

**VAASAN YLIOPISTO  
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA  
TUOTANTOTALOUS**

Miika Kiema

**LOGISTIIKAN TARKKUUDEN JA TEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN**

**Case: ABB Oy, Motors & Generators, Vaasa**

Tuotantotalouden  
pro gradu -tutkielma

**VAASA 2014**

## SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET	4
KUVIOT	5
TAULUKOT	7
1. JOHDANTO	10
1.1. Tutkielman kohde ja taustaa	10
1.2. Tutkielma tavoitteet ja aiheen raja	11
1.3. Tutkielman rakenne	12
2. MATERIAALIN- JA VARASTONHALLINTA	13
2.1. Materiaalinhallinta	13
2.2. Varastohallinta	13
2.2.1 Varastohallintajärjestelmä	15
2.3. Varastohallinnan työkalut	16
2.3.1. Tilauksen keräilystrategian valinta	16
3. VARASTOTOIMINTA JA VARASTOTOIMINNAN KUSTANNUKSET	19
3.1. Varastotoiminta	19
3.2. Varastoprosessi	20
3.2.1. Vastaanotto	20
3.2.2. Hyllytys	21
3.2.3. Tavar	21
3.2.4. Nimikkeiden asettelu ja kerääminen	21
3.3. Varastotyypit	21
3.4. Varastokustannukset	23
3.4.1. Ostokustannukset	23
3.4.2. Tilaukustannukset	24

3.4.3. Varastointikustannukset	24
4. VARASTOTOIMINNAN SEURANTA JA MITTAAMINEN SEKÄ VARSTOSALDOJEN EPÄTARKKUUS	25
4.1. Varastotoiminnan mittaaminen ja seuranta	25
4.2. Varastosaldotietojen epätarkkuus	26
4.2.1. Varastosaldotietojen epätarkkuuksien vaikutukset	30
4.2.2. Varastosaldon epätarkkuuden aiheuttamat toimenpiteet ja kulut	31
4.2.3. RFID -teknologia varastosaldojen tarkkuuden parantamisessa	33
5. KAIZEN -IDEOLOGIA LOGISTIIKAN TUOTTAVUUDEN PARANTAMISESSA	36
5.1. Logistiikan määritelmä	36
5.2. Kaizen -ideologia	38
5.2.1. Kaizen -tapahtuma (event)	40
6. TARKKUUDEN JA TEHOKKUUDEN MITTAAMINEN ABB MOTORS & GENERATORS -YKSIKÖN MM-RAKENNUKSEN LOGISTIIKASSA	44
6.1. ABB Motors	44
6.2. Speed2Win -projekti	47
6.3. Logistiikan nykytila	47
6.3.1. Pistokokeet	48
6.3.2. SAP -raportit	55
6.3.3. Kaizen -työpaja	59
6.3.4. Kysely	64
7. LASKELMAT VARASTOSALDOEROJEN KUSTANNUKSISTA SEKÄ KEHITYSEHDOTUKSET JA IMPLEMENTOINNIT	69
7.1. Varastosaldoerojen aiheuttamat kustannukset	69
7.1.1. Hävikin kattamiskustannukset	69
7.1.2. Inventaarion aiheuttamat kustannukset	69
7.1.3. Varastosaldon epätarkkuuden kustannukset	70

7.2. Kehitysehdotukset ja implementoinnit	71
7.2.1. Logistiikan tarkkuuden kehitysehdotukset	71
7.2.2. Logistiikan tehokkuuden kehitysehdotukset	73
7.2.3. Kehitysehdotuksena palkkiojärjestelmä	75
7.2.4. Implementoinnit	78
8. YHTEENVETO	80
9. LÄHDELUETTELO	84
LIITTEET	90

## LYHENTEET

ABB = Asea Brown Boveri.

JIT = Just-In-Time. Tuotantofilosofia, jossa tuotteita ja raaka-aineita on saatavilla juuri oikeaan aikaan, juuri oikeaan paikkaan ja juuri oikeaan tarpeeseen.

Kaizen = Ideologia, joka perustuu jatkuviin, pieniin parannuksiin, pätevyyden ja varustuksen jatkuvaan parantamiseen. Kaikki työntekijät osallistuvat, askel askeleelta. Kaizen edellyttää korkeimman johdon osallistumista. Tähän vaaditaan pätevyyttä, niin koulutusta kuin harjoitustakin. Kaizen vaatii luottamusta ja kunnioitusta toisia työntekijöitä kohtaan – kaikkien työ on tärkeää.

Lean = Johtamisfilosofia, joka keskittyy kaiken turhan poistamiseen prosesseissa.

MM = Material Management moduuli SAP:ssa, joka käsittelee hankintaprosesseja, Master dataa (Material & Vendor Master), varastonhallintaa ja materiaalitovelaskentaa.

SKU = Stock keeping unit eli varastonimike. Varastossa sijaitseva materiaali.

SLOC = Storage location eli varastopaikka SAP:ssa.

TO = Transaction order (transaktio tilaus)

WM = Warehouse Management moduuli SAP:ssa, joka tarjoaa joustavan, tehokkaan ja automaattisen tuen. WM-moduulilla voidaan hallita monimutkaisia varastointirakenteita, määrittellä ja hallita varastotiloja sekä varastopaikkoja.

## KUVIOT

Kuvio 1. Varaston luokittelu.	22
Kuvio 2. Varastotoiminnan seurantajärjestelmän toimijat, toiminnot ja virrat.	26
Kuvio 3. Tekijät, jotka aiheuttavat varastosaldotietojen epätarkkuutta toimitusketjun eri vaiheilla.	29
Kuvio 4. Tekijät, jotka aiheuttavat varastosaldotietojen epätarkkuutta ja toimitusketjun suorituskyvyn mittaamista.	30
Kuvio 5. RFID -järjestelmän komponentit.	34
Kuvio 6. Kaizen työpajan vaiheet.	40
Kuvio 7. Sähkömoottoreita.	44
Kuvio 8. Sähkömoottorin läpileikkauskuva.	45
Kuvio 9. Sähkömoottorin osia.	46
Kuvio 10. Varastosaldo materiaalityypin mukaan jaoteltuna.	50
Kuvio 11. Varastosaldovirhe hyllyn mukaan jaoteltuna.	52
Kuvio 12. Varastosaldovirheet viikon mukaan jaoteltuna.	54
Kuvio 13. WM-inventoinnit linjan mukaan jaoteltuna 2012-2013.	56
Kuvio 14. WM-tason inventoinnit materiaalin mukaan jaoteltuna 2012-2013.	57
Kuvio 15. MM-tason inventoinnit 2013 materiaalityypin mukaan jaoteltuna.	58
Kuvio 16. MM-tason inventoinnit 2013 viikon mukaan jaoteltuna.	59
Kuvio 17. Kalanruotokaavio.	62
Kuvio 18. Kalanruotokaavio.	63
Kuvio 19. Kuinka usein rakennevirheitä esiintyy.	64
Kuvio 20. Miten rakennevirheissä yleensä toimitaan.	65
Kuvio 21. Kuinka usein olet joutunut asentamaan moottoriin toisen osan kuin, mitä rakenne pyytää.	66

Kuvio 22. Mitkä ovat yleisimmät syyt sille, että moottoriin asennetaan jokin muu osa kuin rakenteen pyytämä.	67
Kuvio 23. Kaizen -työpajan säästötavoitteet.	78
Kuvio 24. Logistiikan tuottavuusmittari h/siirto.	79

## TAULUKOT

Taulukko 1. Tilauksen keräilystrategioiden vertailu.	18
Taulukko 2. Varastosaldotietojen ja materiaalikoodien epätarkkuus.	48
Taulukko 3. Varastosaldotietojen ja materiaalikoodien epätarkkuuksien prosenttiosuudet.	51
Taulukko 4. Varastosaldovirheet.	53
Taulukko 5. Varastosaldovirheiden prosenttiosuudet hyllyn mukaan jaoteltuna.	55
Taulukko 6. Varastosaldovirheprosentit viikon mukaan jaoteltuna.	61
Taulukko 7. Gemba-kierros; hukat.	68
Taulukko 8. Avoimien kysymysten tulokset.	71
Taulukko 9. Logistiikan tarkkuuden kehitysehdotukset.	73
Taulukko 10. Kehitysehdotukset.	73
Taulukko 11. Kehitysehdotukset.	73
Taulukko 12. Kehitysehdotukset.	75



---

**VAASAN YLIOPISTO****Teknillinen tiedekunta**

<b>Tekijä:</b>	Miika Kiema
<b>Tutkielman nimi:</b>	Logistiikan tarkkuuden ja tehokkuuden kehittäminen. Case ABB Oy, Motors & Generators, Vaasa
<b>Ohjaajan nimi:</b>	Petri Helo
<b>Tutkinto:</b>	Kauppätieteiden maisteri
<b>Oppiaine:</b>	Tuotantotalous
<b>Opintojen aloitusvuosi:</b>	2009
<b>Tutkielman valmistumisvuosi:</b>	2014
	<b>Sivumäärä: 91</b>

---

**TIIVISTELMÄ**

Tämä tutkielma tehdään toimeksiantona ABB Oy:n, Motors & Generators -liiketoimintayksikön Vaasan sähkömoottoritehtaalle. Tutkielman tavoitteena on MM-rakennuksen logistiikan tarkkuuden ja tehokkuuden kehittäminen. Käytännössä tavoite tarkoittaa virheettömyyden lisäämistä materiaalien sijainti- ja tilatiedoissa, varastosaldoissa, sekä ei-jalostavan työn vähentämistä. Työssä keskitytään sähkömoottoritehtaan tuleviin ja sisäisiin materiaali- ja tietovirtoihin logistiikan osalta.

Tutkielman teoriaosuudessa tarkastellaan varastohallinnan periaatteita, varastotoimintaa ja kustannuksia sekä perehdytään varastosaldojen epätarkkuuteen. Empiirinen tutkimus suoritetaan tapaustutkimuksena, pistokokeina. 14.-28.2.2014 välisenä aikana tehtyjen pistokokeiden perusteella, kun tietojärjestelmässä olevaa ja fyysistä varastosaldoa verrataan, saadaan tuloksista selvitettyä varastosaldojen nykytila. Työssä myös analysoidaan inventointiraportteja, joiden tiedot ajoittuvat 2012-2013 vuosille. Tuotantotyöntekijöille tehdään kysely rakennevirheistä ja osien ristiinkäytöstä. Kyselyn perusteella voidaan havainnoida, kuinka usein ja missä tuoteryhmissä virheitä esiintyy. Logistiikan tehokkuuden kehittämistä käsitellään Kaizen -työpajassa. Kaizen -työpajan avulla saadaan uusia ideoita ja keinoja, joilla logistiikan tehokkuutta voidaan parantaa.

Tutkimusten perusteella pystyttiin tunnistamaan varastosaldovirheiden esiintymisprosentit ja varastosaldovirheiden syntymisen syyt sekä logistiikan tehokkuutta haittaavat epäkohdat. Tutkimustulosten analyysien avulla voitiin esittää konkreettisia kehitysehdotuksia, kuten resurssien tehokkaampaa käyttöä, työntekijöiden sitouttamista ja kouluttamista sekä ylituotannon vähentämistä, joiden avulla logistiikan tarkkuus ja tehokkuus paranee. Työssä myös tuotiin esiin kustannuksia, jotka syntyvät varasaldojen epätarkkuuden vaikutuksista.

---

**AVAINSANAT:** Varastohallinta, varastosaldo, logistiikan tarkkuus ja tehokkuus

---

**UNIVERSITY OF VAASA**
**Faculty of technology**

<b>Author:</b>	Miika Kiema	
<b>Topic of the Master's Thesis:</b>	Develop accuracy and efficiency of logistics. Case: ABB Oy, Motors & Generators, Vaasa	
<b>Instructor:</b>	Petri Helo	
<b>Degree:</b>	Master of Science in Economics and Business Administration	
<b>Major subject:</b>	Industrial Management	
<b>Year of Entering the University:</b>	2009	
<b>Year of Completing the Master's Thesis:</b>	2014	<b>Pages:</b> 91

---

**ABSTRACT**

This master's thesis is made by the order of ABB Oy, Motors & Generators business unit. The goal of this thesis is to develop the accuracy and efficiency of logistics in MM-building. In practice, it means eliminating inventory errors and improving the flow of the logistics. This study will focus on the internal information flows of the electric motor factory.

The theory part deals with inventory management, warehouse management and cost, logistics in industrial environment and manage inventory errors, how they occur and what effects they have on logistics. The empirical research will be implemented by random samples in a case study. The time frame for the measurement was from the 14<sup>th</sup> to the 28<sup>th</sup> of February 2014. The main goal of the measurement is to compare the physical inventory record with the information inventory record. The main focus of the measurement is to identify what the current state of the inventory record will be. The inventory reports from years 2012 to 2013 will also be analyzed in this study. A survey will be made among production workers on structural failures and misuse of parts. Kaizen -event workshop is the key to improve the efficiency of logistics in this study.

The record errors can be identified on the basis of the studies in stock (of percentage), why inventory record errors occur and the reasons that impede the efficiency of logistics. The results of the analysis made it possible to present concrete proposals for the development of logistics and efficiency. The work also highlighted the costs that arise from the effects of inventory errors.

---

**KEYWORDS:** Inventory management, inventory record, accuracy and efficiency of logistics

## 1. JOHDANTO

Lyhyemmät tuotteiden elinkaaret, lisääntyneet tuotevalikoimat ja tuote- ja palvelutietoiset asiakkaat ovat nostaneet kilpailupainetta useimmilla toimialoilla. Pärjätäkseen kilpailuympäristössä yritysten tulee suunnitella ja käyttää materiaalinhallintaa sekä tuotteiden jakelua tehokkaasti. (Sari 2008.) Myös logistiikan ja toimitusketjun suorituskyvyn on havaittu olevan merkittävä tekijä koko liiketoiminnan kannattavuudelle ja kilpailukyvyllä. Panostukset logistiikkaan ja toimitusketjun suorituskyvyn parantamiseen maksavat itsensä usein nopeasti takaisin, sekä parantavat tuottavuutta ja laatua. (Attaran & Attaran 2004.) Aiemmat tutkimukset osoittavat, että epävarmuus hankinnoissa, valmistuksessa ja jakelussa tekevät toimintojen hallinnasta vaikeaa. (Faisal, Banwet & Shankar 2007; Simchi-Levi, D., Kaminsky & Simchi-Levi, E. 2008) Valitettava tosiasia on, että suurimmalla osalla yrityksistä on ongelmia varastosaldon kanssa. (Sari 2008) Esimerkiksi yksi tutkimus osoittaa, että viestinnän ja tietotekniikan kehityksestä huolimatta johtavien jälleenmyyjien varastosaldotiedot ovat lähes 50 prosenttisesti epätarkkoja. (Kang & Gershwin 2005) Toinen tutkimusryhmä raportoi samanlaisista havainnoista: yli 65 prosenttia johtavien jälleenmyyjien myymälöiden varastosaldotiedoista eivät täsmää fyysisen varastosaldotiedon kanssa. (Raman, DeHoratius & Ton 2001)

### 1.1. Tutkielman kohde ja taustaa

Varastosaldovirheet, jotka syntyvät fyysisen varaston ja tietojärjestelmässä olevan saldotiedon eroavuudesta, aiheuttavat ongelmia, kuten lisäkustannuksia ja -työtä, yrityksille. Esimerkiksi jos tuotteita häviää 100€ edestä viikossa, se tarkoittaa 5 200€ hävikkiä vuodessa (52 x 100 €). Tämä 5 200 € on poissa yrityksen tuloksesta. Esimerkiksi oletetaan, että yrityksen nettotuotto on 4 %, tarkoittaa se sitä että tarvitaan 130 000 € lisää myyntiä jotta hävikki katettaisiin (5 200€ x 0,04 = 130 000 €). (Schreibfeder 1997.) Edellä kuvatun esimerkin avulla voidaan havainnoida, että varastosaldovirheet aiheuttavat rahallisesti suuria menetyksiä. Varastosaldojen epätarkkuus vaikuttaa varaston muutokseen ja mahdollisesti myös taseen vaihto-omaisuuden määrään eli taseen arvo on vaarassa vääristyä saldovirheen takia. Varastosaldojen täydelliset ja tarkat tiedot ovat ratkaisevia, jotta yritys voi toimia tehokkaasti. (Rekik, Sahin & Dallery 2009.)

Tämä pro gradu -tutkielma tehdään toimeksiantona ABB Oy:n Motors & Generators -liiketoimintayksikölle. ABB Oy on ruotsalais-sveitsiläinen, pääosin sähkövoima- ja automaatioteknologiaratkaisuja valmistava konserni. Yritys toimii yli 100 maassa ja sen palveluksessa on yli 150 000 työntekijää, joista Suomessa noin 6600. Kohdeyrityksen liiketoiminta koostuu viidestä divisioonasta: sähkövoimajärjestelmistä, sähkökäyttöistä ja kappaletavara-automaatiosta, sähkövoimatuotteista, pienjännitetuotteista sekä prosessiautomaatiosta. ABB Oy:n sähkömoottorituotanto on osa sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio divisioonaa. (ABB 2014.)

Tutkielma käsittelee ABB Oy:n Motors & Generators -liiketoimintayksikön Vaasan moottoritehtaan MM-rakennuksen logistiikan tarkkuuden ja tehokkuuden kehittämistä. Suurta huomiota kiinnitetään varastosaldoeroihin ja logistiikan tuottavuuden kehittämiseen. Motors & Generators -liiketoimintayksikössä valmistetaan sähkömoottoreita erilaisiin vaativiin olosuhteisiin, kuten esimerkiksi Ex-moottoreita räjähdysvaarallisiin tiloihin ja rullaratamoottoreita etenkin metalliteollisuuden käyttöön. Usein moottorit ovat ainakin jonkin verran räätälöityjä, tuoterakenteet monitahoisia ja valmistettavia tuoteperheitä useita, minkä johdosta tuotannossa kuluvien nimikkeiden määrä on suuri. Lisäksi nimikkeet käyttäytyvät erilalla kulutukseltaan ja kulutuksen vaihtelultaan, mikä luo edelleen lisää haasteita materiaalien- ja varastonhallinnalle. (ABB 2014.)

## 1.2. Tutkielma tavoitteet ja aiheen rajaus

Työn tarkoituksena on kehittää logistiikan tarkkuutta ja tehokkuutta ABB Motors ja Generators -liiketoimintayksikön MM-rakennuksessa (280-450 kokoluokan moottorit) muun muassa moottoriosien sijainti- ja saldotietoja parantamalla. MM-rakennuksen varastosaldotiedoissa on havaittavissa epätarkkuutta. Tämän työn tavoitteena on siis paneutua edellä olevaan ongelmaan, mistä saldoerot johtuvat, ja löytää ongelmiin ratkaisut. Samalla pyritään parantamaan tehdaslogistiikan sujuvuutta vähentämällä ei-jalostavaa työtä. Työssä myös keskitytään siihen, mitä saldovirheet aiheuttavat. Tavoitteena on rakentaa laskukaava, jolla voidaan laskea saldoerojen aiheuttavat kustannukset yritykselle.

Aihe on rajattu niin, että työssä tutkitaan AL1, AL1B, AL2A ja AL2B -kokoanolinjoihin ja M30, M40, M55, MOX, MRK ja MRT -varastoihin kuuluvia

varastomateriaaleja. Tutkielmassa kiinnitän huomiota myös vastaanottoon, materiaalisiirtoihin ja vuosi-inventointeihin.

Tutkielmassani on kaksi päänäkökulmaa – logistiikan *tarkkuus* ja *tehokkuus*. Tutkimuskysymykseksi asetetaan: Millä keinoilla logistiikan tarkkuutta ja tehokkuutta voidaan kehittää?

### 1.3. Tutkielman rakenne

Tutkielman teoriaosuudessa käydään läpi materiaalin- ja varastonhallinnan perusteita sekä varastonhallintajärjestelmää. Teoriassa perehdytään myös varastotoimintaan ja varastotoiminnan kustannuksiin. Luvussa keskitytään varastoprosessiin, joka muodostuu vastaanotosta, hyllytyksestä, tavaran keräilystä ja pakkaamisesta sekä nimikkeiden asettelusta ja keräämisestä. Varastotyyppit ja varastokustannukset esitellään kolmannessa luvussa.

Neljännessä luvussa käsitellään varastotoiminnan seuranta ja mittaamista sekä varastosaldotietojen epätarkkuutta. Luku rakentuu kahden kysymyksen ympärille: miten varastotoimintaa voidaan mitata, ja mitä vaikutuksia ja kuluja syntyy saldotietojen epätarkkuudesta. Viimeinen teorialuku keskittyy Kaizen -ideologiaan. Kuinka sitä voidaan käyttää hyväksi logistiikan tuottavuuden parantamisessa. Luvussa myös esitellään logistiikka yleisesti sekä Kaizen -tapahtuma (event). Tarkoituksena on käydä läpi empiriaosuuden menetelmät, joilla pyritään pääsemään työlle asetettuihin tavoitteisiin.

Ensimmäisessä empirialuvussa käydään läpi yrityksen logistiikan nykytila. Toisessa empirialuvussa käsitellään varastosaldotietojen epätarkkuuden kustannuksia. Luvussa myös esitellään kehitysehdotukset, jotka tehdään logistiikan tarkkuuden sekä tehokkuuden parantamiseksi. Kaksi implementointia tuodaan myös esille luvussa, jotka ovat syntyneet tämän tutkielman aikana. Viimeisessä luvussa koko tutkielma esitellään yhteenvedon muodossa.

## 2. MATERIAALIN- JA VARASTONHALLINTA

### 2.1. Materiaalinhallinta

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalihallinnan puitteissa ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta aina asiakkaalle saakka. Materiaalihankintojen osuus on kasvanut yritysten kustannusrakenteessa selvästi viimeisten vuosikymmenien aikana. Varastojen kokoa on pyritty pienentämään merkittävästi samanaikaisesti kun tilaus-toimitusprosessien aikajäniteitä on lyhennetty huomattavasti. Näiden tavoitteiden toteuttaminen edellyttää materiaalityöimintöjen tehokasta organisointia ja hallintaa. (Haverila, Kouri, Miettinen & Uusi-Rauva 2005: 443.)

Haverilan ym. (2005) mukaan materiaalihallinnalla on yleisesti ottaen kaksi tavoitetta: halutun palvelutason ylläpito ja materiaalinhallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Materiaalihallinnon pitää pystyä ylläpitämään haluttua palvelutasoa ja toimintoja tulee kehittää siten, että varastot pystyvät palvelemaan omaa tuotantoa sekä loppuasiakasta halutulla tavalla. Materiaalityöimintöiltä edellytetty palvelutaso on yksi keskeisimmistä strategisista päätöksistä. Materiaalihallinnan kokonaiskustannukset muodostuvat: ostettavien materiaalien hinnoista, oston kustannuksista, kuljetuksista, vastaanotoista, tarkastuskustannuksista, varastointikustannuksista, jakelukustannuksista, materiaalityövirheistä tuotannossa, puutekustannuksista ja reklamaatiokustannuksista.

### 2.2. Varastohallinta

Kaikki organisaatiot pitävät jonkunlaisia varastoja, esimerkiksi myymälä varastoi tavaroita, joita asiakkaat voivat katsella, kokki varastoi ainesosia ruokakomeroon, markkinatutkimusyhtiö varastoi olemassa olevia tietoja tietokantaan tai pankki varastoi käteistä reserviksi. (Waters 2009: 336.) Kuljetus, varastointi ja käsittely tapahtuvat ensisijaisesti toimitusketjun solmukohtissa. Yritykset käyttävät varastoja parantaakseen kysynnän ja tarjonnan yhteensopivuutta ja alentaakseen kokonaiskustannuksia. Tästä seuraa se, että omaisuuden säilyttäminen tuottaa varastointitarpeen ja suurelta osin myös tarpeen

materiaalinkäsittelyyn. Varastoinnista tulee taloudellinen soveltavuus toisin kuin välttämättömyys. (Ballou 1999: 245.)

Varastonhallinta on muuttuvien resurssien suunnittelua ja valvontaa niiden kulkiessa jakeluverkoissa, toiminnoissa ja prosesseissa. Varaston kasaantuminen aiheuttaa paikallisia yhteensopimattomuuksia kysynnän ja tarjonnan välillä. Kaikissa operaatioissa on jonkunlaisia varastoja ja varastonhallinta on erityisen tärkeää silloin, kun varastot ovat keskeisiä operaation tavoitteissa ja/tai ne ovat arvokkaita. Varastojen hoitaminen määrittää sen, miten tasapaino säilyy asiakaspalvelussa ja kustannustehokkuudessa. (Betts, Chambers, Johnston & Slack 2009: 278.)

Tarvitsevatko yritykset todella varastoja ja materiaalinhallintaa osaksi logistiikkasysteemejään? Jos yrityksen tuotteiden kysyntä tiedetään varmasti ja tuotteita voidaan toimittaa välittömästi vastaamaan kysyntään, niin teoriassa varastointia ei tarvita. (Ballou 1999: 245.) Yleensä ottaen varastointi nähdään useista syistä johtuen negatiivisena: sen vaikutus käyttöpääomaan, läpimenoaikoihin, sen kyky peittää ongelmia, varastointi- ja hallintokustannuksien syntyminen sekä vahinko- ja vanhentumisriskit. Kuitenkin varasto nähdään hyödylliseksi muun muassa epävarmuuden varalle, kompensoimaan tuotantoprosessia joustavaksi, hyödyntääkseen lyhyen aikavälin mahdollisuuksia, ennakoimaan kysyntää, vähentämään kokonaiskustannuksia ja täyttämään jakeluputkistoa. (Betts ym. 2009: 278.) Ballou (1999) mainitsee, että yrityksen toiminta ilman minkäänlaista varastointia ei ole mahdollista, koska kysyntää ei voida tarkasti ennustaa eikä se ole taloudellisestikaan mahdollista.

Varastonhallinta on tärkeä ”huolenaihe” johtajille kaikenlaisissa liiketoiminnoissa. Tehokas varastonhallinta on välttämättömyys, jotta toimitusketjua voidaan hyödyntää täydellisesti. Haasteena ei ole omaisuuden karsiminen kustannuksia vähentämällä tai tyydyttää kaikkia vaatimuksia vaan saavuttaa kilpailukykyiset painopistealueet tehokkaaseen liiketoimintaan. Tämän tyyppistä tehokkuutta voi tapahtua vain, jos toimitusketjun läpi virtaa oikea määrä investointeja/tuotteita. Esimerkiksi Wal-Mart piti edellä mainittuja asioita niin tärkeinä, että se otti käyttöön RFID -teknologian parantaakseen tiedonkulkua toimitusketjussaan. RFID eli Radio Frequency Identification

on tapa tunnistaa kohteita käyttämällä radiosignaaleja liitettynä tuotteisiin. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2010: 436, 648.)

