutettavat muutoskohteet

Yritys halusi muuttaa tehtaan toimimattoman prosessin toimivaksi. Sen seurauksena tehtiin investointipäätös automaattisen vastaanoton saamiseksi samalla kun tehtaalla toteutettiin kokonaisvaltainen ja mittava layout-muutos. Tehtaan kuljetuksia hoitavien henkilöiden työpanos haluttiin siirtää paperitöistä kuljettamiseen, joten tavoitteena oli poistaa ne prosessin osat, jotka tehtiin käsin. Töiden uudelleen organisoinnin myötä voitiin vastaanottohenkilöstön määrää pienentää ja työvuoroja suunnitella uudelleen.

Prosessien tärkein tehtävä on luoda asiakkaille arvoa. Kehityksen ja oppimisen tulee olla jatkuvaa, sillä asiakkaat huomaavat nopeasti, jos toimittaja ei pysty tarjoamaan

heille tarvitsemaansa arvoa. Muutosta haluttiin myös prosessin ymmärtämisessä, sillä oppimista tulisi tapahtua kaikkien sidosryhmien kohdalla. Vaikka prosessissa tehdään työtä yhdessä, Lean-oppien mukaan tärkeimmässä roolissa ovat ne henkilöt, jotka ovat suoraan tekemisissä asiakkaiden kanssa. Muiden työntekijöiden toiminnan on edesautettava tässä onnistumista. Varaston vastaanottohenkilöstön tehtävänä on mahdollisimman nopeasti saada tulevat tavarat prosessissa eteenpäin. Pelkällä tiedonsiirron nopeuttamisella helpotetaan ja sujuvoitetaan seuraavassa portaassa tehtävää työtä.

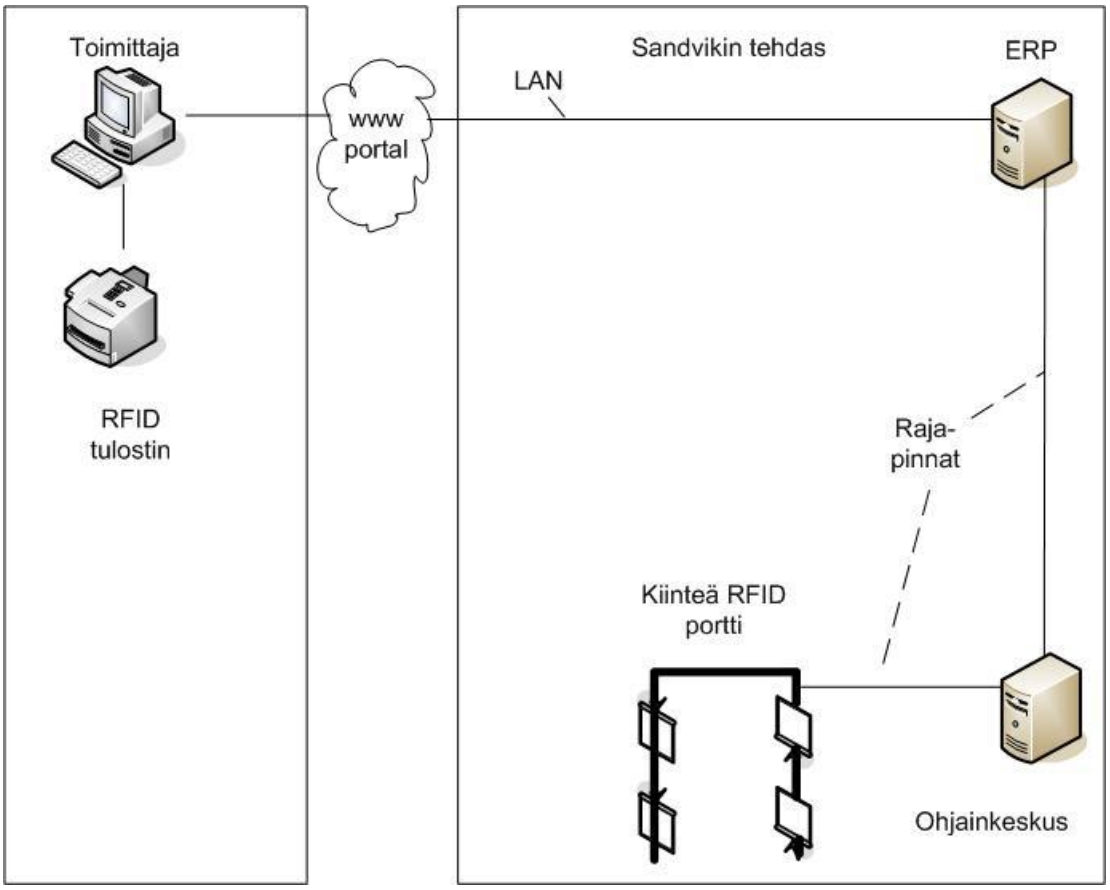
Yrityksen tuotannossa on ollut käytössä Lean-työkalu 5S, joka halutaan jatkossa koko prosessin käyttöön. Automaattisella tiedonsiirrolla voidaan poistaa turhat odottelut, tulostukset ja arkistoinnit myös toimihenkilöiden työstä.

7. RFID-TEKNIIKAN TOTEUTUS JA VALINTAAN JOHTAVAT TEKIJÄT

Toteutuksen aikataulu ja vaiheistus tehtiin niin, että se oli toteutuskelpoinen. Projektissa noudatettiin sääntöä, joka IT-projekteissa vie parhaiten hyvään lopputulokseen: projekti tehtiin pieninä osina, jotta vältyttiin niiltä epäonnistumisilta, joita helposti syntyy, kun tehdään liian isoja muutoksia kerralla. Alussa tehtiin päätös rajata sovelluksen teko aluksi vain nykyisille www-portaalia käyttäville alihankkijoille. EDI-käyttäjät tulevat vasta toisessa aallossa, koska siellä käyttömassat ja testaamisen riskit ovat suuria ja projekti on siltä osin työläs toteuttaa.

7.1. Yhteistyössä olevat yrityksen ja niiden roolit

Projektin kohdeyrityksenä ja toimeenpanijana oli Sandvik. RFID-tekniikan toimittajalta saatiin käyttöön heidän kehittämänsä väliohjelma (middleware). ERP-järjestelmän toimittajalla ei entuudestaan ollut asiakkaille valmista RFID-sovellusta, joten projektin edetessä sovellus muotoutui sellaiseksi, että järjestelmän toimittaja voi tarjota sitä jatkossa muillekin asiakkailleen (ks. kuvio 16 sovellus). Alihankkijaksi valittiin yritys, joka oli valmis panostamaan testaukseen omaa aikaansa, jolla oli halu kehittää omaa toimintaansa ja jolla oli valmiina soveltuvin osin tietoteknistä osaamista omassa organisaatiossaan. Kirjallisuudessa Tuominen (2010) piti parhaana testikäyttäjänä yritystä, joka toimittaa sellaisia tuotteita, joiden arvo on merkittävä, mutta osien ja tilausten määrä ei ole suuri. Järjestelmäarkkitehtuurista voidaan selkeästi nähdä Sandvikin lisäksi muut sidosryhmät (kuvio 18).



