

Esa Tolonen

RFID-teknologia lastausprosessin tukena

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinööriyö

4.12.2013

Tekijä Otsikko	Esa Tolonen RFID- teknologia lastausprosessin tukena
Sivumäärä Aika	51 sivua 4.12.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	tuotantotalouden koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	tilaus-toimitusketjun hallinta ja liiketoiminta
Ohjaajat	koulutuspäällikkö Juha Haimala järjestelmäasiantuntija Tommi Salovalta
<p>Insinööriyön aiheena oli tutkia RFID-teknologian mahdollisuuksia koskien kohdeyrityksen lastausprosessia. Työn tavoite oli luoda kehitysidea, jonka avulla lastausprosessia voidaan nopeuttaa ja selkeyttää.</p> <p>Insinööriyössä käsiteltiin RFID-teknologian toiminnanohjauksellisia vaikutuksia sekä teorian että yritys esimerkkien avulla. Teoriapohja tutkimukseen on koottu toiminnanohjaukseen ja RFID-teknologiaan liittyvästä kirjallisuudesta. Yritys esimerkit, joita tutkimuksessa käytetään, on valittu sillä perusteella, että niissä on ratkaistu RFID-teknologian avulla samankaltaista ongelmaa kuin kohdeyrityksessä. Yritys esimerkkejä on analysoitu toiminnanohjauksellisesta näkökulmasta.</p> <p>Insinööriyön nykytila-analyysi on tehty havainnoimalla itse kohdeyrityksen lastausprosessia, sekä haastatteleamalla prosessiin osallistuvia henkilöitä ja muuta henkilöstöä. Nykytila-analyysin perusteella todettiin, että lastauksen yhteydessä tapahtuu toisinaan erehdyksiä ja kohdeyrityksen lähteville kuljetuksille varattu alue ruuhkautuu ajoittain sesonkiaikoina. Prosessin etenemisen, ongelmien ja ratkaisujen havainnollistamiseksi työssä käytettiin raportoinnin apuna taulukoita, kuvia ja kaavioita.</p> <p>Teorian ja yritys esimerkkien avulla on luotu kohdeyritykselle kehitysidea, joka voi toimia viitekehystenä jatkotutkimuksille. Kehitysidean avulla on pyritty ratkaisemaan kohdeyrityksessä esiintyviä ongelmia selkeyttämällä lastausprosessia RFID- teknologian avulla. Työn puitteissa ei ole ollut mahdollista keskittyä esimerkiksi kustannusarvioiden tekemiseen, sijoitetun pääoman tuoton laskemiseen, eri sovellusmahdollisuuksien käyttöön, tietoteknisten vaatimusten tutkimiseen tai toiminnanohjauksellisten painoarvojen määrittämiseen.</p>	
Avainsanat	lastaus, prosessi, RFID, teknologia, toiminnanohjaus

Author Title	Esa Tolonen Supporting the Process of Loading with RFID technology
Number of Pages Date	51 pages 4 December 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Specialisation option	Supply Chain Management and Business
Instructors	Juha Haimala, Principal Lecturer Tommi Salovalta, Systems Specialist
<p>The topic of this thesis was to study the possibilities of RFID technology considering the loading process of the target company. The aim of the study was to create a development idea that could speed and clarify the process of loading.</p> <p>The thesis examined the effects of RFID technology on operations management through theory and by using case study examples. The theoretical basis for the study was compiled from literature related to operations management and RFID technology. The case studies used in the study were selected on the basis that they had similar problems with the target company, and they were solved using RFID technology. The case studies were analyzed from the perspective of operations management. A development idea was created on the basis of theory and case studies.</p> <p>The current state analysis was made by observing the target company's self-loading process, and discussing the process with the employees involved and with other personnel. In the current state analysis it was shown that occasional human mistakes occurred in the loading process and the area reserved for the transportation of goods was jammed especially during the high season. The progress, problems and solutions of the process were illustrated with tables, pictures and charts for supporting the report.</p> <p>As a result of the work a development idea was created, which could serve as a frame of reference for further research. The development idea has been used to solve the problems occurring in the target company by clarifying the loading problems with RFID technology. Within the thesis it was not possible to focus, for example, on cost estimates, return on investment calculations, applying different use possibilities, technical requirements or weight values of the operations management.</p>	
Keywords	loading, process, RFID, technology, operations management

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Kohdeyritys ja nykytila-analyysi	4
2.1	LTP Logistics Oy	4
2.2	Nykytila-analyysin muodostaminen ja tulokset	7
2.3	Nykytilasta tehdyt johtopäätökset	9
3	Toiminnanohjaus lastausprosessin perustana	10
3.1	Toiminnanohjauksen tehtävä ja tavoitteet	10
3.2	Osa-alueet	13
3.2.1	Prosessit	14
3.2.2	Laatu	16
3.2.3	Kapasiteetti	18
3.2.4	Ennustaminen	19
3.2.5	Layout	20
3.3	Synteesiosa	21
4	RFID- teknologia	23
4.1	Vertailu viivakoodeihin	26
4.2	Yritysesimerkkejä	27
4.2.1	Yritys A	27
4.2.2	Yritys B	28
4.2.3	Toteutusten analysointi – Vaikutukset ja seuraukset toiminnanohjaukseen	30
4.2.4	Yhteenveto	35
5	CASE: LTP Logistics Oy	36
5.1	Kehitysidea	38
5.1.1	Layout, työtehtävät ja työnjako	39
5.1.2	Johtopäätökset	45
6	Työn tulokset ja arviointi	47
7	Yhteenveto	49
	Lähteet	51

1 Johdanto

Menestyvän yrityksen tarvitsee luoda jotain uutta, muuttaa jo olemassa olevaa tai tehdä toimintansa paremmin kuin kilpailijansa. Yritykset tarvitsevat näitä ominaisuuksia saavuttaakseen kilpailuedun tai parhaan mahdollisen asiakashyödyn. Kun toiminta halutaan tehdä paremmin kuin kilpailijat tekevät, niin prosessien merkitys korostuu. Jatkuvasti kehittyvä teknologia antaa useita mahdollisuuksia näiden prosessien kehittämiseen. Yritysten toiminnan tulee olla asiakaslähtöistä ja asiakkaiden tarpeisiin vastata parhaalla mahdollisella tavalla toimittamalla oikea tilaus oikea-aikaisesti ja oikeaan paikkaan. Hankkiessaan yritykseltä palvelun, asiakas ostaa samalla palvelun tarjoaman hyödyn. Asiakas valitsee palveluntarjoajan aina tietyillä perusteilla. Yksi näistä perusteista voi olla esimerkiksi toimituskyky, joka luodaan erilaisten prosessien kautta. Prosessit tukevat yritysten toimintaa niiden pyrkiessä tavoitteisiinsa. Yksi tällainen prosessi on lastausprosessi, josta ei saa syntyä pullonkaulaa, johon toimitusketju pysähtyy. Parhaimmillaan lastausprosessi ei aiheuta ollenkaan pysähdystä toimitusketjussa. Toimivan lastausprosessin avulla voidaan tarjota asiakkaille parasta mahdollista palvelua. Kun toimitukset voidaan toimittaa nopeammin ja varmemmin kuin kilpailevat yritykset, voidaan voittaa tarjouskilpailuja ja saada kilpailuetua. Lastausta, kuten muitakin prosesseja, voidaan tehostaa teknologian avulla. Varmempi ja nopeampi lastausprosessi johtaa parempaan toimituskykyyn, joka edelleen johtaa parempaan asiakastyytyväisyyteen. RFID-lyhenne tulee englannin kielen sanoista *Radio Frequency Identification*, joka tarkoittaa radiotaajuista tunnistamista. RFID-teknologian käyttö on yleistynyt lähivuosien aikana logistiikka-alalla ja sen tarjoamat mahdollisuudet on huomioitu maailmanlaajuisesti. Teknologian avulla on pystytty tukemaan prosesseja ja saavuttamaan tehokkuutta lukuisissa eri käyttökohteissa.

Työn tausta, tavoite ja rajaus

Insinööriyön kohdeyritys LTP Logistics Oy on logistiikka-alan yritys, joka toimii elintarviketerminaalina. Asiakaskunta koostuu pienistä ja keskisuurista elintarvikealan yrityksistä. Tutkimuksen taustalla on yrityksen kasvu ja siihen vastaaminen sekä halu parantaa prosessejaan. Kasvava kysyntä ja toiminnan laajentuminen asettavat haasteita yritykselle. Yksi haasteellinen osa-alue on lastausprosessi. Toiminnan kasvu

aiheuttaa suuremman volyymin hallitsemisen tarpeen, jolloin lastausprosessista ei saa muodostua pullonkaulaa.

Insinööriyön tavoitteena oli luoda lastausprosessiin toimintaa selkeyttävä ja nopeuttava kehitysidea RFID-tekniologian avulla. Tutkimuksen tavoite luotiin nykytila-analyysin perusteella. Nykytila-analyysi on tehty yritysten työntekijöiden kanssa käytyjen haastatteluiden perusteella ja havainnoimalla itse paikan päällä lastaustapahtumia. Näiden perusteella on tunnistettu kehityskohteita lastausprosessissa. Tavoite pyrittiin saavuttamaan tutkimalla, miten tällä hetkellä lastausprosessissa toimitaan, mitä ongelmia lastausprosessissa ilmenee ja mitkä osat alueet vaikuttavat lastausprosessin toimintaan. Sopivan kehitysideoin luomiseen pyrittiin tutkimalla toiminnanohjaukselliselta näkökannalta mihin RFID-tekniologian käyttö vaikuttaisi kohdeyrityksen lastauksessa. Kehitysideoin tarkoituksena on esittää, miten lastausprosessia voitaisiin tukea RFID-tekniologian avulla ja luoda pohja aiheeseen liittyville jatkotutkimuksille.

Insinööriyö on rajattu koskemaan ainoastaan RFID-tekniologian mahdollisuuksia lastausprosessissa. Työssä käydään myös läpi lastausprosessin tehtävien selkeyttämistä. Työssä ei tutkita lähettämön eikä työntekijöiden toimintaa muuten kuin lastausprosessin näkökulmasta. Ennen lastausta ja lastauksen jälkeen, kuten keräily ja kuljetus, tapahtuvia operaatioita ei myöskään tutkita. Insinööriyössä ei keskitytä RFID-tekniologian kustannuksiin eikä sijoitetun pääoman tuottomahdollisuuksiin, vaan pyritään luomaan viitekehystä jatkotutkimuksille. Tutkimuksessa saadut johtopäätökset ja mahdolliset kehitysideat esitetään toimeksiantajalle ainakin kirjallisena. Tutkimuksen tulokset ovat hyödynnettävissä missä tahansa logistiikkaan keskittyvissä yrityksissä, joiden toimitusketjussa tapahtuu lastausprosesseja tai suoritetaan asiakaskohtaista kuormien keräilyä erillisistä tuotteista.

Tutkimusmenetelmä ja tutkimuksen toteutus

RFID-tekniologia on valittu tutkimukseen sen ominaisuuksien takia. Tekniologian avulla voidaan tunnistaa lavoja, lavapaikkoja, lastauslaitureita tai tuoteyksiköitä ilman kosketusvälitystä. Ratkaisuja pyrittiin osoittamaan kehitysideoilla, sillä sen avulla pystytään kuvaamaan toimintaa mahdollisimman konkreettisesti. Kehitysidea sopii erinomaisesti juuri tämän tutkimusongelman ratkaisemiseen. Kehitysideoin avulla

saatiin selkeä kuva siitä, kuinka prosessi etenee ja miten teknologiaa on sijoitettu toiminnan eri osa-alueisiin.

Tutkimuksen teoriaosa on koottu RFID-teknologiaan ja toiminnanohjauksen teorioihin liittyvästä kirjallisuudesta. Toiminnanohjaukseen liittyvä teoriaosuus käsittelee laatua, prosesseja, tilasuunnittelua, kapasiteettia ja ennustamista, kun taas RFID-teknologiaan liittyvä materiaali koostuu teknologian ominaisuuksista ja yritysesimerkeistä. Yritysesimerkit on valittu niissä esiintyvän ongelman samankaltaisuuden takia. Analyysissa on esitetty RFID-teknologian vaikutuksia yritysten toiminnassa toiminnanohjaukselliselta näkökannalta. Vaikutukset on esitetty sovelletun SWOT-analyysitaulukon avulla. Tutkimukseen on myös haettu tietoa internetistä, sillä tutkimukseen on haluttu käytännön toteutuksista esimerkkejä, joiden avulla kehitysidea voidaan laatia. Sopivat esimerkit löytyivät internetistä. Teoriaosuuden analysoimiseen on käytetty havainnollistavia kuvia, taulukoita ja kaavioita.

Työn rakenne

Insinööriytyö on jaettu kolmeen eri osaan. Ensimmäinen osa koostuu johdannosta, yritysesittelystä ja nykytila-analyysistä. Toisessa osassa on käsitelty toiminnanohjauksen teoriaa ja RFID-teknologiaa. Toisen osan toiminnanohjauksen teoriasta on tehty synteesiosa, johon on koottu jokaisen osa-alueen tärkeimmät asiat. Toisessa osassa on myös analysoitu yritysten toteutuksia toiminnanohjaukselliselta näkökannalta ja tehty niistä yhteenveto. Kolmannessa osassa on esitetty ratkaisuja kohdeyrityksen ongelmiin ja luotu kehitysidea, jossa RFID-teknologiaa on yhdistetty lastausprosessiin. Lisäksi kolmannessa osassa on esitetty ja arvioitu tutkimustuloksia. Lopuksi on tehty yhteenveto, jossa on kerrottu yleisesti tutkimuksen etenemisestä, vaiheista ja tuloksista.

2 Kohdeyritys ja nykytila-analyysi

2.1 LTP Logistics Oy

LTP Logistics Oy (myöhemmin LTP) on vuonna 2011 perustettu lämpötilasäädelyjen elintarvikkeiden logistiikkaan keskittyvä yritys, jonka toimitilat sijaitsevat Vantaalla lähellä Helsinki-Vantaan lentokenttää. Asiakaskunta koostuu pääasiassa pienistä ja keskisuurista elintarvikealan yrityksistä. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2011 noin 3,4 miljoonaa euroa ja vuonna 2012 noin 9 miljoonaa euroa. LTP:n toimintastrategia on tarjota ratkaisuja ja palveluja asiakkaan tilaus-toimitusketjuun tilanteen ja tarpeen mukaan mahdollisimman kustannustehokkaasti. LTP:n tarjoamiin palveluihin kuuluu tuotteiden varastointi, lähetys ja kuljetus koko Suomen alueella lämpötilassa +0 °C - +3 °C. (Yrityksen esittely 2013.)

LTP tarjoaa asiakkailleen mahdollisuuden tilata tuotteita heille parhaiten sopivissa erissä. Yrityksen toiminta perustuu useiden eri tavarantoimittajien tuotteiden yhdistämiseen samoihin kuljetusyksiköihin asiakkaan tarpeen mukaan. Tarkoituksena on myös luoda samalla mahdollisimman kustannustehokas toimitusketju. Elintarviketerminaalissa tapahtuva pääasiallinen toiminta on pakattujen viileässä varastoitavien tuotteiden asiakaskohtainen keräily ja varastointi. Lisäksi terminaalissa tapahtuvia toimintoja ovat tuotteiden ensisaapumistarkastukset ja niiden raportoinnit sekä tuotteiden hinnoittelu ja etiketointi. Yrityksessä suoritetaan myös kauttakulikutavarojen lajittelua ja niiden eteenpäin lähettämistä. (Yrityksen esittely 2013.)

Kuvassa 1 on pääpiirteittäin kuvattuna yrityksen toiminnan osa-alueet. Terminaalissa suoritetaan erilaisia tehtäviä kuten tavaran vastaanottoa, varastointia ja keräilyä, asiakaskohtaisten tilausten kokoamista lavoille, sekä asiakastilausten lastausta ja lähetystä jakeluterminaaleihin. Kaikkia varastossa tapahtuvia prosesseja seurataan ja ohjataan toiminnanohjausjärjestelmällä. Toiminnanohjausjärjestelmä on jokaisen varaston osa-alueen käytössä kaikkien niiden kuitenkin ollessa yhdistettynä toisiinsa. Työnjohto valvoo ja ohjaa kaikkien osa-alueiden toimintaa toiminnanohjausjärjestelmän avulla, esimerkiksi prioriteettien asettamisella keruupisteille. Kun yrityksen yksi prosessi on tuotteiden asiakaskohtainen keräily ja kokoaminen yksittäisiin kuljetusyksiköihin, on lavojen tunnistaminen vaikeampaa kuin esimerkiksi standardituotteita lastaavassa varastotoiminnassa.



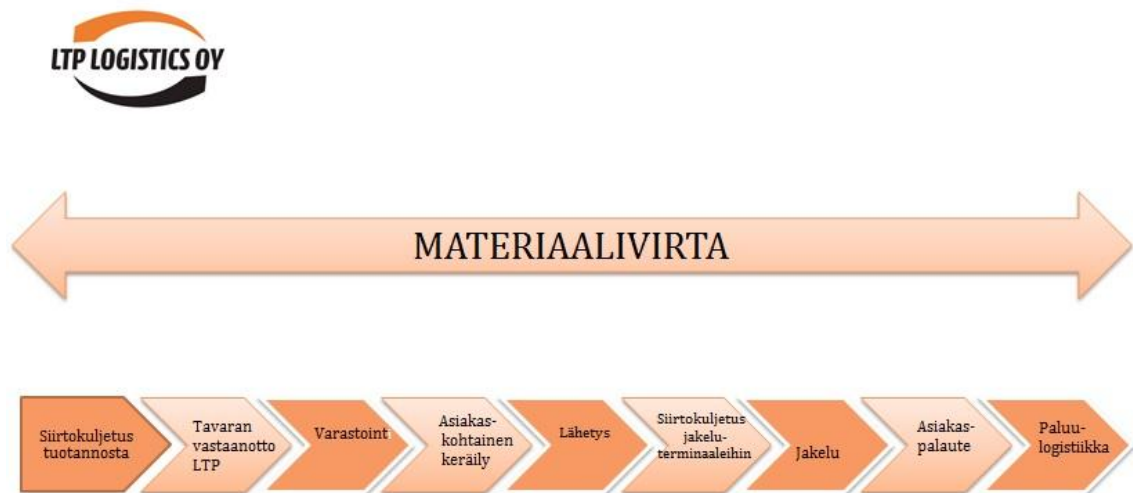
Kuva 1. Sisäinen toimintamalli.