### 2.2.1 Varastohallintajärjestelmä

Varasto on liiketoiminnallinen rakennus tuotteiden varastointia ja puskurointia varten. Varastoja hyödyntävät valmistajat, maahantuojat, maastaviejät, vähittäiskauppiat, kuljetusyrietykset jne. Varastohallintajärjestelmä (WMS, Warehouse Management System) on tietokantopohjainen tietokoneohjelma, jota käyttää logistiikan henkilöstö parantaakseen varaston tehokkuutta. Tavallinen varastohallintajärjestelmä sisältää toiminnot vastaanotonprosesseista, varastoinnista, tilausten poimintaprosessista, pakkaamis- ja kuljetusprosesseista. (Shiau & Lee 2010; Rouwenhorst, Reuter, Stockrahm, Van Houtum, Mantel & Zijm 2000.)

Shiau & Lee (2010) mainitsevat yksitoista varastohallintajärjestelmän tehtävää, joiden avulla voidaan saavuttaa hyötyjä. Nämä tehtävät ja niistä koituvat hyödyt ovat:

- Kuljetustaloudelliset hyödyt
- Tuotantotaloudelliset hyödyt
- Ostoalennukset
- Yrityksen asiakaspalvelun tukeminen
- Muuttuvien markkinaolosuhteiden ja epävarmuustekijöiden kohtaaminen
- Aika ja tila erojen selvittäminen, joita syntyy tuottajien ja asiakkaiden välille
- Toteuttaa logistiikkaa mahdollisimman vähillä kokonaiskustannuksilla ja halutulla asiakaspalvelutasolla
- JIT (Just-In-Time) -filosofian tukeminen toimittajan ja asiakkaan näkökulmasta
- Tarjota asiakkaalle tuotevalikoiman
- Tarjota tilapäisen varastoinnin hävitettäville tai kierrätettäville materiaaleille
- Tarjota puskuri uudelleenlastaukseen.

Varastohallintajärjestelmät (WMS) ovat yleisiä monilla teollisuudenaloilla. Ohjelmistolla, joka kontrolloi tavaravirtaa tuotteiden vastaanotosta ja tilausten poiminnasta alkaen sekä



huolehtii myös tuotteiden pakkaamisesta ja lastaamisesta kuljetusvälineisiin, on potentiaalia nopeuttaa kiertoaikaa ja vähentää valmistuskustannuksia. (Aron 1998.)

### 2.3. Varastohallinnan työkalut

Grinsted & Richards (2013) käsittelevät teoksessaan varastohallinnan työkaluja. He mainitsevat työkalun/metodin, joilla voidaan parantaa varaston tehokkuutta ja tarkkuutta. Tämä menetelmä on *tilauksen keräilystrategian valinta (choosing an order-picking system)*.

#### 2.3.1. Tilauksen keräilystrategian valinta

Useat varastot keräilevät edelleen tilauksia erikseen mutta on olemassa tapoja joilla yhdistää tilauksia nopeuttaakseen keräilyä. Grinsted & Richards (2013) tulkitsevat tilauksen keräilystrategiat seuraavasti:

- Yksittäisen tilauksen poiminta/keräily. Poiminnan jälkeen palataan seuraavaan tilaukseen.
  - Ohjeet/tehtävälistat voivat olla asiakirjoihin perustuva järjestelmä, scannerit tai puhekeräily/-teknologia.
  - On yleensä yksivaiheinen prosessi.
  - Käsittelyvälineistö voi vaihdella rullakosta trukkiin.
  - Virhealtista, jos käytetään asiakirjoihin perustuvaa järjestelmää.
  - Aikaa vievää.
  - Koulutus voi olla aikaa vievää.
- Rypäskeräily. Keräilijät poimivat useita yksittäisiä tilauksia varastosta samaan aikaan.
  - Tilaukset ovat pienempiä kuin yksittäisen tilauksen poiminnassa.
  - Normaalisti yksivaiheinen prosessi.
  - Käsittelyvälineistö voi vaihdella rullakosta trukkiin.
  - Riippuvainen keräilijän paikkansapitävyydestä
  - Koulutus voi olla aikaa vievää.

- Eräkohtainen keräily. Suuri määrä nimikkeitä kerätään suuresta määrästä tilauksia samalla tuotantolinjalla.
  - Tyypillisesti käytetään verkkokaupassa.
  - Yhdestä viiteen linjaa tilausta kohti on maksimi.
  - Voi poimia tarkan määrän tai koko pakkauksen.
  - Käsittelyvälineistö pääasiassa trukkeja.
  - Kaksivaiheinen prosessi – poiminta, lajittelu ja kyltti.
  - Riippuvainen tilausten vakauttamisjärjestelmästä.
- Vyöhykepoiminta. Tuotteet on lajiteltu erityisiin ryhmiin ja sijoitettu määritetyille alueille varastossa.
  - Keräilijä huolehtii pienestä alueesta (supistettu kävelyetäisyydelle).
  - Poiminta voi olla samanaikaista tai peräkkäistä.
  - Vaatii, että tilauksia kuljetetaan ympäri varastoa.
  - Hyvä tarkkuus, jos yhdistetty skannaukseen.
- Aaltopoiminta. Suuri määrä tilauksia kerätään määritetyllä aikaperiodilla.
  - Kaikkia edellä mainittuja menetelmiä voidaan käyttää.
  - Keräily on liitetty ajoneuvojen lähtöihin, laivojen muutoksiin ym.
- Tavaroiden poiminta. Suuri määrä tilauksia voidaan kerätä samalla kertaa.
  - Keräilijä pysyy yhdessä paikassa.
  - Edellyttää automaatiota ja valoteknologiaa.

<b>Keräilymenetelmä</b>	<b>Tyypillinen käyttö</b>	<b>Hyödyt</b>	<b>Haitat</b>
Yksittäisen tilauksen keräily	useimmat toiminnot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksivaiheinen prosessi</li> <li>• Joustava</li> <li>• Nopea täytäntöönpano</li> <li>• Kyky erottaa tärkeät tilaukset</li> <li>• Keräilyjällä mahdollisuus valita keräysreitti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alhainen keräily määrä</li> <li>• Todella työvoimavaltaista</li> <li>• Voi aiheuttaa pullonkauloja</li> <li>• Koulutus voi viedä aikaa riippuen käytetyistä työkaluista</li> </ul>
Rypäskeräily	useimmat toiminnot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• useita tilauksia kerätään samaan aikaan</li> <li>• vähentää kulkemista varastossa</li> <li>• keräilyajan pieneneminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koulutus voi viedä aikaa</li> <li>• Tarkkuus voi olla ongelma</li> <li>• Tärkeitä tilauksia ei voida erotella helposti</li> <li>• Edellyttää laitteita hoitamaan useita tilauksia</li> <li>• Voi aiheuttaa pullonkauloja</li> </ul>
Eräkohtainen keräily	Verkkokauppa, vähittäiskaupan tilaukset	<ul style="list-style-type: none"> <li>• useita tilauksia kerätään samaan aikaan</li> <li>• tehokas verkkokaupassa</li> <li>• vähentää kulkemista</li> <li>• kasvattaa tarkkuutta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tärkeitä tilauksia ei voida erottaa helposti</li> <li>• vaatii järjestelmän tukea yhdistääkseen tilauksia</li> <li>• uudelleen pakkaamista tarvitaan</li> </ul>
Vyöhykepoiminta	Tilanteissa, joissa on suuri määrä SKU:ta (tuotteita) ja pieni määrä tavaroita tuotantolinjaa kohti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vähemmän kulkemista</li> <li>• Tilaukset voidaan poimia samanaikaisesti tai peräkkäin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaatii kuljettimet</li> <li>• Laitteiden kustannukset</li> <li>• Voi johtaa toimettomaan aikaan, jos työ ei ole tasapainossa vyöhykkeiden välillä</li> </ul>
Aaltopoiminta	Kun tilaukset on vapautettu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahdollisuus järjestää työt tehokkaasti</li> <li>• Tilaukset poimitaan ajallaan tai kun ajoneuvot lähtevät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tärkeitä tilauksia ei voida eritellä helposti</li> <li>• Vaatii Warehouse Management Systemiä hallintaan</li> </ul>

Taulukko 1. Tilauksen keräilystrategioiden vertailu (Grinsted &amp; Richards 2013).

### 3. VARASTOTOIMINTA JA VARASTOTOIMINNAN KUSTANNUKSET

#### 3.1. Varastotoiminta

Yritykset hankkivat tuotteita ja ne varastoidaan siihen asti, kunnes niitä tarvitaan. Varastoinnilla tasoitetaan tavaroiden saatavuudesta esiintyviä aika- ja paikkaeroja. Varasto muodostuu kahdesta osasta: käyttö- ja varmuusvarastosta. Varastoinnin järjestäminen ja varastotasot riippuvat muun muassa yrityksen toimialasta, sen liiketoimintamallista ja tavoitteista. ( Koivisto & Ritvanen 2007: 34.)

Tuote- ja materiaalivarastot ovat välttämättömiä lähes kaikille yrityksille. Varastoja tarvitaan toimituskyvyn turvaamisessa sekä tuotantoprosessin eri vaiheiden kytkennässä. Varastot ovat merkittävä kustannustekijä yritykselle. Varastoihin sitoutuu merkittävästi pääomaa, varastointi ja materiaalien käsittely aiheuttavat kustannuksia. Varastot muodostavat aina riskitekijän – tuote voi vanhentua varastossa teknisesti tai taloudellisesti. (Haverila ym. 2005: 445-446.)

Monet ihmiset pitävät varastoja resurssien tuhlauksena - kysymys kuuluukin miksi kaikki organisaatiot pitävät kuitenkin varastoja? Vastauksena tähän on se, että varastot tarjoavat puskurin kysynnän ja tarjonnan välille. Varasto voi toimia puskurina kysynnän ja tarjonnan odottamattomien vaihteluiden välillä. Puskuri tai varmuusvarasto voidaan selittää seuraavan esimerkin avulla. Vähittäiskauppa ei voi koskaan ennustaa tavaroiden todellista kysyntää, joten kauppa tilaa tuotteita toimittajaltaan niin että varastossa on aina vähintään minimitaso niitä. Edellä mainittu kattaa sen mahdollisuuden että kysyntä olisikin suurempaa sinä aikana kun tavaroita (uusia) toimitetaan. (Waters 2009: 338; Betts ym. 2009: 284.)

Waters (2009) mainitsee kymmenen syytä, miksi varastoja pidetään:

- toimia puskurina toimitusketjun eri osien välissä
- varautua kysynnän odottamattomaan kasvuun
- varautua toimitusten myöhästymisiin tai liian pieniin määriin
- hyödyntää suurien tilauksien hintojen alennuksia

- mahdollistaa tuotteiden ostoja, kun hinnat ovat alhaisia ja hintojen odotetaan nousevan
- mahdollistaa tuotannosta poistuvien tai vaikeasti saatavien tuotteiden ostoja
- mahdollistaa toiminnan kausiluontoisuus
- tehdä täysiiä kuormia ja vähentää kuljetuskustannuksia
- tarjota turvaa hätätilanteissa
- tuottaa voittoa, kun inflaatio on korkea

### 3.2. Varastoprosessi

#### 3.2.1. Vastaanotto

Varastointi alkaa tavaran vastaanotosta. Tavara vastaanotetaan heti, kun tilattu tuote saapuu vastaanottoalueelle. Vastaanoton tehtävä on selvittää mitä tavaraa on tullut, mistä se on tullut sekä varastoida saapuneet tuotteet niille nimetyille varastopaikoille. Vastaanoton tärkeimpiä tehtäviä on tässä vaiheessa myös tarkistaa, että tavaroita on oikea määrä ja ne ovat kunnossa sekä kuitata saapunut tavara. Vastaanotto toimii tiiviissä yhteistyössä ostajien kanssa ja ilmoittaa heille mikäli tavarantoimittaja ei täytä toimituslupaustaan. (Karhunen, Pouri, & Santala 2004: 374; Frazelle 2001: 228-230.)

Vastaanottoon saapuvat lähetykset ovat joko varastotäydennyksiä, palautuksia tai kauttakulkuja. Kun saapuva tavara kuuluu varaston varastonimikkeisiin ja on osoitettu varastolle, on kyse varastotäydennyksestä. Palautus sisältää nimikkeitä, jotka varasto on toimittanut asiakkaalle ja jotka asiakas palauttaa. Palautus voi johtua siitä, että nimike on jäänyt tarpeettomaksi asiakkaalle ja hän haluaa palauttaa sen myynnin kanssa sovitulla tavalla. Palautus voi myös johtua toimittajan virheellisen toiminnan takia asiakkaan saamista vääristä tuotteista. Asiakkaalla on oikeus palauttaa nimikkeet, jos toimitus on ollut laadullisesti virheellinen tai jos tuote on takuuaikana vaurioitunut. Vaikka kauttakulku saapuu varaston kautta, se on jo saapuessaan osoitettu tietylle asiakkaalle. Kauttakulku sisältää yleensä sellaisia tavaroita, joita varasto ei varastoi. Myös muualle yrityksen organisaatioon menevät toimitukset ovat tyypillisiä kauttakulkuja. Nämä erilaiset saapuvat lähetykset vaativat vastaanotolta erilaisia toimenpiteitä. (Karhunen ym. 2004: 374-375.)

### 3.2.2. Hyllytys

Tavaran lajittelu tarkoittaa konkreettista sisäänottoa. Tavara otetaan pois lastauslaiturilta odottamaan sen varastointia. Paikka on yleensä ennalta määritetty. Tavara on kuitenkin laitettava sellaiseen paikkaan, josta se on helppo tulkita vastaanotetuksi. Tähän vaiheeseen kuuluu tavaran käsittely, paikan vahvistaminen, sekä tuotteen sijoittaminen paikalleen eli hyllyttämistä. Tavaran varastointi on tavaran asettamista sille kuuluvalla paikalla, jossa se odottaa käyttöä eli kysyntää. (Frazelle 2001: 230.)

### 3.2.3. Tavaran keräily ja pakkaaminen

Tavaran varaaminen tarkoittaa sen poistamista varastosta. Tässä vaiheessa on myös huomioitavaa, että poistaa tavaran varastosaldoilta mahdollisesta tietojärjestelmästä. Tämän jälkeen tavara varataan kohtaamaan tietty kysyntä esimerkiksi tavaran myyminen asiakkaalle. Keräily ja pakkaaminen ovat perustoimenpiteitä, jolle varastointi ja sen suunnittelu perustuu. Varattu tavara pakataan tarvittaessa ennen sen luovutusta asiakkaalle. (Frazelle 2001: 230.)

### 3.2.4. Nimikkeiden asettelu ja kerääminen

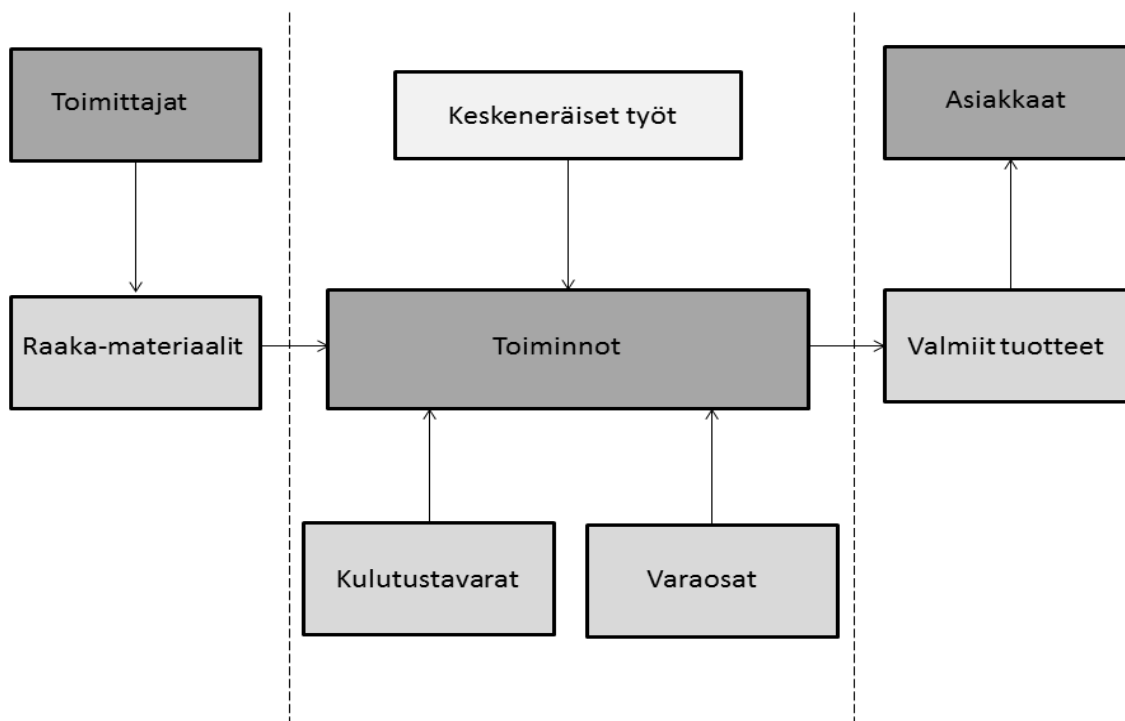
Varastonimikkeiden asettelu tarkoittaa toimenpidettä, jossa lähtevät nimikkeet siirretään sellaiseen paikkaan, missä ne eivät sekoitu varastotavaroiden kanssa. Tavara voidaan laittaa esimerkiksi hyllyyn, joka on tarkoitettu asiakasvarauksille. Tavaran luovutuksessa tai sen lähettämisessä on otettava huomioon tiettyjä asioita. Ensiksi on tarkistettava onko tilauksessa kaikki siihen kuuluvat tavarat. Toiseksi on katsottava, että tavara on pakattu oikein sille kuuluvien pakkauskeinoin ja materiaalein. Isoissa lastausmäärissä on tarkistettava paino, jotta saadaan määriteltyä lastauskulut. Myös mahdolliset lastauskirjat ja tullipaperit on tehtävä. (Frazelle 2001: 226-230.)

## 3.3. Varastotyypit

Sakin (1994) ja Watersin (2009) mukaan teollisessa ympäristössä varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen päätyyppiin. Nämä ovat *raaka-aine-*, *puolivalmiste-* ja

*valmisteverastot.* Raaka-ainevarastoilla tarkoitetaan varsinaisten raaka-aineiden ohella kaikkia muita materiaaleista, tarveaineista, osista ja komponenteista koostuvia varastoja. Puolivalmisteverasto muodostuu keskeneräisistä töistä ja valmisvarasto myyntiä odottavasti valmiista tuotteista.

Tuotannossa joudutaan usein varastoimaan nimikkeitä, koska jotkin raaka-aineet saapuvat suurina erinä, jolloin niiden kuluttaminen vie tuotannossa pidemmän aikaa. Vastaavasti joitain tuotteita voidaan tehdä varastoon toimitusta tai tilauksia odottamaan. Raaka-ainevarastojen tehtävä on varmistaa edullinen hankintahinta tai varmistaa tuotannon häiriöttömyys. Keskeneräisiä töitä (KET) ovat keskeneräiset tuotteet, joihin on allakoitu ja käytetty materiaaleja ja kapasiteettia. Lopputuotevarastot ja varastoidut puolivalmisteet, joita ei ole allakoitu asiakkaille tai tilauksille muodostavat kolmannen varastotyyppin. (Karrus 2003: 77.)



Kuvio 1. Varaston luokittelu (Waters 2009: 341).

Lähes kaikki tavarat on pidettävä jossakin varastossa, kuten raaka-aineet tehtaalla, valmiit tuotteet kaupassa tai purkkipavut ruokakomerossa. Voimme luokitella nämä varastot, kuten kuviossa 1 on tehty. Raaka-materiaalit ovat materiaaleja, osia ja komponentteja, jotka on toimitettu organisaatiolle mutta niitä ei ole vielä käytetty. Keskeneräiset työt – materiaaleja, joita on jo aloitettu työstämään mutta ne eivät ole valmiita eivätkä ole kulkeneet vielä ”matkaansa” organisaation tuotannon läpi. Valmiit tuotteet ovat kulkeneet prosessien läpi ja odottavat kuljetusta asiakkaille. (Waters 2009: 340.)

### 3.4. Varastokustannukset

Tavaran säilyttämiseen tarvitaan tila tai alue, jonka käytöstä syntyy kustannuksia. Niitä ovat säilytystilojen tai -alueiden aiheuttamat pääomakustannukset tai ulkopuolisille maksetut tilavuokrat. Myös hyllyjen, säiliöiden, laatikoiden, kuormalavojen ym. kaluston kustannukset kuuluvat tähän ryhmään. Mukaan täytyy laskea tilojen puhtaanapidon, valaistuksen, lämmityksen, jäädytyksen, vakuuttamisen ja muiden vastaavien toimenpiteiden kustannukset. (Sakki 1999: 68.)

Varastokustannukset muodostavat usein suuren osan yrityksen kokonaiskustannuksista. Lisäksi kun työvoimakustannuksista merkittävä osuus kuuluu varastohallintaan liittyviin tehtäviin, pienetkin parannukset varastohallintaan saattavat tarkoittaa suuria säästöjä yritykselle. (Silver & Peterson 1985: 2.) Varastokustannukset voidaan kategorioida neljään pääryhmään: osto-, tilaus-, varastonpito- ja puutekustannuksiin. (Waters 2009: 341)

#### 3.4.1. Ostokustannukset

Ostokustannuksella tarkoitetaan tuotteen ostohintaa, johon on lisätty rahtikustannus. Ostokustannukseen vaikuttaa myös toimittajan tarjoamat paljousalennukset. Pienen mittakaavan mukaisia ostoja voidaan tehdä yksivaiheisen kilpailuttamisen kautta. Näin hankintaprosessia saadaan huomattavasti nopeutettua. (Karrus 2003: 234-235.) Jos nimike tuotetaan itse, sen kustannus on tuotantokustannus. Itse tuotettujen tuotteiden kohdalla yksikkökustannus sisältää välittömän työkustannuksen, välittömän materiaalikustannuksen ja tehtaan yleiskustannuksen. (Tersine 1976: 16.)



### 3.4.2. Tilauskustannukset

Tilauskustannus tarkoittaa tilauksen tekemiseen kuluvaan kustannusta ja se vaihtelee yleensä tilaukseen mukaan. Tilauskustannukseen liitetään usein tilauksen tekeminen, materiaalin vastaanotto ja tarkistaminen, hyllyttäminen ja sekä toimituslaskujen käsittelystä aiheutuvat kustannukset. (Stock & Lambert 2001: 236.) Waters (2009) mainitsee, että tilauskustannuksiin sisältyy tekijöitä, kuten tilausten tekeminen, toimittajien analysointi, ostotilauksien laatiminen, materiaalien vastaanotto, materiaalien tarkistaminen, toimitusten valvominen, vakuutukset ja transaktion loppuun saattamiseen kuuluvat paperityöt.

### 3.4.3. Varastointikustannukset

Varastointikustannuksiksi lasketaan kaikki kustannukset, jotka liittyvät käytettävissä olevaan varastoon. Näitä kustannuksia ovat (Stock & Lambert 2001: 199.):

- Fyysisen varastotilan kustannukset
- Pilaantumis-, häviämis-, vanhenemis- ja katoamiskustannukset
- Menetetetyt tuotot (mikäli varastoon tehdyt investoinnit olisi sijoitettu muualle)
- Verot ja vakuutukset

Fyysisen varastotilan kustannukset aiheuttavat mm. varastojen vuokratilakustannuksista sekä varastotilojen sähkö- ja siivouskustannuksista. Yrityksen omistaman varaston kustannuksina saattaa puolestaan olla yrityksen ottaman lainan aiheuttamat korkokustannukset. (Stock & Lambert 2001: 199.)

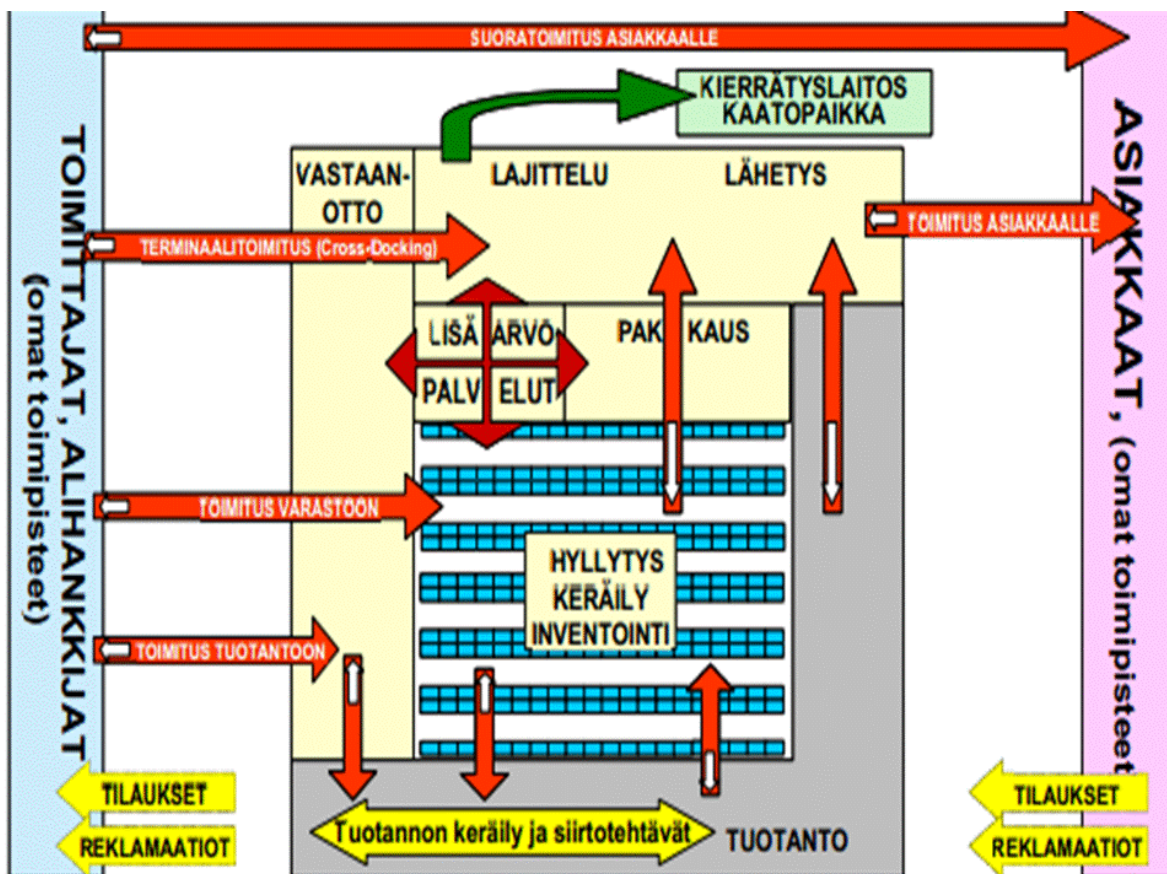
Waters (2009) jaottelee varastokustannukset pääomakustannuksiin, palvelukustannuksiin, varastotilakustannuksiin sekä riskikustannuksiin. Kustannukset ovat samoja kuin edellisissä kappaleissa mainitut asiat. Riskikustannukset muodostuvat pilaantumis-, häviämis-, vanhenemis- ja katoamiskustannuksista. Varastotilakustannukset ja fyysisen varastotilan kustannukset syntyvät samoista kustannuksista. Pääomakustannus ja menetetetyt tuotot tarkoittavat sitä, mitä varastoon sidotulle pääomalle olisi mahdollista saada tuottoa jos se sijoitettaisiin jollakin muulla tavalla. Palvelukustannukset muodostuvat veroista ja vakuutuksista.