Kuvio 18. Järjestelmäarkkitehtuuri RFID tekniikkaan.

7.1.1. Mekaniikkatoimittaja

Mekaniikan toimittajaksi valittiin yritys, joka on Euroopan laajuisesti suurin RFID-laitteistojen toimittaja. Samalta toimittajalta saatiin myös lukutapahtumaan tarvittava väliohjelmisto (middleware), joka toimii lukijalaitteen ja ERP-järjestelmän välissä. Väliohjelmisto suodattaa lukutapahtumia, reitittää ja tallentaa sanomia sekä hallitsee laitteita. Ohjelman toiminnanohjausjärjestelmälle lähtevät sanomat ovat Rosettanet XML-muotoisia.

7.1.2. Toiminnanohjausjärjestelmän toimittaja

ERP-ohjelmiston toimittajan panos projektissa oli merkittävä, sillä heillä ei ollut vielä sellaista sovellusta valmiina, joka pystyi hyödyntämään SSCC-koodia. ERP-ohjelmisto ei lue suoraan RFID-sanomaa, vaan väliin tarvitaan väliohjelmisto suodattamaan Rosettanet XML-standardin mukaisia viestejä.

Järjestelmätoimittajan tietotaito oli merkittävässä roolissa. Heidän toimestaan tehtiin järjestelmän kaikki asetukset, kuten tarrojen ulkoasu, uusien näyttöjen teko ja kollitus (sekä sisäinen että portaalissa). Vanhoihin käyttöliittymiin tehtiin muutos niin, että näkymästä voidaan suoraan nähdä, onko luku tapahtunut RFID:llä. SSCC-koodi tuli vastaanoton riville näkyviin. ERP-järjestelmässä vastaanottoon tehtiin monia uusia ominaisuuksia ja vanhoja muokattiin uuteen muotoon.

7.1.3. Pilot-yritys

Alihankkija on suomalainen konepaja, joka valmistaa teräsrakenteita ja laitteistoja, ja sijaitsee lähellä Sandvikin tehdasta. Alihankkijan sijainti oli tärkeä valintatekijä, sillä porttien ja tulostimien luona jouduttiin käymään lähes päivittäin. Yritys toimittaa päivittäin vain muutamia tuotteita, mutta niiden merkitys tuotannossa ja varaosavarastossa on hyvin merkittävä.

Toimittajan ja Sandvikin ERP-ohjelmiston välillä on jo entuudestaan toimiva online-yhteys internetin kautta. Liittymä on Supplier Web Portal -käyttöliittymä. Ostotilaukset, tilausvahvistukset, lähetykset ja laskut on jo vuosia tehty suoraan järjestelmään Web-portaalin kautta. Nyt tähän prosessiin liitettiin myös kollitus. Yhteen kolliin voidaan yhdistää useampi lähetys, tai jakaa lähetys moneen kolliin. Järjestelmä luo kollille SSCC-koodin. RFID-tulostimella tulostetaan lavalappu, joka sisältää SSCC-koodin.

7.2. RFID-tekniikan valinta ja testaus

Tekniikassa pyrittiin valitsemaan tuotteet ja datamuoto niin, että niille löytyy huolto ja tekninen tuki. Lukijat, tulostimet, tagit, portit ja ohjelmat valittiin valmiista sovelluksista. Koska yritys suunnittelee laajentavansa RFID:n käyttöä jatkossa muihinkin sovelluksiin, haluttiin tietoisesti välttää räätälöintiä ja pitäytyä yleisesti käytössä olevissa standardeissa.

7.2.1. RFID-kieli

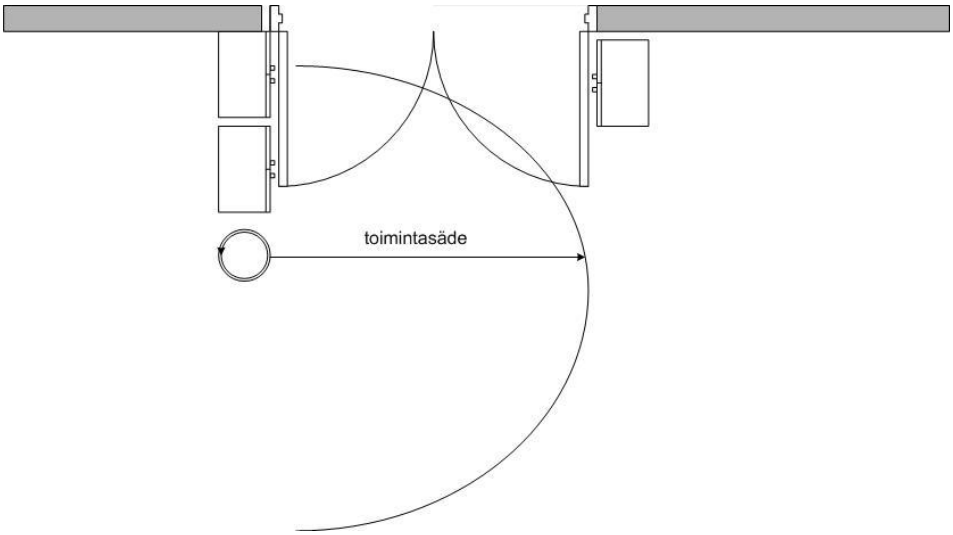
Sanomamuotojen määrittely oli yksinkertainen tehdä, koska kahden organisaation välisessä lähetyssanomassa käytetään aina SSCC-koodia. SSCC-koodin pituudeksi on standardisoitu 128 bittiä. Käytössä olevan ERP-ohjelmiston vakiotoimintoihin ei ollut entuudestaan kuulunut SSCC-kollitussanomaa, joten ohjelmistotoimittaja rakensi sen tämän projektin yhteydessä. Samoin välittäjäohjelmiston piti tehdä sanomat sellaiseen muotoon, että ERP-järjestelmä pystyi lukemaan niitä. Koska yrityksellä on halu laajentaa RFID:n käyttöä, päädyttiin standardikieliin. Viestikieleksi valittiin Rosettanet ja XML. Valintaan vaikuttivat paitsi standardit, niin myös se, että kieli on teollisuudessa laajassa käytössä ja se on soveltunut vastaaviin kohteisiin hyvin. Tämä teetti alkuvaiheessa enemmän töitä, sillä oma viritys kevyemmästä kielestä olisi tässä kohteessa toiminut hyvin. Tutkimuksen aikana tutustuttiin muutamiin yrityksiin, joilla vastaavanlainen tiedonsiirto on jo olemassa. Yksi haastatelluista yrityksistä oli valinnut oman koodikielen, mutta kun käyttöä oli myöhemmin laajennettu, oli sanomakieli pitänyt vaihtaa standardikieleksi (Pakkanen & Husso 2011).