Kuvasta 2 näkyy, miten tietovirta etenee toimitusketjun välillä. Kun kauppa tekee tilauksen toimittajalle, se siirretään LTP:lle, jossa tilaus yhdistellään, käsitellään ja kuitataan toimittajalle. Tilauksen yhdistelyn ja käsittelyn jälkeen muodostetaan lähete, joka lähetetään eteenpäin keskusliikkeelle. (Yrityksen esittely 2013.)



Kuva 2. Tietovirta (Yrityksen esittely 2013).

Kuva 3 havainnollistaa toimitusketjun materiaalivirtaa. Toimittajalta tulevia tuotteita vastaanotetaan ja varastoidaan LTP:n varastoterminaalissa. Tämän jälkeen suoritetaan tilausten perusteella asiakaskohtaista keräilyä. Keräilyn jälkeen tilaus toimitetaan siirtokuljetuksena jakeluterminaleihin ympäri Suomea, josta tuotteet toimitetaan asiakkaalle. (Yrityksen esittely 2013.)



Kuva 3. Materiaalivirta (PowerPoint-esitys 2013).

Yrityksessä käytetään tuotteiden varastointiin ja kuljetukseen Transbox liha- ja eineslaatikoita, jotka voidaan pinota tasaisesti EUR- ja FIN- lavoille. Kuljetettavat toimitukset koostuvat pääosin FIN-lavoista. Lavat ovat mitoiltaan 800 x 1200 mm kokoisia. Transbox -laatikot ovat moduulimittaisia 400 x 600 mm ja niitä on kolmea eri korkeutta: lihalatikko 255 mm, eineslaatikko 136 mm ja vihanneslaatikko 176 mm. Käytössä olevat liha- ja eineslaatikot voidaan pinota päällekkäin tai sisäkkäin. Tämä helpottaa kuljetusta ja mahdollistaa nopean pinoamisen. Laatikot kestävät sekä dynaamista että staattista kuormitusta ja siten ne suojaavat tuotteita käsittelyn ja kuljetuksen eri vaiheissa. (Transbox-laatikkojärjestelmä 2013.)

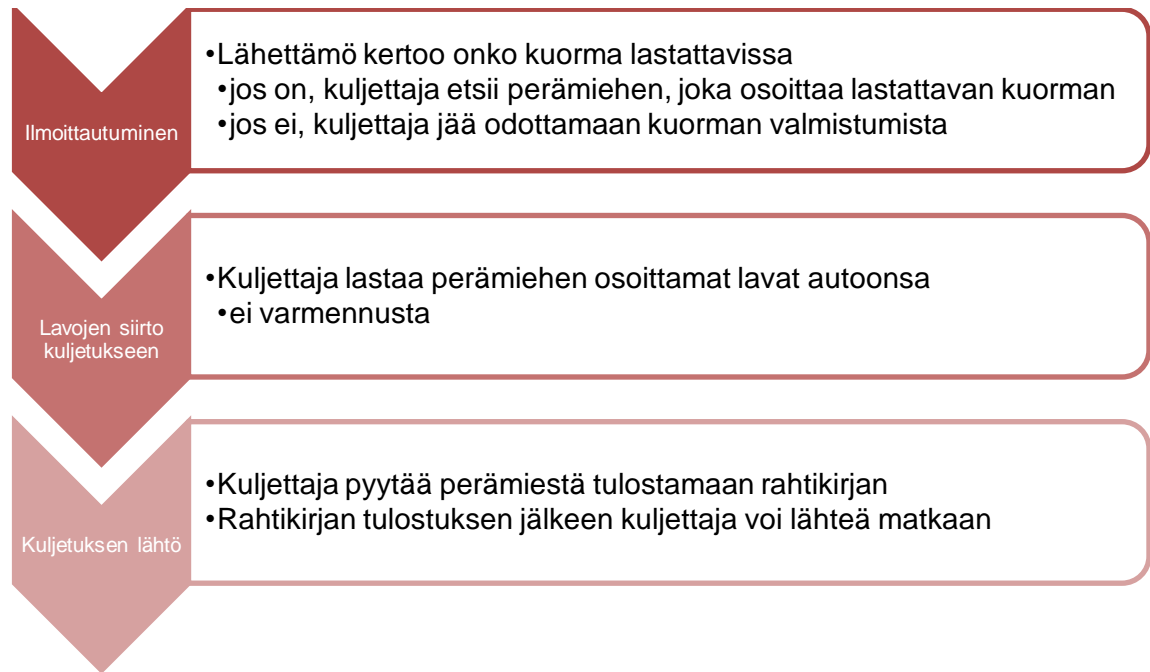
Transbox- laatikoiden tunnistamiseksi ja yksilöimiseksi kaikissa liha- ja eineslaatikoissa on viivakoodietiketit. Viivakoodietiketeiltä edellytetään, että ne pysyvät kiinni muovisissa kuljetuslaatikoissa niille varatuissa syvennyksissä. Etikettien tulee olla lukukelpoisia useiden kymmenien pesukertojen jälkeen liha- ja elintarviketeollisuuden yleisesti käyttämillä pesukoneilla, -aineilla ja -ohjelmilla. Näin ollen laatikoiden liikkeitä voidaan seurata ja etsiä tarvittaessa. Lähetettävien lavojen liikkeitä seurataan SSCC-

koodien avulla, jotka ovat GS1 Finland Oy:n ratkaisu kuljetusyksiköiden tunnistamiseen. (Transbox-laatikkojärjestelmä 2013.)

2.2 Nykytila-analyysin muodostaminen ja tulokset

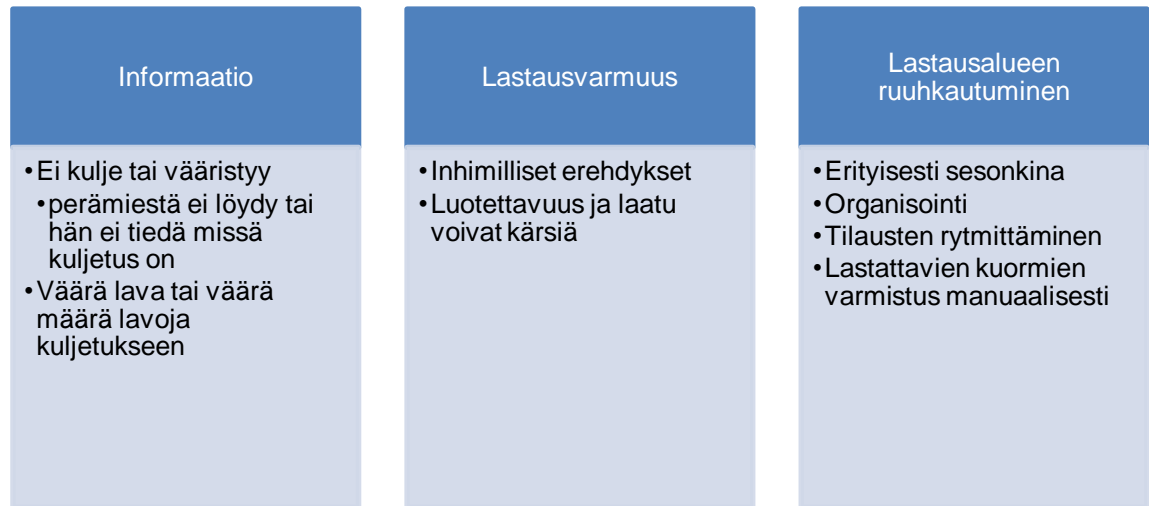
Nykytila-analyysi on muodostettu havainnoimalla toimintaa ja haastatteleamalla kohdeyrityksen henkilöstöä. Havannoin paikan päällä, kuinka lastausprosessi tapahtuu ja mitä kukin työntekijä lastausprosessissa tekee. Haastattelin myös lastaukseen osallistuvia työntekijöitä koskien lastauksessa tapahtuvia prosesseja ja vastuualueita. Lisäksi haastattelin kohdeyrityksen järjestelmäasiantuntija Tommi Salovaltaa sekä henkilökohtaisesti että sähköpostitse. Kohdeyrityksen toiveena on, että lastausvastuuta saataisiin siirrettyä enemmän kuljettajan vastuulle. Vastuun siirto voisi onnistua RFID-tekniikan käyttämisen kautta. Tällöin prosessia saataisiin selkeytettyä ja LTP:n omaa henkilökuntaa vapautettua muihin tehtäviin. Lastausprosessia halutaan nopeuttaa, sillä tiettyinä vuorokauden aikoina sesonkina lastausalue on melko täynnä, josta voi seurata ongelmia. (Salovalta 2013.)

Kuvassa 4 on vaiheittain kuvattu lastausprosessin nykytilannetta. Lastausprosessissa on tällä hetkellä monta eri työntekijää, sekä LTP:n omia että kuljetusyrityksen työntekijöitä, suorittamassa tehtävää. Perämiehet ovat työntekijöitä, jotka luovat lähtevät lavat kiinnittämällä Transbox-laatikot lavoille ja asettavat lavat lähtövalmiiksi. Kuljettaja lastaa kuorman autoonsa ja pyytää perämiestä tulostamaan rahtikirjan. Rahtikirjan saatuaan kuljettaja on lähtövalmis. Kuljettaja ilmoittautuu lähettämöön, jossa lähettämötyöntekijä kertoo, onko kuorma valmiina lastattavaksi. Perämies osoittaa kuljettajalle lastattavan kuorman. Kun kuorma on lastattu, perämies tulostaa rahtikirjan, jonka jälkeen kuljettaja voi lähteä matkaan.



Kuva 4. Lastausprosessin nykytilanne.

Kuvasta 5 nähdään tämänhetkisiä ongelmia ja niiden seurauksia kohdeyrityksen lastauksessa. Kyseisiä ongelmia sattuu melko harvoin, mutta ne johtavat aina ylimääräisiin kustannuksiin. Tällä hetkellä lastauksessa on käytössä viivakoodit, jotka tulostetaan papereihin ja laitetaan kiinni lähteviin lavoihin, mutta kuljetuksiin siirtyvien lavojen varmentaminen puuttuu. Työntekijöiden vastuulla on tarkastaa ja osoittaa kyytiin menevät lavat, käytännössä varmentamatta niitä lainkaan. Lastauksessa tapahtuu ajoittain epäselvyyksiä, jotka voivat johtavat lisäkustannuksiin. Näitä lisäkustannuksia ovat esimerkiksi ylimääräinen työ ja myöhästymisveloitukset. Pahimmillaan epäselvyydet johtavat asiakaspalvelun huonontumiseen, jolla on negatiivinen vaikutus koko yrityksen toimintaan. (Salovalta 2013.)



Kuva 5. Ongelmia lastausprosessissa.

Ajoittain lastausprosessin yhteydessä sattuu tilanteita, joissa informaatio ei kulje työntekijöiden kesken. Tästä voi seurata tilanne, jossa lastauksessa väärä lava tai väärä määrä lavoja menee kuljetukseen. Erityisesti sesonkiaikoina lastausalue saattaa olla sekava ja päästä ruuhkaantumaan. Tilauksia ei välttämättä saada rytmitettyä ajallaan. Sesonkiaikoina lastausalueella voi tapahtua ruuhkautumista. Tämä voi johtaa ongelmiin toimitusketjussa sekä sisäisellä että ulkoisella tasolla. Koko yrityksen sisäinen toimitusketju voi kärsiä, mikäli pullonkaula pääsee syntymään. Vaikutus näkyy myös ulkoisessa toimitusketjussa. Asiakastytyväisyys huononee, jos toimitukset myöhästyvät ja kuljetusliikkeet laskuttavat odottelusta. Tällöin toiminnan luotettavuus huononee, joka voi johtaa syvempiin ongelmiin, kuten pahimmillaan asiakkaiden ja maineen menettämiseen. Manuaalisesta tunnistuksesta voi seurata ajoittain lisäkustannuksia. Nämä näkyvät ylimääräisen ja turhan työn muodossa, joka voi johtaa toiminnan hidastumiseen. Manuaalisen tunnistuksen takia voi päästä tapahtumaan inhimillisiä erehdyksiä ja sen hitauden takia voidaan tarvita enemmän työntekijöitä.

2.3 Nykytilasta tehdyt johtopäätökset

Kohdeyrityksen järjestelmäasiantuntijan kanssa totesimme, että nykyinen toimintatapa voi johtaa siihen, että inhimillisiä erehdyksiä sattuu silloin tällöin. Lavat voivat mennä väärin kuljetuksiin ja asiakastilauksia toimitetaan tällöin väärin paikkoihin, josta seuraa yritykselle ylimääräisiä kustannuksia. Vääristä tai myöhästyneistä toimituksista, sekä lastausalueen ruuhkautumisesta voi seurata ongelmia. Lastausprosessia olisi hyvä saada nopeutettua ja prosessia selkeytettyä. Lähtevien lavojen automaattisen

tunnistusmenetelmän avulla myös inhimillisiltä erehdyksistä voitaisiin välttyä. (Salovalta 2013.) Toteamamme ongelmat johtivat toimeksiantoon tutkia automaattisen tunnistuksen menetelmiä. Näistä menetelmistä päädyimme RFID-teknologian tutkimiseen ja sen seurausten ja mahdollisuuksien tutkimiseen lastausprosessissa.

3 Toiminnanohjaus lastausprosessin perustana

3.1 Toiminnanohjauksen tehtävä ja tavoitteet

Toiminnanohjaus käsittelee prosesseja, jotka ovat organisaatioiden perustoimintoja. Organisaatiot käyttävät näitä prosesseja tavoitteidensa saavuttamiseen ja tuottaakseen päivittäin tavaroita ja palveluja ihmisille. Prosessi on mikä tahansa toiminto tai joukko toimintoja, jossa organisaatio muuttaa yhden tai useamman panoksensa yhdeksi tai useammaksi tuotokseksi asiakkaidensa tarpeeseen. Termi toiminnanohjaus viittaa systemaattiseen suunnitteluun, suuntaan ja ohjaukseen, joka muuttaa yhtä tai usempaa tuotetta tai palvelua asiakkaiden tarpeen mukaan. Jos henkilö haluaa johtaa osastoaan tai tiettyä prosessia osastollaan, tai vain ymmärtää prosessin sopivuutta toimintaan, on hyvä tietää toiminnanohjauksen periaatteista. Jokaisessa näin ajattelevassa henkilössä piilee osa toiminnanohjauksesta. (Krajewski ym. 2007: 24.)

Tiivistettynä, toiminnanohjaus voidaan määritellä seuraavasti:

Organisaation operatiiviset toiminnot ovat vastuussa tuotteiden tuottamisesta ja toimittamisesta, tai palveluiden kautta lisäarvon tuottamisesta organisaation asiakkaille. Toimintaa ohjaavien johtajien tai esimiesten tulee tehdä päätöksiä panostusten muuttamisessa halutuiksi tuotteiksi tai palveluiksi. (Schroeder ym. 2013: 5.)

Yllä esitetystä määrittelystä on hyvä korostaa kolmea asiaa:

1. Päätökset. Määrittely viittaa päätöksien tekemiseen tärkeänä osana toiminnanohjauksesta. Kaikki johtajat tai esimiehet tekevät päätöksiä, joten on luonnollista pitää päätöksien tekemistä toiminnanohjauksen keskipisteenä. Päätöksiin keskittyminen luo pohjan toimintojen jakamiselle tärkeimpien päätöskohteiden mukaan. Neljä tärkeintä päätöskohdetta ovat prosessi, laatu, kapasiteetti ja varasto.

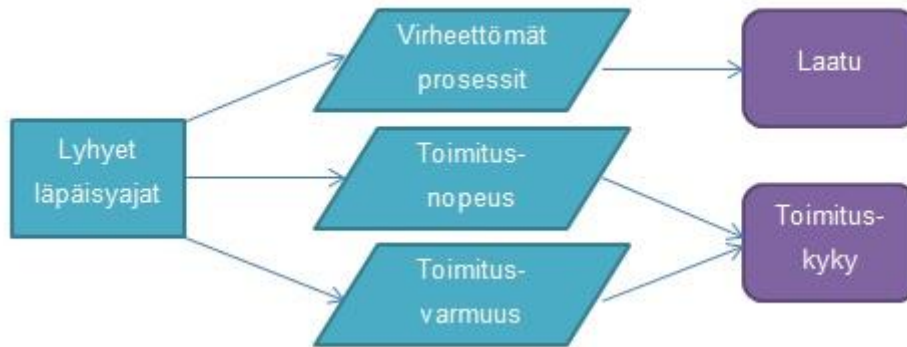
2. Toiminnot. Operaatiot ovat tärkeitä toimintoja kaikissa organisaatioissa markkinoinnin ja rahoituksen kanssa. Tuotantoyrityksissä operaatioita kutsutaan usein tuotanto- tai valmistusosastoksi. Palveluorganisaatioissa operatiiviset toiminnot tunnetaan operaatio-osastona tai tietyillä nimillä liittyen toimialaan. Yleisesti termi ”operaatiot” viittaa toimintoihin, jotka tuottavat tuotteita tai palveluita. Operaatioiden erottelu on hyödyllistä päätöksenteon analysoinnissa ja vastuualueiden määrittelyssä, mutta koko liiketoiminta tulee yhdistää näkemällä päätöksien tekemisen poikkileikkaava vaikutus yrityksen kaikissa toiminnoissa.

3. Prosessit. Operaatioiden johtajat suunnittelevat ja ohjaavat muutosprosesseja ja niiden rajapintoja organisaatiossa, sekä koko toimitusketjussa. Tämä prosessinäkökulma tarjoaa yleisen pohjan palveluiden ja tuottamisen operaatioille muutosprosesseina. Se on myös vahva perusta operaatioiden suunnitteluun ja analysointiin organisaatiossa ja koko toimitusketjussa. Prosessinäkökulman avulla operaatioiden johtajia voidaan pitää muuntamisprosessien johtajina yrityksissä. Prosessinäkökulma tarjoaa hyviä oivalluksia operaatioiden ulkopuolella tapahtuvien tuotannollisten toiminnallisten alueiden käytännön prosessien johtamiseen. Esimerkiksi myyntitoimisto voidaan nähdä tuotantoprosessina, jossa on panos, muunnos ja tuotos. Sama malli toimii tilitoimistoihin ja pankkien lainaosastoihin. Prosesseja voidaan parantaa koko organisaation välillä, joten sitä ei ole rajoitettu pelkästään operaatioihin. (Schroeder ym. 2013: 5–6.)