#### 4. VARASTOTOIMINNAN SEURANTA JA MITTAAMINEN SEKÄ VARSTOSALDOJEN EPÄTARKKUUS

##### 4.1. Varastotoiminnan mittaaminen ja seuranta

Varaston toimintaa pystytään mittaamaan samankaltaisilla mittareilla kuin koko yritystoimintaa. Yrityksen kilpailukyky muodostuu taloudelliseen, tuotannolliseen, laadulliseen ja jaksonaikaiseen suoritukseen. Varaston täytyy pystyä vastaamaan liiketaloudenmittareihin, vaikka varasto toimisikin vain yrityksen sisällä. Sisäinen varasto on jatkuvassa kilpailutilanteessa varastoalalla toimivien kolmansien osapuolien kanssa. Jos yrityksen sisäinen varasto ei ole kilpailukykyinen kolmansien osapuolien kanssa, tulee yrityksen miettiä kannattaako sen toimia varastoalalla. Kolmasosapuoli, joka toimii varastoalalla, voi tehdä varastotoiminnasta tuloksetekijän tarjoamalla varastopalveluita oman toimialansa sisällä tai muiden toimialojen edustajille. (Frazelle 2002: 52-53.)

Varastotoiminnan seurantajärjestelmän tulee ulottua tavarantoimittajalta ja alihankkijoilta asiakkaille asti. Tietoa tarvitaan myös oston ja myynnin tilausjärjestelmistä sekä tuotannonohjausjärjestelmän varastolle asettamista tehtävistä fyysisen varastoprosessin ohella. (Aminoff, Hyppönen & Kettunen 2004.)



Kuvio 2. Varastotoiminnan seurantajärjestelmän toimijat, toiminnot ja virrat (Aminoff ym. 2004).

Kuviossa 2 on kuvattu seurantaan kuuluvat toimijat, toiminnot ja keskeiset materiaali- ja tietovirrat. Materiaalivirtojen palautusvirrat on kuvattu pienin nuolin itse virtanuolen sisällä. Virrat ovat luonteeltaan ja työmääriltään hyvin erilaisia, ja ne tulisi erotella riittävästi. Erityisesti varaston ohi kulkevat suorat toimitukset pitää pystyä rajaamaan. Toisaalta varaston sisällä terminaalitoimitukset ja suorat toimitukset tuotantoon pitää pystyä erottelemaan varastopaikoille hyllytettävistä ja sieltä kerättävistä virroista. (Aminoff ym. 2004.)

#### 4.2. Varastosaldotietojen epätarkkuus

Tiedetään, että epätarkkuus varastosaldoissa voi johtaa voiton heikkenemiseen toimitusketjussa. Varastosaldotietojen epätarkkuus voi johtua useista syistä, kuten

maksutapahtumien virheistä, sijoitusvirheistä, kutistumasta jne. Myös prosessin alhaisella laadulla, varkauksilla ja tuotteiden pilaantumisella on vaikutuksia saldotietojen epätarkkuuden kasvuun. Varaston epätarkkuuden poistamiseksi yritykset voivat sijoittaa uuteen teknologiaan, kuten RFID:hen (Radio Frequency Identification). Monet yritykset ovat automatisoineet varastohallintaprosessinsa ja he luottavat tietojärjestelmiensä antamaan tietoon kriittisessä päätöksenteossa. Kuitenkin jos tieto on epätarkkaa, systeemin kyky tarjota korkean käytettävyyden tuotteita alhaisilla käyttökustannuksilla voi vaarantua. Pienikin hävikki varastossa, joka jää tietojärjestelmältä huomaamatta voi johtaa varastotietojen epätarkkuuteen, mikä häiritsee täydennysprosessia ja luo vakavia tuotepuutteita varastoihin. Tulon menetykset voivat olla paljon suurempia kuin tuotepuutteiden aiheuttamat tappiot varastoissa itsessään. Tämä herkkyys varaston epätarkkuudessa kasvaa vielä isommaksi järjestelmien toimiessa Lean ympäristössä. Varastosaldotietojen epätarkkuus voi aiheuttaa kaksi ongelmaa: varaston suunnittelematon ehtyminen tai kasvaminen. (Karaesman, Savas & Uckun 2008; Kang & Gershwin 2004; Fleisch & Tellkamp 2004.)

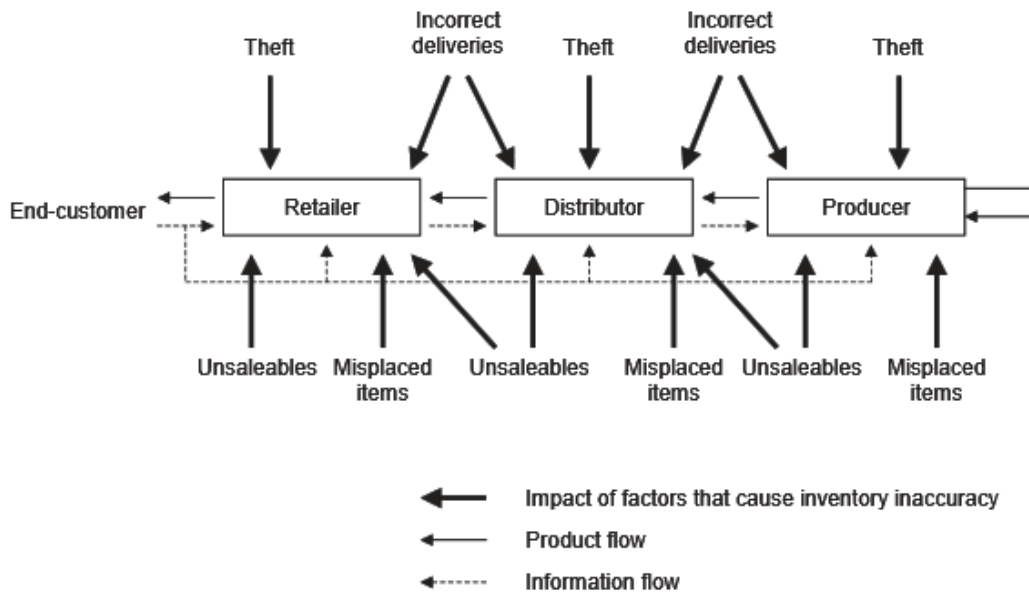
Kang & Gershwin (2004) tutkivat ongelmia, jotka liittyvät varastojärjestelmien epätarkkuuteen. Tutkimus käsittelee seuraavia aiheita: mitä epätarkkuus on, mitkä ovat syyt ja mitä vaikutuksia epätarkkuudella on varastojärjestelmän suorituskykyyn. Käsitellyt kysymykset ilmenivät Auto-ID työstä. Auto-ID keskus perustettiin vuonna 1999 Massachusettsin teknillisessä instituutissa, jota tukee yli 100 globaalia yritystä. Sen tavoitteena on luoda automaattinen tuotetunnistejärjestelmä, joka voisi korvata viivakoodijärjestelmän. Radio Frequency Identification (RFID) -tagi, jolla on mikrosiru ja antenni voidaan kiinnittää fyysisiin esineisiin, kuten soodapullon, farkkuihin, auton moottoriin jne. Sijoittamalla RFID -lukijat keskeisille paikoille toimitusketjua voidaan merkittävät objekteja seurata valmistuksesta kulutukseen. Auto-ID keskus on mukana suunnittelussa ja käyttöönotossa, jossa tietokoneilla on mahdollista tunnistaa kappaleet ja niiden sijainti tarkasti ja reaaliajassa. Kang & Gershwin (2004) mainitsevat, että he huomasivat Auto-ID projektia tehdessään sen, etteivät vähittäiskauppiat tiedä kovin hyvin kuinka paljon heillä on tuotteita kaupoissaan.

Kang & Gershwin (2004) tutkivat globaalia vähittäiskauppiasta, jonka jokainen myymälä kuljettaa tuhansia tuotelinjoja (SKUs – Stock Keeping Units), jotka tekevät yleisen

käytännön mukaan inventaariolaskennan ainakin kerran vuodessa taloudellisiin raportointiin tarkoituksiin. Manuaalisen inventaariolaskennan jälkeen kaupat pystyvät vertailemaan varastosaldoja tietojärjestelmässä olevaan saldotietoihin ja todellisiin varastosaldoihin. Kang & Gershwiniin (2004) tutkimuksesta selviää, että kauppohen varastosaldotietojen mittaamisen tulokset eivät ole kovin hyviä. Parhaimmin mittauksessa suoriutuneessa kaupassa n. 70 % varastosaldotiedoista oli oikein. Yhdessä kaupassa kaksi kolmasosaa varastosaldotiedoista oli väärin. Edellä mainitun globaalien vähittäiskaupan myymälöiden saldotietojen oikeellisuuden keskiarvona oli 51 %. Toisin sanoen myymälöiden varastosaldotiedot ovat vain puoleksi oikein. Varastosaldojen tarkkuus on yrityksillä noin 70-80 % tasolla. Tasot vaihtelevat yrityksen toimialan mukaan.

Brown, Inman & Calloway (2001) simuloivat varastosaldotietojen epätarkkuuksien vaikutukset MRP -ympäristössä. He tutkivat virheiden toistumistiheyttä, laajuutta ja tuotteiden sijaintia tuotannossa. Virheen toistumistiheys viittaa numeroon ajanjaksolla, jossa varastosaldo on epätarkka. Virheen laajuus viittaa prosenttiosuuteen järjestelmässä olevaan varastosaldotietoon verrattuna fyysisessä varastossa olevaan varastosaldotietoon. Tuotteen sijaintipaikassa otetaan huomioon, missä eri kohdissa tuotantoprosessia virheet havaitaan esimerkiksi tuotantoprosessin alussa tai lähempänä loppua. He toteavat, että virheiden toistumistiheys on johdonmukainen ja sillä on vaikutusta suorituskvyn tuloksellisuuteen.

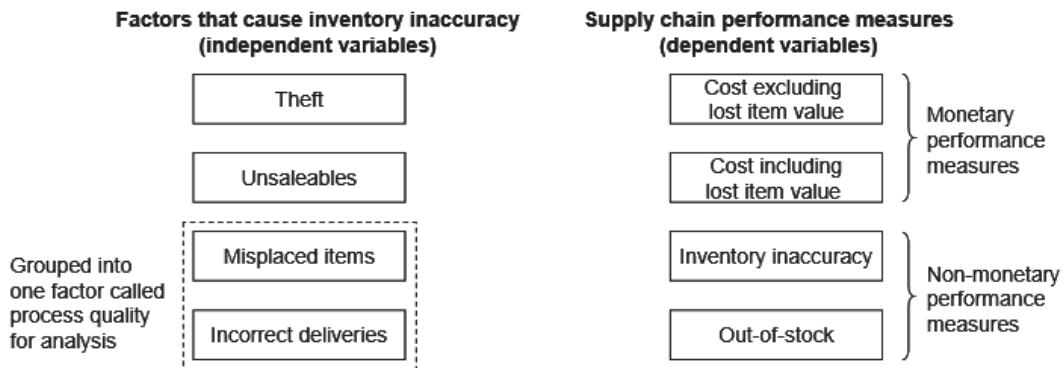
Epätarkkojen varastosaldotietojen vaikutukset voivat olla vakavia vähittäiskauppiaille, koska kaupat luottavat varastosaldotietoihin tehdessään tärkeitä operatiivisia päätöksiä. (Kang & Gershwiniin 2004) Raman, DeHoratius & Ton (2001) raportoivat samankaltaisista löydöksistä tekemässään tutkimuksessa, jossa he tarkastelivat johtavia jälleenmyyjiä. He tutkivat 370 000 tuotelinjaa. Näistä yli 65 % ei täsmännyt fyysiseen varastoon.



Kuvio 3. Tekijät, jotka aiheuttavat varastosaldotietojen epätarkkuutta toimitusketjun eri vaihella. (Fleisch & Tellkamp 2004)

Fleisch & Tellkamp (2004) keskittyvät tutkimuksessaan selvittämään vastauksen kysymykseen: kuinka toimitusketjun suorituskyky muuttuu, kun varastosaldotietojen epätarkkuus eliminoidaan. He käyttävät simulointia tutkimusmenetelmänä. Simulointimalli käyttää irrallista ja jatkuvaa aikaväliä. Perustapauksessa luodaan toimitusketju, jossa loppuasiakaskysyntä on kaikkien tasojen tiedossa reaaliajassa, ja varastosaldojen epätarkkuus johtuu eri tekijöistä. He muokkaavat mallia niin, että fyysiset varastosaldot ja tietojärjestelmässä olevat varastoarvot tasataan joka jaksolla, jotka eliminovat varastosaldojen epätarkkuuden. Jokainen simulointi kestää 200 ajanjaksoa. He aloittavat suorituskyvyn mittaamisen laskennan ajanjaksolta 11, jotta vältetään käynnistyksen vaikutukset. Tutkimuksen tuloksista selviää, että on olemassa erilaisia tapoja, joilla voidaan puuttua varastosaldotietojen epätarkkuuteen. Ei-teknilliset tavat ovat *benchmarking*, *tietoisuuden lisääminen ja prosessin parantaminen*. Nämä vaiheet keskittyvät pääasiassa väärin sijoitettuihin tai kadoksissa oleviin kohteisiin. Edellä mainitut tavat tarjoavat kuitenkin vähäisiä keinoja varkauden tai väärän toimituksen havaitsemiseen, jotka aiheuttavat myös varaston epätarkkuutta. Kun tarkastellaan teknologioita, joilla parantaa

varaston tarkkuutta, Fleish & Tellkamp (2004) mainitsevat RFID -teknologian. RFID:n etuja ovat varastettujen ja myyntikelvottomien tuotteiden vähentyminen, työvoimakustannusten säästöt ja tuotteiden loppumisen väheneminen. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että poistamalla varaston epätarkkuutta voidaan vähentää toimitusketjun kustannuksia sekä vähentää tuotteiden loppumista



Kuvio 4. Tekijät, jotka aiheuttavat varastosaldotietojen epätarkkuutta ja toimitusketjun suorituskyvyn mittaamista. (Fleisch & Tellkamp 2004)

#### 4.2.1. Varastosaldotietojen epätarkkuuksien vaikutukset

Kang & Gershwinin (2004) löydökset osoittavat, että täydellisiä varastosaldotietoja on vaikea ylläpitää. Kaupoissa tapahtuu monia keskeisiä toimia, jonka seurauksena varastosaldotiedot ovat hyvin todennäköisesti virheellisiä. Syitä virheellisille saldotiedoille on monia. Artikkelissa mainitaan muutama yleisesti havaittu syy, jotka ovat varastohävikki, tapahtumavirhe (transaction error), saavuttamaton varasto (inaccessible inventory) ja virheellinen tuotetunnistus.

Varastohävikki tunnetaan myös kutistumana teollisuudessa, joka kattaa kaiken häviön myytäväksi saatavilla olevista tuotteista. Yksi yleinen esimerkki on varkaus, johon voidaan sijoittaa sekä ostajat että työntekijät. Myös tuotteen vanhentuma, vaurio tai pilaantuma voidaan liittää varastohävikkiin (stock loss). Tapahtumavirhe (transaction error) liittyy tyypillisesti saapuvaan ja lähtevään tavarahan. Siirrot tulee kirjata tietojärjestelmään. Kirjaamisessa voi

tapahtua virheitä. Saavuttamattomalla varastolla (inaccessible inventory) tarkoitetaan tuotteita, jotka ovat jossain rakennuksessa mutta eivät ole käytettävissä, koska niitä ei löydy. Näin voi tapahtua kun kuluttaja ottaa tuotteen hyllystä mutta asettaa sen toiseen paikkaan. Virheellinen tuotetunnistus voi tapahtua monella tavalla. Tuotteeseen voidaan asettaa väärä tuotekoodi/-seloste joko toimittajan tai myymälän puolella. Myös virheellinen tuotetunnistus voi tapahtua inventaarilaskennassa. (Kang & Gershwinin 2004.)

Virheelliset saldotiedot vaikuttavat merkittävästi yrityksen suorituskykyyn. Varastosaldovirheet pudottavat valtavasti toimitusketjun suorituskykyä. Toimitusketjun, jossa kysyntä on epävarmaa ja/tai läpimenoajat ovat lyhyitä, yhteistyö on herkempää varastosaldovirheille. (Sari 2008)

#### 4.2.2. Varastosaldon epätarkkuuden aiheuttamat toimenpiteet ja kulut

Varastosaldojen epätarkkuus aiheuttaa monia ongelmia, kuten työntekijöiden tuottavuuden laskua, ei tarvittavien tuotteiden valmistusta, asiakaslupausten rikkomista, kalliita inventointeja ja yleisellä tasolla pettymystä. (Meyer 1991) Schreiberfeder (1997) mainitsee artikkelissaan kolme seurausta, jotka ilmenevät varastosaldojen epätarkkuudesta:

- *Hukattu aika:* Jos yrityksen myyntihenkilöt ja asiakaspalvelijat joutuvat jatkuvasti menemään varastoon tarkistamaan saldot, he hukkaavat kallista aikaa. He eivät voi jatkuvasti käydä varastossa tarkistamassa onko kyseistä tavaraa hyllyssä ja tehdä muuta työtä samaan aikaan. Myös asiakkaan kallista aikaa menee hukkaan kun he joutuvat odottamaan saldojen tarkistusta.
- *Hukattu raha:* Jos tuotteita puuttuu varastosta, koska ne ovat joko väärässä paikassa, varastettu tai hajonneita, niiden tilalle pitää hankkia uudet. Uuden tuotteen valmistaminen tai ostaminen on aina kulu. Kuten palkka, vuokra tai mikä vain muu kulu, on ne maksettava siitä samasta tulosta, mikä olisi jo muutenkin saatu ilman hävinnyttä tuotetta. Esimerkiksi jos tuotteita häviää 100€ edestä viikossa, se tarkoittaa 5 200€ hävikkiä vuodessa (52 x 100 €). Tämä 5 200 € on poissa yrityksen tuloksesta. Esimerkiksi oletetaan, että yrityksen nettotuotto on 4 %, tarkoittaa se sitä



että tarvitaan 130 000 € lisää myyntiä jotta hävikki katettaisiin ( $5\,200\text{ €} \times 0,04 = 130\,000\text{ €}$ ).

- *Tyytymättömät asiakkaat:* Jos lupaa tuotteen asiakkaalle luottaen tietojärjestelmään mutta tuotetta ei olekaan varastossa - tuloksena on pettynyt asiakas. Maine luotettavana toimittajana häviää nopeasti, ja olemalla epäluotettava toimittaja lisätään kilpailijan myyntiä.

Schreibfeder (1997) mainitsee, että ei ole epäilystäkään siitä, etteivät johtajat ymmärtäisi varastosaldotietojen tarkkuuden arvoa. Mutta miten vakuuttaa työntekijät, että varastosaldotietojen oikeellisuus ja tarkkuus ovat olennaista? Artikkelissa mainitaan kaksi yksinkertaista tapaa:

- Vakuuta työntekijät siitä, että varaston tarkkuus on tärkeä tekijä yrityksen menestymiselle ja heidän ammatillinen tulevaisuutensa on riippuvainen yrityksen menestyksestä.
- Tarjoa taloudellisia kannustimia varastosaldotietojen oikeellisuuden säilyttämiseksi.

Meyer (1991) mainitsee seitsemän lähestymistapaa varaston tarkkuuteen parantamiseen.

- Mittaa ongelma ja vakuuta johtajat ongelmasta.
- Sitouta ylin johto, jotta ongelman vakavuus ilmenee heille.
- Menettelytapa. Kuinka työt pitää suorittaa, jotta varaston tarkkuus saavutetaan.
- Kouluta. Kaikkien pitää oppia. Esimiehien toimet korostuvat.
- Testaus. Tutkimuksen kautta korjaukseen. Pilotointi yhdelle alueelle.
- Kontrolloii. Tietoisuudella tehokkuutta. Raportoi tuloksista ja virheistä eteenpäin.
- Auditointi. Kerran tai kahdesti vuodessa yksittäisen johtajan tulisi tarkastaa 10 % tilasta satunnaisella otannalla.

Piasecki (2004) mainitsee, että viivakoodijärjestelmällä, RFID -teknologialla ja valo-ohjauksella usein oletetaan olevan ratkaisu varastosaldojen epätarkkuuteen. Oikein toteutettuna nämä tekniikat voivat vähentää virheitä mutta yksinään ne eivät poista kaikkia virheitä, ja huonosti toteutettu järjestelmän käyttöönotto voi jopa huonontaa tilannetta.

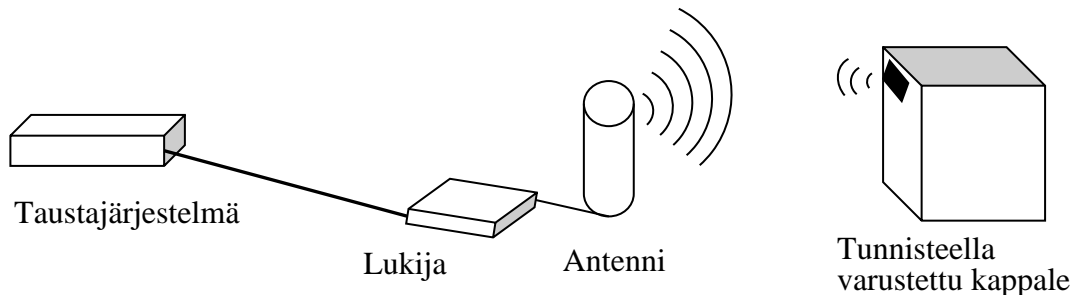
Ennen järjestelmän käyttöönottoa kannattaa huolehtia ensin perusasioista. Perusasioiksi voidaan luokitella: asenne, prosessin määrittely, dokumentaation menettely, henkilöstön koulutus, työntekijöiden testaus, seuranta, vastuullisuus ja uudelleen arviointi. Näiden vaiheiden läpi käyminen auttaa saavuttamaan korkeamman varastosaldotarkkuuden.

*Asenne* tarkoittaa sitä, että varastosaldojen tarkkuuden ylläpitäminen on oltava olennainen osa organisaation asennetta. Kuten laadun ja asiakaspalvelun myös tarkkuuden edistämisen tulee olla kaikkien vastuulla organisaatiossa. Tämä asenne on aloitettava ylimmiltä tasoilta. *Prosessin määrittely* – määrittele prosessit koko organisaatiolle, jotka vaikuttavat varaston tarkkuuteen. Samalla kun määritellään prosessit, pitäisi etsiä mahdollisuuksia virheiden eliminoimiseksi. *Dokumentaation menettely*, tässä osassa aiemmin määritellyt prosessit dokumentoidaan, jotta työntekijät osaavat toimia oikein. *Henkilöstön koulutus*, on tärkeää käydä menettelytavat läpi työntekijäryhmien kanssa. *Työntekijöiden testaus*, tällä tavalla saadaan tietää ymmärtävätkö työntekijät menettelytavat. Testeistä ei kannata tehdä liian vaikeita vaan esimerkiksi monivalintakysymykset voisivat olla hyvä keino testata työntekijöitä. *Seuranta*, valvo prosessien noudattamista. Jos ilmenee vääränlaista toimintaa, puutu siihen heti ja ohjeista tekemään oikein. *Vastuullisuus*, työntekijät on saatava vastuuseen siitä, että he noudattavat dokumentoituja menettelytapoja. Prosessit ja menettelytavat tulisi säännöllisesti *arvioida uudelleen*. (Piasecki 2004.)

#### 4.2.3. RFID -teknologia varastosaldojen tarkkuuden parantamisessa

##### 4.2.3.1. RFID –teknologia

RFID tulee sanoista Radio Frequency Identification, jolla tarkoitetaan mitä tahansa järjestelmää, jossa elektroninen laite, joka käyttää radiotaajuuden tai magneettikentän muunnelmia viestiäkseen, on kiinnitettynä tavaraan. (Glover & Baht 2006) RFID on siis teknologia, joka mahdollistaa langattoman automaattisen etätunnistamisen. RFID:n käyttö on lähtöisin isojen ja tunnettujen kaupanalan yritysten sekä julkisen sektorin toimijoiden aloitteista. (Granqvist, Permala & Scholliers 2007). RFID:n yleisiä etuja on mahdollisuus kiinnittää kappaleeseen luettavaa ja kirjoitettavaa informaatiota, lämpötilan vaihteluiden ja liian kestoisuus, ei tarvetta suoralle näköyhteydelle tunnistamiseen, mahdollisuus lukea monta tunnistetta yhdellä kertaa. (Kärkkäinen 2005.)