7.2.2. Lukijoiden valinta ja asennus

RFID-toimittajan tarjoamasta valittiin antennit, joilla luku tehdään. Nämä lautasantennit ovat varmatoimisia ja jo entuudestaan yleisesti käytössä olevia. Kaksi

antennia asennettiin tehtaan varaosavarastoon yhteen tolppaan (kuva 7). Sijaintipaikaksi valittiin oven läheisyys, koska näin saatiin aikaan noin kahdeksan metrin toimintasäde (kuvio 19). Kaikki tavarat toimitetaan tämän tolpan ohi, ja lukutapahtuma on näin helppo toteuttaa. Jatkossa tolpasta käytetään termiä portti.

Kuva 7. Portti, johon on asennettu kaksi antennia ja huomiovalo



Kuvio 19. Tolppaan asennettujen antennien toimintasäde oviaukon läheisyydessä kattaa kulkuaukon.

Ennen kuin antennit saatiin toimimaan, porttiin piti tuoda sähkö ja luoda Ethernet- tai WLAN-yhteys. Tämä vaade toteutettiin uudella sähkösuunnitelmalla. Tolppaan asennettiin oma ohjainkeskus (kuva 8), jonka sisällä olevat ohjauspiirit voi nähdä myös fyysisesti, samoin led-lamppujen avulla voidaan viestien kulkua seurata.

Kuva 8 Ohjainkeskus, josta voidaan seurata sanomien kulkua

Toiseksi lukijaksi rinnalle valittiin käsipääte. Käsipäätteellä voidaan lukea myös viivakoodia, eli asetus on siis joko RFID- tai viivakoodi. Näin on poissuljettu tilanne, jossa rikkoutunutta tai väärinasennettua tagia ei voitaisi lukea: luku voidaan vielä tehdä viivakoodin avulla. Tämä mahdollistaa myös sen, että vastaanotto voidaan näin halutessa tehdä myös muualla kuin oman tehtaan porteissa, esimerkiksi silloin, kun osat viedään suoraan ulkoisiin varastoihin.

7.2.3. Tagien valinta

Tagien valintaan oli tarjolla monia vaihtoehtoja. Vaihtoehtoina olivat lavoihin kiinteästi asennettavat tagit, jotka ovat uudelleen koodattavissa. Ongelma tässä oli se, että fyysistä näkyvyyttä ei ole ja pelkona se, että käyttäjille muutos on liian suuri,

koska aiemmin toimittajien lähetyslistat oli tarkkaan luettu. Toinen vaihtoehto oli magneetilla kiinnittyvä muovinen nappula. Siinä oli sama ongelma: fyysinen luettavuus ei ollut mahdollinen. Nopeasti päädyttiin tulostettavaan paperiseen tagiin eli älytarraan, koska haluttiin sellainen tarra, että siinä on myös selkokielinen tieto lähetyksen sisällöstä. Tähän tietoon sisältyy lähettävän yrityksen nimi, tilausnumerot, lähetetyt nimikkeet ja niiden määrät. Tarran ulkoasusta haluttiin selkeä, mutta kuitenkin mahdollisimman paljon tietoa antava tulostus.

Tarra on rakenteeltaan standardi kollilappu. Se on 105 x 155 mm kokoinen. Tarran yläosaan haluttiin Sandvikin logo tai nimi. Logon tekeminen oli hyvin hankala toteuttaa: testeissä logosta tuli helposti hyvin epäsiisti. Ongelma olisi voitu ratkaista esipainetuilla tagi-nauhoilla, mutta tähän ei haluttu mennä saatavuuden ja hinnan takia. Nopeasti siirryttiin tekstimuotoiseen yrityksen nimen tulostukseen, joka osoittautui oikeaksi valinnaksi. Tulostuksesta tuli hyvin selkeä. Lähettävän yrityksen nimi oli toinen tärkeä tieto, joka tagiin haluttiin. Kuitenkin kaikista tärkein painettu tieto on lista tuotteista, joita lähetys sisältää. Käyttäjät halusivat tagiin lisäksi ostotilausnumeron, osien nimikenumerot ja kappalemäärät. Alihankkijoiden toiveesta tagiin lisättiin selkokielinen osan nimitys, sillä käytännössä osat tunnistetaan niistä. Nimityksestä esimerkkinä BR2577 HD kotelo. Tagin ulkoasun määritys vei aikaa. Lopulliseen muotoon päädyttiin viiden muokkauskierroksen jälkeen, ja ajallisesti ulkoasu saavutti muotonsa noin kolmessa kuukaudessa. Ulkoasua suunniteltaessa haastateltiin tavaran lähettäjiä, vastaanottajia ja heidän esimiehiään.

Valintaan vaikutti lisäksi älytarran viivakoodiominaisuus. Sekä viivakoodissa että sirussa on sama SSCC-koodi. Jos tarra rikkoutuu tai se ei lähetä signaalia esimerkiksi väärän asennuksen takia, voidaan käsipäätelukijan asetus muuttaa niin, että lukija tunnistaa viivakoodin. Näin haluttiin varmistaa, että käsin tehtävää tiedonsiirtoa ei tarvitse tehdä, vaikka tarran signaali vahingoittuisi.

Tagien valintaan liittyi tulostimien valinta. Koska yritys valitsi kertakäyttöiset tagit, tarratulostin oli riittävä tähän tarkoitukseen. Erillistä koodauslaitetta kierrätettäville

tageille ei tarvittu. Kierrätysohjelmaa ei voitu luoda, koska osalla RFID-käyttäjistä ei ollut omia kuljetuksia.

7.2.4. Tarratulostimet ja tagien asennus sekä luennan varmistaminen

Tarrojen tulostinten valinnassa pitäydyttiin jo entuudestaan tunnettuihin merkkeihin. Uutena vaatimuksena oli, että tulostuksen yhteydessä tarran mukana olevaan siruun lisätään SSCC-koodi. Tulostin käyttää tarranauhaa, jossa on tyhjiä siruja ja antenni. Tulostimet koodattiin Sandvikin asetusten mukaan. Tulostimiin ajettiin ajurit niin, että ne pystyvät keskustelemaan ERP-ohjelman kanssa.