Varasto voidaan nähdä tuotantolaitoksena, jonka läpi yrityksen tuote kulkee. Haverilan ym. (2005: 402) mukaan toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin kuten kustannusten minimoimiseen, hyvään aikakilpailukykyyn, hyvään laatuun ja joustavuuteen. Toiminnanohjauksen tehtävä on organisoimalla ja ohjaamalla suunnata yrityksen resurssien käyttö tiettyjen tavoitteiden mukaiseksi. Nämä tavoitteet ovat kapasiteetin korkea tuottavuus, vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja lyhyt läpäisy aika. (Haverila ym. 2005: 402.)

Kuvassa 6 näkyy osa toiminnanohjauksen tavoitteista. Lyhyempien läpäisyajkojen saavuttaminen on osoittautunut eri toiminnanohjauksen tavoitteiden saavuttamisessa erityisen tehokkaaksi tavaksi. Läpäisyajoja lyhentämällä pystytään samanaikaisesti pienentämään yrityksen toimintaa sitoutunutta pääomaa ja ylläpitämään toimituskykyä.

Toiminta on hyvä suunnitella siten, että tilausten ja tuotteiden läpäisyajat ovat mahdollisimman lyhyet. Lyhyet läpäisyajat vähentävät sitoutunutta pääomaa, kehittävät toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua. (Haverila ym. 2005: 402–403.)



Kuva 6. Osa toiminnanohjauksen tavoitteista (Haverila ym. 2005: 403).

Sakin (2003: 17–18) mukaan liiketoiminta koostuu yksittäisten toimintojen muodostamasta ketjusta. Käsitys liiketoiminnasta, prosesseista koostuvana kokonaisuutena on hyödyllistä toiminnan kehittämisessä, sillä tältä pohjalta voidaan analysoida niiden toisiinsa liittyviä toimintoja ja mahdollisuuksia. Tätä kokonaisuutta on havainnollistettu kuvan 7 esittämällä tavalla. Yritysten toiminnot on kuvassa jaettu kahteen eri pääluokkaan. Nämä pääluokat ovat perustoiminnot ja tukitoiminnot. Perustoiminnot ovat tulologistiikka, operaatiot, lähtölogistiikka, myynti ja markkinointi, sekä huolto.



Kuva 7. Yrityksen sisäinen arvoketju (Sakki 2003: 18).

Operaatiot tapahtuvat yrityksen sisällä ja pitävät sisällään kaikki prosessit tulo- ja lähtölogistiikan väliltä. Lähtölogistiikka pitää lisäksi sisällään jakelutiet ja kuljetukset. Nämä perustoiminnot liittyvät niitä tukeviin tukitoimintoihin, jotka ovat hankinnat, tekniikan kehittäminen, inhimillisten voimavarojen hallinta ja infrastruktuuri. Arvoketjun tarkoitus on muistuttaa siitä, että jokaisessa yrityksen toiminnossa työskentelevät henkilöt voivat tuottaa lisäarvoa yritykselle. Liiketoiminnan perustana tulee olla asiakaslähtöisyys. Yritys saavuttaa kilpailuedun joko suorittamalla arvoa lisäävät perustoimintonsa pienemmin kustannuksin, tai paremmin kuin samalla toimialueella toimivat kilpailijansa. (Sakki 2003: 17–18.)

3.2 Osa-alueet

Tutkimuksen toiminnanohjauksen osa-alueet on valittu sillä perusteella, että ne ovat tutkittavien mahdollisuuksien kannalta oleellisimpia tekijöitä. Kun toimitaan pääasiallisesti sekä varastoinnin että asiakastilausten kanssa ovat kyseiset osa-alueet erityisen tärkeitä. Ne eivät ole kuitenkaan itsenäisiä, vaan vuorovaikutuksessa keskenään. Jokin toiminnanohjauksen osa-alue voi vaikuttaa toiseen osa-alueeseen ja päinvastoin. Tutkimuksessa käytettyjä osa-alueita voidaan perustella seuraavalla kirjallisuudesta löydettyllä materiaalilla.

Monet organisaatiot ovat huomanneet toiminnassaan laadun olevan loistava perusta operaatioiden kehittämiseksi (Heizer & Render 2011:). Krajewski ym. (2007), esittävät,

että toiminnanohjaus koostuu prosesseista seuraavalla tavalla. Prosessit ovat olennainen osa kaikkien yritysten toimintaa, sillä ne ovat työn perusyksikkö. Prosesseja löytyy laskutuksesta, rahoituksesta, henkilöstöstä, toiminnanohjausjärjestelmistä, markkinoinnista ja operaatioista. Jokaisella osa-alueella tulee varmistaa, että prosessit tuovat lisäarvoa niin paljon kuin mahdollista. On ymmärrettävää, että monet prosessit toimivat organisaation osastoiden rajapinnoissa riippumatta siitä, miten yritys on organisoitu. (Krajewski ym. 2007: 120–121.)

Kapasiteetilla tarkoitetaan ”suoritustehoa” tai sitä yksikkömäärää, jonka yritys pystyy varastoimaan, vastaanottamaan tai tuottamaan tietyssä ajassa. Kapasiteettiin liittyvät päätökset määrittävät pääoman määrää, sillä se on merkittävä osa yrityksen kiinteistä kustannuksista. Kapasiteetti myös määrittää, pystyykö yritys vastaamaan kysyntään vai ovatko laitokset toimeettomia tai tarpeettomia yritykselle. (Heizer & Render 2011: 314–315.) Ennustamisen tarkoitus on ennakoida tulevia tapahtumia ja valmistautua tulevaan mahdollisimman hyvin. Yrityksissä tehdään päivittäin päätöksiä tietämättä, mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan ainoastaan ennusteiden perusteella. Tapahtumia, kuten tavaroiden ja tuotteiden tilaaminen, henkilöstömäärän suunnittelu sekä välineistön hankkiminen, suoritetaan yrityksissä päivittäin ennusteiden perusteella, vaikka tulevaisuus on epävarmaa. (Heizer & Render 2011: 136.)

Layoutin toimivuus on yksi avaintekijöistä, jotka määrittävät pitkän aikatahtaimen tehokkuutta yrityksen operaatioissa. Layoutilla on useita strategisia seurauksia yrityksen toiminnassa, sillä se luo organisaatiolle kilpailuetua koskien kapasiteettia, prosesseja, joustavuutta, kustannuksia, työnteon laatua, asiakaskontakteja ja imagoa. (Heizer & Render 2011: 376.)

3.2.1 Prosessit

Palvelut ja tuotanto ovat kaksi suurta prosessityyppiä. Palveluprosessit ovat levinneet yritysmaailmaan. Tilastot suurimmista teollisuusmaista osoittavat, että palvelut kattavat yli 80 % työpaikoista yritysmaailmassa. Tuotantoprosessit ovat myös tärkeitä, sillä ilman niitä ei olisi tuotteita. Lisäksi tuotantoprosessit tarjoavat mahdollisuuden palveluprosesseille. (Krajewski ym. 2007: 24–28.)

Yritysten katsominen prosessinäkökulmasta helpottaa ymmärtämään, kuinka palveluita tai tuotteita tuotetaan, mutta se ei kerro mitään prosessien strategisista hyödyistä.

Puuttuva strateginen oivallus on, että prosessien pitää hyödyttää asiakkaita. Kumulatiivinen arvoketju syntyy toisiinsa liittyvistä prosesseista, jotka tuottavat palveluja tai tuotteita asiakastytyvyyden saavuttamiseksi. Arvoketju vahvistaa prosessien ja suorituskyvyn välistä linkkiä, joka pitää sisällään sekä yrityksen sisäiset että asiakkaiden ja toimittajien ulkoiset prosessit. Sisäisen tai ulkoisen prosessin tarve synnyttää arvoketjun. Tarpeet voivat olla työtilauksia tai tulevien tarpeiden ennusteita. Prosesseja voi olla eritasoisia. Ydinprosessit ovat toimintojen ketjuja, jotka tuottavat arvoa asiakkaille. Tukiprosessit tarjoavat ydinprosesseille elintärkeitä resursseja ne ovat välttämättömiä liiketoiminnan johtamiselle. (Krajewski ym. 2007: 24–28.)

Prosessit koostuvat yrityksen resurssien käyttämisestä lisäarvon saavuttamiseksi. Palvelua tai tuotetta ei voi olla ilman prosesseja, eikä prosesseja voi olla ilman vähintään yhtä palvelua tai tuotetta. Yksi toistuva kysymys prosessien hallinnassa on päättää, kuinka palvelua tarjotaan tai tuotteita valmistetaan. Monia valintoja joudutaan tekemään koskien henkilöstöä, välineistöä, ulkoistettuja palveluita, materiaaleja, työvuoroja ja toimintatapoja, joiden avulla lopulta muutetaan panostukset tulokseksi. Toinen valinta, joka pitää tehdä, koskee ulkoistamista. Mitkä prosessit halutaan toteuttaa yrityksessä itsessään ja mitkä kannattaisi ulkoistaa esimerkiksi ostamalla materiaaleja ja palveluja muualta. Päätös auttaa tilaus-toimitusketjun hahmottamisessa. (Krajewski ym. 2007: 120–121.)

Prosessiajattelun päämäärä on yrityksen tai organisaation toiminnan kokonaisvaltainen kehittäminen osaoptimoinnin sijaan. Logistisen prosessin kehittämisessä pitää tarkastella koko tilaus-toimitusketjua. Asiakkaan kokeman lopputuloksen perusteella voidaan arvioida prosessien tuloksellisuutta ja suorituskykyä. Logistisia prosesseja voidaan kehittää esimerkiksi parantamalla varastointiteknologiaa ja ottamalla käyttöön uutta teknologiaa, muiden kehittämistapojen lisäksi. Prosessien parantamisessa on tärkeää huomioida prosessin eri osapuolet. Prosessin parantamisen kannalta tärkeitä tekijöitä ovat asiakaspalautteet, toimintojen ja organisaatioiden väliset rajapintaongelmat ja sisäiset ristiriidat. Prosessikuvaukset usein auttavat toimitusketjun hallinnan hahmottamisessa ja hallinnassa. Kuvauksissa voidaan keskittyä työvaiheisiin, vastuisiin, kapasiteettiin ja henkilöstön osaamiseen. (Ritvanen ym. 2011: 50–51.)

Kun analysoidaan ja suunnitellaan prosesseja, tulee kysyä seuraavia kysymyksiä:

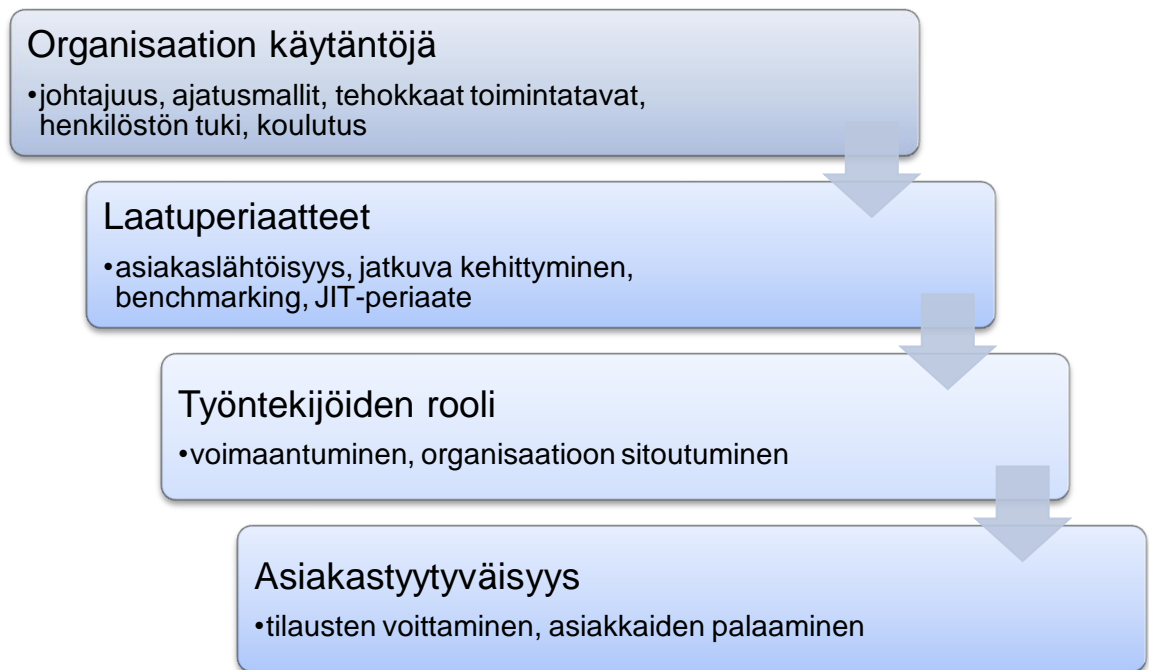
- onko prosessi suunniteltu saavuttamaan kilpailuetua differoitumisessa, reaktiokyvyssä vai matalissa kustannuksissa?

- poistaako prosessi toimintoja, jotka eivät tuota lisäarvoa?
- maksimoiko prosessi asiakasarvon asiakkaan näkökulmasta?
- voittaako prosessi tarjouskilpailuja?

Monien työkalujen avulla voidaan pyrkiä ymmärtämään prosessisuunnittelun monimutkaisuutta. Monien työkalujen avulla voidaan selkeyttää ja kuvata mitä prosesseissa tapahtuu. Näitä työkaluja ovat esimerkiksi kulkukaaviot, aikakaaviot, prosessikaaviot ja palvelupiirustukset. (Heizer & Render 2011: 291.)

3.2.2 Laatu

Laatu tai sen puute voi vaikuttaa koko organisaation toimintaan, sekä toimittajalta asiakkaalle että tuotekehityksestä ylläpitoon. Laadun johtaminen auttaa rakentamaan menestyviä differoimisen, matalien kustannuksien ja reaktiokyvyn strategioita. Laatu tavoittelevan organisaation rakentaminen voi kuitenkin olla haastavaa. Kuvasta 8 nähdään erilaisia toimintoja, jotka vaikuttavat laatujohtamisessa. Menestyksekkäs laatustrategia alkaa yrityskulttuurista, joka vaalii laatua ja ymmärtää laatuperiaatteita, johtaen työntekijöitään toimintoihin, jotka toteuttavat laatua. Kun edellä mainitut asiat toteutetaan parhaalla mahdollisella tavalla, yritys tavallisesti tyydyttää asiakkaitaan ja saavuttaa kilpailuedun. Lopullinen tavoite on asiakkaiden voittaminen. Koska laatu aiheuttaa monien muiden hyvien asioiden tapahtumisen, siitä on aina hyvä aloittaa. (Heizer & Render 2011: 222–223.)



Kuva 8. Välttämättömiä toimintoja laatujohtamisen saavuttamisessa (Heizer & Render 2011: 223).

Kuvassa 9 on esitetty, kuinka laadun parantaminen auttaa yrityksiä parantamaan myyntiään ja vähentämään kustannuksia. Molemmilla tavoilla voidaan lisätä kannattavuutta. Parannukset myyntivoitossa näkyvät usein, kun yritykset nopeuttavat vastausaikaa, nostavat tai vähentävät hinnoittelua ja parantavat mainettaan laadukkailla tuotteilla. Korkean laadun avulla kustannukset madaltuvat yrityksen lisätessä tuottavuuttaan ja alentaessa uudelleen tekemisen, hukan ja takuiden kustannuksia. (Heizer & Render 2011: 222–223.)



Kuva 9. Kaksi tapaa, miten laatu parantaa kannattavuutta (Heizer & Render 2011: 222).

Korkea laatu on organisaatiolle tärkeä strateginen kilpailutekijä. Laatu voidaan määritellä esimerkiksi kestävytenä, toimintavarmuutena ja luotettavuutena. Yrityksen kannattaa kiinnittää huomiota nykyisen laadun ylläpitämisen lisäksi toiminnan laadun jatkuvaan parantamiseen ja kehittämiseen. Laatuongelmia yrityksessä voi aiheuttaa puutteellinen tai väärään aikaan toimitettu toimitus, turha työ ja pahimmillaan maineen menetys. Menetetty maine on seurausta palvelun tai toiminnan huonosta laadusta. Ritvasen ym. (2011: 148–149) mukaan laatua edistäviä tekijöitä ovat yhteistyö toimitusketjun sidosryhmien, kuten tavarantoimittajien ja asiakkaiden, kanssa, sekä henkilöstön työnsä osaaminen ja teknologia. Vastaavasti laadun kehittämistä vaikeuttavia asioita ovat kiire, töiden heikko organisointi, ongelmat toimittajien kanssa, henkilöstön osaamattomuus ja kielteiset asenteet. (Ritvanen ym. 2011: 148–149.)

3.2.3 Kapasiteetti

Jos laitos on liian suuri, osat siitä ovat käyttämättömiä ja näin ollen lisäävät kustannuksia tuotantoon. Liian pienen laitoksen seurauksena taas on, että yritys menettää asiakkaita, kun se ei pysty vastaamaan kysyntään. Kapasiteetin suunnittelun toteutus voidaan esittää kolmessa eri aikajaksossa. Pitkän aikavälin suunnittelun (enemmän kuin yksi vuosi) tehtävä on pitkän läpimenoajan omaavien tehtaiden ja kaluston tai koneiden lisääminen. Keskipitkän aikavälin suunnittelun (3–18

kuukautta) tarkoitus on eri osa-alueiden yhteen kokoaminen ja sovittaminen laitokseen. Tämä vaihe tapahtuu lisäämällä tarpeellista välineistöä, suunnittelemalla työvuoroja ja alihankintamahdollisuuksia sekä luomalla tarpeellisia varastoja. Lyhyen aikavälin (alle kolme kuukautta) suunnittelu liittyy kapasiteetin käyttämiseen, jolloin keskitytään pääasiallisesti töiden aikataulutukseen ja jakamiseen sekä laitteiston käytön kohdentamiseen. Kapasiteetin muokkaaminen lyhyellä aikavälillä on haastavaa, sillä tavallisesti laitokset ovat rajoitettuja käyttämään jo olemassa olevaa kapasiteettia ja muutosten tekeminen on näin ollen vaikeampaa. (Heizer & Render 2011: 314–315.)