Kuvio 5. RFID -järjestelmän komponentit. (Glover & Bhatt 2006)

RFID -järjestelmän muodostavat itse tunnisteella varustettu kappale (tai pelkkä tunniste), antenni, lukija ja taustajärjestelmä, joka käsittelee lukijalta tulevaa tietoa. (Glover & Bhatt 2006.)

Tunnistus käytännössä toimii seuraavalla tavalla. Lukija lähettää radiosignaalia asetetulla taajuudella määrävälein (yleensä satoja kertoja sekunnissa), jolloin lukuetaisyydellä olevat RFID-tunnisteet poimivat lähetyksen ja lähettävät takaisinpäin signaalia lukijalle. Tunniste voi mahdollisesti muokata lähettämäänsä signaalia lähettääkseen informaatiota, kuten esimerkiksi tunnisteiden numeron, takaisin lukijalle (Glover & Bhatt 2006: 34).

Toimitusketjuissa tunnistamista tehdään eri tasoilla. Joskus tarvitsee tunnistaa yksittäinen tuote ja joskus pelkkä kuljetuskontin tunnistaminen on riittävää. Tunnistamistarpeet luonnollisesti liittyvät kiinteästi suoritettavaan tehtävään. Toimitusketjun erilaiset tunnistamisen tasot hierarkkisesti suurimmasta pienempään ovat (Permala, Scholliers & Granqvist 2006; Harmon 2002):

- kuljetusväline
- kuljetusyksikkö (esim. kontti)
- RTI (engl. Returnable Transport Item, esim. lava)
- kuljetuspakkaus
- myyntipakkaus
- tuote

#### 4.2.3.2. RFID -teknologian hyödyt

RFID mahdollistaa yksikkökohtaisen tuotteiden tunnistamisen hyväksyttävissä olevilla kustannuksilla. Yksittäisiä tuotteita voidaan tehokkaasti käsitellä, koska RFID ei vaadi fyysistä kontaktia ja useita tuotteita voidaan lukea käytännössä yhtä aikaa. (Kärkkäinen & Holmström 2002). Tuotteiden eriytetty käsittely, jopa yksikkökohtainen räätälöinti, on helpompi toteuttaa, kun tuotteita voidaan tunnistaa yksilötasolla. Automaattista tunnistusta voidaan hyödyntää käsittelyn tehostamiseksi, tehokkaan räätälöinnin toteuttamiseksi ja tiedonhallinnan kehittämiseksi. Mahdollisuutta tunnistaa tuotteita ilman fyysistä käsittelyä voidaan pitää avaimena tehokkaaseen tunnistamiseen. Yksikötason tunnistamista taas voidaan pitää vaatimuksena tehokkaaseen räätälöintiin. (Kärkkäinen 2006.)

Ensinnäkin RFID tarjoaa mahdollisuuden erittäin tehokkaaseen tuotteiden ja pakettien tunnistukseen normaalissa käsittelyprosessissa. Tunnistamisen tehokkuutta viivakoodeihin verrattuna lisää todella oleellisesti se, että koodeja voidaan lukea pakkausten ja kuljetusyksikköjen sisältä, vaikka tunnisteisiin ei saataisikaan näköyhteyttä. Itse tunnistustilanteessa RFID tarjoaa selkeitä hyötyjä viivakoodiin verrattuna. Tehokkuushyötyjen lisäksi RFID parantaa tunnistamisen ja tunnistetilanteen turvallisuutta. RFID-tunnisteiden kopioiminen ja väärentäminen on lähes mahdotonta. RFID on lupaava tunnistustekniikka, ja se voi tuoda uutta tehoa moniin toimitusketjuihin ja jopa mahdollistaa täysin uudenlaisia logistisia toimintamalleja. Liiketoiminnan tai logistiikan lainalaisuuksia sekään ei kuitenkaan mullista, vaikka saattaa muokata niitä joissain ympäristöissä huomattavastikin. (Pekonen 2012.)

Hellströmin & Wibergin (2010) artikkeli, jossa he tutkivat PAGO:n kokoonpanotehdasta, osoittaa, että varaston tarkkuutta on parannettu RFID -teknologian käyttöönotolla. RFID -teknologia takaa tutkimuksen mukaan sen, että epätarkkuus varastossa pysyy minimissä. Heesen (2007) tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että RFID:stä on eniten hyötyä hajautettuna toimitusketjuun. Tutkimus myös todistaa sen, että RFID -teknologia voi eliminoida varastosaldovirheitä.

## 5. KAIZEN -IDEOLOGIA LOGISTIIKAN TUOTTAVUUDEN PARANTAMISESSA

### 5.1. Logistiikan määritelmä

Logistiikka voidaan määritellä seuraavasti: ”Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä”. (Karrus 2003: 13) Liike-elämä ei pyöri ilman logistiikkaa. Tehokas ja toimiva logistiikka on organisaatioiden toiminnan elinehto. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011: 19.)

Logistiikkaa ei voi täysin ymmärtää ilman kokonaiskuvan luomista liiketoimintaympäristöön. Ei riitä, että tarkastellaan yhtä osa-aluetta pohtimatta asiaa kokonaisuuden kannalta. Esimerkiksi hankintatoimen ratkaisut vaikuttavat muun muassa vaihto-omaisuuteen, tuotantoon ja jakeluun. Logistiikkaa on tarkasteltava kokonaisprosessina, jolla pyritään kehittämään koko tilaus-toimitusketjun kilpailukykyä. (Ritvanen ym. 2011: 19-20.)

Varasto on yksi kalleimmista omaisuuseristä monille yrityksille. Varastot vastaavat jopa 40% koko sijoitetusta pääomasta. Operatiiviset johtajat ympäri maailmaa ovat jo pitkään tiedäneet, että hyvä varastonhallinta on ratkaisevan tärkeää. Toisaalta, yritys voi vähentää kustannuksia pienentämällä varastoa. Tämän seurauksena tuotanto voi pysähtyä ja asiakkaat voivat tulla tyytymättömiksi, jos tuotetta ei ole varastossa. Niinpä yritysten on löydettävä tasapaino varastoinvestointien ja asiakaspalvelun välillä. Yritykset eivät voi koskaan saavuttaa alhaista kustannusstrategiaa ilman hyvää varastonhallintaa. (Heizer & Render 2001: 474.) Varastonhallinta on tärkeä funktio vielä ”Internetin aikakaudellakin”. Tosiasiassa monella johtajalla on viha-rakkaussuhde varaston kanssa. Michael Dell puhuu varaston nopeudesta (inventory velocity) – nopeus, jonka aikana komponentit liikkuvat Dell-yhtiön tuotannossa. Tämä on keskeinen asia hänen yhtiönsä tulokseen. Dellin mielestä, mitä vähemmän aikaa tuotteet ovat varastossa, sitä parempi. (Bozarth & Hanfield 2008: 437.)

Laaja-alaisen määritelmän mukaan logistiikalla tarkoitetaan yrityksen kaikkien materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tietojen hallintaa. Logistiikkakäsite on syntynyt materiaalitalouden ja kuljetustalouden perillisenä lähinnä kuvaamaan materiaalisten hyödykkeiden toimittamiseen liittyviä koordinoitavia tehtäviä. Logistiikka koostuu kuljettamisesta ja varastoimisesta. Edellä mainittujen tehtävien hoitaminen vaatii tuotannon, raaka-ainevirtojen, jakelun, palvelujen, informaatio- ja rahavirtojen kokonaisvaltaista osaamista ja kokonaisuuksien ymmärtämistä. Uudet logistiset ratkaisut vaativat käytännössä aina luovuutta, teknologioiden tuntemusta ja taloudellisten realiteettien hallintaa. Logistiikka muodostaa laaja-alaisuutta, monitaitoisuutta ja jatkuvaa oppimista edellyttävän osaamistehtävän. (Haverila ym. 2005: 461; Karrus 2003: 12-13; Sakki 2009: 101.)

Logistiikan hallinta on se osa toimitusketjun hallintaa, joka suunnittelee, toteuttaa ja ohjaa tehokasta eteen- ja taaksepäin menevää virtausta sekä tavaroiden varastointia, palveluita sekä näihin liittyviä tietoja lähtö- ja tilauspisteen välillä, ja jonka tavoitteena on vastata asiakkaiden vaatimuksiin. Yritykset ovat riippuvaisia niiden logistiikkajärjestelmistä, jotka siirtävät tavaroita ja materiaaleja kumppaneilleen toimitusketjussa sekä hallitsevat tiedonkulkua edellä mainituissa tehtävissä. Logistiikka kattaa monenlaisia liiketoiminnan osa-alueita, mukaan lukien kuljetus, varastointi, materiaalikäsitteily, pakkaaminen, varastonhallinta ja logistiikan tietojärjestelmät. (Bozarth & Handfield 2008: 363.)

Logistiikan merkitys kasvaa nyky-yhteiskunnassa ja liike-elämässä yhä lisääntyvän kansainvälistymisen ja verkostoitumisen vuoksi. Logistiikka on merkittävä kilpailukykytekijä niin yksittäisille yrityksille kuin myös toimitusketjuille. Logistiikka yhdistää yrityksen monia toimintoja, kuten hankinnan, tuotannon, jakelun ja markkinoinnin. (Koivisto & Ritvanen 2007: 5,7)

Teollinen tavaratuotanto (komponenttien, päivittäistavaroiden ym. tuotanto) tarvitsee toimiakseen tehokkaasti hyvin toimivaa logistiikkaa. Logistiikan tehtävinä on varmistaa tarvittavien materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantoa varten, tehostaa tuotannon sisäisten tavaravirtojen hallintaa ja ohjaamista sekä hoitaa valmiiden tuotteiden varastointi ja siirto ketjussa seuraavaan vaiheeseen. Teollisessa logistiikassa puhutaan usein tulologistiikasta, tuotantoyksikön sisäisestä logistiikasta ja lähtölogistiikasta. (Karrus 2003:

72.) Yrityksen sisäisten materiaalivirtojen suunnittelua ja ohjausta nimitetään sisäiseksi logistiikaksi. Ulkoisella logistiikalla viitataan puolestaan yrityksen ulkopuolisten materiaalivirtojen hallintaan. (Haverila ym. 2005: 462.)

Logistiikan keskeisenä tarkastelukohteena ovat erityisesti yrityksen ulkopuoliset materiaalivirrat ja niihin liittyvät toiminnot. Logistiikan tavoitteena on ohjata ja hallita tuotteen koko arvoketjua, raaka-aineiden valmistuksesta aina loppuasiakkaalle saakka. Materiaalien hankinta, kuljetukset ja varastoinnin suunnittelut ja ohjaukset kuuluvat logistiikan piiriin. Logistiikan keskeisiin tehtäviin kuuluvat valmiiden tuotteiden varastointi sekä kuljetusten ja jakelun suunnittelu. (Haverila ym. 2005: 461.)

## 5.2. Kaizen -ideologia

Kaizen tarkoittaa pieniä, jatkuvan kehittämisen kautta saatuja tuloksia. (Wittenberg 1994: 12) Kaizen -ajattelun filosofiana on toimia käynnistäjänä ja muutoksen ajurina kaikille tehokkuuteen pyrkiville aloitteille. Onnistuakseen Kaizen vaatii perusteellista suunnittelua ja järkevää toimeenpanoa. (Ortiz 2001: 31.)

Kaizen on japanin kieltä ja tarkoittaa suomeksi käännettynä asteittaista ja jatkuvaa parannusta tai kohennusta. Kaizen käsitteenä liitetään usein myös Japanin kilpailulliseen menestykseen. Sen on katsottu olevan tuon menestyksen avaintekijä. Kaizenin voidaan katsoa tarkoittavan parannusta, erityisesti se tarkoittaa jatkuvaa kehittämistä henkilökohtaisessa elämässä, perhe-elämässä, sosiaalisessa elämässä ja työelämässä. Työpaikalla sovellettuna Kaizen tarkoittaa jatkuvaa parannusta, joka koskee sekä työntekijöitä että johtoa tasapuolisesti. Tästä määritelmästä käy hyvin ilmi, että Kaizen on enemmänkin ajattelutapa, filosofia, eikä pelkkä liiketaloudellinen metodi. Kaizen -filosofia olettaa siis, että elämäntyyliimme, oli sitten kyse sosiaalisesta elämästä tai liike-elämästä, tulisi perustua jatkuviin pieniin ”parannustekoihin”. (Imai 1986.)

Kaizenin ydinajatus voidaan tiivistää seuraavaan ajatukseen – prosessien parantaminen johtaa parantuneeseen asiakastyytyväisyyteen. (Imai 1986) Kaizen on jatkuvan parantamisen filosofia, jossa pienillä asteittaisilla muutoksilla parannetaan laatua ja tehokkuutta. Pienet parannukset eivät yleensä vaadi suuria pääomasijoituksia ja myös riskit

ovat pienet, koska jos on tarpeen organisaatio voi palata aikaisempaan prosessiin pienellä vaivalla. Kaizen ei ole kertaluontoinen tapahtuma. Jokaisen parantamisprosessin jälkeen organisaatio standardoi tämän uuden tason käytännöt ja parantamistoimenpiteet, jotta tasoa voidaan parantaa entisestään. Kaikki toimet, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaalle tai vähentävät resurssien käyttöä, aikaa tai vaivaa tekijälle on parannusta. Tärkeimmät ominaisuudet, jotta Kaizen ohjelma onnistuu, ovat johdon sitoutuminen, kaikkien työntekijöiden osallistuminen, tiimityö ja palkitseminen sekä tunnustus. (Tayne 2010.)

Kaizen -ohjelma luo perusteet muutokselle, jota yrityksen on mahdollista hyödyntää tulevien muutosten käynnistämisessä. Kaizen -filosofiassa painotetaan työntekijöiden osallistumisen merkitystä jokaisella organisaationtasolla. Kaizen tulisi integroida normaaleihin päivittäisiin aktiviteetteihin. Kaizenin avulla vähennetään turhaa arvoa tuottamatonta toimintaa, luodaan standardeja ja organisoidaan työtä. Kaizenin avulla aikaansaadut parannukset ovat yleensä pieniluotoisia, joskin niiden vaikutukset ajan kanssa voivat olla suuria ja pitkäkestoisia. (Ortiz 2001: 31.)

Standardisointi on Kaizen -ajattelun ydin. Ideana on luoda standardi, pysyä siinä ja kehittää sitä. Standardi tarkoittaa Kaizenin yhteydessä sääntöjen, ohjeiden ja proseduurien yhdistelmää, joka on johdon perustamaa ja joka mahdollistaa työntekijöiden onnistumisen työssään. (Wittenberg 1994: 12.)

Taynen (2010) mukaan on välttämätöntä, että ylin johto ottaa huomioon seuraavat neljä kohtaa Kaizen ohjelman alullepanossa ja sen ylläpitämisessä:

- Sitouttaa Kaizen osaksi yrityksen strategiaa
- Sitoutuminen poikkitoiminnallisiin tavoitteisiin, kuten laatuun, kustannuksiin ja suunnitelmaan
- Sitoutua tarjoamaan koulutukseen ja käyttöönottoon tarvittavat resurssit Kaizen toiminnoissa
- Käyttää prosessilähtöisiä kriteerejä kaikilla organisaation tasoilla.

Mika (2006) toteaa, että Kaizenin avulla voidaan vaikuttaa kaikkiin muutoksiin, joita voidaan parantaa: prosessi, suunnittelu, virtaus, materiaali jne. Kaizenista on olemassa



kolme tasoa. *Työvaihe Kaizen* käsittää muutokset, jotka käyttäjä tekee omalle koneelle tai prosessille. Tämän vaiheen toimet ovat yksinkertaisia, halpoja, välittömästi näkyviä, ja joilla on vähän vaikutuksia ympäröiviin ihmisiin tai prosesseihin. Tämä on täytäntöönpanon ensimmäinen vaihe. *Kaizen laitteisto (equipment)* tavoitteena on tehdä parannuksia laitteisiin/koneisiin tai tiettyyn osaan niistä, jotka vaativat enemmän aikaa, kustannuksia ja resursseja kuin työvaihe Kaizen, ja tämä taso voi vaikuttaa muihin ihmisiin tai prosesseihin. *Prosessi Kaizen* vaikuttaa tuotantoprosesseihin, ja voi vaikuttaa kaikkiin prosessin laitteisiin. Se voi huomattavasti lisätä tuotantokapasiteettia, sisällyttää tekniset muutokset tai poistaa kustannuksia ja aikaa. Yleensä tällaisesta Kaizenista on kyse silloin, kun suunnitelmana on kehittää soluja ja muuttaa erätuotantoa kappaletuotannoksi.

### 5.2.1. Kaizen -tapahtuma (event)

Kaizen -tapahtumia käytetään, kun tavoitteena ovat jatkuvaan parantamiseen tähtäävät toimet yhtiön tuotantotasolla. Järjestämällä tapahtumia/tilaisuuksia joka kuukausi, auttaa se organisaatiota kehittymään jatkuvan parantamisen kulttuuriin. (Converse 2009.)



Kuvio 6. Kaizen -tapahtuman vaiheet. (Converse 2009)

Kuten edellä olevasta kuvioista 6 näemme, Kaizen -tapahtuman voidaan katsoa sisältävän kahdeksan vaihetta. Prosessi alkaa *realiteetin dokumentoinnista ja perustason tunnistamisesta*. Ensimmäiseksi on tärkeää havainnoida, mikä on käsiteltävän aiheen nykytila. Hyvä keino on dokumentoida ylös lähtötaso, jotta myöhemmin pystytään vertaamaan helposti kehittymistä. Toinen vaihe muodostuu *hukkien tunnistamisesta*. Hukat voidaan ymmärtää prosessin elementeiksi, jotka eivät tuota lisäarvoa vaan ainoastaan kasvattavat kustannuksia. Hukkaa voidaan löytää esimerkiksi kulkemalla tuotannossa ja kirjaamalla ylös asioita, jotka aiheuttavat turhia kustannuksia. *Suunnittele tavoitetila* tarkoittaa sitä, että yritys keskittyy niihin asioihin, jotka voidaan suorittaa Kaizen tapahtuman asettamalla aikavälillä. Täydellisyyden tavoittelu jokaisessa asiassa ei ole olennaista, koska silloin aikataulut kasvavat ja kehityskohteista tulee liian suuria, jolloin toimet jäävät helposti tekemättä. *Tarkista realiteetit* -vaiheessa varmistetaan, että ehdotukset ja muutokset ovat mahdollisia suorittaa. Korjaavia toimenpiteitä on vielä mahdollista tehdä. *Tee muutokset* -vaiheessa tiimityöskentely korostuu. Koalition rakentaminen katsotaan myös olevan avainasemassa tässä vaiheessa. Prosessin etenemispalaverien järjestäminen usein on tärkeää. *Tarkista muutokset* tarkoittaa sitä, että tehdään uudelleen havaintoja ja pohditaan saavutettuja tuloksia. Jos ei ole tuloksia, mene takaisinpäin ja tee lisämuutoksia. Tee tarvittavat toimet, jotta pysytään aikataulussa. Dokumentoi tulokset, jotta voidaan verrata tavoitteisiin. *Arvioi tulokset* eli ovatko tavoitteet saavutettu? Viimeinen vaihe on *standardointi*. Tässä vaiheessa luodaan visuaalisia tarkastuksia, jotta voidaan varmistaa prosessien ylläpitäminen. Tee valvonnasta näkyvä ja ymmärrettävä satunnaiselle työntekijälle. Tulosten on myös oltava toistettavissa ja kestäviä. (Converse 2009.)

Kaizen tapahtumien on laajasti raportoitu tuottavan positiivisi muutoksia liiketoiminnan ja henkilöstöhallinnon tuloksiin. Kuitenkin tulosten ylläpitäminen Kaizen työpajojen jälkeen voi olla vaikeaa monille organisaatioille. (Glover, Farris, Van Aken & Doolen 2011.) Gloverin ym. (2011) tutkimuksen tulokset osoittavat, että asenne ja sitoutuminen olivat vahvimmat keinot onnistumiseen työpajan tulosten ylläpitämisessä. Tämä on samansuuntainen johtopäätös kuin aiempien tutkimusten tuloksen osoittavat. Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että johdon sitoutuminen säännöllisiin tarkkailuihin ja tietoisuuden lisäämiseen sekä työntekijöiden ymmärtämiseen pelaavat suurta roolia muutosten kestävydessä.

Toiminnan tehostaminen Kaizen -työpajan avulla vaatii suunnittelua, poikkitoiminnallisen tiimin, käyttäjän mukana olon ja neljä muuta tärkeää tekijää. Alla on lueteltu seitsemän tekijää, jotka edes auttavat Kaizen -työpajan menestyksekkäässä läpi viennissä. (Reed 2011.)

1. *Esisuunnittele tapahtuma.* Useimmille tämä vaihe näyttää selvältä mutta monet ihmiset eivät muista, että perusasioiden huono hallitseminen voi johtaa epätoivottuun lopputulokseen. Jotta näin ei tapahtuisi, työpajan tavoitteiden, suoritteiden ja mittareiden kehittäminen auttavat määrittämään työpajan onnistumisen. Henkilöiden valitseminen ja tilan varaaminen on myös hyvä varmistaa hyvissä ajoin.
2. *Muodosta rajat ylittävä toiminnallinen tiimi.* Henkilöiden tulisi olla sieltä, jota yritetään kehittää kuten myös erialueilta toimistoa. Ihmiset, jotka eivät tiedä kovin paljon käsiteltävästä alueesta, voivat tuoda uuden ja raikkaan näkemyksen aiheesta.
3. *Ota ihmiset mukaan käsiteltävältä alueelta.* Ilmoita käyttäjille ja toimijoille, että heidän työalueellaan tulee olemaan Kaizen -työpaja. Riittävä viestintä estää sekaannuksen syntymisen. Fläppitaulu, johon työntekijät voivat kirjoittaa ideoita, työalueella ennen työpajaa voi synnyttää uusia näkökulmia tehokkuuden kehittämiseen.
4. *20/80 -sääntö.* Työpajan kokonaisajasta 20 % olisi käytettävä kokoushuoneessa ja 80 % ajasta tuotannossa/kohteessa suunnittelua ja tekemistä ellei työpaja ole visio perusteinen, jolloin voi joutua olemaan enemmän kokoushuoneessa.
5. *Pysy keskittyneenä työpajaan.* Älä anna isompien kysymysten rajoittaa sinua. Pidä käsillä oleva tehtävä mielessä. Kotitehtävät työpajasta tulisi olla minimaaliset.
6. *Käytä PDCA -sykliä (Plan, DO, Check, Act/Adjust).* Käytä PDCA:ta työpajan jokaisena päivänä. P = Plan eli suunnittele mitä aiot tehdä tänään. D = Do, mitä teimme tänään. C = Check, mitkä ovat tulokset. A = Act/Adjust, mitä aiomme tehdä huomenna.

7. *Seuraa.* Seuraa syntyneitä ideoita 30 päivän ajan. Ovatko kaikki tyytyväisiä tuloksiin?  
Ovatko kaikki tehtävät tehty?

## 6. TARKKUUDEN JA TEHOKKUUDEN MITTAAMINEN ABB MOTORS & GENERATORS -YKSIKÖN MM-RAKENNUKSEN LOGISTIIKASSA

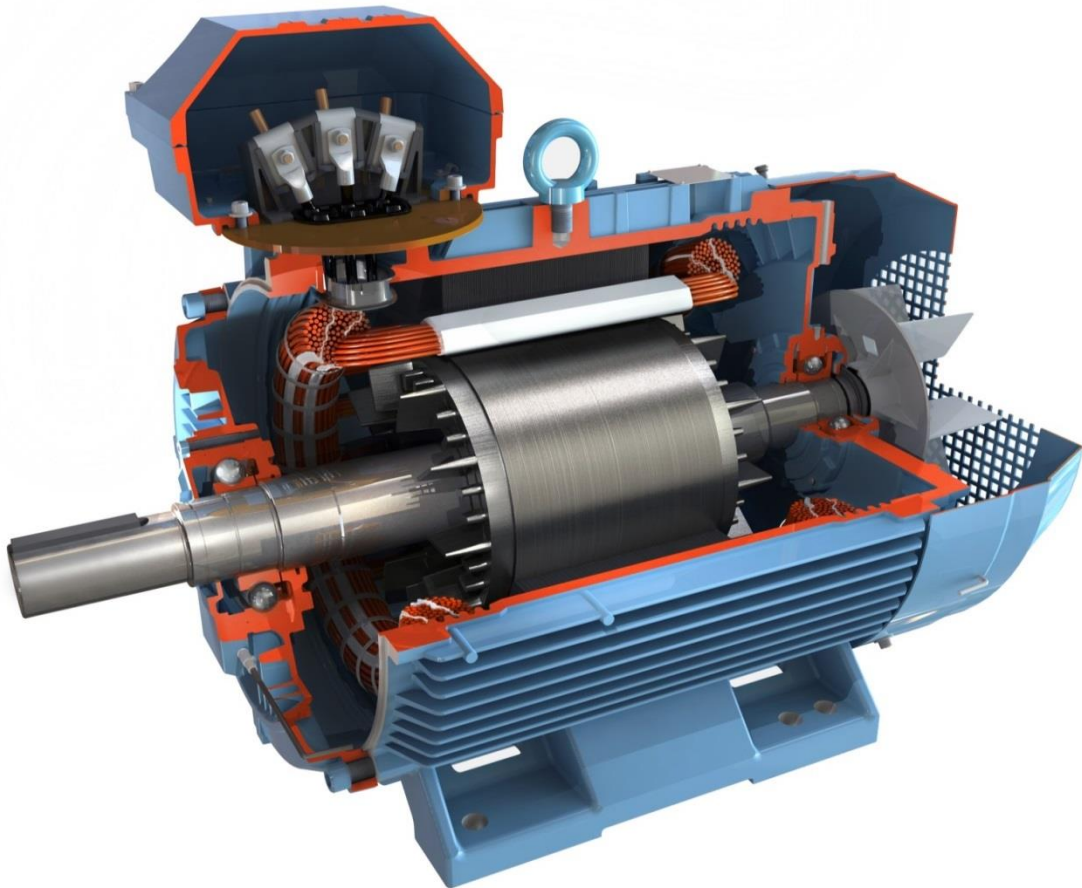
Tutkimuksen kaksi päätavoitetta olivat logistiikan tarkkuuden sekä tehokkuuden kehittäminen. Logistiikan tarkkuudessa käsiteltävät materiaalit kuuluivat M30, M40, M55, MOX, MRK ja MRT -varastoihin, jotka sijaitsevat Vaasan Strömberg Parkin MM-rakennuksen moottoritehtaassa. Rakennuksessa on myös runkokoneistus sekä staattoripaketin- ja roottorinvalmistus. Logistiikan tehokkuuden kehittäminen keskittyi koko MM-rakennukseen. Logistiikan tarkkuutta tarkasteltiin pistokokeilla, SAP -raporteilla sekä kyselyllä. Logistiikan tehokkuutta tutkittiin Kaizen -työpajalla ja kyselyllä.