Tagi liimataan jokaiseen kolliin. Kolli on useimmiten lava tai laatikko. Kuljetusyritykset ovat laatineet standardeja kollilappujen asettelusta kolleihin. Kuitenkin, kun tässä tapauksessa kuljetettavana oli teräskappaleita, ei standardeja voitu noudattaa, vaan toimittiin käytännön sanelemien ehtojen puitteissa. On ehdottoman tärkeää, ettei tagi ole suoraan metallissa kiinni antennin ja sirun kohdalla, koska silloin signaalin lähettäminen ei onnistu. Lähetettäviin isoihin teräskappaleisiin ei lappuja voitu liimata suoraan kiinni, vaan ne jouduttiin jättämään roikkumaan kiinnitysvanteesta. Näin tagit saatiin toimimaan moitteettomasti. Tarrojen asettelu onkin yksi avainasioista toimivuuden kannalta. Myös tarrojen asetteluvaihtoehtoja testattiin paljon. Testeissä huomattiin edelleen, että joissakin tapauksissa tarran luku tapahtui jo silloin, kun auto ajoi tehtaalle sisään portin vierestä, eli tarra luettiin ajon aikana auton sisätilasta.

Portin yhteydessä on liikennevalot, joita seuraamalla nähdään tagien luentavaihe. Keltainen valo osoittaa luennan olevan käynnissä, vihreä tai punainen valo syttyy, kun keltainen valo on hetken palanut. Vihreä valo kertoo luennan onnistuneen ja punainen valo vastaavasti epäonnistumisen, ks. kuva 9. Koska luenta on sähköistä tiedonsiirtoa, eivätkä varastomiehet suoraan nähneet, mistä osista oli kyse, he halusivat näytön, josta tapahtumia ja osia voi seurata (kuva 10). Näyttö kertoo

luettelonomaisesti, mihin osiin kollitustarra on tehty, ja että ne ovat matkalla tehtaalle. Näytön tuominen varastoon antoi käyttäjille varmuutta systeemin toimivuudesta.

Kuva 9. Portin liikennevalo, joka osoittaa luennan onnistuneen.

Kuva 10. Vastaanotossa oleva näyttö kertoo mitä tuotteita on tulossa.

7.3. RFID-projektin toteutuksen aikataulu

Aikataulu alkoi noin kuukauden määrittelyllä, jossa määriteltiin fyysinen kalusto, sanomamuodot ja ohjelmistot. Samanaikaisesti ohjelmat tehtiin toimiviksi. Antennit ja tarvittavat sähkötyöt sekä WLAN-verkot asennettiin kahden viikon aikana.

Alkoi sisäinen testausvaihe, joka käsitti ERP-liitynnän testauksen. ERP-järjestelmään tehtiin supplier web -osuuteen kollitusominaisuus, jota harjoiteltiin käyttämään. Samalla tehtiin käyttöohjeita. Tämä oli myös toiminnanohjausjärjestelmän toimittajalle ensimmäinen sovellus RFID:stä. Testausvaihe kesti kaksi kuukautta.

Kun pilot-alihankkija oli valittu, heille asennettiin tulostin, ja samalla annettiin käyttökoulutusta. Koulutusvaihe kesti noin viikon, ja pilot-vaihe saatiin käyntiin hyvin lyhyellä ajanjaksolla. Toimittajan pilot-vaihe kesti kuukauden, jonka jälkeen testausta jatkettiin kolmen kuukauden testiajalla.

Aikataulussa pysyttiin hyvin lukuun ottamatta muutamaa vastoinkäymistä. Tulostimet, jotka valmistetaan Japanissa, eivät saapuneet aivan ensimmäisen vahvistuksen mukaan, koska tsunamista koituneet ongelmat aiheuttivat toimitusviivästymiä. Ensimmäiset tulostimet eivät olleet riittävän toimintavarmoja, joten kalustoa vaihdettiin myös pilot-vaiheen aikana.

8. PROSESSISSA SAAVUTETUT HYÖDYT JA NIIDEN ARVIOINTI

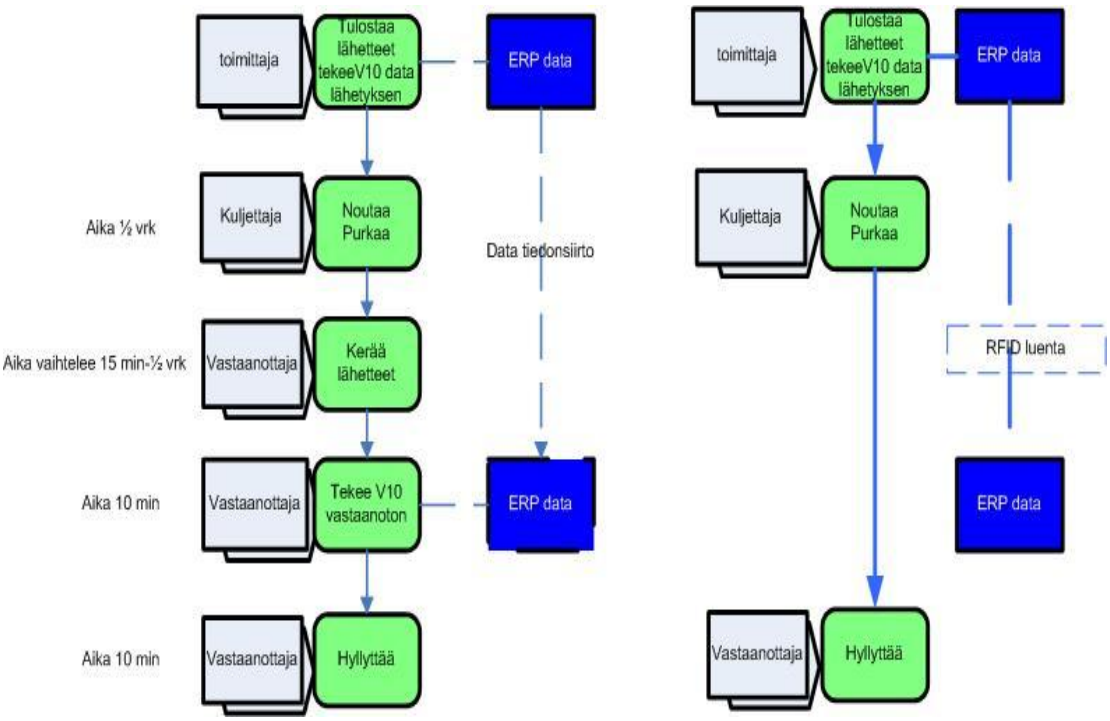
Prosessin tuloksena varastohenkilöstön työkuorma keveni. Henkilöt pystyivät siirtymään toisiin tehtäviin, kun kirjauksia ei enää tarvinnut erikseen tehdä käsin tietojärjestelmään. Prosessin kehitystyön yhteydessä saatiin parempi ymmärrys prosessien ja tukiprosessien sidonnaisuudesta, jonka seurauksena pystyttiin prosesseista tekemään prosessiverkko. Tämän verkon avulla voitiin työntekijöille havainnollistaa se, mitä tietoa järjestelmässä on, mihin prosessi johtaa ja kuka tietoa käyttää.