Esimiesten tulee jatkuvasti pyrkiä suhteuttamaan kapasiteettia kysyntään, jolloin päätöksiä koskien tiettyjen operaatioiden kokoa tai työskentelypaikkoja joudutaan tekemään suuremmissa kokonaisuuksissa. Jokaisella itsenäisellä työskentelypaikalla voidaan olettaa olevan oma kapasiteettinsa. Kapasiteetti analyysillä tarkoitetaan suoritustehon määrittämistä työasemilla, jonka lopputuloksena saadaan koko toiminnan kapasiteetti. Avainkäsitteitä kapasiteetin analysoinnissa ovat rajoitusten tai pullonkaulojen asemat toiminnassa. Pullonkaula on operaatio, joka rajoittaa toimintaa. Pullonkaulalla viitataan kirjaimellisesti pullon kaulaan, joka rajoittaa virtausta tai vaihtoehtoisesti suoritustehoa. Pullonkaulalla on matalin tehokkuus operaatioiden suorituskykyä vertailtaessa, jolloin se rajoittaa toiminnan tai tuotannon ulostuloa. Pullonkauloja ilmenee kaikkialla elämän osa-alueilla, esimerkiksi työpajoista, joissa yksi valmistuskone rajoittaa työnkulkua, voi syntyä valtatieliikenteeseen liikenneuhkia. (Heizer & Render 2011: 320.)

3.2.4 Ennustaminen

Hyvien arvioiden tekeminen on ennustamisen pääasiallinen tarkoitus. Hyvät ennustukset ovat erittäin tärkeä osa tehokasta ja toimivaa palvelua sekä valmistuksen ohjausta. Ennustaminen on tulevien tapahtumien taidetta ja tiedettä. Ennustaminen voi pitää sisällään aiempaa tietoa, jonka avulla luodaan matemaattinen malli, johon aiempaa tietoa verrataan. Ennustaminen voi olla subjektiivinen tai intuitiivinen arvio. Tai se voi olla kahden arvion yhdistelmä, esimerkiksi matemaattinen malli sovellettuna johtajan hyvällä arviointikyvyllä. Ennustamiseen on harvoin vain yhtä erinomaista menetelmää. Jokin menetelmä, joka toimii yhdessä organisaatiossa, voi olla katastrofi toisessa organisaatiossa, jopa saman yrityksen sisällä. Ennustuksilla on rajansa ja ne ovat harvoin, jos koskaan, täydellisiä. Niiden valmistelu ja seuraaminen on myös kallista ja hidasta. (Heizer & Render 2011: 134–141.)

Koko organisaation kattava ennustus leikkaa toiminnallisten alueiden läpi. Kokonaiskysynnän ennustaminen saa usein alkunsa markkinoinnista, mutta koko organisaation sisäiset asiakkaat tarvitsevat myös ennustuksia suunnitellakseen ja toteuttaakseen toimintaansa. Ennustukset ovat tärkeä tekijä koskien yrityksen toimintasuunnitelmaa, vuosittaisia suunnitelmia ja budjetin määrittämistä. Rahoitus tarvitsee ennustuksia suunnitellakseen rahavirtoja ja pääoman vaatimuksia. Henkilöresurssit tarvitsevat ennustuksia voidakseen ennakoida työvoiman ja koulutuksen tarvetta. Markkinointi on ensisijainen lähtökohta myynnin ennustamiselle, sillä se on ulkoisia asiakkaita lähimpänä toimiva organisaation osa-alue. Operaatiot tarvitsevat ennustuksia suunnitellakseen lähtötasoja, hankkiakseen palveluja ja materiaaleja, työvuorojen ja tuotannon aikataulutukseen, sekä pitkän aikavälin kapasiteetin määrittämiseen. (Krajewski ym. 2007: 522–523.)

3.2.5 Layout

Tehokas layoutratkaisu voi auttaa organisaatiota saavuttamaan strategian, joka tukee differoimista, matalia kustannuksia, tai reaktioherkkyttä. Layout suunnittelun päämääränä on luoda tehokas ja suorituskykyinen ratkaisu, joka saavuttaa yrityksen kilpailulliset vaatimukset. (Heizer & Render 2011: 373–383.)

Layout-suunnittelussa tulee aina harkita miten voidaan saavuttaa ja parantaa seuraavia asioita:

- tilan, kaluston ja henkilöstön korkeampi käyttöaste
- parempi materiaali-, tieto-, ja henkilöstövirtaus
- henkilöstön työmoraalin ja turvallisemman työympäristön parantaminen ja tavoittelemine
- asiakasyhteistyön toimivuus
- joustavuuden parantaminen (muutokset nykyisessä layoutissa).

Layoutratkaisuiden tulee olla dynaamisia ja muunneltavissa tarpeen mukaan. Pienemmät ja helposti liikuteltavat välineistöt ovat parempia kuin suuret ja raskaat välineistöt. Joustavuuden saavuttamiseksi tulee tavoitella henkilöstön mahdollisuutta kouluttautua erilaisiin työtehtäviin, asettaa työpisteet mahdollisimman lähekkäin

toisiaan ja käyttää mukautuvaa ja liikuteltavaa välineistöä. Joustavuus on tärkeää etenkin, jos organisaatiossa odotetaan tapahtuvan muutoksia lähiaikoina tuotteessa, prosessissa tai volyymissä. (Heizer & Render 2011: 373–383.)

3.3 Synteesiosa

Toiminnanohjauksen teorioita yhdistäen lastausprosessia voidaan pitää tukiprosessina, joka tarkoitus on auttaa ydinprosessia suorittamaan tavoitteensa arvon tuottamisesta asiakkaalle. Prosessit ovat eritasoisia, mutta jokaisen prosessin tulee pyrkiä tuottamaan lisäarvoa asiakkaille. Tukiprosessit voivat tuottaa lisäarvoa asiakkaille ydinprosessien kautta. Ydinprosessit taas koostuvat perustoiminnoista, joita pystytään auttamaan tukitoiminnoilla, kuten teknologialla.

Prosessin tarkoitusta määrittäessä tulisi pohtia teoriaosuudessa mainittuja kysymyksiä.

- onko prosessi suunniteltu saavuttamaan kilpailuetua differoimisessa, reaktiokyvyssä vai matalissa kustannuksissa?

Lastausprosessin vaikutus näkyy asiakkaalle reaktioherkkyydessä ja kyvyssä vastata kysynnän muutoksiin. Nopeat toimitukset riippumatta ajankohdasta voivat toimia kilpailuetuna.

- poistaako prosessi toimintoja, jotka eivät tuota lisäarvoa?

Jos lastausprosessista on poistettu turhat toiminnot, jotka muodostavat vain kustannuksia, voidaan sen todeta toimivan oikein.

- maksimoiko prosessi asiakashyödyn asiakkaan näkökulmasta?

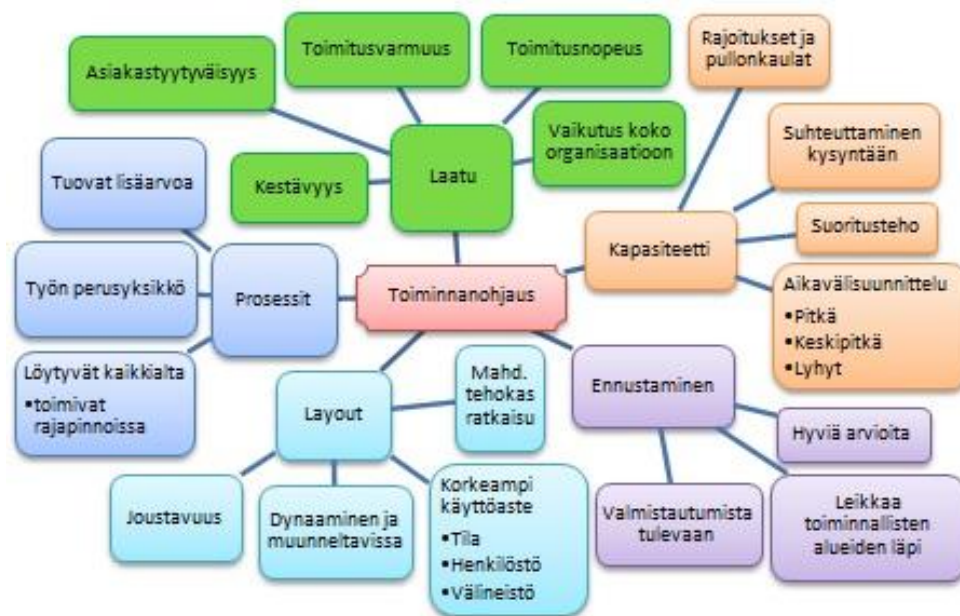
Jos lastausprosessin avulla pystytään parantamaan ydinprosessin tarkoitusta, tuottaa se asiakkaalle hyötyä esimerkiksi palvelun varmuuden, nopeampien toimitusten tai pienempien kustannusten muodossa. Nämä hyödyt näkyvät asiakkaalle välittömästi.

- voittaako prosessi tarjouskilpailuja?

Lastausprosessi voi tukea koko yrityksen toimintastrategiaa. Se voi osaltaan vaikuttaa tarjouskilpailuiden voittamiseen. Kun toiminta on varmaa, nopeaa ja tehokasta, voidaan

muita yrityksen prosesseja myös suorittaa paremmin. Tämä voi vaikuttaa koko yrityksen strategiaan ja tuoda yritykselle kilpailuetua.

Olennaisimmat toiminnanohjauksen kannalta lastaustapahtumaan vaikuttavat tekijät ovat laatu, prosessit, kapasiteetti, ennustaminen ja layout. Kuvassa 10 on eri väreillä eriteltä toiminnanohjauksen osa-alueet ja poimittu niihin teoriassa läpikäytyjä vaikutuksia ja ominaisuuksia. Vihreällä merkitty alue on laatu, oranssilla merkitty alue kapasiteetti, violetilla on havainnollistettu ennustamista, vaaleansinisellä värillä on kuvattu layoutia, ja tummansinisellä merkitty alue käsittää prosessit.



Kuva 10. Toiminnanohjauksen osa-alueet.

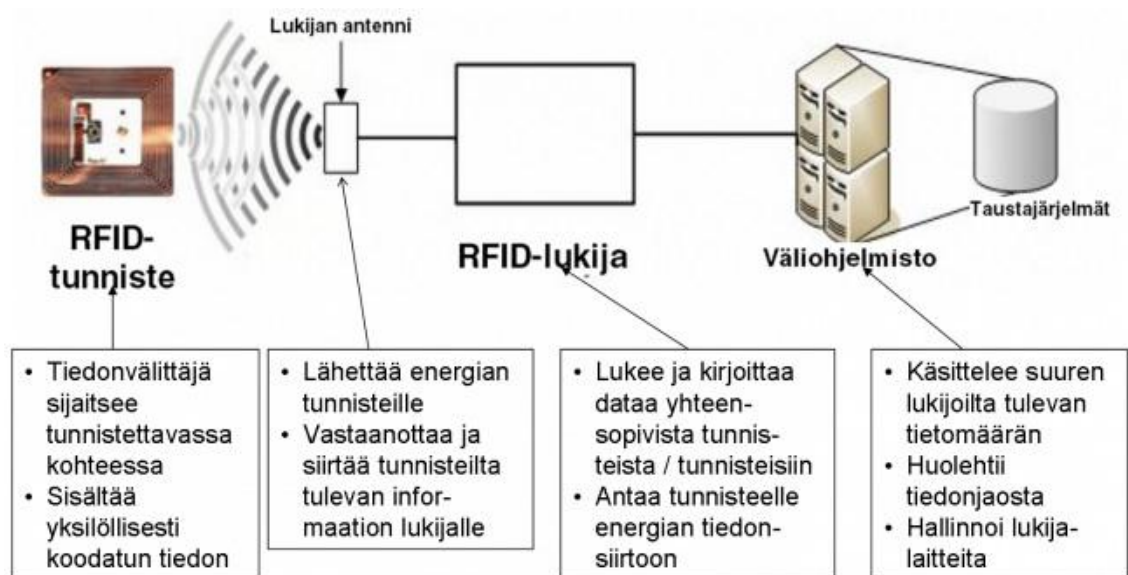
Laadun voidaan todeta vaikuttavan koko organisaation toimintaan. Erityisesti asiakastyytyväisyys, kestävyys, toimitusvarmuus ja -nopeus voivat toimia sen mittareina. Kapasiteetti on suoritusteho. Siihen vaikuttavia asioita ovat rajoitukset ja pullonkaulat, sekä suhteuttaminen kysyntään. Kapasiteettia tulee suunnitella eri aikaväleillä ja siinä tulee ottaa huomioon pitkän, keskipitkän ja lyhyen aikavälin ominaisuudet. Ennustaminen on hyviä arvioita, joiden avulla valmistaudutaan tulevaan. Ennustaminen koskee kaikkia toiminnallisia yrityksen osa-alueita. Yksi toiminnanohjauksen osa-alue on layout- suunnittelu, joka vaikuttaa tilan, henkilöstön ja välineistön käyttöasteeseen. Layoutin tulisi olla mahdollisimman tehokas ratkaisu, joka on joustava, dynaaminen ja muunneltavissa. Kaikissa yrityksissä on prosesseja ja niitä löytyy kaikkialta toiminnasta, myös organisaation sisäisistä rajapinnoista. Prosessit

ovat työn perusyksikkö ja niiden tarkoitus on tuottaa asiakkailleen lisäarvoa. Prosesseja löytyy kaikkialta ja ne vaikuttavat kaikkien yritysten toimintaan. Kun prosesseihin liitetään oikeanlaista teknologiaa ne vahvistuvat ja usein helpottuvat. RFID-teknologia on yksi mahdollisuus tukea lastausprosessin toimintaa.

4 RFID- teknologia

RFID (Radio Frequency Identification) tarkoittaa radiotaajuista tunnistamista. RFID-tunnisteet pitävät sisällään EPC-koodin (Electronic Product code), eli sähköisen tuotekoodin, joka tallennetaan sähköisesti RFID-tunnisteeseen. RFID-tunnisteita eli RFID-tageja on kahdenlaisia – passiivisia ja aktiivisia. Passiivisessa RFID-tunnisteessa ei ole omaa virtalähdettä, vaan luku tapahtuu heijastamalla RFID-lukijan lähettämä signaali takaisin. Aktiivisessa tunnistessa on oma virtalähteensä.

Kuvassa 11 on esitetty RFID- järjestelmän komponentit, jotka ovat RFID-tunniste, RFID-lukija ja sen antenni, väliohjelmisto ja taustajärjestelmät. Kuvassa on selitetty jokaisen komponentin tehtävät.



Kuva 11. RFID-järjestelmän komponentit (RFID-tekniikan perusteet 2013).

RFID-tunniste on tunnistettavaan kohteeseen kiinnitettävä tarra, kortti, lappu, nappi, implantti, tms., mikä sisältää antennin ja sirun, jossa tietoa säilytetään. Tunnisteissa on kiinteä sarjanumero ja standardista riippuva määrä vapaata kirjoitustilaa. Useimmiten tunnisteseen kirjoitetaan vain yksilöivä EPC-koodi ja varsinainen tieto haetaan

taustajärjestelmän tietokannasta. RFID-lukija on laite, jolla tunnisteen sisältöä voidaan lukea ja laitteesta riippuen myös kirjoittaa, ilman että kohteeseen on fyysinen kontakti tai edes näköyhteys. Lukuetäisyydet riippuvat taajuusalueesta ja standardista. (RFID-tekniikan perusteet 2013.)

Kuvassa 12 näkyy, että lukijalaitteet voivat olla joko kiinteitä tai liikutettavia. Kiinteät laitteet voivat olla esimerkiksi kulkureiteillä olevia portteja tai trukkiin kiinteästi asennettavia lukijoita. Liikutettavat laitteet ovat useimmiten kannettavia käsilukijoita. Välineistöä voi hyvinkin erilaista, riippuen siitä, mitä sillä halutaan toteuttaa ja saavuttaa. Oikeiden taajuuksien löytäminen, sensoreiden ja tunnisteen asentaminen, sekä niiden käyttökohteeseen soveltaminen on yksi teknologian haasteista. Tietotekniset haasteet ovat myös oleellisessa asemassa. Teknologia pitää usein integroida yrityksen tai organisaation käyttämään taustajärjestelmään.



Kuva 12. RFID- porttilukija- ja käsilukijalaite (Toivanen 2011).

RFID- teknologia ja EPC- verkosto tarjoavat lukuisia mahdollisuuksia parantaa varastointia ja asiakaspalvelua uuden informaation ja menetelmien avulla. Viimeisten 30 vuoden aikana tunnistamisteknologiat, kuten viivakoodit, ovat tehneet merkittävän vaikutuksen vähentämällä kustannuksia ja parantamalla suoritusnopeutta. Yhden tutkijan mukaan ”viivakoodien mukanaan tuoma tehokkuus on laajasti jo saavutettu, joten nyt teollisuudessa etsitään seuraavaa sukupolvea koskien automaattista tunnistamista ja tiedonkeruuta”. Tulevaisuuden edut varastojen tuottavuudessa tulevat inhimillisten elementtien poistamisesta tiedonkeruusta eli alueelta, jossa RFID voi vaikuttaa merkittävästi. (Schuster ym. 2007: 50.)

EPC-verkosto eli EPCglobal Network on sarjanumerointiin tehty järjestelmä, joka pystyy käsittelemään miljardeja eri esineitä. Numerointijärjestelmän avulla voidaan luoda standardoitu linkki tuotteiden ja tietojärjestelmien välille. Verkoston avulla yhteistyökumppanit voivat kerätä yksittäisistä tuotteista tietoa toimitusketjun eri vaiheissa ja siirtää tietoa eri organisaatioiden välillä. Alun perin sen tavoite on muuttunut maitokuljetusten tunnistamisesta kaikkien ”esineiden tunnistuksen Internetiksi”. EPC-verkoston osia ovat EPCIS ja ONS. EPCIS (EPC Information Services) hallinnoi ja siirtää tietoa yritysten välillä. Sen tarkoitus on saada tuotetiedoille läpinäkyvyyttä kaikkien järjestelmää käyttävien osapuolien käyttöön. ONS (Object Naming Service) on nimipalvelin, joka yhdistää EPC-koodit Internetin URL:ään, josta voidaan nähdä tuotteiden tai objektien tarkemmat tiedot. (Schuster ym. 2007: 4–6.)