### 6.1. ABB Motors

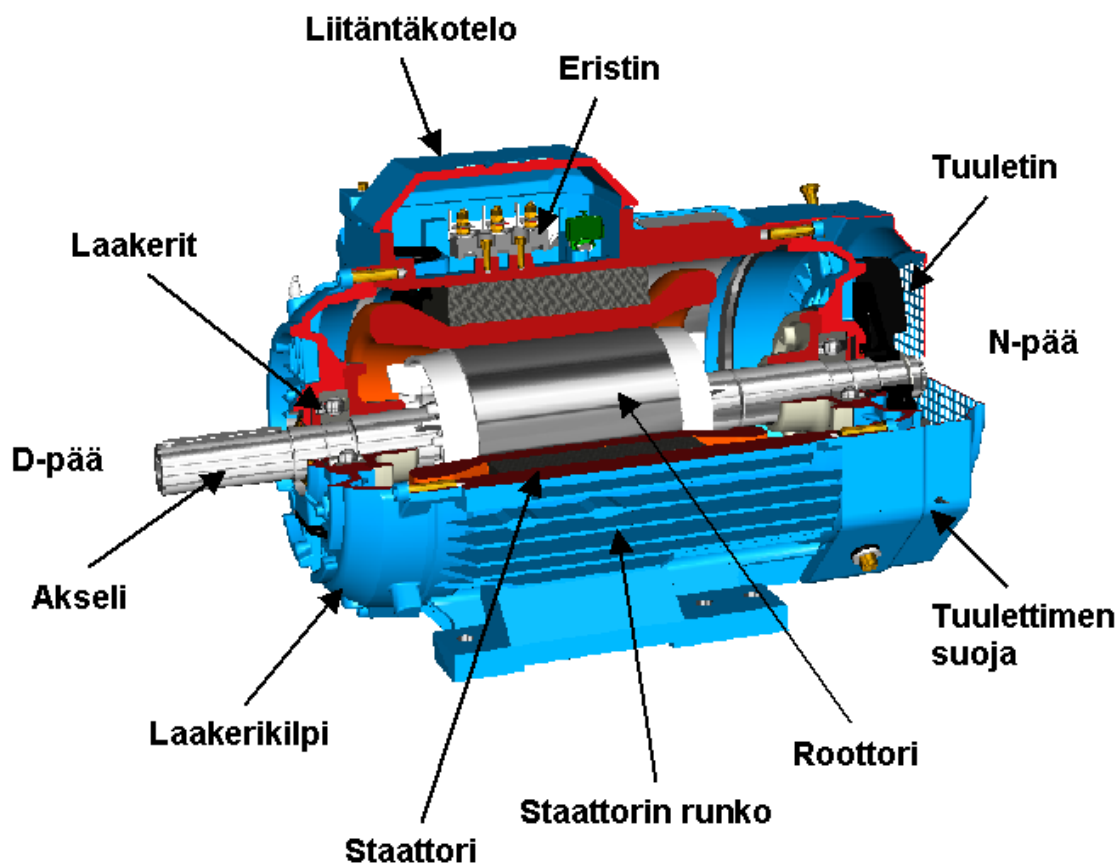


Kuvio 7. Sähkömoottoreita (ABB 2014)

Sähkömoottorin pääkomponentteihin lukeutuvat: staattorirunko, staattori, roottori, liitäntäosat, laakeriosat ja laakerikilvet. Tarkemmat tiedot sähkömoottorin osista on kuvissa 8 ja 9. Valurautaiset osat hankitaan pääasiassa toimittajilta. Niitä koneistetaan joko tuotantolaitoksen omassa runkokoneistussolussa tai alihankkijalla. Roottorit valmistetaan itse. Staattorin staattoripaketit valmistetaan itse, ja niiden käämintä ja hartsaus tapahtuu osittain omassa tuotannossa ja osittain alihankkijalla. Muut osat joko ostetaan valmiina tai niiden työ teetetään alihankkijalla. Jokaista komponenttia on olemassa lukuisia eri variaatioita. Tämä luo omat haasteensa materiaalinhallinnalle. (ABB 2014.)



Kuvio 8. Sähkömoottorin läpileikkauskuva (ABB 2014)



Kuvio 9. Sähkömoottorin osia (ABB 2014)

Yllä olevasta kuvista 9 näemme, mitä osia sähkömoottoriin kuuluu. Logistiikka kuljettaa ja varastoi näitä osia. Tuotantoa ohjataan yrityksessä kapeikkoajatteluperiaatteen mukaan. Ohjauksen päätavoitteena on tukea korkean toimitusvarmuuden, lyhyen läpäisyajan, korkean käyttöasteen ja alhaisen sitoutuneen vaihto-omaisuuden toteutumista. Kapeikkoajattelussa ohjaus perustetaan sille, että jokaisessa prosessissa on yksi tai useampi tekijä, jotka rajoittavat järjestelmää ja joiden suorituskyky määrittää koko prosessin suorituskyvyn. Kapeikkoresurssia pyritään hyödyntämään tehokkaasti, sillä se määrittelee pullonkaulana koko järjestelmän kapasiteetin. (ABB 2010; Hiipakka 2012.)

## 6.2. Speed2Win -projekti

Vaasan moottoritehtaalla käynnistyi keväällä 2013 laajamittainen Speed2Win -projekti, johon myös tämä tutkielma liittyy. Speed2Win on kehityshanke, jossa on mukana useita ABB:n moottoritehtaita globaalisti. Projektin aluksi ulkopuoliset konsultit ja projektipäälliköt keräsivät ja analysoivat taustatietoja toimenpiteiden käynnistämiseksi. Hankkeessa on mukana projektihenkilöitä, jotka ovat mukana projektissa joko osa- tai kokoaikaisesti. (ABB 2014.)

Speed2Win -projektilla on kolme tehdaskohtaista tavoitetta: toimitusaikojen puolittaminen, volyyminjoustavuus vakioimitusajalla ja tuottavuuden lisääminen. Vaasan sähkömoottoritehdas on kärsinyt pitkistä toimitusajoista ja asiakkailta saatu palaute on antanut alkusysäyksen epäkohtaan puuttumiselle. Speed2Win -projektille on varattu aikaa noin 1,5 vuotta, koska projektin tavoitteena on hakea isoa muutosta toiminnassa, joka ei onnistu parissa kuukaudessa. Myöhemmin Speed2Win -projektia on tarkoitus vielä jatkaa ja keskittyä erityisesti pienen runkokoon moottoreiden tuottavuuden parantamiseen. (ABB 2014.)

## 6.3. Logistiikan nykytila

ABB Oy:n Motors ja Generators -yksikön varastonhallinta ja materiaalinkäsittely perustuu SAP:n WM -moduuliin. WM:n ansiosta materiaalien varastopaikkoja ja -saldoja pystytään hallinnoimaan yksinkertaisesti ja niiden tarkat tiedot ovat saatavilla. Varasto on jaettu järjestelmässä varastopaikkoihin (storage location, sloc) tuotantolinjakohtaisesti. Tuotantolinjavarastojen lisäksi myös sisäisen logistiikan varastolla on oma varastopaikka (storage location). Sähkömoottorin kokoonpano voidaan siis aloittaa sillä hetkellä, kun kaikki moottorin osat ovat oikeassa varastossa eli varastopaikoissa. Tämä vaatii useita siirtoja sisäiseltä logistiikalta.

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään logistiikan nykytilaa tarkkuuden sekä tehokkuuden perusteilla.



### 6.3.1. Pistokokeet

ABB Oy:n Motors & Generators -yksikön MM-rakennuksen logistiikan tarkkuuden nykytila selvitettiin pistokokeilla, SAP -raporteilla ja kyselyllä. Pistokokeilla saadaan selvitettyä fyysiset varastosaldot verrattuna tietojärjestelmän varastosaldoihin. Tehdyt pistokokeet suoritettiin 14. - 28.2.2014. Mittaus toteutettiin niin, että latsin SAP:sta M30, M40, M55, MOX MRK ja MRT -varastojen saldotiedot exceliin jokaiselle tarkistuskerralle erikseen. Valitsin edellä mainituista varastoista hyllypaikat, jotka kävin tarkistamassa. Huomioin mittauksissa sen, että pistokokeisiin valituilla hyllypaikoilla ei ollut siirtoja meneillään. Otoksia kertyi yhteensä 368. Näistä otoksista saldotieto oli oikein 267 hyllypaikassa ja väärä saldotieto 101 hyllypaikassa. Tarkistin myös hyllypaikan materiaalikoodin vastaavuuden SAP:ssa olevaan materiaaliin. Näistä kertyi yhteensä 368 otosta, joista 308 oli oikein, 28 väärin ja materiaalikoodia ei ollut 32 hyllypaikassa.

Saldo oikein	Saldo väärä	Materiaalikoodi oikein	Materiaalikoodi väärin	Materiaali ei ollut tunnistettavissa	Otoksia yht.
267	101	308	28	32	368

Taulukko 2. Varastosaldotietojen ja materiaalikoodien epätarkkuus.

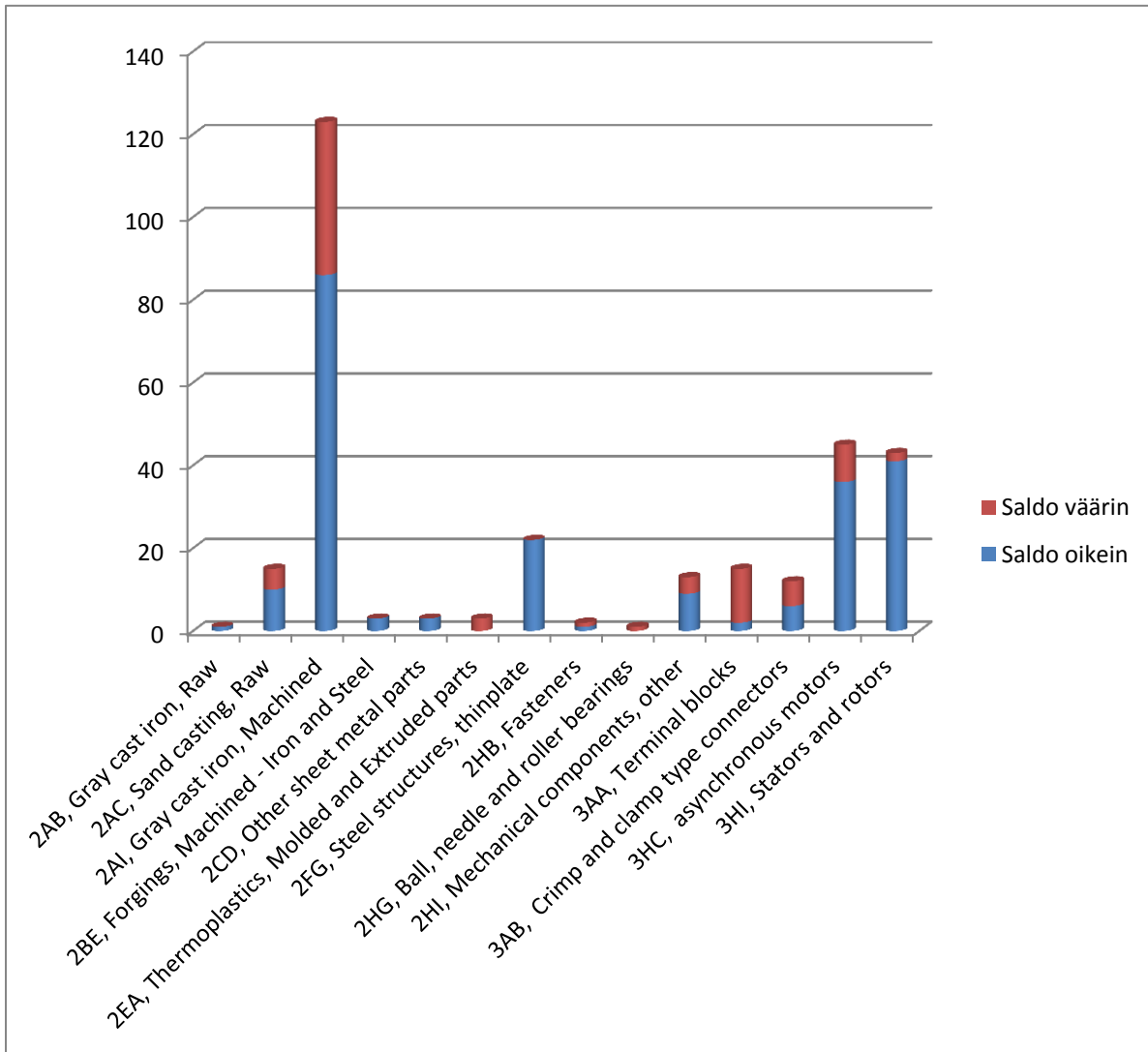
Saldo ok %	Saldo väärä %	Materiaalikoodi ok %	Materiaalikoodi väärä %	Materiaali ei ollut tunnistettavissa %
72,6	27,4	83,7	7,6	8,7

Taulukko 3. Varastosaldotietojen ja materiaalikoodien epätarkkuuksien prosenttiosuudet.

Yhteenvetona otoksista voidaan sanoa, että reilussa joka neljännessä hyllypaikassa varastosaldo oli väärin. Materiaalikoodeista noin 15 prosenttia olivat vääriä tai ne eivät olleet tunnistettavissa. Pistokokeet osoittavat sen, että varastosaldovirheitä on MM-rakennuksessa ja ne aiheuttavat kustannuksia. Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan tarkemmin, missä virheitä esiintyy ja mitä kustannuksia ne aiheuttavat.

Suoritin pistokokeita myös MM-rakennuksen kahteen vastaanottoon. Vastaanotoissa kävin tarkistamassa saapuneita tilauksia. Tarkistin yhteensä 52 tilausta aikavälillä 14. - 28.2.2014. Kaikissa tilauksissa oli oikea määrä kappaleita ja lavalaput olivat myös oikein. Tämän mittauksen perusteella toimittajat toimittavat tilauksien mukaiset määrät tuotteita. Varastosaldovirheet eivät siis johdu toimittajien toimituksista.

6.3.1.1. Varastosaldovirheet materiaalityyppien mukaan jaoteltuna



Kuvio 10. Varastosaldo materiaaliryhmän mukaan jaoteltuna.

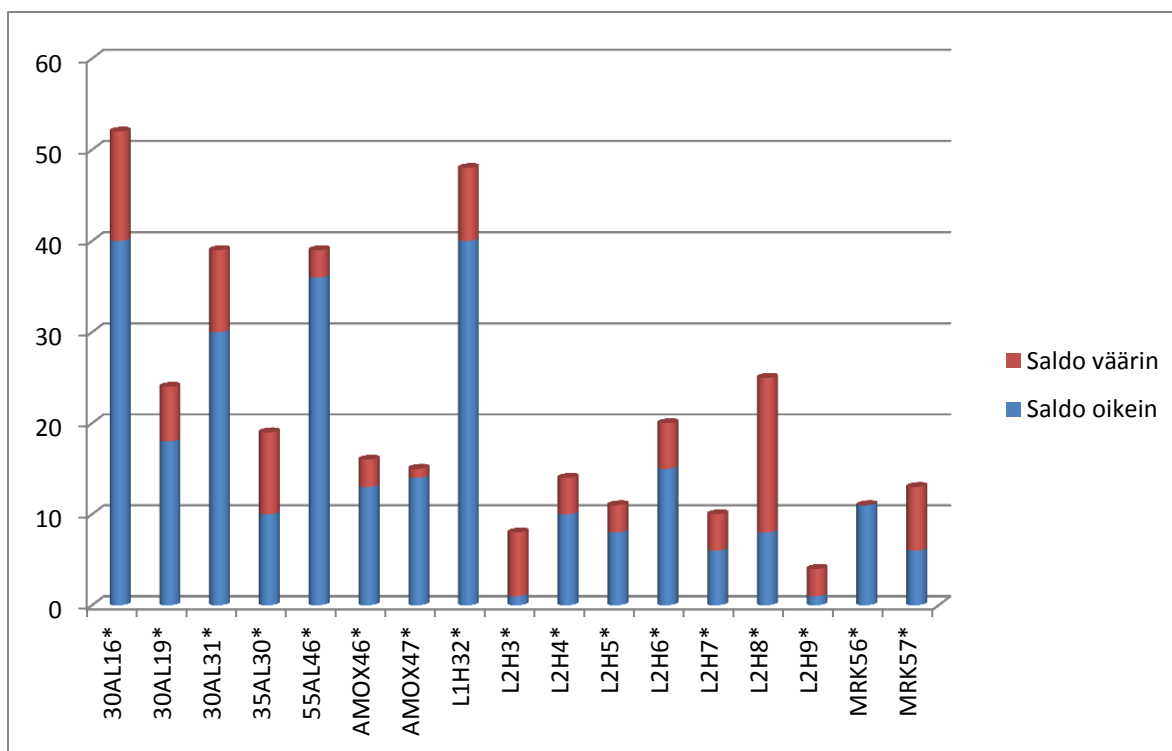
Kuviosta 10 nähdään lopputulokset varastosaldojen epätarkkuudesta materiaaliryhmän mukaan jaoteltuna. Materiaaliryhmä 2AI:lle (gray cast iron, machined) kertyi eniten otoksia ja saldovirheitä. Materiaaliryhmien epätasaiset otosmäärät johtuvat siitä, että tiettyä materiaaliryhmää on varastoissa enemmän kuin toisia, ja en myöskään yrittänyt kerätä jokaisesta materiaaliryhmästä saman verran otoksia. Syynä edellä mainittuun oli se, että mittaus olisi ollut vaikeasti toteutettavissa. Kuviosta näemme sen, että jokaisessa materiaaliryhmässä on saldovirheitä. Osassa virheiden määrä on pieni kuin taas toisissa se on suurempi. Alla on lueteltu materiaaliryhmän saldovirheet prosentuaalisesti.

<b>Materiaaliryhmä</b>	<b>Saldo oikein</b>	<b>Saldo väärin</b>	<b>Otoksia yht.</b>	<b>Väärin %</b>
<b>2AB</b> , Gray cast iron, Raw	1	0	1	0
<b>2AC</b> , Sand casting, Raw	10	5	15	33,3
<b>2AI</b> , Gray cast iron, Machined	86	37	123	30,1
<b>2BE</b> , Forgings, Machined - Iron and Steel	3	0	3	0
<b>2CD</b> , Other sheet metal parts	3	0	3	0
<b>2EA</b> , Thermoplastics, Molded and Extruded parts	0	3	3	100
<b>2FG</b> , Steel structures, thinplate	22	0	22	0
<b>2HB</b> , Fasteners	1	1	2	50
<b>2HG</b> , Ball, needle and roller bearings	0	1	1	100
<b>2HI</b> , Mechanical components, other	9	4	13	30,8
<b>3AA</b> , Terminal blocks	2	13	15	86,7
<b>3AB</b> , Crimp and clamp type connectors	6	6	12	50
<b>3HC</b> , asynchronous motors	36	9	45	20
<b>3HI</b> , Stators and rotors	41	2	43	4,7

Taulukko 4. Varastosaldovirheet.

Taulukosta 4. voidaan todeta se, että osassa materiaalityyppejä saldovirheitä on jopa yli puolet. Kuitenkin otosmäärät joillekin ryhmille jäi pieniksi, koska pistokokeet tehtiin hyllypaikkakohtaisesti. Hyllyissä ja hyllypaikoissa on eri materiaalityyppejä sekaisin, joten tästä johtuen otosmäärät vaihtelevat. Tutkimuksessa oli mukana 14 materiaalityyppiä, joista kymmenessä oli saldovirheitä.

### 6.3.1.2. Varastosaldovirheet hyllyn mukaan jaoteltuna



Kuvio 11. Varastosaldovirhe hyllyn mukaan jaoteltuna.

Kuviossa 11. on tarkasteltu saldovirheitä hyllyn mukaan. Jokaisessa hyllyssä havaittiin saldovirheitä. Hyllyissä on vaihteleva määrä hyllypaikkoja, ja näin ollen eri määrä materiaaleja. Pistokokeissa en pystynyt keskittymään tiettyihin hyllypaikkoihin, koska otin tutkimukseen mukaan vain ne hyllypaikat joissa ei ole siirtoja meneillään. Tästä johtuen hyllypaikat saattoivat vaihtua mutta hyllyt pysyivät samoina. L -kirjaimella alkavat hyllyt

sijaitsevat MM-rakennuksen alakerrassa, jossa on käytössä setitys. Setityksessä logistiikantyöntekijä kerää tuotteet setteihin ja toimittaa tämän jälkeen ne tuotantolinjoille.

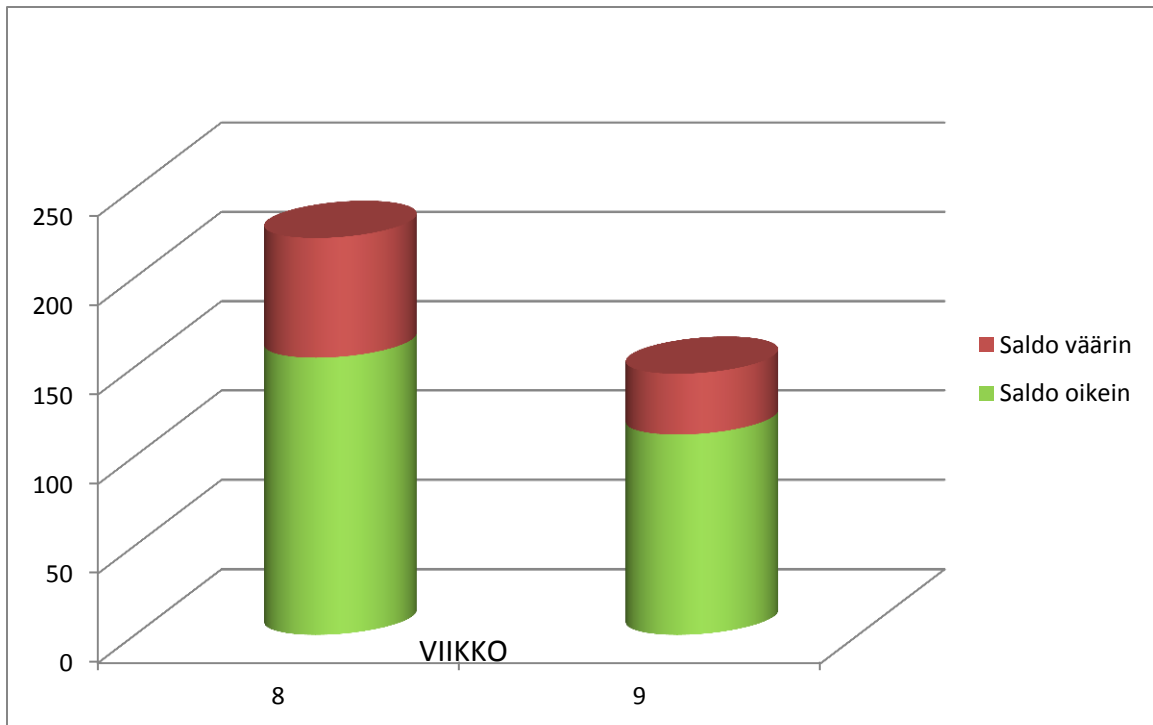
Hylly	Saldo oikein	Saldo väärin	Yht.	Väärin %
30AL16*	40	12	52	23,1
30AL19*	18	6	24	25,0
30AL31*	30	9	39	23,1
35AL30*	10	9	19	47,4
55AL46*	36	3	39	7,7
AMOX46*	13	3	16	18,8
AMOX47*	14	1	15	6,7
L1H32*	40	8	48	16,7
L2H3*	1	7	8	87,5
L2H4*	10	4	14	28,6
L2H5*	8	3	11	27,3
L2H6*	15	5	20	25,0
L2H7*	6	4	10	40,0
L2H8*	8	17	25	68,0
L2H9*	1	3	4	75,0
MRK56*	11	0	11	0,0
MRK57*	6	7	13	53,8

Taulukko 5. Varastosaldovirheiden prosenttiosuudet hyllyn mukaan jaoteltuna.

Taulukosta 5 ilmenee se, että otosmäärät vaihtelevat jonkun verran. Mittauksessa on huomioitava se, että pystyin tarkistamaan vain kaksi alinta hyllytasoa, koska loput hyllytasot olivat liian korkealla kappaleiden havaitsemiseen. Osassa hyllypaikkoja tuotteet oli pakattu puulaatikoihin, joten niiden tarkistaminen ei ollut mahdollista. Näistä syistä

johtuen hyllykohtaiset otosmäärät vaihtelevat. Taulukosta voidaan havaita se, että osassa hyllyjä saldovirheitä esiintyi huomattavasti enemmän kuin toisissa. Varastosaldovirheprosentin mediaani on 25 % ja keskiarvo 33,7 %. Ainoastaan yhdessä hyllyssä ei ollut yhtään saldovirhettä. 16 hyllyssä 17:ta virheitä löytyi, joten virheitä esiintyy lähes jokaisessa hyllyssä.

### 6.3.1.3. Varastosaldovirheet viikon mukaan jaoteltuna



Kuvio 12. Varastosaldovirheet viikon mukaan jaoteltuna.

Pistokokeet ajoittuivat viikoille 8 ja 9. Viikolla 8 tein yhden otoskerran enemmän kuin viikolla 9, joten tästä johtuen otoksia on hieman eri määrä. Kuviosta voidaan kuitenkin huomioda se, että saldovirheitä esiintyi molempina viikkoina. Alla oleva taulukko 6 osoittaa sen, että saldovirheprosentti vaihtelee vajaasta 25 % noin 30 %:iin.