Mitattavaa tietoa prosessista oli vaikea saada, koska mittausaikana sattui monia ongelmatilanteita. Ensikäytön jälkeen tulostin hajosi. Samoin käytön yhteydessä havaittiin ongelmia sähkökatkosten ja verkkovirheiden kanssa. Onneksi virheet paljastuivat jo testivaiheessa, jolloin ne olivat helpompia korjata pienen datamassan vuoksi. Tietoverkon ollessa kaatuneena täytyi vain odottaa: tavaraa voi toki ottaa käsin vastaan, mutta mitään lisätoimintoja ei saa tehdä. Hankaluuksista huolimatta prosessista toukokuun lähetyksistä saatiin vertailevat tulokset. Mittaus tehtiin vertailemalla kaksivaiheista saapumista, eli haettiin eroaikaa toimittajan portaalissa tekemän lähetyksen (ensimmäinen vaihe) ja Sandvikilla tehdyn vastaanoton (toinen vaihe) välillä.

Haastatteluissa selvisi myös, ettei hyöty ollut vain omalle tehtaalle suunnattu, vaan alihankkija hyödynsi menetelmää myös omassa tuotannossaan. Alihankkijan tehtaalla oli aiemmin ollut epäselvyyksiä raportoitujen tuotteiden määrässä. Prosessin seurauksena, eli kun jokainen raportoitu osa on merkitty tagilla, myös alihankkijan työntekijätaso tietää, että lähetys on valmis ja kuljetusliike voi noutaa lähetyksen. Alihankkijan toiminnasta tuli tarkempaa ja järjestelmällisempää, kun he joutuivat ohjeistamaan ja korjaamaan omat prosessinsa oikea-aikaisiksi. Aikaisemmin saatettiin esim. kiireellisissä tapauksissa lähettää tavara, ja vasta jälkikäteen kirjattiin tapahtunut ja tehtiin paperit. Nyt tämän tyyppinen toiminta ei enää ole mahdollista.

8.1. Työn keskeiset tulokset

Työn keskeisenä tuloksena on ylimääräisten työvaiheiden poistuminen Sandvikin vastaanotossa. Vastaanoton muutoksella vähennettiin henkilöstön liikkumista ja kirjallisia töitä tietokonepäätteillä. Kuvio 20 kertoo vertailevasti ne työvaiheet, jotka poistuivat kokonaan työntekijöiltä, ja miten ne tapahtuvat uudistetussa prosessissa automaattisena tiedonsiirtona. Vastaanoton odotusajat poistuivat. Aikaisemmin vaihtelu oli voinut olla 15 minuutista jopa puoleen vuorokauteen. Puolen vuorokauden odotusajat saatiin työvuorojen vaihtuessa: iltavastaanotto lopetti vuoron klo 18 ja uusi vuoro alkoi aamulla klo 6.



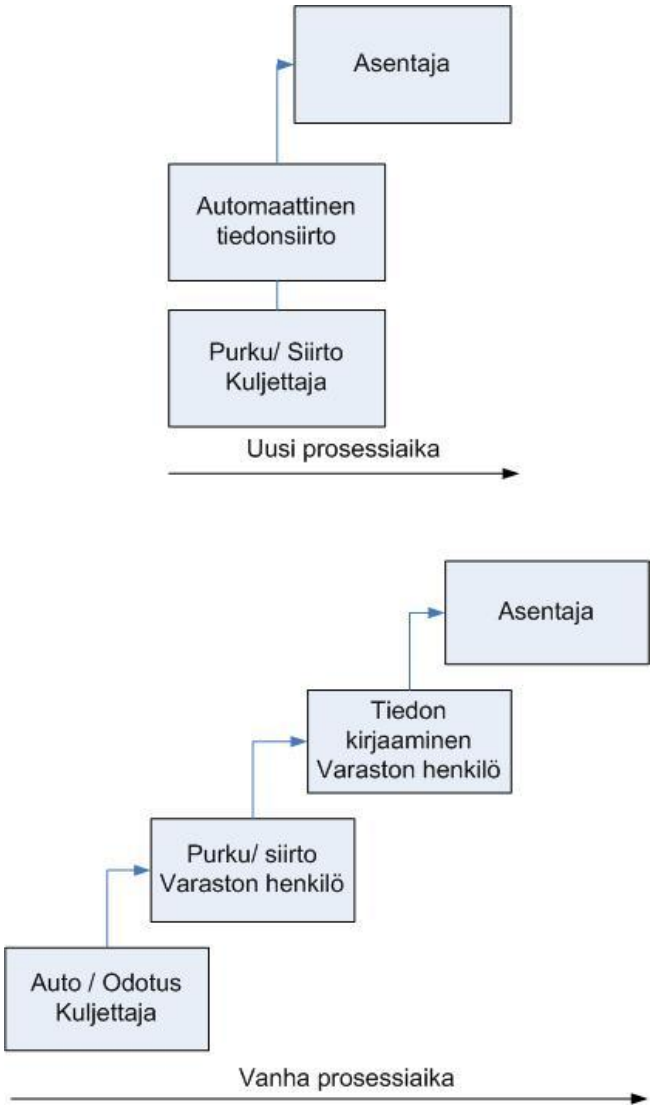
Kuvio 20 Sandvikin vastaanotto vaiheittain ajan funktiona sekä datakuvauksin.

Projektin jälkeen vastaanottoprosessi kehittyi palvelemaan tuotantoa päivittäin pidempään. Kun tuotanto ei enää ole riippuvainen kirjausten raportoinnista, osia

pystytään käyttämään heti kun tarvitaan, ja vasaroiden valmistumisraportit valmistuvat oikeaan aikaan. Virtaviivaistuminen aiheutti myös sen, että vastaanottoprosessi ulkoistettiin tavaroita tuovalle kuljetusyritykselle, ja näin oma henkilökunta vapautui purkamistöistä toisiin töihin. Nyt kuljetusliikkeen henkilökunta purkaa tavarat trukeilla niin, että ajo kulkee portin ohi ja RFID-luenta tapahtuu. Osa tulevasta materiaalivirrasta kulkee näin suoraan kokoonpanijoiden tarpeisiin ilman erillistä hyllytystä. Ulkoistuksen myötä myös vastaanottohenkilöstön työaikoja pystyttiin muuttamaan normaaliksi työajaksi eli päättymään klo 16. Aikaisemmin vastaanotossa tehtiin vuorotyötä joko kokonaan tai osittaisissa aamu- ja iltavuoroissa, jolloin viimeinen vastaanottaja lähti töistä klo 18.