Arviot RFID-pohjaisen EPC-koodin leviämisestä Suomessa vaihtelevat, mutta jotain osviittaa asiasta antavat marraskuussa 2006 järjestetyssä ECR Finlandin seminaarissa tehdyt kyselyt. Niiden mukaan lähes puolet (49,9 %) ECR-konferenssin osallistujista uskoi, että RFID-tekniikkaan pohjautuva tuotekoodi otetaan Suomessa käyttöön vuonna 2010 ja kolmannes osallistujista (29,2 %) uskoi RFID- pohjaisen EPC- koodin olevan käytössä 2015. Tilaisuudessa oli mukana lähes 350 päivittäistavarakaupan ja teollisuuden päättäjää ja asiantuntijaa, joten tulokset kertovat hyvin, missä RFID- ja EPC- asioissa tällä hetkellä mennään. Vaikka arviot vuosista 2010–2015 RFID- ja EPC-tekniologioiden läpimurtovuosina voi tuntua kaukaiselta, EAN- ja viivakoodimaailman kokemukset osoittavat, että tällaisten suurten yhteisten hankkeiden kimpussa aikaa kuluu helposti paljonkin, joten liikkeelle on syytä lähteä ajoissa. Tämän päivän liiketoimintaympäristössä päätösten tekeminen ilman tarkkoja ROI- ym. laskelmia on vaikeaa, mutta joskus yritysjohtajien on vain uskottava asiaan ja lähdeittävä liikkeelle. (Vesa 2007: 3.)

4.1 Vertailu viivakodeihin

Taulukosta 1 nähdään mitä ominaisuuksia RFID- tunnistepaaleilla on verrattuna viivakodeihin. Taulukossa käytetään apuna erilaisia kriteerejä, joita yritys voisi tunnistukselta tarvita. Monissa prosesseissa on tarpeellista käyttää viivakodeja edistyneempää teknologiaa, joten on hyvä tietää tunnistepaalien ominaisuuksista.

Taulukko 1. RFID- verrattuna viivakodeihin (Mukailtu: Sweeney 2005: 33).

	Viivakoodit	Passiivinen RFID	Aktiivinen RFID
Tiedon muokkaaminen	Ei muokattavissa	Muokattavissa	Muokattavissa
Tietoturva	Matala	Vaihtelee matalasta korkeaan	Korkea
Tiedon määrä	Normaalit 8-30 merkkiä; 2D- viivakoodit 7200	Korkeintaan 64KB	Korkeintaan 8MB
Kustannukset	Matala	Keskikokoinen	Todella korkea
Standardit	Vankka ja todella yleinen	Yleistyvä	Patentoitu, yleistyvä
Elinikä	Matala, ellei kaiverrettu metalliin	Epämääräinen	Yksi akku n. 3-5 vuotta
Luketaisyys	Näköyhteys (max muutama metri)	Ei kontaktia tai näköyhteyttä (n. 15 metriä)	Ei kontaktia tai näköyhteyttä (jopa 100)
Mahdolliset häiriöt	Näkyvät esteet, esim. lika tai välissä oleva esine	Radiosignaaleja häiritsevät tilat	Signaali on vahva

Viivakoodien ja RFID-tunnistepaalien ominaisuuksissa on monia eroja. RFID-tunnistepaalien tietoja voidaan muokata, mutta viivakodeissa kerran tulostettua ei pysty enää muuttamaan. Tietoturva on viivakodeissa matala, sillä niitä pystyy lukemaan lähes kaikilla lukijoilla, jopa kännyköillä, nykypäivänä. RFID-tunnistepaaleita taas ei voi lukea kuin siihen säädetyllä laitteistolla, ja tietoja voidaan suojata. RFID-tunnistepaaleisiin voidaan

tallentaa huomattavasti enemmän tietoa kuin viivakoodeihin. Kustannusten kannalta RFID- tunnistet ovat huomattavasti kalliimpia kuin viivakoodit tällä hetkellä, mutta hinnat ovat kuitenkin laskeneet ajan myötä. Viivakoodit ovat todella yleisiä, mutta RFID-tunnisteiden asema on vasta yleistymässä. Viivakoodit ovat eliniältään lyhyitä, kun taas RFID-tunnisteiden elinikä vaihtelee. Aktiivisen RFID-tunnisteen akun kesto voi olla jopa 3–5 vuotta. Viivakoodit voidaan lukea maksimissaan noin kahden metrin päästä, kun taas passiiviset RFID-tunnistet toimivat noin 15 metrin etäisyydeltä ja aktiiviset RFID-tunnistet jopa 100 metrin etäisyydeltä. Viivakoodien mahdolliset lukuhäiriöt aiheutuvat näkyvistä esteistä, kuten liasta tai välissä olevasta esineestä, kun taas RFID-tunnisteiden käyttöä estää vain tilat, jotka häiritsevät radiosignaalien käyttöä.

4.2 Yritysesimerkkejä

Tässä osiossa on tutkittu yritysesimerkkejä, joissa on hyödynnetty RFID-teknologiaa käytännössä lähes samankaltaiseen tilanteeseen, kuin kohdeyrityksessä pyritään vaikuttamaan. Yritysesimerkit on etsitty kirjallisuudesta ja internetistä. Tapauksissa on kuvailtu mihin osa-alueisiin yritysten toiminnassa teknologia on vaikuttanut. Näillä perusteilla on johdettu vaikutuksia toiminnanohjauksen osa-alueisiin.

4.2.1 Yritys A

Jos oletetaan, että RFID-teknologian avulla merkittävät lavat ovat taloudellisesti kannattavia, niin on monia varastotehtäviä, jotka voidaan automatisoida. Näillä tehtävillä voidaan saavuttaa esimerkiksi varastonkierron nopeutuminen ja parempi asiakaspalvelu. On tavallista, että ihmiset suorittavat varastotehtäviä, kuten pakkausta ja keräystä, pelkkien fyysisen laskennan ja manuaalisen tiedon syötön perusteella. Ihmisten suorittaessa näitä tehtäviä syntyy kitkaa eri siirtymäkohtiin. RFID-teknologian avulla kitkaa pystytään poistamaan, jolloin yritysten on mahdollista suorittaa parempaa asiakaspalvelua tarkempien toimitusten avulla. Huippuunsa hiotun palvelun avulla yritykset voivat saavuttaa asiakasuskollisuutta ja ajan myötä kasvattaa tuottoa, sekä markkinaosuuttaan. RFID-teknologialla on suuri potentiaali toimitusketjun kitkakohtien vähentämisessä. (Schuster ym. 2007: 52–53.)

Yritys A on tunnettu tekijä kulutustavarasektorilla Yhdysvalloissa. Yritys A:lla on käytössään kokeellinen RFID-portti, joka tunnistaa läpikulkevien tavaroiden tyypin ja määrän niiden siirtyessä kuljetukseen. Järjestelmä vertaa tunnistamaansa rahtikirjaa ostotilaukseen. Jos tiedot eivät täsmää, järjestelmä ilmoittaa automaattisesti yrityksen henkilökunnalle poikkeavuudesta. Tällöin RFID poistaa prosessista manuaalisen laskemisen ja lastauksessa tapahtuvat virheet. Kun automaattinen tunnistus ei perustu näköhavainnolle, voidaan henkilökuntaa, joka järjestää ja tunnistaa viivakoodien avulla tuotteita, siirtää muihin tehtäviin. Vähentämällä tarkistuskertoja varastoinnista tai lastauksesta, voidaan parantaa toimitusketjun nopeutta. Yrityksen A kohdalla kyseessä oli yli 11000 tuntia vuodessa, jotka kuluivat viivakoodien lukuun ja tuotteiden tarkistukseen. (Schuster, Allen ja Brock 2007: 54–56.)

Yrityksen A kohdalla tuotteiden tarkistaminen tapahtui moneen kertaan ennen kuin tuotteet päätyivät kauppojen hyllyihin. Tuotteet toimitettiin usein jakelukeskuksiin, jossa ne tarvitsi yhdistää toisiin tuotteisiin ja uusiin kuljetuksiin. Joka kerta kun tuotteita siirretään jakelukeskuksiin tai kuljetuksesta toiseen, syntyy riski, että jokin väärä tuote lastataan kuljetukseen tai toimitus menee väärään kuljetukseen. Tämä johtaa hävikkiin varastossa, huonoon asiakaspalveluun ja myöhästyneisiin tai virheellisiin toimituksiin. Asentamalla RFID-järjestelmät yrityksessä pystyttiin nopeasti laskemaan tuotteet ennen niiden siirtymistä kuljetukseen, ja näin poistaa manuaalisen laskennan tarve. Tuotteiden siirtyessä kuljetukseen, lukijat voivat automaattisesti tunnistaa ja kirjata siirrettyjen tuotteiden määrän. Tilauksista voidaan saman tien tarkastaa, että niissä on oikeat tuotteet ja määrät. Mikäli toimitusvirheitä tapahtuu, niin RFID:n avulla voidaan tunnistaa toimitusketjun aikaisemmassa vaiheessa tuotteet, jolloin ne ovat yritykselle vielä halvempi korjata. RFID selkeyttää lastausprosessia ja rahtikirjojen dokumentointia sekä vähentää niiden mahdollisuutta kadota tai unohtua. Valmistajat voivat näin laskuttaa oikeammin ja sovittaa toimitusketjun välisiä ristiriitoja. Automatisoimalla nämä tehtävät yritykset voivat vähentää toimitusketjun välistä kitkaa. Materiaalivirta on sujuvampaa, mikä vähentää tilauskiertoihin kuluva aikaa, nopeuttaa varastokiertoa ja parantaa asiakaspalvelua. (Schuster ym. 2007: 54–56.)

4.2.2 Yritys B

Yritys B on yhdysvaltalainen maailmanlaajuisesti levinnyt yritys, joka valmistaa päivittäistavarakaupan tuotteita. Yrityksen yhden espanjalaisen tuotantolaitoksen ongelmana oli, että emoyritys päätti nostaa laitoksen suoritustehoa. Uusi suunnitelma

vaatisi, että työntekijöiden tulisi lastata 33 lavaa jakeluautoihin 20 minuutissa. Yritys investoi jonkin verran välineistöön, mutta oli selvää, että lastausmenettelyä tulisi uusia. Muuten lastauksesta syntyisi toiminnalle pullonkaula. Tilanne oli jo valmiiksi se, että lastauksen yhteydessä lavoja siirrettiin lastauslaiturille odottamaan lastausta. Tämä tarkoitti sitä, että jotkin lavat jouduttiin joko siirtämään kahdesti tai tuotanto jouduttiin keskeyttämään lastauslaiturin tyhjentämisen ajaksi. Ongelman välttämiseksi päätettiin, että lavat lastataan suoraan jakeluautoihin. Toimitukset menivät kuitenkin suoraan asiakkaille, joten tarvittiin jokin tapa varmistaa, että oikea lava meni aina oikeaan jakeluautoon. Systeemin tulisi myös olla nopea, sillä ei olisi aikaa siihen, että henkilöstö tarkistaisi tilaukset yhä uudelleen. Projekti-insinööri halusi ratkaista ongelman ja nopeuttaa lastausta RFID- teknologian avulla. Hän ja hänen taustatiiminsä keksivät idean, jolla pystyttiin tunnistamaan lavat 100 % varmuudella ja siirtymään suoraan lastaukseen. Lisäksi trukkien kuljettajien määrää pystyttiin vähentämään. (RFID Speeds P&G Plant Throughput 2003.)

Ensin toimintaa kokeiltiin viivakoodien avulla, mutta se oli liian hidasta. Testien avulla voitiin todeta, että viivakoodien skannaus vaatii 40 % enemmän aikaa kuin olla tekemättä mitään. Sitten syntyi ajatus RFID-tunnisteista, joita yrityksessä oli käytetty jo aiemmin muussa yhteydessä. Aluksi ajatus oli, että jokaiseen lavaan käytetään tunnisteita erikseen, mutta se olisi liian kallista. Jopa 1 \$ per lava toisi liikaa kustannuksia. Projekti-insinööri keksi, että hän voisi asettaa tunnisteet trukkeihin. Tämän jälkeen, jos voitaisiin yhdistää lavan ja trukin, niin trukki voitaisiin tunnistaa RFID-lukijalla lastauslaiturilla. RFID-lukijat ovat kuitenkin kalliita ja lastauslaitureita ja keräilyalueita paljon, joten olisi halvempaa laittaa lukijat trukkeihin ja tunnisteet jokaiseen tärkeään paikkaan varastossa. Konsepti oli nyt selkeä, mutta toimisiko se? (RFID Speeds P&G Plant Throughput 2003.)

Kehitystiimi hankki yhden lukijan ja asetti sen trukin alle testatakseen, voisiko se lukea lattian asennettuja tunnisteita. Testi onnistui, ja trukissa olevalla lukijalla pystyi lukemaan tunnisteita virheettömästi oikealta etäisyydeltä ja systeemiä ruvettiin kokeilemaan käytännössä. Järjestelmä saatiin mukautettua SAP-toiminnanohjausjärjestelmään, josta löytyy jokaisen lavan paikkatiedot ja niiden toimituskohde. Kaikille laitoksen lavoille on annettu viivakoodit. Kuljettimien skannereiden avulla jokaisen lavan paikkatiedot ovat tiedossa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä. Esimerkiksi lava X on valmiina haettavaksi paikalta A, kun trukki numero 4 saapuu paikalle A, trukin RFID-antenni lukee tunnisteiden ja lähettää

paikkatietonsa päätietokoneelle. Näin lava X on yhdistetty trukkiin numero 4. Trukissa oleva lähitunnistesensori ilmoittaa paikasta A, että lava on lähtenyt liikkeelle. Sitten trukki ylittää lastauslaiturin lattiassa olevan tunnisteen, toiminnanohjausjärjestelmä tarkistaa, että lavan on tarkoitus mennä juuri oikeaan toimitukseen. Tieto tallentuu, mikäli laiturin on oikea, mutta jos laiturin on väärä, trukissa oleva tietokone varoittaa työntekijää ja ilmoittaa, mihin lavan pitäisi mennä. Työntekijä voi myös kommunikoida tarpeen vaatiessa järjestelmän kanssa, esimerkiksi jos lava on rikki. (RFID Speeds P&G Plant Throughput 2003.)

Järjestelmä oli normaalia kalliimpi kaikkine yksityiskohtineen kuin normaalit Yritys B:n ratkaisut, mutta kuitenkin alle 100 000 dollaria [vuonna 2001–2002]. On vaikea laskea tarkkaa sijoitetun pääoman tuottoa, sillä uutta systeemiä ei voi verrata vanhaan suoritustehon muuttuessa. Systeemillä kuitenkin saavutettiin noin 40 % nopeampi lavojen lastaaminen, kun verrataan RFID:n käyttöä ja viivakoodien skannausta keskenään. (RFID Speeds P&G Plant Throughput 2003.)

4.2.3 Toteutusten analysointi – Vaikutukset ja seuraukset toiminnanohjaukseen

Yritysesimerkkien perusteella on pohdittu, miten teknologia vaikuttaisi aiemmin teoriaosuudessa läpikäytyihin toiminnanohjauksen osa-alueisiin. Taulukossa 2 on sovellettu SWOT-analyysitaulukko, jossa tutkittavissa yrityksissä automaattisen tunnistuksen tuomia toiminnanohjauksellisten tekijöiden vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia on tuotu esiin. Taulukossa on pyritty määrittämään RFID-teknologian toiminnanohjauksellisia seurauksia. SWOT-analyysitaulukkoa on käytetty vaikutuksia määrittäessä, sillä se auttaa pysymään tutkimuksessa kriittisenä, eikä ainoastaan tähdennä positiivisia vaikutuksia. Tapaukset tulee pyrkiä näkemään toiminnanohjauksellisesta näkökulmasta eikä ainoastaan käytännössä tapahtuvien toimintojen kannalta.

Taulukko 2. Sovellettu SWOT-analyysitaulukko.

	Laatu	Prosessi	Kapasiteetti	Ennustaminen	Layout
Vahvuudet	Toimitusvarmuus	Helpottaa lastausta	Tasainen ja korkea suoritus-teho	Nopeampi aikaväli-suunnittelu	Materiaalivirtauksen nopeutuminen
	Toimitusnopeus	Toimiva järjestelmä helppo-käyttöinen Työn tuottavuuden parantuminen	Pullonkaulan välttäminen	Toimitusketjun läpinäkyvyys	Tilan vapautuminen
	Toistettavuus	Henkilöstön vapautuminen	Läpimenoajan pienentäminen		Joustavuus
	Luotettavuus				
	Nykyaikainen teknologia				
Heikkoudet	Käyttöönottovie aikansa	Käyttökoulutus Muutos-prosessi Tietojärjestelmien muutos	Toteutusriippuvainen		Sovittaminen toimintaan Layoutin haasteet
Mahdollisuudet	Asiakastyytyväisyys paranee	Henkilöstön osa-alueiden yhteistyö	Matalammat varastotasot	Pitkän aikavälin suunnittelu	Tilankäyttö selkeytyy
	Vähemmän reklamaatioita	Selkeyttää	Toiminnan kasvu	Arvioiden tekeminen helpottuu	
	Kustannussäästöt	Työmoraalin paraneminen		Toiminnan kasvu	
	Maine paranee	Nopeuttaa			
Uhat	Käyttöönoton aikainen laatu Laitteet eivät toimi kunnolla tai halutulla	Liian monimutkainen	Ei mitoiteta oikein Ei ole tarvetta tai tarpeeksi hyötyä Ei vaikuta merkittävästi	Hyödyn kartoittaminen	Sekavampi Ei sovi tilankäyttöön Layout ei ole oikeanlainen

Laatu

Tutkituissa yrityksissä saavutettiin parempi toimitusvarmuus ja -nopeus. Ritvasen ym.(2011: 148–149.) mukaan laatua voidaan mitata seuraavien mittareiden ja tunnuslukujen kautta.