Viikko	Saldo oikein	Saldo väärin	Yht.	% väärin
8	155	67	222	30,18
9	112	34	146	23,29

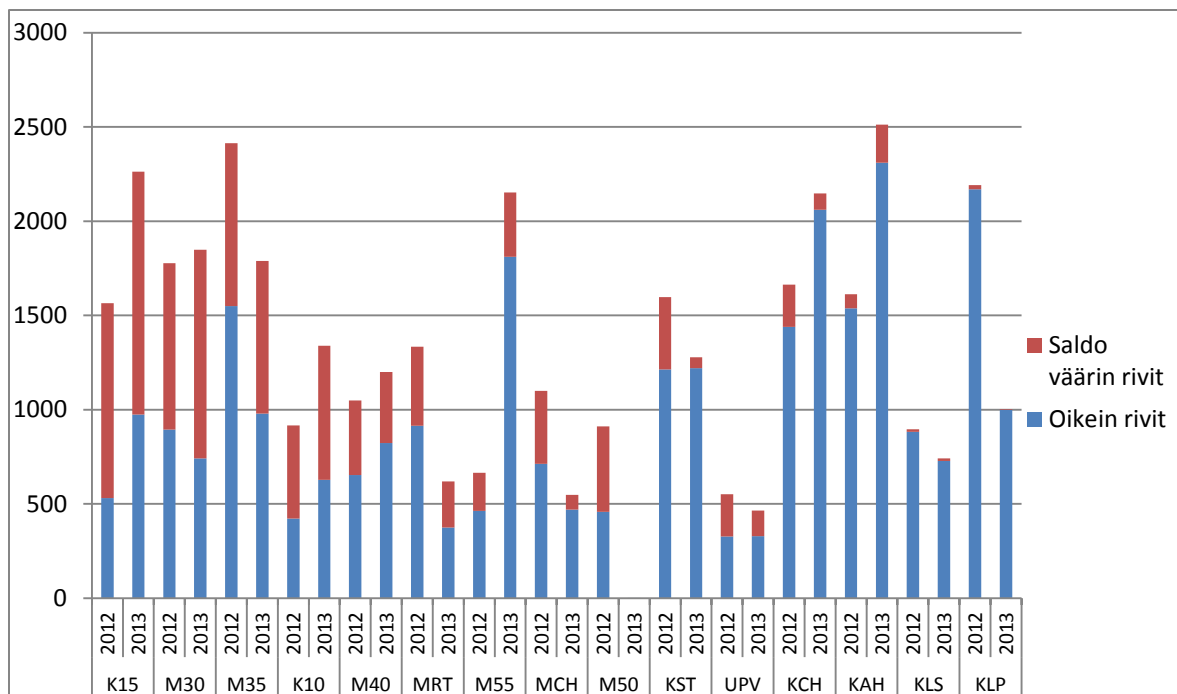
Taulukko 6. Varastosaldovirheprosentit viikon mukaan jaoteltuna.

### 6.3.2. SAP -raportit

ABB Oy:n MM-rakennuksen logistiikan nykytilan kartoittamiseksi tarkastelin myös inventointi raportteja. Keskityin WM- ja MM-tason inventointeihin.

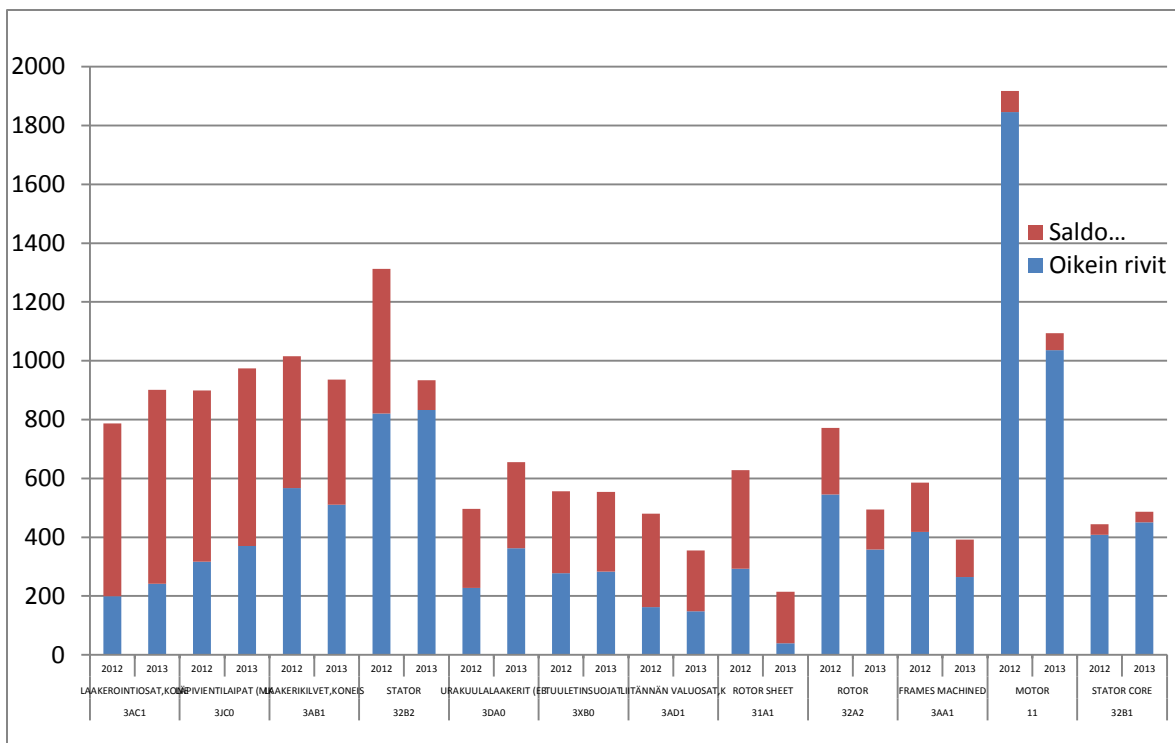
MM-materiaalit hallinnoidaan SAP:n MM-moduulissa. WM-materiaaleihin on otettu mukaan SAP:n WM-moduuli ja sitä hallinnoidaan WM-moduulissa. Verrattaessa MM-materiaaleja WM-materiaaleihin SAP:n perusteella - MM-moduulissa tavarat ja saldot storage locationissa, WM-moduulissa tasoja useita ja voidaan kertoa tarkemmin missä tavara sijaitsee. WM-puolen tasot storage type ja storage bin.





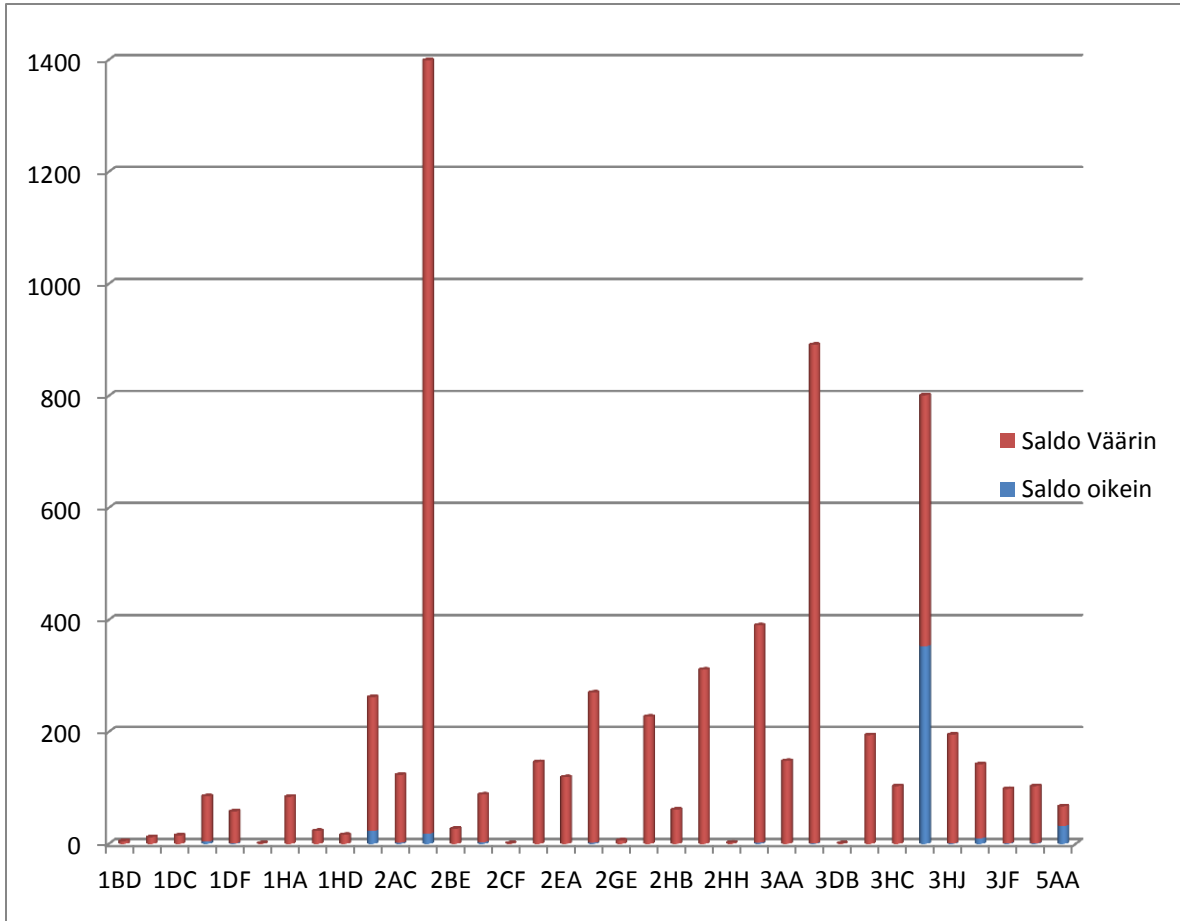
Kuvio 13. WM-inventoinnit linjan mukaan jaoteltuna 2012-2013.

WM-tason inventoinneista voidaan huomata, että saldovirheitä esiintyy jokaisella linjalla mutta virheiden määrät vaihtelevat. Linjoilla K15, M30, M35, K10 ja M40 esiintyi varastosaldovirheitä eniten. K15 ja M30 linjoilla saldotiedot ovat yli puoleksi väärin. Kuvio 13 vahvistaa sen, että tehdyt pistokokeet, jotka esiteltiin aiemmin, ovat paikkansapitäviä. Saldovirheitä esiintyy huomattava määrä MM-rakennuksessa.



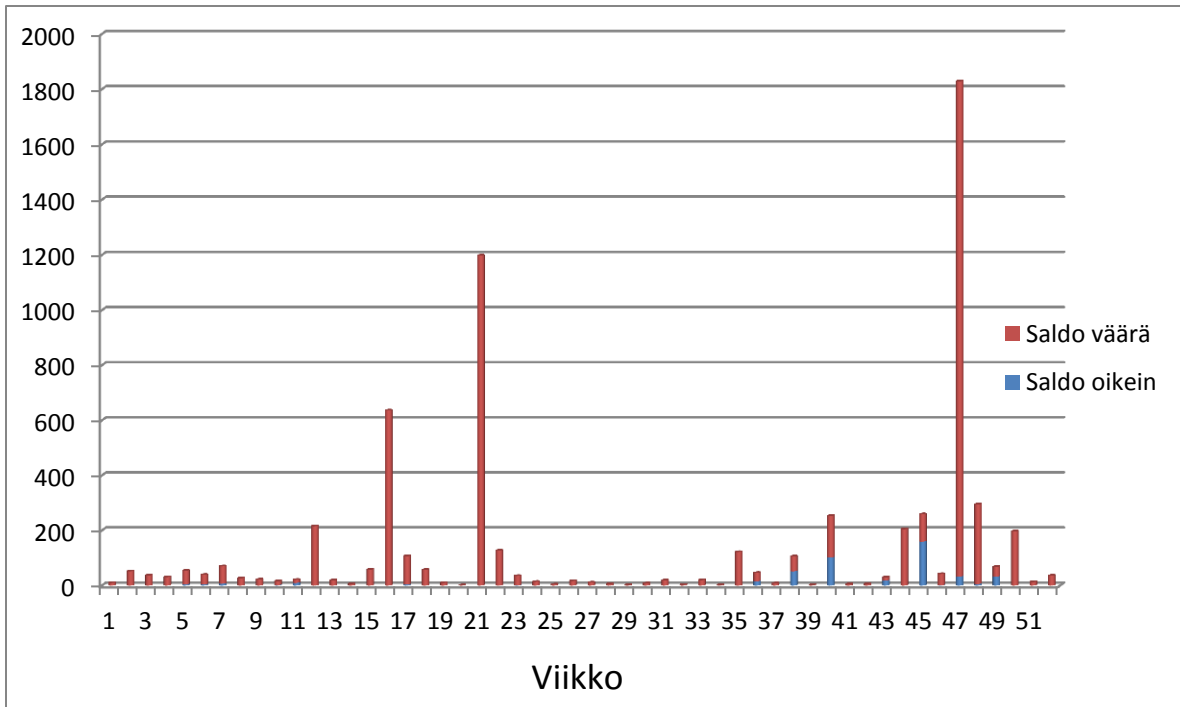
Kuvio 14. WM-tason inventoinnit materiaalin mukaan jaoteltuna 2012-2013.

Suurimmat saldovirheet edellä olevan inventointi kuvion mukaan ovat laakerointiosilla, läpivientilapoilla ja laakerikilvillä. Virheitä esiintyy huomattava määrä myös staattoreissa, urakuulalaaakereissa, tuuletinsuojissa, liitännän valuosissa ja rottoreissa.



Kuvio 15. MM-tason inventoinnit 2013 materiaaliryhmän mukaan jaoteltuna.

Kuvio 15. osoittaa, että saldovirheitä esiintyi jokaisessa materiaaliryhmässä todella paljon. MM-materiaalit ovat yleensä halpoja osia, joten MM-materiaaleja ei seurata niin tarkasti kuin WM-materiaaleja. Tästä johtuen saldovirheitä esiintyy huomattavasti enemmän kuin aikaisemmissa kuvioissa. Kuvio 15 vahvistaa sen tosiasian, että varastosaldovirheitä todellakin esiintyy paljon, ja ne myös aiheuttavat kustannuksia ja turhaa työtä.



Kuvio 16. MM-tason inventoinnit 2013 viikon mukaan joateltuna.

Saldovirheet viikon mukaan joateltuna havainnollistaa sen, että isoimmat huiput ajoittuivat viikoille 16, 21 ja 47. Kyseisinä viikkoina on luultavasti inventoitu enemmän materiaaleja kuin muina viikkoina. Kuvio 16 osoittaa sen, että joka viikolla oli saldovirheitä.

### 6.3.3. Kaizen -työpaja

ABB Oy:n MM-rakennuksen logistiikan tehokkuuden kehittäminen toteutettiin Kaizen -työpajan avulla. Kaizen -työpaja perustuu teoriaosuudessa esitettyyn Kaizen -tapahtumaan. Kaizen -työpajaan osallistui 12 henkilöä logistiikasta. Työpajaan käytettiin yhteensä 3 työpäivää. Työpajan rakenne muodostui seuraavasta:

- Ensimmäisenä päivänä käytiin läpi Kaizenin yleistä teoriaa ja analysoitiin logistiikan mittareita, kuten siirtoaikamittaria ja määriteltiin tavoitetasot. Tulimme siihen johtopäätökseen, että varsinaista mittaria, joka mittaisi logistiikan tehokkuutta, ei ole. Tästä epäkohdasta lähdettiin työstämään tuottavuuden mittaria,

ja kehitimme uuden mittarin. Kehitetty mittari mittaa tunti/siirto eli kauanko yksi siirto kestää. Mittari kuvaa hyvin logistiikan tehokkuutta. Toinen mittari, joka liittyy logistiikan tehokkuuteen, on logistiikan siirtoajat. Tavoitteeksi asetettiin, että logistiikan siirtoajat pienenevät 3,5 h → 2,8 h. Teorian jälkeen kierrettiin kolmessa eri ryhmässä tuotannossa etsimässä hukkia. Päivän päätteeksi jokainen ryhmä esitteli löytämänsä hukat. Lopuksi ongelmat jaettiin kolmeen pääryhmään/aihealueeseen.

- Toisena päivänä keskityttiin ryhmissä omaan aihealueeseen. Meidät jaettiin 3 ryhmään, joissa kussakin oli 4 henkilöä. Päivän agendana oli miettiä ongelmia, mistä ne johtuvat eli juurisyyt ja sen perusteella tehdä kalanruotokaavio.
- Kolmantena päivänä jatkoimme työskentelyä ryhmissä. Päivän tavoitteena oli keskittyä edellisenä päivänä esiin nousseiden ongelmien ratkaisemiseen. Kirjattiin ylös, miten ongelmat voidaan ratkaista ja nimitettiin jokaiseen aiheeseen vastuuhenkilö ja aikataulu, jonka puitteissa ongelma tulisi suorittaa. Ongelmien priorisointi oli myös tärkeää, koska ongelmia syntyi paljon. Päivän lopuksi jokainen ryhmä esitteli oman aihealueen ongelmat ja ratkaisut niihin.

Seuraavaksi käsittelemme tarkemmin Kaizen -työpajan antia, esiin nousseita ongelmia ja seuraavan luvun kehitysehdotuskappaleessa ratkaisuja ongelmiin.

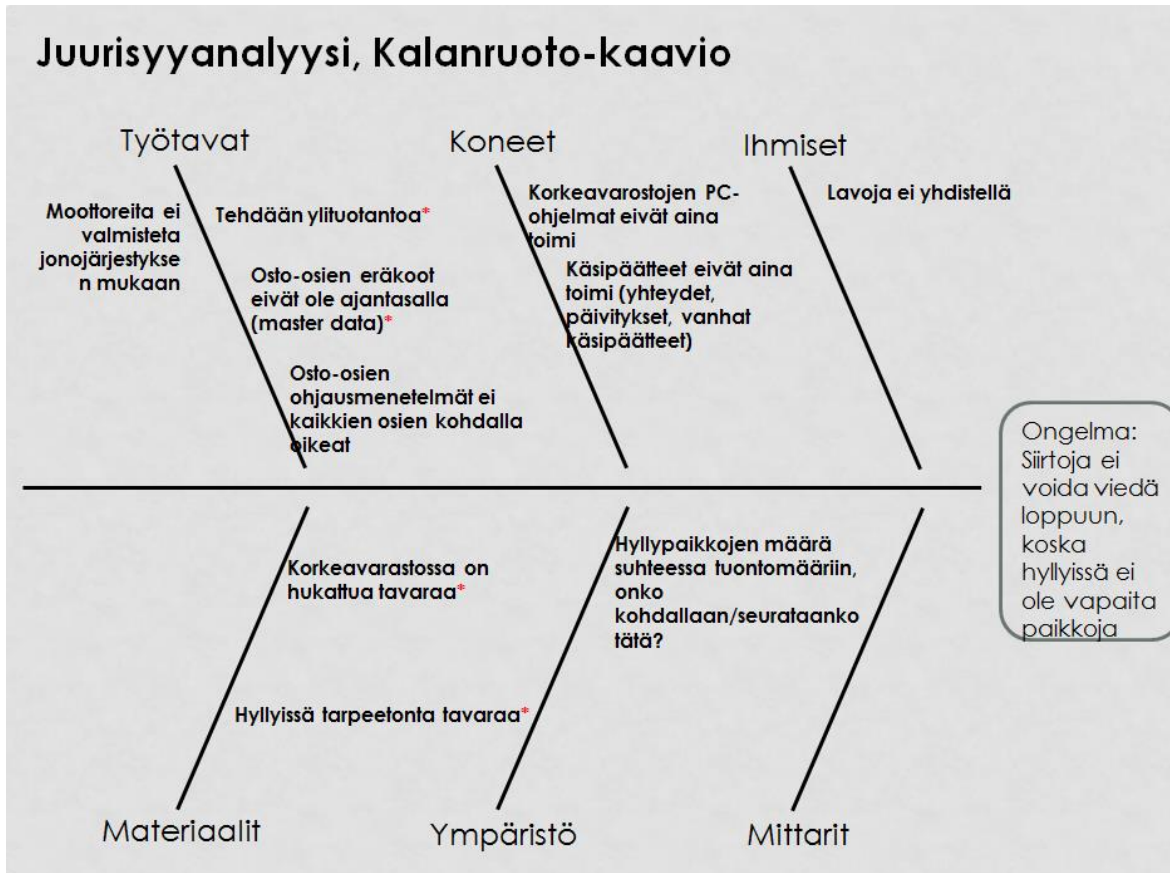
Kaizen -työpajan ensimmäisenä päivänä kiersimme tuotannossa etsimässä hukkia. Alla on muutama esimerkki hukista, jotka löysimme:

Aihe	Hukka
Ylituotanto	Tavaraa lattialla, käytävillä ja vastaanotossa tukkona
Kuljetukset	Esim. roottoreiden turhat välivarastoinnit ylä- ja alakerran välillä
Varastot	Paljon vanhaa ja tarpeetonta tavaraa
Odotusajat	Hyllyt ja automaattivarastot täynnä
Viat/romut/korjaus	Aloituskelpoisia liian paljon esim. 10-linjalla → varastoidaan linjalla liikaa materiaaleja
Käyttämättä jätetty työntekijän luovuus	Ei pyydetä/anneta mahdollisuutta vaikuttaa päätöksiin.

Taulukko 7. Gemba-kierros; hukat.

Kaizen -työpajassa käsiteltiin kolmea aihealuetta eli ongelmaa:

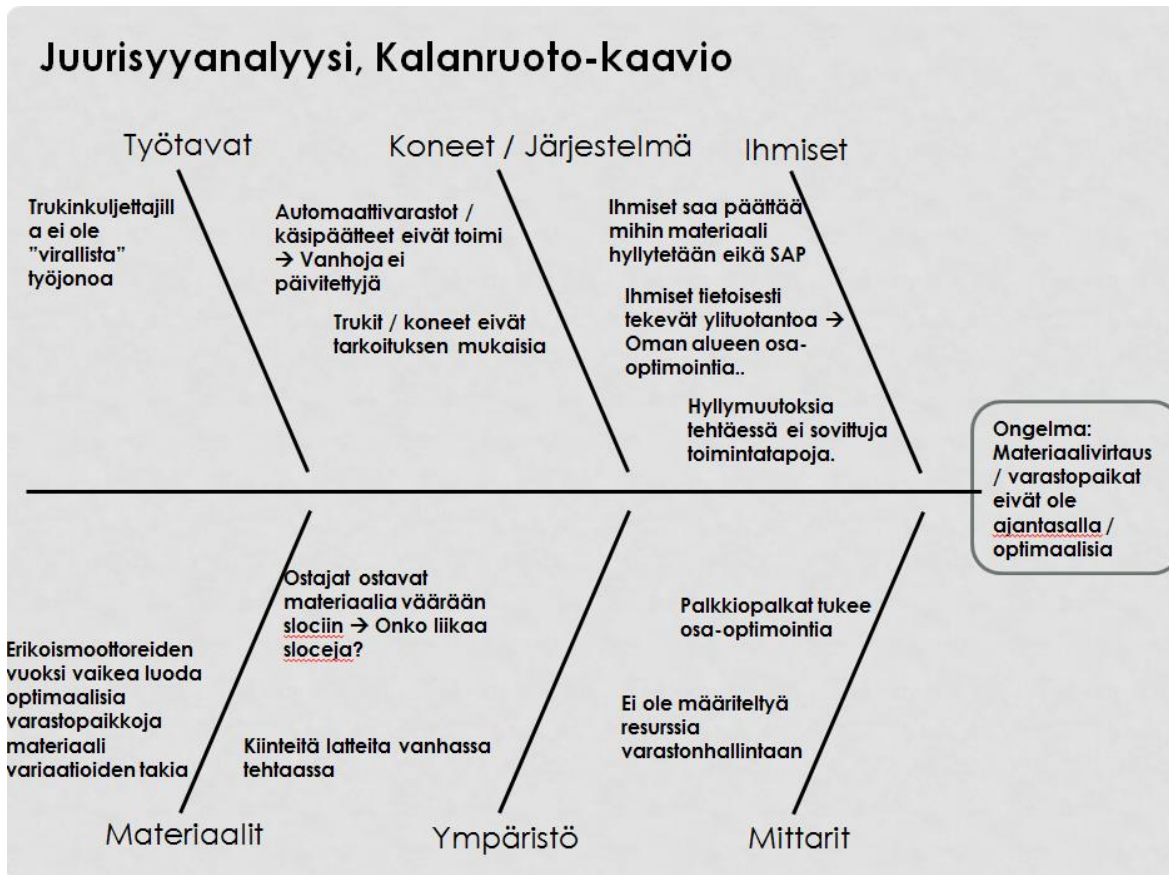
1. Materiaalivirtaus/varastopaikat eivät ole ajan tasalla/optimaalisia
2. Siirtoja ei voida viedä loppuun, koska hyllyissä ei ole vapaita paikkoja
3. Vastaanoton sujuvuus ei halutulla tasolla



Kuvio 17. Kalanruotokaavio.

Edellä olevasta kalanruotokaaviosta näemme, mistä johtuen siirtoja ei voida viedä loppuun, ja mistä syystä hyllyissä ei ole vapaita paikkoja. Esiin nousi sellainen asia, että lavoja ei yhdistellä. Esimerkiksi yhdellä lavalla on vain yksi pieni kappale, jolloin kuormalava vie paljon turhaa tilaa. Kappaleita voitaisiin yhdistellä samalla lavalle, jolloin hyllyihin syntyisi lisää tilaa. Ihmiset eivät oma-aloitteisesti puutu tähän epäkohtaan, jolloin ohjeistus nousee tärkeään rooliin. Koneisiin liittyviä ongelmia löytyi muutamia. Muun muassa käsipäätteet eivät välttämättä toimi toivotusti puutteellisten päivitysten johdosta. Yksi iso ongelma liittyi ylituotannon tekemiseen. Ylituotantoa tehdään varmuudeksi mutta myös palkkiojärjestelmät tukevat ylituotannon tekemistä, koska työntekijän palkka muodostuu osittain valmistetuista osista. Moottoreita ei myöskään valmisteta jonojärjestyksen mukaan. Myös osto-osien eräkoot eivät ole ajan tasalla. Materiaalit -kategoriaan löytyi pari

ongelmaa. Kävi ilmi, että hyllyissä on tarpeetonta tavaraa. Jotkut tavaroista on ollut vuosia hyllyissä, jolloin ne vievät turhaa tilaa. Ympäristöön liittyvään epäkohtaan löytyi kysymys eli onko hyllypaikkojen määrä suhteessa tuotantomääriin kohdallaan.



Kuvio 18. Kalanruotokaavio.