Myös kuljetusyrityksen kuljettajat olivat tyytyväisiä vastaanoton muuttumiseen. Aiemmin he joutuivat usein odottelemaan vastaanottohenkilöstöä, joka saattoi olla tauolla tai syöttämässä tietoja käsin ERP-järjestelmään. Kuljettajien työaika tehtaalla muuttui odottelusta varsinaiseen siirtotyöhön ilman että purkamiseen käytetty kokonaisaika pidentyi. He arvioivat, että he pääsivät tehdasalueelta jopa nopeammin ulos. Kuljettajat myös kokivat työnsä hyödyllisemmäksi ja antavansa asiakkaalle parempaa palvelua.

Kokonaisprosessin virtaviivaistaminen koostuu monesta osatekijästä. Automaattinen tiedonsiirto poisti erillisiä työvaiheita ja päällekkäisiä töitä. Prosessia pystyttiin ajallisesti lyhentämään. Prosessin muutos kuvataan kuviossa 21. Prosessista poistui toimintoja, ja osa toiminnoista voitiin tehdä samanaikaisesti ja niitä yhdistettiin.



Kuvio 21. Vastaanottoprosessin muuttuminen aikajanan suhteen.

Lean-ajattelun tuloksena saatiin hukka poistettua. Tässä prosessissa hukka koostui aikaisemmin odottelusta ja turhista peräkkäisistä töistä. Koska vastaanottohallissa ei enää tarvittu niin paljon henkilöstöä, työympäristöstä tuli siistimpi, väljempi ja rauhallisempi.

8.2. Tulosten arviointi

Tuloksia arvioitaessa on numeerinen data todellista tietoa. Tieto on saatu ERP-tietokannan todellisista tiedoista. Taulukossa 3 on vertailtu toukokuun 2011 vastaanottoja 2012 toukokuun vastaanottoihin. Järjestelmän sisällä on pilot-toimittajan osille tehty puskuri niin, että tavarat tulevat seuraavan viikon kokoonpanon tarpeisiin. Saadusta informaatiosta voidaan havaita, että toukokuun 2011 aikana on kaksi kertaa etsitty tehtaalta osia, joka olivat tulleet, mutta eivät olleet järjestelmässä. Yli kahden viikon myöhästymät ovat erittäin työläitä ja teettävät töitä niin operatiivisessa kuin strategisessa ostossa. Myöhästymisistä on jouduttu soittamaan toimittajalle, joka puolestaan on joutunut tarkistamaan tilanteen omalta osaltaan niin järjestelmästä kuin fyysisesti lattialtakin, ja sen jälkeen raportoimaan tilanne. Sandvikilla tavaroiden etsintään ovat osallistuneet ensin kokoonpanijat, jotka ovat etsineet osia tehtaalta tai pihalta, ja sitten yleensä myös esimies sekä vastaanottohenkilö. Yhteenvetona voidaan todeta, että kun tavara on ollut hukassa, Sandvikilla on vähintään viisi henkilöä osallistunut asian selvittämiseen, samoin alihankkija on käyttänyt omaa aikaansa ja henkilökuntaansa tuotteiden etsimiseen. Yli kahden viikon myöhästymisiin käytettyä aikaa on vaikea mitata käytettyjen työtuntien osalta, koska näin pitkien viivästymisten käsittely vaihtelee tapauskohtaisesti paljon, mutta yleisen harmin ja huonon maineen kokemukset voivat helposti ja merkittävästi huonontaa työmotivaatiota.

Numeerinen data osoitti myös viiveiden vähenneen merkittävästi. Vaikka vuonna 2012 toukokuun aikana tavaravirta oli selvästi pienempi, oli tulevan tavaran määrä kuitenkin niin merkittävä, että tuloksia voidaan pitää hyvinä. Kun lasketaan saman päivän aikana tulevien vastaanottojen täsmällisyyttä prosentteina tavaravirrasta, voidaan todeta, että tilauksien oikea-aikaisuus nousi 57:sta 70 prosenttiin ja kappaleiden oikea-aikaisuus nousi 31:stä 78 prosenttiin. Tässä tuloksessa on huomioitava se, että se ei ota kantaa siihen, ovatko tilaukset ja tavarat tulleet oikeaan aikaan. Tulos kertoo vain vastaanoton ensimmäisen ja toisen vaiheen eron.

Taulukko 3. Vastaanottoaikojen vertailutulokset.

toukokuu	2011	2012
Toimitetut tilaukset	107	60
Ajallaan tulleet tilaukset	61	42
Lähetetyt kappaleet	481	264
Ajallaan tulleet kappaleet	150	206
Myöhästyneiden tilausten määrä/kaikki tilaukset, %-osuus	43	30
Myöhästyneiden kappaleiden määrä/kaikki toimitetut kpl, %	69	22
Yli 2 viikon viivästyneitä vastaanottokertoja	2	0

Koska haastatellut henkilöt olivat työskennelleet prosessin osana jo vuosia, voidaan haastattelujen tuloksia pitää luotettavina. Prosessissa toimijat havaitsivat selkeän muutoksen ja tapahtuneen edistyksen, joten voidaan todeta, että organisaatio on oppinut ja kehittynyt. Nämä ovat tärkeitä osia Lean-opeissa. Muutosvastarintaa esiintyi vain harvoissa tapauksissa. Etenkin työntekijät halusivat muutoksia, ja heidät myös otettiin mukaan muutoksen tekemiseen. Muutokset toteutettiin tiimissä, mielipiteet huomioitiin ja toiveet pyrittiin toteuttamaan mahdollisuuksien mukaan.

8.3. Yrityksen jatkotoimenpiteet ja suositukset

Jatkotoimenpiteitä RFID-tekniikan lisäämiseksi on helppo jatkaa, koska tässä työssä edettiin kurinalaisesti pala palalta eteenpäin. Työstä ei tehty mammuttimaista norsua, vaan ensin tehtiin portaalikäyttäjille sovellus, jota tässä vaiheessa käytetään noin 20 prosentissa tavaran vastaanotoissa. Pilot-käyttäjän jälkeen RFID-teknologian käyttöä on laajennettu viidelle web-toimittajalle. Kun käyttö näiden osalta saadaan toimintavarmaksi, seuraavaksi mukaan integroidaan EDI-sanomia käyttävät

toimittajat. Jotta päästään tähän vaiheeseen, on ohjelmien ja toiminnan oltava niin vakiintunutta, että suuria riskejä epäonnistua ei enää ole.

Vastaanottoprosessin kehittäminen jatkuu, ja etenkin kuljettajat toivovat lisäkehittämistä ja siihen osallistumista. Kuljettajat toivovat yhteistyön tuloksena saavansa lisää tietoa siitä, mitä heillä on kyydissä ja minne tavarat tulisi suoraan toimittaa.