- toimitusaika, -täsmällisyys ja -varmuus: sovittu/toteutunut
- reklamaatiot: saadut/lähetetyt, syyt, reklamaatiot/toimittaja/asiakas
- prosessitehokkuus: osto, varastointi, tuotanto, kuljetus ja jakelu
- ennakointitarkkuus: saatavuus/asiakkaan tarve.

Palvelun laatua voidaan siis tarkastella asiakkaan kautta. Toisille asiakkaille laatu voi merkitä tuotteen saatavuutta, kun taas toisille asiakkaille hyvää asiakaspalvelua. Jos asiakkaat ovat tyytyväisiä, se vaikuttaa positiivisesti toiminnan tulokseen ja kasvuun. Nopeamman materiaalivirtauksen ja automaattisen varmistuksen myötä toimitusvarmuus ja toimitusnopeus paranevat. Näin ollen Ritvasen ym. (2011) asettamat kriteerit voidaan toteuttaa paremmin. Kun tuotteiden tunnistus tapahtuu teknologian avulla, ei tuotteita tarvitse tarkistaa moneen kertaan ja vältytään inhimillisiltä virheiltiltä. Toimitusvarmuuden avulla reklamaatiot vähenevät. Prosessitehokkuus yrityksessä paranee kun lavojen paikkatietoja voidaan seurata automaattisesti. Tällöin voidaan myös säästää henkilöstökustannuksissa, kun vältytään turhalta ja päällekkäiseltä työltä. Ennakointitarkkuuden voidaan myös paremman kapasiteetin hallinnan myötä olettaa paranevan.

Luotettavuus paranee uuden teknologian myötä, kunhan järjestelmä saadaan toimimaan. Heikkoudeksi voidaan todeta, että uuden järjestelmän käyttöönotto vie aikansa ja laadun heikkenemistä voi päästä tapahtumaan. Mahdollisuuksia on parantuvan laadun myötä monia, kuten asiakastyytyväisyyden parantuminen ja vähempien reklamaatioiden määrä toimitusvarmuuden myötä. Tällöin myös yrityksen maine toimittajana paranisi. Toimitusvaikeuksista, kuten myöhästymisistä ja vääristä toimituksista, aiheutuvista kustannuksista voitaisiin päästä suurimmaksi osaksi eroon. Uhkana voidaan pitää sitä, ettei järjestelmää saada aluksi kunnolla toimimaan ja käyttöönotto vie aikaa, jolloin se voi aiheuttaa laadun heikkenemistä ja asiakastyytyväisyys voi kärsiä.

Kapasiteetti

Kapasiteetin hallintaan automaattinen tunnistusjärjestelmä on mainio lisä. Tasainen ja korkeampi suoritusteho voidaan saavuttaa, kun järjestelmää opitaan käyttämään, jolloin pullonkauloja ei todennäköisesti pääsisi syntymään. Keskimääräisesti tilausten läpimenoajat pienenisivät sujuvuuden myötä. On mahdollista, että kapasiteettia ja koko toimintaa voitaisiin kasvattaa materiaalivirran paremman hallitsemisen myötä. Kapasiteetin kannalta uhkina voidaan pitää sitä, että suuremman kapasiteetin hallitsemiseen ei varsinaisesti ole tarvetta. Järjestelmä voi olla turha, jos nykykapasiteettia voidaan jo hallita tarpeeksi hyvin esimerkiksi kausivaihteluiden aikana, eikä toimintaan vaikuttavaa kasvua ole odotettavissa.

Ennustettavuus

Sekä pitkän että lyhyen aikavälin ennustettavuus helpottuu, kun pystytään lastaamaan nopeammin ja tehokkaammin. Kuten aiemmin mainittiin, ennakoititarkkuuden voidaan olettaa paranevan. Yritysten toiminnassa on voitu teknologian avulla vaikuttaa ainakin toimitusketjun läpinäkyvyyteen. Läpinäkyvyyden avulla voidaan parantaa yrityksen kykyä vastata kysyntään sekä ottaa huomioon keskeneräiset varastosiirot ja tilaukset ennusteissa. Koko tilausten läpimenoajan kannalta vaikutusta olisi helpompaa miettiä, kun taas sen yhden prosessin kartoittaminen on monimutkaisempaa.

Ennustettavuus pohjautuu useimmin aiempaan pitkältä aikaväliltä kerättyyn tietoon. Ongelmana voi olla, ettei toiminnalle ole historiallista dataa, ennen kuin sitä on saatu kerättyä. Toimivan järjestelmän vahvuuksina suhteessa ennustettavuuteen voidaan pitää sitä, että yritys pystyisi varmasti nopeampaan aikavälisuunnitteluun parantuneen laadun ja toistettavuuden myötä. Onnistunut ennustaminen on muiden toiminnanohjauksen osa-alueiden parantumisen seurausta. Pitkän aikavälin ennustettavuuden paranemista ja arvioiden tekemisen helpottumista voidaan pitää mahdollisuuksina. Paremman aikavälisuunnittelun kautta toiminnan kasvattaminen ja uusien asiakkaiden ottaminen voi mahdollistua. Uuden teknologian hyödyn määrittäminen suhteessa ennustettavuuteen voi olla hankalaa, sillä pitkän aikavälin suunnitteluun vaikuttavien tekijöiden kartoittaminen on aina haastavaa.

Layout

Lastaustoiminnan perustana tulee olla riittävät tilat, joissa on mahdollista eritellä ja ryhmitellä lähtevät kuormat. Tilojen koon tarve riippuu siitä, miten varaston tuotantoa ja kuljetuksia ohjataan ja mikä on kapasiteetti kuljetuksiin menevien lavojen osalta. Jos varaston lähdöt sijoittuvat aikavälille klo 15.00–18.00, niin lähettämön tulisi pystyä organisoimaan koko päivän tilaukset lyhyelle aikavälille, jolloin tilojen tarve on suurempi. Kun taas lähdöt on jaettu tasaisesti esimerkiksi aikavälille klo 11.00–18.00, niin lähettämön tiloja voidaan käyttää useaan kertaan päivässä, ja tilojen tarve pienenee. Viimeksi mainittu mahdollisuus riippuu siitä, saadaanko kuljetukset järjestettyä tiettyihin aikoihin, ja asiakkaiden tarpeista. Mikäli asiakkaat ovat sitoutuneet osana tavarantoimittajan toimitusketjuun, toimittaja voi suostutella asiakkaitaan sopeutumaan tiettyyn aikaan lähteviin toimituksiin. Tämä vaatii yhteisymmärrystä ja toimivaa asiakas-toimittaja suhdetta osapuolten välillä. (Karhunen ym. 2004: 382–383.)

Lopullinen layout ja tilasuunnittelu tulisi perustua kokonaisuuteen, joka muodostuu varaston tuotteista, käytössä olevasta varastotekniikasta, tavaravirtauksen periaatteesta (läpivirtausvarasto) sekä tilan ominaisuuksista. Nämä tekijät vaikuttavat varastoprosessin suunnitteluun ja varaston sisäisen layoutin muodostamiseen. Liian pieniksi suunnitellut käsittely- ja säilytystilat aiheuttavat turhaa tavaran siirtelyä ja lisäävät virheriskiä. Toimitusajat puolestaan vaikuttavat tarvittaviin puskuri- ja odotustiloihin. Tilasuunnittelua tehdessä tulee myös huomioida laitteiston merkitys. Siirto- ja nostolaitteiden tulee mahtua liikkumaan käytävillä. Laitteisto pitäisi myös valita käsiteltävän tavaran mukaan ja hyllystöratkaisuiden avulla voidaan parantaa tiettyjen prosessien toimintaa. Näihin vaikuttavat oleellisesti käytössä olevat varastotilat sekä tavaravirran määrä ja suunta. (Ritvanen ym. 2011: 83–85.)

Uusi teknologia asettaa haasteita layoutin kokonaissuunnitteluun, mutta tuo usein joustavuutta lopulliseen layoutratkaisuun. Toisaalta se myös vaatii tilalta enemmän. Usein layoutin haasteiden ratkaiseminen on helpompaa, jos tilat on suunniteltu tiettyä teknologiaa varten. Mikäli materiaalivirtausta pystytään nopeuttamaan, tilaa vapautuu käyttöön ja tilauksia pystytään rytmittämään paremmin. Mahdollisuutena voidaan pitää tilankäytön selkeytymistä ja sen seurauksia, jotka voivat vaikuttaa muihin toiminnanohjauksellisiin tekijöihin kuten kapasiteettiin ja prosessin toimivuuteen. Uhkana voisi pitää sitä, että ainakin alkuun tilankäyttö voi olla sekavaa, kun ei ole löydetty parhaita toimintatapoja.

4.2.4 Yhteenveto

Esimerkkiyrityksissä on hyödynnetty RFID-teknologiaa toiminnassa ja saavutettu sen avulla hyviä tuloksia. Yritykset A ja B pystyivät molemmat tehostamaan lastaustoimintaansa RFID-teknologian avulla. Vaikka yrityksillä oli eri tavoitteet, olivat saavutetut tulokset lopulta hyvin samankaltaisia. Molemmat yritykset pystyivät vähentämään viivakoodien tarkastuksiin kuluvaan aikaan, sekä nopeuttamaan lastaukseen käytettyä aikaa.

Yritys A halusi vähentää toimitusketjun kitkaa, kun tuotteita piti siirrellä paikasta toiseen. Tämä vaatii manuaalista tarkastusta, johon käytettiin paljon työntekijöiden aikaa. Ongelmat pystyttiin ratkaisemaan sijoittamalla RFID-teknologiaa yleisesti koko toimitusketjuun, jolloin tiedettiin reaaliaikaisesti lavojen ja tuotteiden liikkeet toimitusketjussa. Teknologian avulla saatiin poistettua tuotteiden tarkastuskertoja, jolloin ne siirtyivät nopeammin kauppojen hyllyihin, mikä vähensi toimitusketjun kitkaa.

Yritys B taas keskittyi enemmän yhden tietyn prosessin ongelmiin mahdollisimman kustannustehokkaasti ja sen toteutuksen tekemiseen RFID-teknologian avulla. Haasteena oli projektin käytännön toteutuminen. Tavoite, joka oli lastauksen nopeuttaminen, saavutettiin kokeilemalla eri mahdollisuuksia. Lopulta yrityksen tarvitsi yhdistää välineistöä ja tärkeitä paikkoja RFID-teknologian avulla toisiinsa.

Teknologiaa voidaan siis käyttää sekä yksittäisten prosessien kehittämisessä, että kokonaisvaltaisessa toimitusketjun hallinnassa. Yksittäisten prosessien tehostamisen avulla voidaan tehostaa koko toimitusketjua. Monissa yrityksissä teknologiaa on käytetty koko toimitusketjun hallintaan, jolloin teknologian yleisyyden myötä sen arvo nousee. Mikäli ainoastaan yksi toimitusketjun osa käyttää teknologiaa, sen arvo heikkenee. Teknologian avulla voidaan kuitenkin tehostaa jotain tiettyä toiminnan osaa, kuten lastausprosessia. Jokainen yritys ja sen operatiot ovat kuitenkin jokseenkin erilaisia. Jokin mikä toimii yhdessä yrityksessä, ei välttämättä toimi toisessa.

5 CASE: LTP Logistics Oy

Tietyistä prosesseista päättäminen vaatii päätöksien tekemistä käytettävästä välineistöstä ja teknologiasta. Päätökset voivat olla monimutkaisia, sillä vaihtoehtoisia toteutustapoja on lähes jokaisen prosessin ja toimialan yhteydessä. Parhaan välineistön valinta vaatii tietyn toimialan ja käytettävissä olevan teknologian tuntemista. Välineistön valinta vaatii kustannuksien, laadun, kapasiteetin ja joustavuuden huomioimista. Päätöstä tehtäessä operaatiosta vastaavan henkilöstön täytyy luoda dokumentaatio, joka osoittaa jokaisen vaihtoehdon kapasiteetin, koon ja toleranssin sekä ylläpidon vaatimukset. Lopulta mikä tahansa em. ominaisuuksista voi olla ratkaiseva tekijä päätöstä tehtäessä. Välineistön valinta tiettyihin prosesseihin voi myös tuoda kilpailuetua yritykselle. Monet yritykset esimerkiksi kehittävät ainutlaatuisia koneita ja tekniikoita prosesseihinsa, joilla kilpailuetua saavutetaan. Tämä etu voi johtaa parempaan joustavuuteen koskien asiakkaiden vaatimuksia, matalampia kustannuksia, tai korkeampaa laatua. Innovaatiot ja välineistön muokkaaminen myös mahdollistavat tasaisemmat prosessit, jotka vaativat vähemmän muokkaamista, ylläpitoa ja käyttökoulutusta. Joka tapauksessa, välineistön ja teknologian avulla voidaan saavuttaa kilpailuetua ja voittaa tarjouskilpailuja. (Heizer & Render 2011: 297–298.)

Kuvassa 13 on nykytila-analyysin perusteella määritettyjä ongelmia, joihin on esitetty ratkaisuja RFID-teknologian avulla. Ajoittain lastausprosessin yhteydessä sattuu tilanteita, joissa informaatio ei kulje työntekijöiden kesken. Tästä voi seurata tilanne, jossa lastauksessa väärä lava tai väärä määrä lavoja menee kuljetukseen. RFID-teknologian tiedonsiirto on nopeaa ja vaivatonta prosessin eri osa-alueiden kesken. Lavojen liikkeitä pystytään seuraamaan ja kontrolloimaan järjestelmän avulla. Järjestelmä varmistaa kuljetukseen menevien lavojen siirtymisen oikeille lastauslaitureille. Järjestelmän avulla työntekijöitä pystytään myös ohjaamaan tarvittaviin paikkoihin.

Automaattinen tunnistus avaa monia mahdollisuuksia tehokkaampaan lastausprosessiin. Kun järjestelmä varmistaa oikeiden lavojen lastauksen, vältetään inhimillisiltä virheiltä, joka johtaa luotettavampaan prosessiin. Automaattinen tunnistus nopeuttaa prosessissa tapahtuvia vaiheita ja varmistaa laadukkaan työnteon. Lisäksi se mahdollistaa lastausprosessin vaiheiden seuraamisen järjestelmän avulla ilman

katsekontaktia. Tehokkaan teknologian ja automaattisen tunnistuksen avulla voitaisiin vähentää manuaalisen tarkistuksen tarvetta ja vapauttaa työntekijöitä muihin tehtäviin.



Kuva 13. RFID-teknologian ratkaisuja nykytila-analyysin perusteella määritettyihin ongelmiin.

Nopean lastauksen myötä pystytään vastaamaan paremmin menekin vaihteluun. Ruuhkahuiput pystytään purkamaan nopeasti ja tarjoamaan toimituskyvyn kautta asiakaspalvelua riippumatta ajankohdasta. Nopean toiminnan avulla tilaukset pystytään rytmittämään paremmin ja tarjoamaan asiakkaille parempaa palvelua. Toiminnan seuraaminen ja suunnittelu helpottuu, kun layout pystytään teknologian avulla organisoimaan paremmin. Kun lastausprosessi sujuu nopeasti eikä pullonkaulaa pääse syntyämään, vaikuttaa se koko toimitusketjuun. Yritys voi ottaa enemmän tilauksia

vastaan ja laajentaa toimintaansa, eikä ylimääräisiä kustannuksia pääse muodostumaan. Tehokkaamman prosessin myötä kuljetusliikkeiden ei tarvitse veloittaa odotusmaksuja, eikä prosessissa tarvitse tehdä turhaa tai ylimääräistä työtä. RFID-tekniikan avulla kapasiteettia pystytään hallitsemaan paremmin lastausprosessin ollessa selkeämpi ja nopeampi. Lastausalueen ruuhkautuminen johtaa kiireeseen, jolloin enemmän inhimillisiä virheitä pääsee tapahtumaan.

Tutkimusongelmien ratkaisujen havainnollistamiseksi on valittu kehitysidea, sillä sen avulla pystytään kuvaamaan toimintaa mahdollisimman konkreettisesti. Mielestäni kehitysidea sopii erinomaisesti juuri tämän tutkimusongelman ratkaisemiseen. Toinen vaihtoehto olisi esimerkiksi ollut vertailla RFID-tekniikan ominaisuuksia ja mahdollisuuksia vaihtoehtoisin tunnistustapoihin, mutta päädyin kehitysidean luomiseen sen konkreettisuuden vuoksi. Kehitysidean avulla saadaan selkeä kuvan siitä, kuinka prosessi etenee ja miten tekniikkaa on sijoitettu toiminnan eri osaluokiin. Kehitysidean avulla voidaan myös kuvata erikseen jokaisen työntekijän rooli lastausprosessissa. Tarkoitus on osoittaa, kuinka prosessi tapahtuisi käytännössä RFID-tekniikan avulla ja miten aiemmin todetut ongelmat saataisiin ratkaistua.

5.1 Kehitysidea

Insinööriyön tavoitteena on ollut luoda kohdeyritykselle kehitysidea lastausprosessin selkeyttämiseksi ja nopeuttamiseksi RFID-tekniikan avulla. RFID-tekniikan avulla voidaan vaikuttaa lastausprosessin osa-alueisiin, kuten lavojen siirtoon, työntekijöiden rooleihin ja layoutin muutoksiin. Näiden osa-alueiden toimintaa pystyttäisiin mahdollisesti tehostamaan tekniikan avulla. Kehitysidean tavoitteena on, että pystytään varmistamaan oikeiden lavojen lastaaminen mahdollisimman nopeasti ja siirtämään lastausvastuu kohdeyrityksen ulkopuoliselle kuljettajalle. Kustannusten välttämiseksi kehitysidea on toteutettu niin, että lavoihin ei tarvitse kiinnittää tunnisteita.