Kuviosta 18 näemme ongelmat, miksi materiaalivirtaus/varastopaikat eivät ole ajan tasalla/optimaalisia. Työtapoihin liittyi sellainen ongelma, että trukinkuljettajilla ei ole virallista työjonoa. Tällä hetkellä he voivat itse päättää minkä siirron tekevät seuraavaksi. Koneisiin ja järjestelmiin kuuluivat kaksi epäkohtaa: käsipäätteet eivät toimi toivotusti ja trukit/koneet eivät ole tarkoituksen mukaisia tietyissä vaiheissa. Esimerkiksi yksi trukki ei yllä nostamaan tavaraa ylimmälle hyllylle. Ihmisiin liittyvät ongelmat muodostuivat kolmesta asiasta: SAP ei määrää, mihin materiaali hyllytetään; ihmiset tekevät tietoisesti ylituotantoa ja hyllymuutoksia tehtäessä ei ole sovitulta toimintatapoja. Ihmiset saavat itse

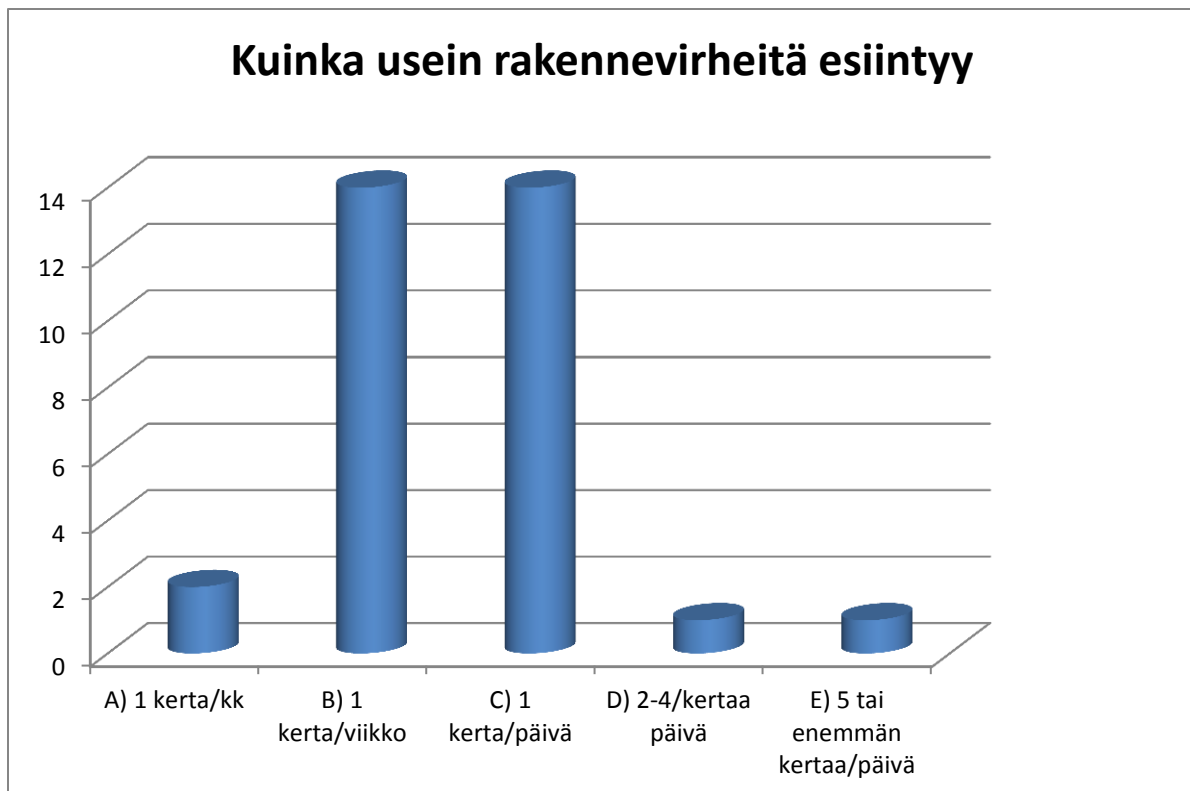


päättää mihin materiaalit hyllytetään, jolloin niitä voi olla melkein missä vain varastoa. Ylituotannon tekeminen liittyy oman alueen osaoptimointiin. Hyllymuutoksia tehtäessä tiedotus ei ole toivotulla tasolla. Materiaalit, ympäristö ja mittarit -kategorioihin liittyvät ongelmat ovat helposti ymmärrettäviä paitsi sloceihin liittyvä ongelma..(ota selvää).

Vastaanoton sujuvuuden ongelmat käsitellään samassa vaiheessa, missä esitellään ongelmien ratkaisut ja kehitysehdotukset.

#### 6.3.4. Kysely

Tein kyselyn 34 tuotannon työntekijälle. Kysymyksiä oli yhteensä seitsemän ja kaksi aihealuetta: moottoreiden rakennevirheet ja osien ristiinkäyttö. Seuraavissa kuvioissa esittelen kyselyn tulokset.



Kuvio 19. Kuinka usein rakennevirheitä esiintyy.

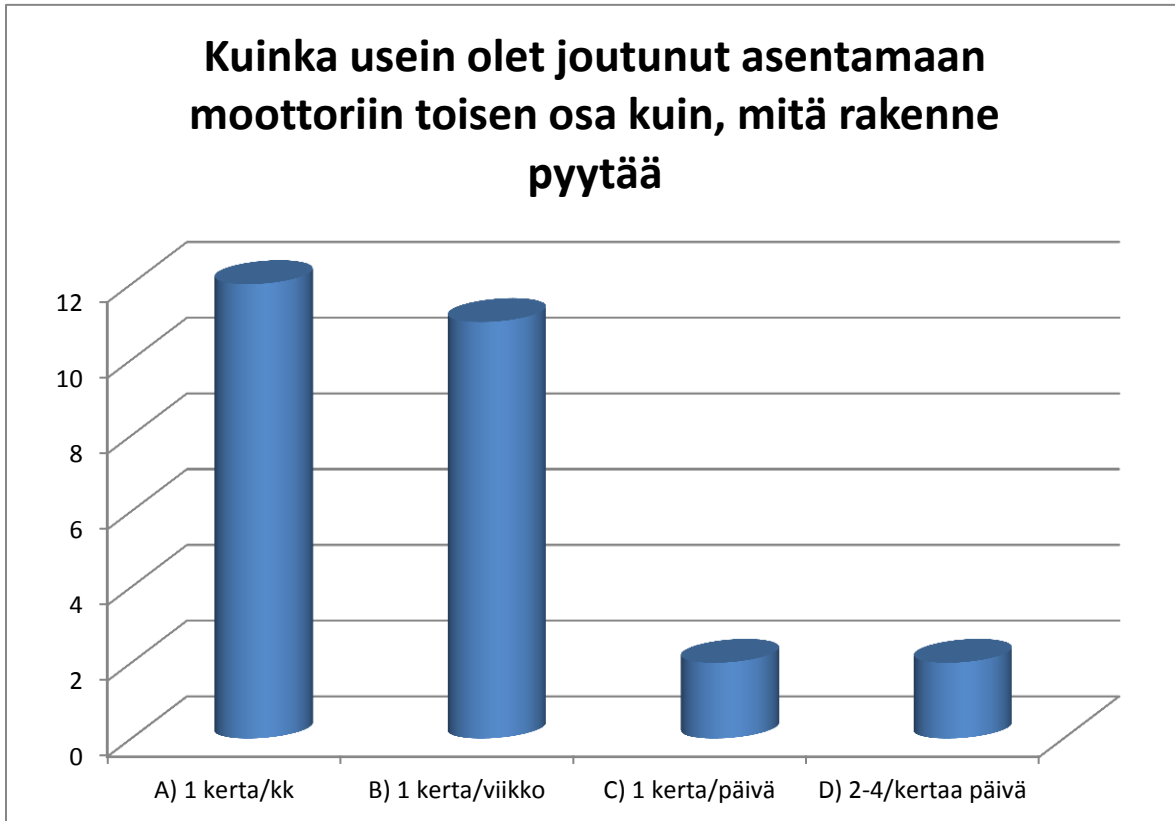
Rakennevirheitä esiintyy tuotantohenkilöstön mukaan kerran viikossa tai kerran päivässä, kuten kuvio 19 osoittaa. Muut vaihtoehdot saivat vain hajaääniä. Yhteenvedona voidaan sanoa, että rakennevirheitä esiintyy viikoittain ja niitä voi esiintyä myös useamman kerran viikossa.



Kuvio 20. Miten rakennevirheissä yleensä toimitaan.

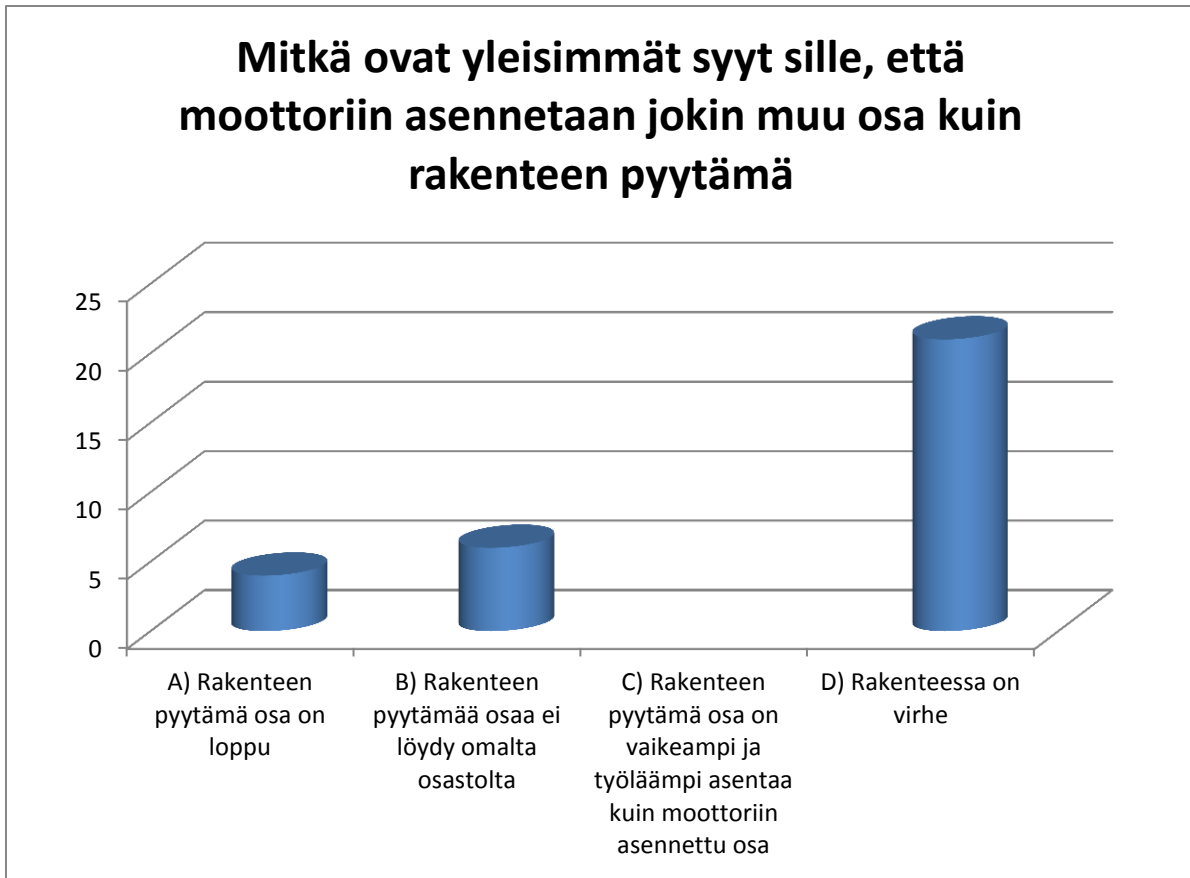
Kuviosta 20 nähdään, että eniten vastauksia sai vaihtoehto C eli suunnittelu korjaa rakenteelle oikean osan, joka sitten asennetaan moottoriin. Vastaukset hajaantuivat kaikkiin

kolmeen vaihtoehtoon, eikä mikään kolmesta noussut huomattavasti suosituimmaksi kuin muut. Tästä johtuen ei voida nostaa yksittäistä asiaa korkeammalle kuin toista. Voidaan siis todeta, että rakennevirhetapauksissa toimitaan kaikkien kolmen vaihtoehdon mukaisesti.



Kuvio 21. Kuinka usein olet joutunut asentamaan moottoriin toisen osan kuin, mitä rakenne pyytää.

Kuvio 21:n perusteella moottoriin joudutaan asentamaan kerran kuukaudessa tai kerran viikossa sellainen osa, joka ei ole rakenteen pyytämä. Tästäkään aihealueesta ei noussut yksittäinen vaihtoehto huomattavasti suurimmaksi.



Kuvio 22. Mitkä ovat yleisimmät syyt sille, että moottoriin asennetaan jokin muu osa kuin rakenteen pyytämä.

Edellä olevasta kuviosta voidaan huomioida se, että yli puolet oli sitä mieltä, että rakenteen virheen vuoksi moottoriin asennetaan jokin muu osa kuin rakenteen pyytämä. Tästä voidaan tehdä sellainen johtopäätös, että rakenteen virhe aiheuttaa useimmiten väärän osan laittamisen moottoriin.

Kyselyn tuloksista voidaan tehdä muutamia johtopäätöksiä mutta parissa kohdassa mikään vaihtoehto ei noussut huomattavasti suurimmaksi. Osa vastauksista oli puutteellisia eli jokaiseen kysymykseen ei ollut vastattu. Yhteenvetoluvussa tarkastellaan tarkemmin kyselyn vastausten johtopäätöksiä.

Kyselyssä oli myös muutama avoin kysymys. Seuraavassa kerron lyhyesti sen tuloksista.

Missä tuoteryhmissä rakennevirheitä esiintyy	Missä tuoteryhmissä tapahtuu eniten osien ristiin käyttöä	Millä keinoilla osien ristiin käyttöä voitaisiin vähentää
kokoonpanon osissa	ruuvit	Suunnittelurakenne oikein, korjataan virheet rakenteilta välittömästi
suunnittelu	setitys	Työkortit kuntoon
läpivientilaipat	läpivientilaipat	Huolellinen merkitseminen. Esim. merkitään tussilla koodi eikä paperilapulla, joka katoaa helposti
		Otetaan osat SAPin määräämästä hyllypaikasta
		Korjaamalla laskelmat tulevia moottoreita varten

Taulukko 8. Avoimien kysymysten tulokset.

Taulukosta 8 selviää se, että kolmessa tuoteryhmässä esiintyy rakennevirheitä enemmän kuin muissa: kokoonpanon osat, suunnittelu ja läpivientilaipat. Osien ristiin käyttöä esiintyy eniten ruuveissa, setityksessä ja läpivientilapoissa. Keinot, joilla osien ristiin käyttöä voitaisiin vähentää, ovat tuotantotyöntekijöiden mielestä: suunnitellaan rakenne oikein ja korjataan virheet rakenteilta välittömästi, työkortit kuntoon, huolellinen merkitseminen kappaleeseen korostui, otetaan osat SAP:n mukaan hyllypaikoista ja korjaamalla laskelmat tulevia moottoreita varten. Kyselyn mukaan keskittymällä edellä olevan taulukon asioihin voidaan vähentää varastosaldojen epätarkkuuksia.

## 7. LASKELMAT VARASTOSALDOEROJEN KUSTANNUKSISTA SEKÄ KEHITYSEHDOTUKSET JA IMPLEMENTOINNIT

### 7.1. Varastosaldoerojen aiheuttamat kustannukset

#### 7.1.1. Hävikin kattamiskustannukset

Teoriaosuudessa mainittua Schreibfederin (1997) esimerkkiä hukatusta rahasta voidaan käyttää hyväksi laskettaessa ABB Oy:n Motors ja Generators -yksikön varastosaldoerojen epätarkkuuksien kustannuksia. Jos tuotteita puuttuu varastosta esimerkiksi väärän paikan, varastamisen tai hajoamisen johdosta, niiden tilalle pitää hankkia uudet tuotteet. Uuden tuotteen valmistaminen tai ostaminen on aina kulu. Tämä kulu on maksettava samasta tulosta, mikä olisi jo saatu ilman hävinnyttä tuotetta.

Esimerkiksi jos tuotteita häviää X euron edestä viikossa, se tarkoittaa Y euron hävikkiä vuodessa. Tämä Y € on poissa yrityksen tuloksesta. Oletetaan, että yrityksen nettotuotto vuodessa on Z %, tarkoittaa se, että tarvitaan Q € lisää myyntiä jotta hävikki katettaisiin.

Lasketaan edellä kuvattu esimerkki luvuilla. Merkitään kaava seuraavasti:  $X = 200 \text{ €}$ ,  $Y = 10\,400 \text{ €}$  ja  $Z = 4 \%$ . Y saadaan laskemalla  $200 \text{ €} \times 52 \text{ (viikko)} = 10\,400 \text{ €}$  hävikkiä/vuosi. Yritys tarvitsee  $Y / Z$  verran lisää myyntiä, jotta se kattaa hävikin eli  $10\,400 / 0,04 = 260\,000 \text{ €}$ . Eli 200 € hävikkiä viikossa aiheuttaa sen, että vuositasolla tarvitaan 260 000 € lisää myyntiä hävikkien kattamiseksi, olettaen että yrityksen nettotuotto vuodessa on 4 %.

#### 7.1.2. Inventaarion aiheuttamat kustannukset

Laskuesimerkki viikonloppuna tehtävästä inventaariosta, joka tehdään varastosaldojen epätarkkuuden takia. Oletetaan, että inventaarion tekee 10 työntekijää lauantaina ja sunnuntaina. Yksi työntekijä tekee 16/h työpäivän viikonlopun aikana. Työntekijän kustannus yritykselle olkoon 50€/h (ylityön osuus otettu huomioon). Merkitään kaava seuraavasti:  $X = \text{työntekijä}$ ,  $T = \text{aika/h}$  ja  $M = \text{€/h}$ .

Laskukaava muodostuu:  $X * T * M =$  kustannus yritykselle. Käytetään arvoina edellä mainittuja esimerkkejä eli  $10 * 16 * 50 = 8000$  €. Inventaarion kustannus yritykselle on  $8000$  € + muut lisäkulut.

### 7.1.3. Varastosaldon epätarkkuuden kustannukset

Seuraava esimerkki perustuu Koivusen (2007) -tutkielmaan ja Foxconn Oy:n dataan (2005).

Yritys X:llä on raaka-ainevarastossa kymmeniä eri nimikkeitä. Raaka-aineet inventoidaan joka kuukausi, jotta tiedetään oikea varastosaldo. Tämän johdosta ilmenee tietojärjestelmän ja fyysisen varaston saldotietojen eroavuus. Ostaja kuitenkin tilaa raaka-aineita tietojärjestelmän mukaan. Jokaisen inventaarion yhteydessä raaka-ainetta hukkuu vaihtelevia määriä, kolmen kuukauden aikaperiodin aikana 35 % keskimäärin. Ostaja joutuu varautumaan hävikkeihin välttääkseen tuotannon seisahtumisen ostamalla suurempia määriä raaka-ainetta varastoon. Tästä seuraa varaston arvon kasvu ja suurempi varaston tilan tarve sekä kiertonopeuden laskeminen.

Jos varaston taso vaihtelee keskimäärin 35%, ostaja joutuu ostamaan ainakin saman verran enemmän raaka-ainetta. Logistiikka tutkimuksen (2006) mukaan varastointiin sitoutuu suomalaisilla mikroyrityksillä noin 4% ja suurilla yrityksillä hieman tätä vähemmän. Varaston arvo on siis merkittävä osa yrityksen liikevaihdosta.

Oletetaan, että yrityksen X liikevaihto on  $10\,000\,000$ €, jolloin varaston arvo on  $400\,000$ € (4% liikevaihdosta). Jos varastoa joudutaan kasvattamaan em. mukaan 35 % (yleistetään sama hävikki koko varastolle), muodostuu varaston arvoksi  $400\,000€ * 1,35 = 540\,000€$ . Varaston arvo on kasvanut  $140\,000€$  vuodessa sen takia, että tiedetään mitä varastossa on. Ylimääräiselle kululle voidaan laskea myös korko, jotta nähdään mitä yritys menettää sijoittaessaan rahat varastoon, joka ei tuota lisäarvoa. Käytetään korkona 10 %. Tällöin summaksi saadaan  $140\,000 * 1,1 = 154\,000€$ . On myös muistettava välillisten kustannusten kasvu, joka voi olla portaittain kasvavana kustannuksena suurempi kuin 35 %. Tällaisia kuluja voivat olla varastotilan tarve, henkilöstö tarve, suurempi määrä pilaantunutta tai vanhentunutta tavaraa tai huonontunut tehokkuus lisääntyneen varastotilan käytön vuoksi.

Nämä välilliset kustannukset ovat toisiaan kasvattavia, mutta ne voivat jäädä huomiotta laskettaessa vain varaston arvon kasvua.

Lisäksi voidaan todeta, että väärä ja epätarkka tieto vaikeuttaa tehokkuuden toteuttamista yrityksessä ja koko tuotantoketjussa. Edellä nähdyillä argumenteilla on varsin helppo saada yrityksen johto ymmärtämään, että varastosaldojen paikkansapitävyys on erittäin tärkeää koko yritykselle.

## 7.2. Kehitysehdotukset ja implementoinnit

Tässä alaluvussa käsitelen teoria- ja empiirisen osuuden pohjalta ilmenneitä kehitysehdotuksia sekä implementointeja.

### 7.2.1. Logistiikan tarkkuuden kehitysehdotukset

<u>Ongelma, taso 1</u>	<u>Ongelma, taso 2</u>	<u>Ratkaisu</u>
Materiaalia väärässä paikassa	Ihmiset saavat päättää mihin materiaali hyllytetään eikä SAP	SAP ohjaa mihin materiaali viedään. Esim. muutetaan materiaalille M30 dummy bin P1-P30 --> Liitäntä tai Hylly 5, jolloin lavalappu ohjaisi kuskiä viemään osan oikealle alueelle. Silti kuski saisi itse valita mihin hyllyttää. Vaikutus: Materiaali ohjautuu helpommin oikealle osaltolle / paikalle
Materiaalit vaikeasti tunnistettavissa	Kuormalava- ja pientarvikehyllyissä materiaalilappua sekä materiaalimerkintää vaikea nähdä.	Toimittajan merkattava materiaaliin täydellinen materiaalimerkintä. Kuormalavoissa lavalappu tulee kiinnittää lavan etureunaan (pois lukien automaattivarastot) Hankitaan pientavaralle muovilaatikot, jotka kiertävät lähitoimittajilla ja palautuvat Motorssille. ( samanlaiset kuin L2-linjalla) Muovilaatikoissa klipsu mihin lavalappu kiinnitetään. Ohjeistus logistiikalle ja tuotannolle.



Varastossa epäkuranttia materiaalia, joka täyttää varastoja.	Ei määriteltyä resurssia varastohallintaan.	Määritellään resurssi, joka vastaa varastohallinnasta ja käy läpi vanhat materiaalit. Vaikutus: Hyllypaikat aktiivisemmin käyttöön, inventointierot pienevät, materiaalivirtaus paranee, järjestelmä ongelmat vähenevät, varastonarvo pienenee.
Hyllyissä tarpeetonta tavaraa	Ajatusmaailma on sellainen että 'pidetään hyllyssä, jos vaikka joskus tarvitaan  Romujen aiheuttamat varastointi ja siirtelykustannukset, näitä ei mielletä kustannuksiksi	Lisätään ymmärrystä (osto, laatu, suunnittelu) siitä mitä ongelmia vanhojen tavaroiden varastointi aiheuttaa koulutuksen avulla.  Tehdään laskelma siitä mitä komponenttien varastointi oikeasti maksaa kun otetaan huomioon kaikki kustannukset *
Hyllyissä tarpeetonta tavaraa	Peruttujen kauppojen osat vievät hyllypaikat / kaupan muutosten osat vievät hyllypaikat	Prosessi tälle on määritelty, ei ole otettu käyttöön eikä koulutettu. Tämä muutos pitäisi viedä loppuun ja ottaa käyttöön.
Hyllyissä tarpeetonta tavaraa	Koe-erät jäävät makaamaan hyllyihin	Tarkastetaan onko koe-erien käsittelystä ohjetta olemassa, jos ei tehdään ohje. Varmistetaan että vastuuhenkilöt tietävät kuinka tulee toimia.
Kadonneet, saavuttamaton varastp		Palkkiojärjestelmä
Varastetut, Ristiinkäyttö, sijoitusvirheet		Palkkiojärjestelmä

Taulukko 9. Logistiikan tarkkuuden kehitysehdotukset.

\*Komponenttien varastointi kustantaa ABB Oy:lle n. 18 % vuodessa komponentin ostohinnasta, jossa on mukana kaikki varastointikustannukset. Oletetaan, että komponentin ostohinta on 500 €. Varastointi vuodessa kustantaa  $500/0.18 = 90$  €/vuosi. Reilussa viidessä vuodessa komponentin varastointi on kustantanut saman euromäärän kuin ostohinta.

## 7.2.2. Logistiikan tehokkuuden kehitysehdotukset

Kaizen -työpajassa syntyivät seuraavat ratkaisut ongelmiin. Ongelmanratkaisut ovat jaoteltu kolmeen ryhmään, jotka aiemmin esittelin.

<u>Ongelma</u>	<u>Materiaalivirtaus/varastopaikat eivät ole ajantasalla/optimaalisia</u>
Ongelma, taso 1	Järjestelmään jää avoimia TO:ita
Ongelma, taso 2	SAP ei anna aloituskelpoisuutta, vaikka materiaali hyllytetty. Mitä kauemmin TO ollut avoinna, sitä haasteellisempi materiaalia löytää.
<u>Ratkaisu</u>	Nyt useassa trukissa PC, jolla pystyy seuraamaan avoimia TO:ita. Koulutetaan trukinkuljettajia, että katsovat oman alueen avoimia TO:ita päivittäin PC:ltä. Lisäksi hankitaan vastaanotto-alueelle iso TV missä avoimet TO näytetään, jota myös mahdollisuus käyttää materiaalin siirto priorisointiin
Ongelma, taso 1	M30 ja M40 TAKO- ja korjauspaikka suunniteltu väärään paikkaan
Ongelma, taso 2	Ei tue optimaalista materiaalivirtausta M30 & M40 linjalla
<u>Ratkaisu</u>	Siirretään nykyinen M30 ja M40 tako- ja korjauspaikka M40 liitännän viereen. Rakennetaan alakertaan nykyisen protopajan tilalle roottorihylly AL2 roottoreille ja siirretään protopaja sivummalle. Vaikutukset: MM yläkerrasta voidaan siirtää AL2 roottorit alakertaan --> Roottoreiden välivarastointi poistuu. Vapautuu hyllytilaa järkevämpään käyttöön. Esim. KK alakerrasta voidaan siirtää materiaalia MM rakennukseen ( M30/M40 Kilvet ja M55 rungot), mainittujen materiaalien välivarastointi poistuu.