RFID-sanomia ja tageja voidaan käyttää myös sellaisissa prosesseissa, joissa vastaanottajalla ei (vielä) ole mahdollisuutta itse lukea tietoja sähköisesti. Lähettäjän, eli tässä tapauksessa Sandvikin, toiminnot ja sisäinen prosessi kuitenkin hyötyvät saman tekniikan käytöstä asiakkaasta riippumatta. Osa tuotteista on välitystuotteita ja varaosia, joille ei tehdä mitään jatkojalostusta, vaan ne lähetetään edelleen asiakkaille. Nämä lähetykset voisivat hyödyntää suoraan SSCC-kollitietoa. Samoin varastojen hoitaminen tehtaalla voitaisiin toteuttaa SSCC-koodin avulla ilman, että uusia koodimuotoja, kuten tuotekoodia, otetaan käyttöön.

Tätä pala palalta tehtävää ja etenevää prosessia, jossa IT on osallisena, voidaan pitää hyvin suositeltavana tapana toimia. Koska Sandvikin projekti oli tarkkaan rajattu, sen hallinta ja toteutus onnistuivat hyvin. Onnistumisen yksi merkittävä tekijä oli se, että toimittiin lattiatasolla, juteltiin ja kerrottiin projektista ja näin otettiin myös työntekijät mukaan, eikä heille tullut sellaista käsitystä, että työt siirtyvät muualle. Vikatilanteissa työntekijät tiesivät heti, keneen ottaa yhteyttä vikojen korjaamiseksi. Mitä nopeammin asioihin reagoitiin, sen paremmin ongelmatilanteet saatiin ratkaistua.

RFID:n käyttöönottoa voidaan suositella sellaisille yrityksille, joille alihankkijat ovat kumppaneita, ja joiden kanssa tehdyt sopimukset ovat pitkiä ja luottamuksellisia. Samoin RFID soveltuu hyvin niille sarjatuotantoa tekeville yrityksille, joiden tuotanto noudattaa Lean-oppien mukaista ajattelutapaa.

8.4. Tieteellinen tulos ja jatkotoimenpiteet

RFID-teoriasta on tarjolla paljon tieteellisiä kirjoituksia, mutta sopivien löytyminen ja valikointi oli vaikeampaa kuin Lean- tai tiedonsiirtoteorioiden etsintä ja valikointi. Koska suuri osa RFID-teknologiaan liittyvistä kirjoituksista on tehty kaupallisesta näkökulmasta, niiden luotettavuuteen on syytä suhtautua kriittisesti. Etenkään suomenkielistä materiaalia ei juuri ole saatavissa. Joissakin hankintaan, prosessijohtamiseen tai logistiikkaan keskittyvissä teoksissa saattaa olla vain muutaman kappaleen pituisia mainintoja tästä tekniikasta. Suomenkielistä kirjaa RFID-tekniikasta ei ole lainkaan tarjolla. Kuitenkin voidaan todeta, että tutkimus tuotti tuloksen pohjamateriaalin vähyydestä huolimatta, ja oli mielenkiintoista havaita, miten tieteelliset teoriat oikeasti liittyvät käytännön toteutukseen.

Tieteelliseltä kannalta ajatellen jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia erityyppisten valmistavien tuotantojen RFID-sovelluksia. Esimerkiksi konepajaympäristön RFID-sovellukset poikkeavat toisistaan huomattavasti, mutta tutkimuksen myötä sieltä saattaisi löytyä synergiaetuja. Useimmiten RFID liitetään logistiikan osalta huolintaliikkeisiin ja erilaisiin jakelukanaviin. Teollisen valmistuksen sisäisen logistiikan hyödyntäminen ja liittäminen tietojärjestelmiin olisi potentiaalinen ja mielenkiintoinen tutkimuskohde.

Tutkimusta voisi olla mielenkiintoista tehdä myös ympäristö- ja jäteteknologian näkökulmasta fokuksena materiaalin kuluminen ja ekologisuus. Kiristyvän ympäristö- ja päästöpolitiikan myötä on syytä kiinnittää huomiota prosessien nopeutumiseen, hukan häviämiseen ja turhan jätteen syntymiseen. RFID-tekniikan avulla voidaan vähentää etenkin paperijätettä. Mahdollisena tutkimuskohteena voisi olla myös lavojen seuranta (hukkaamisten poisto) sekä lavojen vaihtamisen ja käytön optimointi RFID-tekniikan avulla.

9. YHTEENVETO

Tämä tutkimus ja projekti oli Sandvikin Lahden yksikössä avaus uuden teknologian hyötykäyttöön. Aikataulu haluttiin tiukaksi, mutta toteutuskelpoiseksi. Projekti sujui suunnitelmien mukaan lukuun ottamatta tulostinongelmia, jotka aiheuttivat aikatauluun venymiä. RFID-tekniikkaan tutustuminen lisäsi yrityksen mielenkiintoa soveltaa sitä tätä tutkimusta laajemminkin, koska tekniikan käyttöönotosta saavutettiin merkittäviä hyötyjä.

Sähköisen toiminnanohjausjärjestelmän kautta kulkeva RFID-kollitus vie aikaa vain murto-osan siitä, mitä manuaaliseen käsittelyyn kuluisi aikaa. Kollituksen generoituessa automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmään vähenee myös virheiden määrä verrattuna manuaaliseen käsittelyyn. Vastaanottokäsittelyn nopeutuessa ja virheiden korjausten vähentymisten myötä säästetään aikaa, jota voidaan käyttää yrityksen liiketoiminnan kannalta tärkeämpien toimintojen hoitamiseen.

Paperin liikuttelun väheneminen, tiedonsiirron automatisoituminen ja nopeutuminen ovat mahdollistaneet uusien seuranta- ja raportointijärjestelmien kehittymisen. Automaattisten toimintojen kehittymisen myötä on saavutettu töiden organisointietuja siinä määrin, että vastaanottokäsittelyä on ollut mahdollista siirtää oman yrityksen ulkopuolisille kuljettajille. Siirtyminen sähköiseen vastaanottoon on siis luonut aivan uuden palvelutoiminnon, jonka avulla yritykset voivat ulkoistaa vastaanottoon liittyviä toimintojaan. Toimijat ovat pystyneet saavuttamaan synergiaetua työskentelemällä yhteisen tavoitteen - sähköisen vastaanoton toimivuuden - saavuttamiseksi.