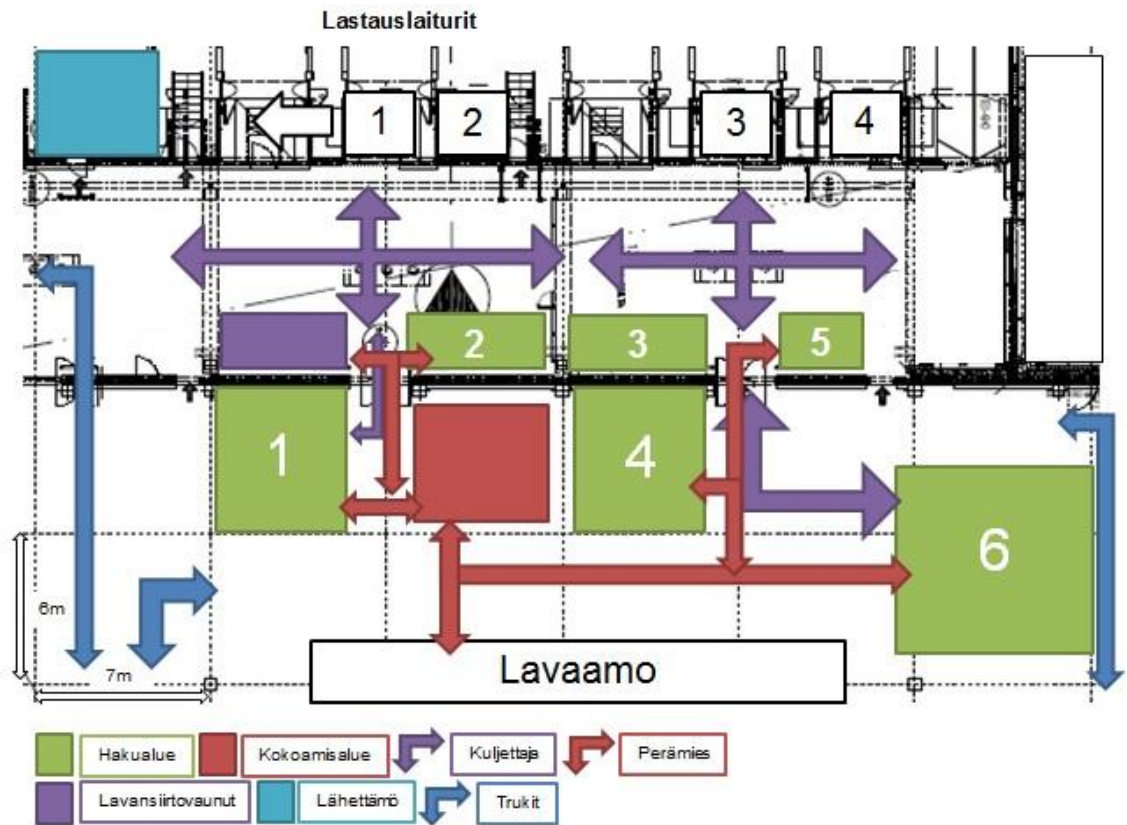
Kehitysidean tarkoituksena on esittää miten RFID-tekniikan käyttö voitaisiin yhdistää lastaukseen. Kehitysidea on luotu layout-piirros, johon on sijoitettu lastausprosessin kannalta tärkeät alueet ja työntekijät. Alueiden ja työntekijöiden rooleja on avattu kuvien ja selvitysten avulla. Tämän jälkeen on kerrottu mahdollisesti käytettävästä välineistöstä ja tekniikan sijoittumisesta toimintaan. Kehitysidean haasteena oli kehittää ratkaisu, jossa jokaiseen lavaan ei tarvitsisi kiinnittää tunnistetta, mutta

toimintaa voitaisiin silti tehostaa. Jokaiseen lavaan ei voida kiinnittää RFID-tunnistetta, sillä tämä tulisi todella kalliiksi lähtevien lavojen volyymin ollessa korkea.

5.1.1 Layout, työtehtävät ja työnjako

Kuvassa 14 on hahmoteltu lastausalueelle layout-piirros, josta näkyy työntekijöiden vaikutusalueet nuolilla osoitettuina sekä lastauksen kannalta tärkeät alueet. Kaikki kuljettajat ilmoittautuvat aluksi lähettämöön, joka on sijoitettu lastauslaitureiden väliin. Lähettämö on osoitettu vaaleansinisellä värillä. Kuvassa näkyvät lastauslaiturit 1–4, mutta lastauslaitureita on enemmän mustavalkoisen nuolen osoittamassa suunnassa. Violetti nuoli tarkoittaa aluetta, jossa kuljettaja toimii. Kuljettaja hakee lavansiirtovaunun violettilta alueelta, jonka jälkeen hän hakee lastattavan kuorman vihreiltä hakualueilta. Vihreät hakualueet on numeroitu yhdestä kuuteen.

Hakualueet 2, 3 ja 5 ovat pienempiä alueita, joita voidaan käyttää esimerkiksi pienempien kuormien nopeampaan lastaukseen. Lastausalueen seinän toisella puolella olevat hakualueet 1, 4 ja 6 ovat suurempia alueita kuin hakualueet 2, 3 ja 5. Hakualue 6 on alueita 1 ja 4 vielä hieman suurempi hakualue. Näille alueille voidaan koota suurempia kuormia. Lavaamossa kerätään linjastolta tulevat laatikot lavoille, jotka perämiehet hakevat kokoamisalueelle. Perämiesten käytössä on punaisella merkitty kokoamisalue, joka on tarkoitettu kuormien lähtövalmiiksi asettamiseen ja lavapaikoille siirtämiseen. Punaiset nuolet kuvastavat perämiesten liikkeitä lastausalueella. Perämiehet toimivat punaisella alueella ja kaikilla vihreillä alueilla. Siniset nuolet kuvaavat varastoalueella tapahtuvaa trukki liikennettä, joka ei varsinaisesti vaikuta lastaukseen muulla tavalla kuin rajoittamalla tilankäytön mahdollisuuksia.



Kuva 14. Layout-piirros.

Layout-piirroksen vihreille alueille sijoitetaan tunnistettavat lavapaikat. Taulukossa 3 on esitetty hakualueiden lavapaikat ja niihin mahtuvien lavojen minimi- ja maksimimäärät. Jokaisella lavapaikalla voi olla enintään kaksi lavaa, ja niiden tulee mahtua kulkemaan alueen oviaukoista. Yksi lava on kooltaan 800 x 1200 mm, joten lavapaikoille on piirroksessa varattu noin 900 x 1300 mm kokoinen alue joustavuuden vuoksi.

Taulukossa 3 on esitetty hakualueiden lavapaikat ja niiden tiedot. Esimerkiksi hakualueiden 6 x 5 kokoiselle alueelle mahtuu yhteensä vähintään 30 lavaa ja maksimissaan 60 lavaa. Layout-piirroksessa esitetyille lavapaikoille voidaan asettaa siis samanaikaisesti 133–266 lavaa. Lavapaikkoja on yhteensä 133. Lastausalueen maksimikapasiteetti on siis 266 lavaa.

Taulukko 3. Hakualueiden lavapaikat.

Hakualue	Lavapaikat	Min	Max
1	6x5	30	60
2	3x4	12	24
3	3x4	12	24
4	6x5	30	60
5	3x3	9	18
6	8x5	40	80
		133	266

Teoreettisesti lastausalueelle mahtuu 266 lavaa, mutta lavat ovat erikokoisia, joten maksimikapasiteetti on 133 lavan ja 266 lavan välissä. Tämä on tilattujen lavojen määrä, joka voidaan teoreettisesti ottaa lastausalueelle samanaikaisesti.

Kuvassa 15 on esitetty lastausprosessin työnjako. Lastausprosessissa on mukana perämies, kuljettaja ja lähettämötyöntekijä. Työtehtävät on pyritty jakamaan mahdollisimman yksinkertaisiksi. Perämies pohjustaa lastausprosessin aloittamisen asettamalla lavat lähtövalmiiksi. Perämiehen tehtävä on siis valmistella lastaustapahtuma, jonka kuljettaja voi itsenäisesti suorittaa. Kuljettaja ilmoittautuu lähettämöön, avaa lastaustapahtuman ja hoitaa itsenäisesti lastauksen. Lähettämötyöntekijä opastaa kuljettajaa tämän saapuessa noutamaan kuormaansa, kuittaa lastauksen valmiiksi ja tulostaa kuljettajalle rahtikirjan.

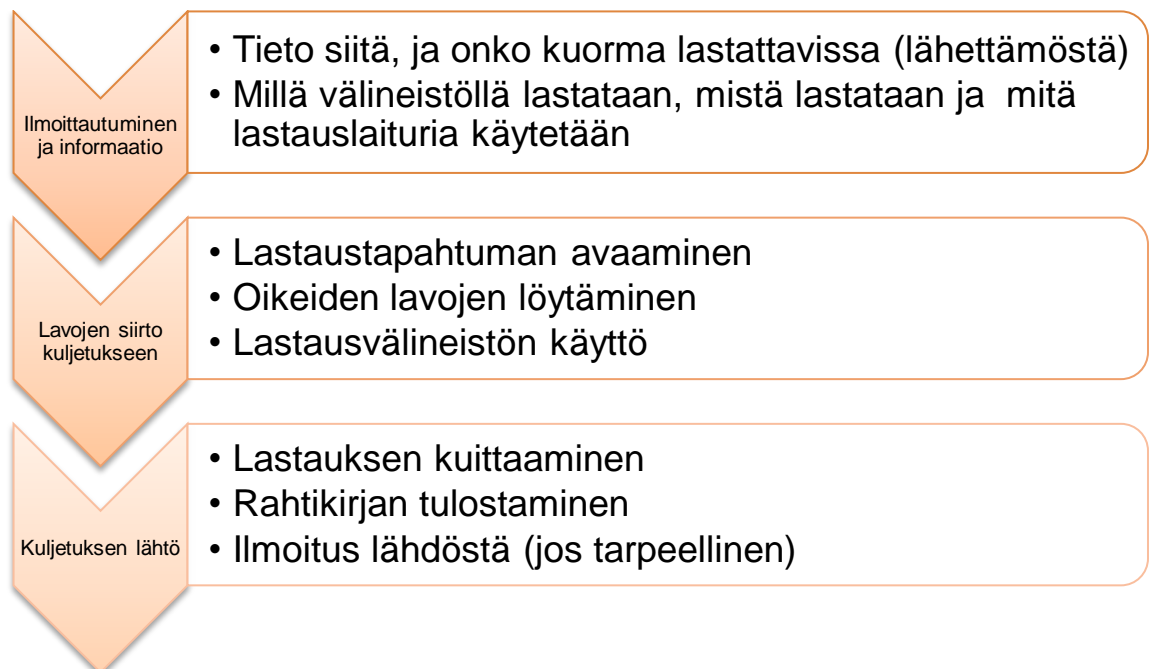
Perämies	Kuljettaja	Lähettämötyöntekijä
<ul style="list-style-type: none"> • Asettaa lavat lähtövalmiiksi • Siirtää lavat lavapaikoille <ul style="list-style-type: none"> • reittien mukaan • kiireellisyyden mukaan • Yhdistää lavan ja lavan paikkatiedon 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmoittautuu lähettämöön • Avaa lastaustapahtuman lavansiirtovaunulla • Hakee näytön mukaisesti lavat lavapaikoilta • Hoitaa itse lastauksen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmoittaa kuljettajalle onko lastaustapahtuma avattavissa • Opastaa kuljettajan lavansiirtovaunulle • Kuittaa lastaustapahtuman valmiiksi • Tulostaa rahtikirjan

Kuva 15. Lastausprosessin työnjako.

Perämiehen rooli on asettaa lavat lähtövalmiiksi ja siirtää ne lavapaikoille. Perämies kuittaa toiminnanohjausjärjestelmään viivakoodien avulla lavat niiden lavapaikoille. Perämiehen tulee voida asettaa kaksi lavaa päällekkäin tilan säästämiseksi ja

lastauksen helpottamiseksi. RFID-järjestelmä yhdistää toiminnanohjausjärjestelmästä käytössä olevat paikat ja lavojen tiedot tietokantaan. Kun kaikki lavat on asetettu toimitusta varten paikoilleen, voidaan lastaustapahtuma kuitata valmiuteen yrityksen omaan toiminnanohjausjärjestelmään. Tämän jälkeen toiminnanohjausjärjestelmästä RFID-järjestelmä voi poimia lastaustapahtuman ja syöttää sen lavansiirtovaunuissa oleviin näyttöihin.

Kuvasta 16 nähdään miten kuljettajan rooli näkyy lastausprosessissa. Tavoitteena ovat mahdollisimman yksinkertaiset työtehtävät, jotka on helppo toteuttaa. Kuljettajan hoitaessa itse lastauksen hänen nopeutensa on toiminnan kannalta kriittisessä asemassa. Tehtävät voidaan jakaa kolmeen päätehtävään, jotka ovat ilmoittautuminen ja informaation saaminen, lavojen siirto kuljetukseen sekä kuljetuksen lähteminen.



Kuva 16. Lastausprosessin eteneminen kuljettajan kannalta.

Aluksi kuljettajan tulee saada selville onko kuorma lastattavissa. Tämän jälkeen kuljettaja tarvitsee tarkentavia tietoja eli tiedot välineistön sijainnista, kuorman sijainnista ja käytettävästä lastauslaiturista. Kun kuljettaja tietää, onko kuorma lastattavissa, voidaan lastaustapahtuma avata. Sitten on vuorossa itse lastaus, jossa on hyvä tietää, miten välineistö toimii ja onko lastauksessa jotain huomioitavaa hänen kannaltaan. Lopuksi kun kuorma on lastattu, tulee lastaus kuitata, tulostaa rahtikirja ja lähteä matkaan.

Kuljettajan tullessa paikalle hän ilmoittautuu lähettämöön, jossa lähettämöyöntekijä kertoo, onko kuorma valmis lastattavaksi. Jos ei ole, kuljettaja voi odottaa valmistumista, mutta jos lastaus voidaan aloittaa, lähettämöyöntekijä ohjaa kuljettajan vapaalle näytölliselle lavansiirtovaunulle. Lähettämöyöntekijä näkee järjestelmästä RFID- teknologian avulla, missä lavansiirtovaunut ovat milloinkin ja ovatko ne aktiivisia vai epäaktiivisia. Kuljettaja hakee lavansiirtovaunun, jonka näytöltä hän voi valita oman lastaustapahtumansa. Näytöltä kuljettaja voi nähdä reaaliaikaisesti lastaustapahtuman ja sen tiedot. Kuvassa 17 on esitetty, mitä tietoja näytöllä voisi olla. Näytöllä tulisi näkyä ainakin seuraavat tiedot: reitin tiedot (toimituskohde), laivojen paikkatiedot, lastauslaiturin tiedot ja kerättävien laivojen määrä. Lisäksi näytöllä voi olla lastattujen laivojen määrä tai tieto siitä, miltä paikoilta lavat on noudettu.

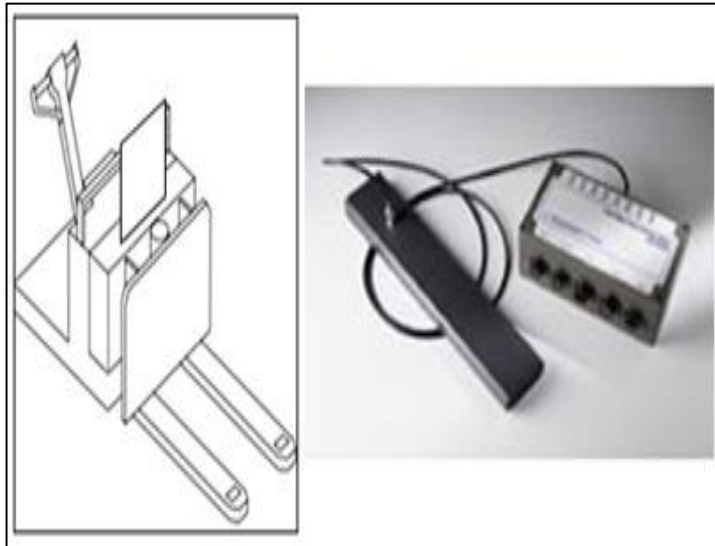
<p>Lavojen paikkatiedot</p> <p>3</p> <p>A, B, C, D</p>	<p>Reitti</p> <p>Jyväskylä-Oulu</p>
<p>Laituri</p> <p>222</p>	<p>Lavojen määrä</p> <p>7</p>

Kuva 17. Lavansiirtovaunun näyttö.

Kun kuljettaja on saanut lavansiirtovaunun käyttöönsä, ja avattua lastaustapahtuman, hän voi aloittaa kuormansa lastauksen. Lavansiirtovaunuun kytketään RFID-lukija, joka on yhteydessä järjestelmään sekä näyttöön (kuva 18).

Lavansiirtovaunun pohjaan tai reunaan asetetaan RFID-lukija, joka pystyy tunnistamaan lavapaikat ja lastauslaiturin. Kuljettajan hakiessa esimerkiksi lavan X lavapaikalta 3C, RFID-lukija yhdistää lavansiirtovaunun ja lavapaikan tiedot toisiinsa. Samalla järjestelmä varmentaa, että lava lähtee oikealta lavapaikalta. Oikean lavan lähtiessä liikkeelle järjestelmä tunnistaa sen liikkeen ja kuittaa lavapaikan vapaaksi.

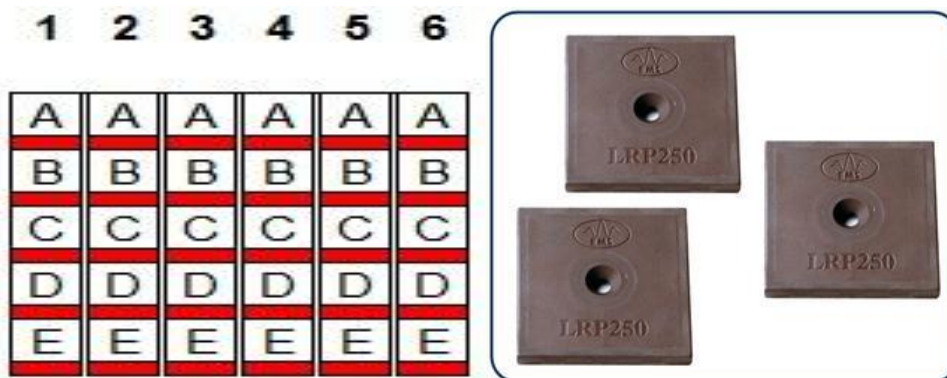
Kehitysidean teknisen puolen toteuttamiseksi tarvitaan kosketusnäyttöteknologiaa lavansiirtovaunuihin, passiivisia RFID-tunnisteita lavapaikkoihin ja lastauslaitureille, aktiivisia RFID-tunnisteita sekä reilusti tietoteknistä osaamista. Kuljettajan siirtäessä lavoja kuljetukseen ne kuitataan lopuksi kuvassa 17 olevan RFID-lukijan ja oikean lastauslaiturin lattiassa olevan RFID-tunnisteen avulla.