Teknologioiden, standardien ja internetin kehittyminen ovat mahdollistaneet uudenlaisen yritysten yhteisten järjestelmien käytön, kuten tässä tutkimuksessa yrityksessä toimittajan tekemän RFID-lähetyksen Sandvikin järjestelmässä. RFID-teknologian käyttö ja seurantajärjestelmien sähköistäminen ovat yrityksen strategisia päätöksiä. Sähköisten järjestelmien avulla parannetaan operatiivisia toimintoja,

parannetaan tiedon kulkua, toiminnan hallittavuutta, raportointia ja seurantaa. RFID:n seurauksena yrityksen vastaanottotoiminnot muuttuvat töiden uudelleen järjestelyn ja työnsisällön uudistumisen kautta. Yrityksen toiminta muuttuu strategian, prosessien ja teknologioiden kiinteäksi liitoksi, jossa mikään tekijä yksin ei määrittele toisen toimintaa, vaan ne kaikki vaikuttavat toistensa toimintoihin.

LÄHTEET:

Albrecht C.C., Dean D.L. & Hansen J.V. 2007. An Ontological Approach to Evaluating Standards in E-Commerce Platforms. Transactions on systems, man, and cybernetics, September 37(5).

Allweyer, T. 1999. A framework for re-desing and managing knowledge prosesses, Saarbrûken.

Angeles, R. 2005. RFID technologies: Supply-chain applications and implementations issues. Information systems management, (Winter), 51-65.

Ball, P., Albores, P. & Macbryde, J. 2004. Requirements for modeling e-business processes. Production and planning & control, 15(8)776-785.

Bose, I., Ngai,E.W.T., Teo, T.S.H & Spiekerman, S. 2009. Managing RFID projects in organizations. European journal of Information Systems, 18, 534-540.

Coyle, F. 2002. XML, Web Services, and the Data Revolution. Boston, MA: Addison-Wesley

Davis, M. & O'Sullivan, O. 1998. Communications technologies for the extended enterprise. Production Planning & Control, 9 (8) 742-753.

Haapanen, M., Vepsäläinen, A.P.J. & Lindeman, T. 2005. Logistiikka osana strategista johtamista. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous,Tampere: Infacts Oy.

Hozak, K. & Collier D.A. 2008. RFID as an Enabler of Improved Manufacturing Performance. Decision Sciences, 39 (4), 859-881.

http://www.gs1.fi/gs1-palvelut/oppaat [otettu 4.1.2012]

http://www.isa-95.com/ [otettu 16.5.2013]

http://www.rosettanet.org/ [otettu 28.12.2012]

http://www.sareskoski.fi/rfid.htm [otettu28.12.2012]

http://www.unece.org/ [otettu 16.5.2013]

Jones, D.T., Hines, T. & Rich, N. 1997. Lean Logistics. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 27(3/4)153-173.

Kalakota, R. & Robinson, M. 2006. e-Business 2.0 Roadmap fod Success. Addison-Wesley.

Kappauf, J., Lauterbach, B. & Koch, M. 2012. Logistics Core Operations with SAP. Berlin Heidenberg: Springer-Verlag.

Kauremaa J. & Auramo J., 2004. Logistiikan sähköisten tieto ja viestintäteknologioiden hyödyntäminen Kokemuksia suomalaisista yrityksistä. Teknologiakatsaus 154. Helsinki: Tekes.

Kerr, J. 2002. What does ”lean” really mean? Logistics management, 5(45)5.

Kettunen, S. 2002. Tietojärjestelmän osaaminen. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Kuhmonen, M., Jesus, R.O., Pylkkänen, J.,Rosenfield, D.B. & Hanson, W. 2002. Tieto oikeassa paikassa, Metallitekniikka vol. 10.

Laamanen, K. 2004. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – Ideasta käytöntöön. Keruu: Otavan kirjapaino Oy.

Laamanen, K. & Tinnilä M. 2002. Prosessijohtamisen käsitteet Terms and consepts in business process management. Tampere: Tammerpaino Oy.

Laamanen, K. & Tinnilä M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet Terms and consepts in business process management. Espoo: Teknologiateollisuus Oy.

Linker, J.K. 2004. The Toyota Way. 14 Management principles from the world's greatest manufacturer - the company that invented Lean production. Mc-grav Hill

Lorenzo, O., Kavalek, P. & Boumediene, R. 2009. The Long Conversation: learning How the Master Enterprise Systems, 52(1)140-166.

Luomala, J., Heikkinen, J., Virkajärvi, K., Heikkilä, J., Karjalainen, A., Kivimäki, A., Käkölä, T., Uusitalo, O. & Lähdevaara, H. 2001. Digitaalinen verkostotalous, Tietotekniikan mahdollisuudet liiketoiminnan kehittämisessä. Helsinki: Teknologiakatsaus 110/2001.

Mehta, M. & Rampura, K. 2006. Squeesing out extra value. Industrial Engineering, December, 29-35.

Niederman,F., Mathieu, R.G., Morley, R. & Kwon, I-K. 2007. Examining RFID Applications In Supply Chain Management. Communication of The ACM, 50(7)93-101.

Ollivier, M. 1995. RFID enhances materials handling. Sensor Review, 15(1)36-39.

Pakkanen, Mika Supply Chain Manager ja Husso Timo Supply Chain Manager. Valtra Inc. Haastattelu. 25.2.2011.

Rauhala, M.S. 2011.Osta oikein, ansaitse enemmän. Helainki; Talentum media Oy.

Roberts, L. 1996. Prosessi- reengineerin, Prosessien systemaattinen uudelleenrakentaminen. Helsinki: Oy Rastor AB.

Rother, M. 2010. Toyota kata. Rother & Company, LLC.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Rastaman Oy. s. 84

Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta, Logistinen B-to-B-prosessi, Espoo: Hakapaino Oy.

Soronen, O. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyötäisessä tuotannossa. Saarijärvi: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Stenberg, M. 2006. Tietojohtamisen arkkitehtuurit. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Tiainen, J. 1996. JOT Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmon Kirjapaino Oy.

Tinnilä, M., Vihervaara, T., Klimscheffskij,J. & Laurila, A. 2008. Elektroninen liiketoiminta 2.0 avainkäsitteistä ansaintamalleihin. Helsinki: Teknova Oy.

Tuomonen, K. 2010. Lean kohti täydellisyyttä. Mitä Toyota ja leanyritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Juva: WS Bookwell Oy.

Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua prosessien ja virtauksen kehittämiseen.Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Vilpola, I. & Terho, K. 2008. Tehokkuutta tuotannon tietojärjestelmiin - loppukäyttäjät mukaan määrittelyyn. Helsinki: Teknova Oy.

Walli, J. 2009. Liiketoiminnan orkesterointi. Yhdistä tehokkuus ja luovuus. Juva: WS Bookwell Oy.

Wamba, S.F. & Chatfield, A.T. 2008. A contingency model for creating value from RFID supply chain network projects in logistics and manufacturing environments. European journal of Information Systems, 18,615-636.

Wu, Y-C.J. 2002. Effective Lean Logistics Strategy for the Auto Industry. The international Journal of Logistics Management, 13(2)19-38.