Kuva 18. Lavansiirtovaunu ja RFID-lukija.

Jokaiselle lastauslaiturille asetetaan passiivinen RFID-tunniste, joka lavansiirtovaunun ylittäessä aktivoituu ja ilmoittaa onko lava oikealta paikalta noudettu. Mikäli lavat ovat noudettu oikeilta paikoilta oikealle laiturille, järjestelmä näyttää vihreää valoa (ja päivittää lastaustapahtumaa reaaliaikaisesti). Kun viimeiset lavat on viety lastaukseen, järjestelmä kuittaa lastaustapahtuman valmiiksi. Lähettämöyöntekijä voi tällöin heti tulostaa rahtikirjan kuljettajalle, jonka jälkeen kuljettaja voi lähteä matkaan.

Lavapaikoille sijoitetaan tunnisteita kuvan 19 osoittamiin punaisiin kohtiin. Kuvassa 19 on käytetty esimerkialueena 6 x 5 lavapaikan kokoista aluetta. Tunnisteet sijoitetaan niin, että lavansiirtovaunun kulkiessa niiden päältä ne aktivoituisivat. Lukijat ja tunnistet tulisi asentaa kohtiin, joissa ne pystyvät nopeassakin liikkeessä tunnistamaan toisensa. Tunnistealueet on sijoitettuna lavapaikkojen eteen, koska lavansiirtovaunu sijoittuu siihen nostessaan lavoja. Kuvassa 18 näkyy myös yhdysvaltaisen EMS-yrityksen RW-tunniste.



Kuva 19. Lavapaikkojen tunnistealueet ja RW-tunnisteet.

Lavapaikoilla olevat tunnisteet tulisivat olla passiivisia Read-Write (RW) -tageja, joiden tietoa voidaan muuttaa tai niiden päälle voidaan kirjoittaa uudelleen. Esimerkkিতunnisteet ovat 50 x 50 mm:n kokoisia, ja ne voidaan upottaa jopa viiden sentin syvyyteen betonilattiaan. Näin ollen tunnisteita voidaan lukea lattian päältäkin. RW-tunnisteet tulisi kehitysideassa sijoittaa jokaiselle lavapaikalle. Tunnisteiden luketaisyys tulisi olla noin 10–40 cm, jotta lavansiirtovaunu pystyy lukemaan ne nopeasti ja vaivattomasti.

5.1.2 Johtopäätökset

Teknologian avulla pystytään tasaisempiin suorituksiin lastausprosessissa. RFID-tekniikan avulla laatua pystytään kontrolloimaan paremmin. Tämä asettaa toiminnalle hyvät lähtökohdat. Kehitysidean avulla havainnollistettiin työntekijöiden rooleja, joiden tulee olla selkeitä ja helposti toteutettavissa. Teknologian avulla työtehtävien tekeminen on nopeampaa ja koko lastausprosessi on johdonmukaisempi. Lastausprosessista tulisi tehdä mahdollisimman yksinkertainen, sillä lastausta tekevät henkilöt eivät välttämättä osaa käyttää uusinta teknologiaa. Tästä syystä teknologia tulisi olla pelkistettyä ja sen käyttö tulisi opastaa jokaiselle kuljettajalle erikseen. Uuden menetelmän käyttöön tulisi antaa henkilöstölle perusteellinen koulutus, jotta välttyttäisiin muutoksen aiheuttamista sekaannuksista ja kustannuksista.

Kapasiteettia pystytään hallitsemaan helpommin, kun tiedetään, mille paikoille lavat on sijoitettu. Toimitusketjun hallinta helpottuu, kun lastausalueen kapasiteetin käyttöaste on jatkuvasti tiedossa. Tämä auttaa suunnittelemaan toimintaa paremmin ja helpottaa ennustamista. Lastausalueen kontrolloimisen myötä pystytään mahdollisesti tekemään myös muutoksia varastoalueelle ja lisäämään varaston käyttöastetta. Kehitysideassa

luotu layout auttaa toiminnan suunnittelussa. Se on järjestelmällinen, mutta kuitenkin muokattavissa tarpeen mukaan. Esimerkiksi jos halutaan asettaa tunnisteet vain lavajonoille, kaikkien lavapaikkojen sijaan. Tällöin voitaisiin tunnistaa suurempia lavamääriä kerralla. Uuden teknologian myötä on mahdollista, että yrityksen joustavuuden ja sujuvuuden takia eri osa-alueiden yhteistyö voisi parantua. Näin ollen työmoraali ja työntekijöiden lojaalius uudistuvaan yritykseen saattaisi vahventua. Vastapainona voidaan olettaa uuteen tottuminen vie aikansa ja kaikki työntekijät eivät välttämättä halua muuttaa järjestelmää.

Kehitysidea luo mahdollisuuksia, mutta asettaa myös haasteita. Tietojärjestelmä tulisi muuttumaan, mikä vaatisi yritykseltä resursseja säätää järjestelmä toiminnalle sopivaksi. Perämiehen rooli on hyvin tärkeä, sillä hänellä on paljon vastuuta koskien lavojen asettamista oikeille paikoille. Uuden teknologian käyttöön tulisi antaa kattava koulutus. Jotta lavojen lähtövalmiuteen asettaminen tapahtuisi nopeasti, eikä muodostaisi ongelmaa, olisi aiheellista myös kartoittaa henkilöstön tarve erityisesti tietyille aikajaksoille uudestaan. Tämä myös herättää kysymyksen, voisiko perämiehen työtehtäviä helpottaa esimerkiksi laitteiden tai teknologian avulla? Mikäli kohdeyritys haluaisi kokeilla kehitysideaa, tulisi se ensin testata yhdellä portilla ja välineistöllä. Laitteita voisi sitten muokata oman toiminnan mukaiseksi. Mainittavat toteutuksen vaatimukset koskevat ainakin laitteistoa, järjestelmää ja koulutusta.

Toisin kuin viivakoodien helppous ja käyttöyleisyys, automaattisen tunnistuksen sovittaminen toimintaan ja tehokkaasti käyttäminen on monimutkaisempaa, eikä niin yleistynyttä. Mikäli organisaation koko toimitusketjussa olisi RFID-teknologiaa käytössä, kannattaisi kohdeyrityksen ehdottomasti myös käyttää sitä. Mutkikkaampi teknologia myös pitää sisällään enemmän muuttujia. Tämä on kuitenkin luonnollista kun käytetään uudempaa teknologiaa. RFID-teknologian käyttö voi tarkalla suunnittelulla ja toteutuksella tuoda kohdeyrityksille suuriakin säästöjä. Kun tunnisteita ei tarvitse käyttää jokaiseen erilliseen lavaan, ovat kustannukset huomattavasti matalampia. Voi kuitenkin olla aiheellista, että RFID-teknologian yleistymistä ainakin organisaation väliseksi kannattaisi odottaa tai ehdottaa.

6 Työn tulokset ja arviointi

Työn tavoitteena oli luoda kohdeyritykselle kehitysidea, joka selkeyttää ja nopeuttaa lastausprosessia. Työn tavoite täyttyi, sillä työn tuloksena luotiin kehitysidea, jossa sijoitettiin RFID-teknologiaa toimintaan. Kehitysidean avulla lastausprosessiin vaikuttaville henkilöille luotiin selkeät työtehtävät ja työnjako. Työn tulokset antavat kohdeyritykselle varteenotettavan vaihtoehdon lastausprosessin, ja siihen vaikuttavien osa-alueiden, toteuttamiseen.

Kehitysideassa lastausprosessi on tehokas, sillä se eliminoi turhia työtehtäviä ja niihin käytettyä aikaa. RFID-teknologia parantaa myös lastauksen ja yrityksen reaktioherkkyyttä sekä kykyä vastata kysynnän muutoksiin. Näiden kykyjen avulla voidaan luoda kilpailuetua ja parantaa asiakastyytyväisyyttä. Kehitysideaa ei ollut mahdollista kokeilla insinööriyön aikana, mutta automaattisen tunnistuksen myötä lastausnopeuden parantuminen on hyvin todennäköistä. Prosessin tulisi tuottaa asiakkaille lisäarvoa pystymällä reagoimaan kysyntään mahdollisimman nopeasti, vaikka kysynnän heittelyt olisivatkin suuria.

Tutkimusprosessi eteni mielestäni kohtalaisesti. Ajoittain prosessi tuntui hajanaiselta, mutta lopuksi tutkimuksesta saatiin yhtenäinen. Tutkimuksen vaiheiden eteneminen olisi johdonmukaisemmalla lähestymistavalla ollut kuitenkin helpompaa. Tutkimuksessa luotiin teoriapohja, jonka avulla luotiin kehitysidea. Teoriapohja olisi voinut kuitenkin olla kattavampi, jotta näkökantaa tutkimukseen tulisi enemmän. Tutkimuksen kehitysidea on suunniteltu kohdeyrityksen käyttöön, mutta se on muokattavissa ja sitä voidaan käyttää missä tahansa vastaavaa toimintaa toteuttavassa yrityksessä. Havainnointi ja kehitysidean visiointi ovat kuitenkin tutkijakohtaisia, joten toinen tutkija olisi voinut toteuttaa ne toisella tavalla.

Tutkimuksen teoreettinen pohja jäi suppeaksi erityisesti koskien yritys esimerkkejä. On aiheellista kyseenalaistaa, onko kaksi yritys esimerkkiä riittävä pohja tutkimukselle. Vertailupohja olisi näin ollen voinut olla laajempi. Myös käytetyt internetlähteet ovat kyseenalaisempia kuin kirjallisuuslähteet. Tutkimuksessa käytettyjä kirjallisia lähteitä voidaan pitää luotettavampina kuin internetlähteitä. Tutkimusmenetelmänä vain muutamien yritys esimerkkien tutkiminen on haastavaa, sillä se voi korostaa tutkijan omaa näkemystä asiasta. Laajempi materiaali luo laajempaa käsityksen tutkimusongelmasta. Nämä elementit heikentävät tutkimuksen luotettavuutta.

Tutkijan kokemattomuus näkyi vaikeuksissa käyttää parhaita tutkimusmenetelmiä ja lähestyä tutkimusongelmaa oikealta kannalta. Tutkimuksen aikana tuntui, että turhaa työtä, kuten rakenteen ja viittausten tarkistusta, tulee tehtyä liikaa. Tämä johti siihen, että tutkimuksen ”punainen lanka” pääsi ajoittain karkaamaan, mutta visio tutkimuksen päämäärästä ajoi tutkimusta eteenpäin. Jälkikäteen ajateltuna lähestyisin koko tutkimusongelmaa ja lastausprosessia sen prosessiluonteesta johtuen syvällisemmin. Omat ajatukset ja ymmärrys prosessien roolista toiminnanohjauksessa kuitenkin tuntuivat selkiytyvän koko ajan tutkimuksen tekemisen aikana. Erityistä mielenkiintoa herättivät RFID-teknologian mahdollisuudet ja sen hyödyntäminen tilaus-toimitusketjun hallinnassa. Insinööriyön tekeminen toimi kohdallani sekä aiemmin opittujen asioiden kertaamisena että oppimisprosessina tutkimusprosessin läpiviemiseen ja uusiin aiheisiin.

Insinööriyö ja siinä luotu kehitysidea jättävät viitekehyksen jatkotutkimuksille. Kehitysideassa on paljon tärkeitä aiheita, joita tässä työssä ei pystytty tarkemmin tutkimaan. Jatkotutkimusta voitaisiin tehdä esimerkiksi seuraavista aiheista. Kustannusarvioiden tekeminen, joka pitää sisällään laitetoimittajilta pyydetyt tarjoukset. Investoihin sijoitetun pääoman tuoton laskeminen. Tietoteknisten vaatimusten tutkiminen, joka vaatii syvempää asiantuntemusta. Yksi jatkotutkimuksen aihe voisi olla myös toiminnanohjauksellisten painoarvojen määrittäminen. Kohdeyrityksen tulisi arvioida kustannusten ja toiminnanohjauksellisten etujen välillä kannattaako uuteen teknologiaan panostaa.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin RFID-tekniikan vaikutuksia ja mahdollisuuksia kohdeyrityksen lastausprosessissa. Insinööriyön aihetta lähestyttiin sekä toiminnanohjauksellisen teorian että käytännön sovellusmahdollisuuksien avulla. Yrityksen toiminnan odotettu kasvu lähitulevaisuudessa muodostaa haasteita toimintaprosesseihin ja niiden kehittämiseen.

Työn tekeminen alkoi nykytila-analyysin tekemisellä ja tutkimisella. Analyysi tehtiin havainnoimalla toimintaa kohdeyrityksessä sekä haastattelemalla kohdeyrityksen henkilökuntaa. Keskeisimmät havainnot koskivat lastausprosessin työnjakoa, automaattisen tunnistuksen puutetta ja lastausalueen ruuhkautumista sesonkiaikoina. Tutkimuksen tavoite muodostui nykytila-analyysin perusteella. Tutkittavaksi ongelmiksi muodostuivat työnjaon selkeyttäminen, automaattisen tunnistuksen sijoittaminen toimintaan ja lastausalueen organisointi. Ongelmat pyrittiin ratkaisemaan RFID-tekniikan avulla.

Insinööriyön teoriaosuus keskittyi toiminnanohjaukseen ja RFID-tekniikkaan. Toiminnanohjauksen teoriassa käsiteltiin laatua, prosesseja, kapasiteettia, ennustamista ja layout-suunnittelua. RFID-tekniikkaa käsiteltiin sekä tekniseltä kannalta että yritysmerkkin avulla toiminnanohjauksellisesta näkökulmasta. Yritysmerkkin tutkimisen avulla saatiin käsitystä siitä, miten RFID-tekniikkaa on hyödynnetty lastauksessa, ja miten sen käyttö on toteutettu esimerkkirytyksissä. Työn aikana selveni, miten RFID-tekniikan käyttäminen lastausprosessissa vaikuttaa toiminnanohjauksellisiin osa-alueisiin, miten RFID-tekniikka toimii ja mitä sen toteutuksessa pitäisi ottaa huomioon. Työn edetessä selkeni, että toimitusketjun kokonaisvaltainen hallinta ja tekniikkaan liittyvät kustannukset ovat erityisen tärkeässä asemassa.

Työn tuloksena on esitetty kehitysidea, jossa lastausprosessia on selkeytetty RFID-tekniikan avulla. Kehitysidea käsittelee lastausalueen layout-suunnittelua, työnjakoa ja teknistä toteutusta. Kehitysidea on hyvä lähtökohta lastausprosessin tehostamiseen tekniikan avulla ja voi toimia viitekehystenä tarkemmille jatkotutkimuksille.

Haluan kiittää kohdeyritys LTP Logistics Oy:n tarjoamaa mahdollisuutta tehdä insinööriyö yritykselle. Projektin tekeminen osoittaa toimeksiantajan halukkuutta parantaa toimintaansa jatkuvasti. Tämä osoittaa sen, että yritys keskittyy parantamaan osaprosessejaan koko toimitusketjunsä toimivuuden kannalta. Tämä on ensiarvoisen tärkeää toiminnan jatkumisen kannalta tulevaisuudessa. Ainoastaan yrityksen ollessa kriittinen omaa toimintaansa kohtaan voidaan löytää parannusmahdollisuuksia ja saavuttaa parempia tuloksia, sekä asiakastyytyväisyyden että kannattavuuden kannalta.

Lähteet

Haverila, M. & Uusi-Rauva, E. & Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Viides painos. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Heizer, J. & Render, B. 2011. Principles Of Operations Management. Kahdeksas painos. New Jersey: Pearson Education LTD.

Karhunen, J & Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Toinen painos. Helsinki: WS Bookwell Oy.

Krajewski, L. & Ritzman, L. & Malhotra, M. 2010. Operations Management. Yhdeksäs painos. New Jersey: Pearson Education LTD.

Yrityksen esittely. 2013. Verkkodokumentti. LTP Logistics Oy.
<<http://www.ltplogistics.fi/>>. Luettu 28.8.2013.

PowerPoint-esitys. 2013. Verkkodokumentti. LTP Logistics Oy.
<<http://www.ltplogistics.fi/LTPLogisticsEsitys.ppt>>

RFID Speeds P&G Plant Throughput. 2003. Verkkoartikkeli. RFID Journal.
<<http://www.rfidjournal.com/articles/view?291/>>. 3.2.2003. Luettu 7.10.2013.

RFID-tekniikan perusteet. 2013. Verkkodokumentti. RFID Lab Ry.
<<http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet> >. Luettu 18.11.2013.

Ritvanen, V. & Inkiläinen, A. & von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Salovalta, T. LTP Logistics Oy, Järjestelmäasiantuntija. Haastattelut ja sähköpostikeskustelut 18.07.2013; 15.10.2013 ja 22.11.2013.

Schroeder, R. & Goldstein, S. & Rungtusanatham, J. 2013. Operations Management in the Supply Chain, Decisions and Cases. Kuudes painos. New York: McGraw-Hill.

Schuster, E. & Allen, S. & Brock, D. 2007. Global RFID. Berliini: Springer.

Sweeney, P. J. II. 2005. RFID For Dummies. Indianapolis: Wiley Publishing Inc.

Toivanen, J. 2011. Logistics, RFID- teknologia logistiikassa, Metropolia ammattikorkeakoulu. Luentomateriaali.

Transbox-laatikkojärjestelmä. 2013. Verkkodokumentti. Transbox Oy.
<http://www.transbox.fi/site?node_id=2>. Luettu 15.10.2013.

Vesa, J. 2007. RFID- ja EPC-tekniikan leviäminen Suomessa: Mitä voimme oppia EAN kokemuksista? Verkkodokumentti.
<<http://www.notinnovatedhere.fi/pages/materiaalit.php>>. Luettu 16.11.2013.