Taulukko 10. Kehitysehdotuksia.

<u>Ongelma</u>	<u>Siirtoja ei voida viedä loppuun, koska hyllyissä ei ole vapaita paikkoja</u>
Ongelma, taso 1	Hyllypaikkojen määrä suhteessa tuotantomääriin, onko kohdallaan/seurataanko tätä?
Ongelma, taso 2	

<u>Ratkaisu</u>	Pitäisi olla laskukaava sille kuinka paljon lavapaikkoja tarvitaan ja tätä pitäisi säännöllisin väliajoin laskea ja informoida logistiikalle.
Ongelma, taso 1	Lavoja ei yhdistellä
Ongelma, taso 2	
<u>Ratkaisu</u>	Tehdään vuosisuunnitelma (TOP ja PIKO) lavojen yhdistämisoperaatiolle ja nimetään vastuuhenkilöt. Tavoite on että kerran kuukaudessa korkeavarastojen lavat yhdistellään.
Ongelma, taso 1	Osto-osien eräkoot eivät ole ajantasalla (master data)
Ongelma, taso 2	Materiaalien ohjausparametreja säätää henkilöt, joilla ei riittävää tietoa/kokemusta
<u>Ratkaisu</u>	Motorssissa ei riittävää master data osaamista, pitäisi kouluttaa henkilöitä lisää. Master data oikeuksia pitäisi rajoittaa vain 'osaaville' henkilöille
Ongelma, taso 1	Tehdään ylituotantoa
Ongelma, taso 2	Halutaan varautua mahdollisiin konerikkoihin/tuotantokatkoksiin
<u>Ratkaisu</u>	Mikäli tuotantotavoite on jo saavutettu, ei tehdä ylituotantoa vaan käytetään tämä aika koneiden huoltamiseen/korjaamiseen (ennaltaehkäisevää huoltoa)
Ongelma, taso 1	Tehdään ylituotantoa
Ongelma, taso 2	Komponenttitehdas käyttää liian suurta valmistusikkunaa
<u>Ratkaisu</u>	Komponentti tehtaan seinään asennetaan TV josta näkyy reaaliaikainen tilanne, paljonko ST, RT ja runkoja on tehty etupeltoon.
Ongelma, taso 1	Tehdään ylituotantoa
Ongelma, taso 2	Osat eivät kohtaa, jokainen osasto valmistaa komponentteja oman periaatteen perusteella, osastoilla ei yhteistä periaatetta
<u>Ratkaisu</u>	Määritellään ST, RT ja rungoille maksimimäärät mitä valmiita ja keskeneräisiä saa olla. Lisäksi komponentti tehtaan seinään asennetaan TV josta näkyy reaaliaikainen tilanne, paljonko ST, RT ja runkoja on sekä mikä on tavoite.
Ongelma, taso 1	Tehdään ylituotantoa
Ongelma,	Resurssien ristiinkäyttö mahdollisuus ei ole optimaalinen

taso 2	
<u>Ratkaisu</u>	Resurssien liikkuvuutta olisi tuettava enemmän, pieni porkkana siitä että siirtyy osastolta toiselle.

Taulukko 11. Kehitysehdotuksia.

<u>Ongelma</u>	<u>Vastaanoton sujuvuus ei halutulla tasolla</u>
Ongelma, taso 1	Kuljetukset
Ongelma, taso 2	Autot tulee yhtäaikaan --> Vastaanottaja ei pysty luomaan TO materiaalivirtauksen kannalta joustavasti, Auton purku kokonaan, vastaanotot kaikille ja sen jälkeen TO:t koko kuormalle
<u>Ratkaisu</u>	Autojen porrastettu tuloaika mahdollistaa vastaanottoalueen tyhjentämisen autojen saapumisen yhteydessä, edellyttäen että hyllyissä on tilaa
Ongelma, taso 1	Odotusajat
Ongelma, taso 2	Dokumenttien oikeellisuus (Lähetteet)
<u>Ratkaisu</u>	Yhteys toimittajiin jos havaitaan puutteita., jos ostajaan ei saada yhteyttä niin vastaanottaja voi ottaa yhteyttä toimittajaan
Ongelma, taso 1	Varastot
Ongelma, taso 2	Materiaaleille ei ole aina hyllypaikkaa
<u>Ratkaisu</u>	Jonojärjestys, eräkoot, siivous, yhdistely
Ongelma, taso 1	Ylituotanto
Ongelma, taso 2	Autot tulee yhtäaikaan --> Tavarapaljous--> Ei hyllypaikkaa
<u>Ratkaisu</u>	Autojen tuloajat tulee tarkastaa ja päivittää siten että materiaalivirtaus saadaan optimaaliseksi

Taulukko 12. Kehitysehdotuksia.

### 7.2.3. Kehitysehdotuksena palkkiojärjestelmä

Teoriaosuudessa käsiteltiin varastosaldotietojen epätarkkuutta. Artikkeleista selvisi, että palkitsemisjärjestelmillä on saatu positiivisia vaikutuksia saldotietojen tarkkuuden parantamiseen. Samansuuntaisia ajatuksia nousi esiin myös Kaizen -työpajassa. Työpajassa

keskusteltiin siitä, jos palkka muodostuisi osittain palkkioperusteisesti, niin sen vaikutuksesta työntekijät kiinnittäisivät enemmän huomiota varastosaldotietojen tarkkuuteen.

Foodconnex Oy:n artikkelissa pureudutaan yrityksen varastosaldotietojen epätarkkuuteen. Artikkelissa mainitaan, että jokaisen työntekijän on tärkeää tunnistaa yrityksen ansaintamalli. Monissa yrityksissä malli perustuu siihen, että ostetaan tuotteita yhdellä hinnalla ja ne myydään asiakkaille korkeammalla hinnalla. Jos materiaaleja on liikaa hukassa, niin edellä mainittu ansaintamalli ei tuota tulosta. Artikkelissa kehoitetaan joka kuukauden lopussa kertomaan työntekijöille, kuinka paljon hukatut/väärässä paikassa olleet tuotteet aiheuttivat kustannuksia yritykselle. Kuinka paljon rahaa on tuhlatu edellä mainittuun sen sijaan, että olisi jo päästy maksamaan palkkoja, etuuksia ja muita kannattavia kuluja. Ideaali maailmassa kaikki työntekijät ymmärtävät sen, että heidän tulevaisuutensa on sidottu yrityksen menestykseen, ja tämän seurauksena hoitaisivat varastoa kuin omaa omaisuuttaan. (Foodconnex 2006).

Foodconnexin (2006) artikkelissa mainitaan, että yritys on tutkinut useita varaston tarkkuusohjelmia. Yksi hyvä esimerkki tällaisesta ohjelmasta on seuraava. Jakelija (distributor) kyllästyi siihen, että hän menettää kymmenesosan varastonarvosta varkauksille. Havaittiin, että suurimman osan varkauksista tekivät työntekijät. Jakelija laittoi vireille uuden radikaalin palkitsemisjärjestelmän. Sen sijaan, että jakelija maksaisi työntekijöille tunnista, huomattava osa jokaisen varastotyöntekijän palkasta oli riippuvainen varastosaldon tarkkuudesta. Varastossa tarkistettiin joka päivä tietty tuoteryhmä, eivätkä työntekijät tienneet ennalta mikä tuoteryhmä olisi kyseessä. Varastosaldon tarkkuuden tavoitteena oli 97-3 -sääntö. Jos 97 % laskennasta kahden viikon ajanjaksolla oli oikein eli tietojärjestelmässä oleva saldotieto verrattuna todelliseen saldotietoon, niin työntekijät saivat kannustepalkkion. Tällöin työntekijät saivat 10 % enemmän palkkaa kuin aikaisemmin. Jos tavoite ei täyttynyt, niin työntekijät saivat 10 % vähemmän palkkaa. Ohjelman tuloksena jokaisesta varastotyöntekijästä tuli ”vahtikoira”. Työntekijät tajusivat, jos varastosaldo on epätarkka he saavat vähemmän palkkaa. Jos työntekijä näki, että joku varastaa yritykseltä, heidän näkemyksen mukaan heiltä itseltään varastetaan. Tuloksena varastosaldotietojen tarkkuus kasvoi. Työntekijät joko omaksuvat

tämän lähestymistavan tai eivät, mutta joka tapauksessa jakelija ei voi maksimoida tuottavuutta ja kannattavuutta ellei varastosaldojen tarkkuutta saavuteta.

Edellä kuvatussa esimerkissä on paljon hyviä ajatuksia saldotietojen epätarkkuuksien eliminoimiseksi. ABB Oy:ssä varkauksia ei oikeastaan tapahdu mutta samansuuntainen palkitsemisjärjestelmä voisi olla apuna varastosaldotietojen epätarkkuuksien vähentämisessä. Artikkelissa mainitaan, että on tärkeää sitouttaa työntekijät yrityksen toimintamalliin. Työntekijöiden sitouttaminen voidaan nähdä tärkeimmäksi asiaksi saldotietojen tarkkuuden parantamisessa. Tunnollinen, oma-aloitteinen ja yrityksen kokonaiskuvan ymmärtävä työntekijä toimii tehtävissään tehokkaammin, tarkemmin ja huolellisemmin kuin vain omaa työtehtävää putkilomaisesti tuijottava työntekijä.

Foodconnex (2006) artikkelissa esitellään palkitsemisjärjestelmä, joka perustuu varastosaldotietojen oikeellisuuteen. ABB Oy:n Motors & Generators -liiketoimintayksikön MM-rakennuksessa voitaisiin ottaa samankaltainen palkkiojärjestelmä käyttöön. Palkitsemisjärjestelmä voisi perustua esimerkiksi pistokokeisiin, joita tehtäisiin joka viikko. Pistokokeeseen voitaisiin ottaa 10 hyllypaikkaa, jotka tarkistettaisiin. MM-rakennuksessa on useita eri varastoja, joten yhdellä tarkistuskerralla voitaisiin keskittyä yhteen varastoon. Ennen palkkiojärjestelmän käyttöönottoa pitäisi varastosaldotietojen nykytila katsastaa. Tästä tutkielmasta saisi nykytilan kuvaukseen kuranttia dataa. Tämän työn pistokokeita suunnitellessani ja tehdessäni huomioin sen, että kaikkiin varastoihin ei ole mahdollista tehdä tarkistuksia, koska hyllypaikkamerkinnot olivat osassa epäselviä ja materiaalienmäärät olivat muutamassa varastossa todella suuria; tuhansia materiaaleja yhdessä hyllypaikassa. Näin ollen varastot tulisi käydä ensiksi läpi, jonka jälkeen voidaan tehdä muutoksia ja päättää mitkä varastot otetaan palkkiojärjestelmään mukaan.

Edellisessä kappaleessa kuvattu palkitsemisjärjestelmä on vain kehitysehdotus, jonka ajatuksen pohjalta palkkioperusteista järjestelmää voidaan alkaa kehittämään, jos tällainen vaihtoehto nähdään hyödylliseksi. Tässä työssä on tuotu esille seurauksia, joiden perusteella palkkiojärjestelmillä on saatu positiivisia tuloksia aikaiseksi. Palkkiojärjestelmän sopimisesta ABB Oy:n, Motors & Generators -yksikön, MM-rakennukseen tulisi tehdä lisäselvityksiä, kuten kustannuslaskentaa sekä kirjata ylös mahdollisia hyötyjä ja haittoja.

#### 7.2.4. Implementoinnit

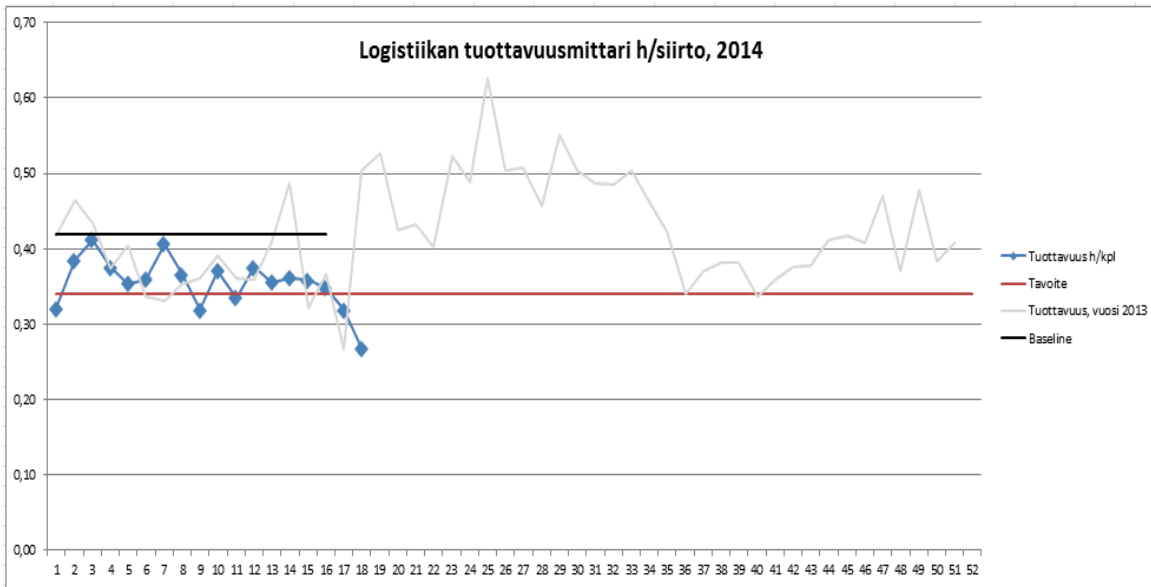
Tämän tutkielman aikana on jo syntynyt kaksi implementointia. Kuten Kaizen logistiikan tehokkuuden parantamisessa -luvussa mainittiin, uusi mittari on kehitetty mittaamaan logistiikan tehokkuutta. Mittari mittaa sitä, kuinka kauan yksi siirto kestää (h/siirto). Tämän avulla saadaan selville, millä tasolla logistiikka on tällä hetkellä tehokkuuden osalta ja myös tavoitetaso pystytään asettamaan mittaria hyväksikäyttäen. Toinen implementointi on se, että vastaanottaja ottaa yhteyttä toimittajaan, jos tilauksissa on jotain virheitä. Ohjeeksi on annettua vastaanottajille virheiden ilmetessä, että ensiksi otetaan yhteys ostajaan, jos ostajaa ei saa kiinni niin sen jälkeen otetaan yhteys toimittajaan. Tämä ohje takaa sen, että virheelliset tilaukset eivät jää huomiotta, ja että toimittaja saa aina signaalin, jos on jotain korjattavaa.

	Target	Target	Target	Target	Target	Actual	Actual	Actual
	Tranfer/month	h/transfer	h/month	Savings (h)	Savings (€)	h/transfer	Tranfer/month	Savings (€)
1	15000	0,42	6300	0	0	0,37	12015	-21026
2	15000	0,41	6150	-150	-5250	0,37	14479	-25338
3	15000	0,4	6000	-300	-10500	0,35	14079	-34494
4	15000	0,39	5850	-450	-15750			
5	15000	0,38	5700	-600	-21000			
6	15000	0,37	5550	-750	-26250			
7	15000	0,36	5400	-900	-31500			
8	15000	0,35	5250	-1050	-36750			
9	15000	0,34	5100	-1200	-42000			
10	15000	0,34	5100	-1200	-42000			
11	15000	0,34	5100	-1200	-42000			
12	15000	0,34	5100	-1200	-42000			
				-9000	-315000			-80858,05

Kuvio 23. Kaizen -työpajan säästötavoitteet.

Kuviosta 23 nähdään, mitä säästötavoitteita Kaizen -työpajassa päätettiin. Laskelmassa mitataan h/siirto eli kuinka kauan yksi siirto kestää. Nykytila h/siirto mittarilla on 0,42 ja tavoitetasoksi asetettiin 0,34 eli tavoitteena on pienentää siirtoaikaa 20 prosentilla. Kuviosta ilmenee aikataulu, jonka puitteissa tavoite tulee saavuttaa. Säästötavoite on määritelty portaittain (kuukausikohtaiset tavoitteet) eli pienillä ja realistisilla parannuksilla päästään

tavoitetasoon. Kuviosta nähdään myös se, missä kohdin tällä hetkellä mennään, ja minkälaisia säästöjä on jo nyt saavutettu. Itse asiassa todellinen tilanne on parempi kuin tavoitteeksi on asetettu. Jos kehitys jatkuu näin hyvänä, mahdollisuutena on saavuttaa vieläkin suurempia säästöjä kuin Kaizen -työpajassa päätettiin.



Kuvio 24. Logistiikan tuottavuusmittari h/siirto.

Kuviossa 24 on esitetty tuottavuusmittari (h/siirto) viikkokohtaisilla tapahtumilla. Musta poikkiviiva kuvaa lähtötasoa. Punainen poikkiviiva kuvaa tavoitetasoa. Sininen viiva kertoo, missä kohdin on menty, ja mikä on tämän hetken tilanne. Harmaa viiva näyttää vuoden 2013 tuottavuuden. Sinisestä viivasta voimme huomioida sen, että tällä hetkellä tuottavuus on jopa tavoitetasoakin parempaa. Yleisesti voidaan todeta, että Kaizen -työpajan toimilla on jo nyt saavutettua merkittäviä hyötyjä logistiikan tehokkuuden parantamiseksi.



## 8. YHTEENVETO

Tämä pro gradu -tutkielma tehtiin toimeksiantona ABB Oy:n Motors & Generators liiketoimintayksikölle. Tutkielman tavoitteeksi asetettiin logistiikan tarkkuuden ja tehokkuuden parantaminen. Tutkielma koostui kahdesta päänäkökulmasta – logistiikan tarkkuudesta ja tehokkuudesta. Tutkimuskysymykseksi asetettiin: millä keinoilla logistiikan tarkkuutta ja tehokkuutta voidaan kehittää. Aihe rajattiin koskemaan koko MM-rakennusta tehokkuuden osalta ja tarkkuus rajattiin AL1, AL1B, AL2A ja AL2B -kokoonpanolinjoihin ja M30, M40, M55, MOX, MRK ja MRT -varastoihin. Tämän lisäksi tutkielmassa käytetyissä SAP -raporteissa keskityttiin 2012-2013 aikavälin tapahtumiin.

Tutkielman teoriaosuudessa paneuduttiin materiaalin- ja varastonhallintaan, varastotoimintaan ja kustannuksiin, varastotoiminnan seurantaan, mittaamiseen ja varastosaldotietojen epätarkkuuteen sekä Kaizen -ideologiaan logistiikan tehokkuuden parantamisessa. Tutkielman teoriaosuuden tavoitteena oli tarkastella empiriaosuudessa käytettäviä menetelmiä ja tutustua syvällisemmin sisäisen logistiikan aihealueisiin ja varastosaldotietojen epätarkkuuteen.

Empiriaosuudessa määriteltiin käytettävät työkalut, joiden avulla pyrittiin pääsemään tutkielmalle asetettuihin päämääriin. Varastosaldojen epätarkkuuden mittaamiseen ja nykytilan selvittämiseen päätettiin käyttää pistokokeita, SAP -inventointiraportteja ja kyselyä. Pistokokeille asetettiin reilun kahden viikon mittausaikaväli, jonka aikana syntyi 368 otoskertaa. Pistokokeet suoritettiin niin, että SAP:sta ladattiin järjestelmässä olevat saldotiedot hyllypaikoista, jotka käytiin tarkistamassa MM-rakennuksesta. Tällä mittauksella pystyttiin vertaamaan fyysistä saldotietoa järjestelmässä olevaan saldotietoon. Mittaukseen ei otettu siirrossa olevia kohteita vaan SAP:sta ladattiin ainoastaan hyllyissä olevat materiaalit. Pistokokeiden tuloksista nähdään, että 267 hyllypaikassa saldotieto oli oikein ja 101 hyllypaikassa saldotieto oli väärin. Pistokokeiden tuloksia verrattiin materiaalityypin, hyllyn ja viikon mukaan. Otosmääriä kertyi eniten 2AI (harmaa koneistettu valurauta) -materiaalityypillä, jonka saldotietojen epätarkkuusprosentti oli n. 30%. 3AA (riviliittimet) -materiaalityypissä oli eniten epätarkkuutta n. 87%, pois lukien 2EA (kestomuoviputket ja suulakepuristetut osat) sekä 2HG (neula- ja rullalaakerit) -materiaalityypit, joissa oli epätarkkuutta 100 % mutta otosmääriä vain alle 3. Lähes

jokaisessa hyllyssä havaittiin saldovirheitä. Hyllyn varastosaldovirheprosentin mediaani oli 25 % ja keskiarvo 33,7 %. Ainoastaan yhdessä hyllyssä ei ollut yhtään saldovirhettä. 16 hyllyssä 17:ta virheitä löytyi, joten virheitä esiintyy lähes jokaisessa hyllyssä. Pistokokeet ajoittuivat viikoille 8 ja 9. Viikolla 8 virheitä esiintyi reilu 30 % ja viikolla 9 vajaa 25 %.

SAP -inventointiraporteista tarkasteltiin WM- ja MM-tason inventointeja. Raporteista saatiin selville, millä tasolla varastosaldotiedot olivat vertaamalla inventointeja järjestelmässä oleviin tietoihin. Linjoilla K15, M30, M35, K10 ja M40 esiintyi varastosaldovirheitä eniten. K15 ja M30 linjoilla saldotiedot olivat yli puoleksi väärin. Suurimmat saldovirheet inventointiraporttien mukaan olivat laakerointiosilla, läpivientilapoilla ja laakerikilvillä. Virheitä esiintyi huomattava määrä myös staattoreissa, urakuulalaakereissa, tuuletinsuojissa, liitännän valuosissa ja roottoreissa.

Kyselyllä pyrittiin selvittämään rakennevirheitä ja osien ristiin käyttöä. Kysely tehtiin 34 tuotantotyöntekijälle. Kyselyn tuloksista voidaan sanoa, että rakennevirheitä esiintyy yhden tai useamman kerran viikossa. Rakennevirhetapauksissa toimitaan yleensä seuraavasti: 1) suunnittelu korjaa virheen rakenteelle, jonka jälkeen se asennetaan moottoriin, 2) moottoriin asennetaan oikea osa ilman, että rakennetta päivitetään tai 3) asennetaan se osa mitä rakenne pyytää. Moottoriin joudutaan asentamaan kerran kuukaudessa tai viikossa sellainen osa, joka ei ole rakenteen pyytämä. Rakenteen virheen takia moottoriin asennetaan jokin muu osa kuin rakenteen pyytämä. Kyselyn tuloksista voidaan tehdä sellainen johtopäätös, että rakenteen virhe aiheuttaa osien ristiin käyttöä. Rakenteen virheiden eliminoiminen näyttäisi siis olevan avain asemassa. Tämä tutkielma ei keskittynyt rakennevirheiden korjaamiseen. Yleisellä tasolla voidaan sanoa, että tiivis kommunikointi tuotantotyöntekijöiden ja suunnittelijoiden välillä voisi auttaa ongelmaan.

Kyselystä selvisi myös se, että kokoonpanon osissa, suunnittelussa ja läpivientilapoissa esiintyi eniten rakennevirheitä. Osien ristiin käyttöä tapahtui eniten ruuveissa, setityksessä ja läpivientilapoissa. Keinot, joilla osien ristiin käyttöä voitaisiin vähentää, olivat virheiden korjaaminen rakenteilta välittömästi, työkorttien kuntoon laittaminen, huolellinen merkitseminen kappaleisiin, osien ottaminen SAP:n mukaan hyllystä ja laskelmien korjaaminen tulevia moottoreita varten. Näiden ongelmien korjaamisen avulla voidaan kyselyn mukaan vähentää osien ristiin käyttöä.

Logistiikan tehokkuuden mittaamiseen ja nykytilan selvittämiseen käytettiin Kaizen -työpajaa. Kaizen -työpajaan osallistui 12 logistiikantyöntekijää. Työpajan kesto oli 3 työpäivää. Ensimmäisenä päivänä käytiin läpi Kaizen -ideologian yleistä teoriaa ja analysoitiin tuottavuusmittareita sekä kierrettiin tuotannossa kolmessa ryhmässä etsimässä hukkia. Kehitimme uuden mittarin, joka mittaa h/siirto eli kuinka kauan yksi siirto kestää. Mittari on esitelty tarkemmin sivuilla 77-78. Löydetyt hukat esiteltiin sivulla 57. Toisena päivänä toimimme ryhmissä keskittyen ongelmaan, jonka olimme työpajan alussa muodostaneet. Työpaja rakentui kolmen ongelma ympärille. Ongelmat olivat: 1) materiaalivirtaus/varastopaikat eivät ole ajan tasalla/optimaalisia, 2) siirtoja ei voida viedä loppuun, koska hyllyissä ei ole vapaita paikkoja ja 3) vastaanoton sujuvuus ei halutulla tasolla. Edellisistä ongelmista rakennetut kalanruotokaaviot ovat nähtävillä sivuilla 58 ja 59. Työpajan viimeisenä päivänä keskityimme ratkaisemaan löytämämme ongelmat. Asetimme myös jokaiseen ongelmaan/ratkaisuun vastuuhenkilön, joka ottaa tehtävän hoitaakseen. Ongelmat ja ratkaisut ovat esitelty kehitysehdotukset ja implementointi -luvussa. Kaizen -työpajan avulla löydettiin useita ongelmia, jotka haittaavat logistiikan tehokkuutta. Kolmessa päivässä voidaan saada merkittäviä ideoita aikaiseksi, joiden avulla tehokkuutta pystytään nostamaan. Tehokas ja hyvin muodostettu aikataulu oli työpajan läpi viennissä ja tulosten saavuttamisessa ratkaisien tärkeää.

Tutkielman teoriaosuudessa esitelty RFID -teknologia auttaa varastosaldojen tarkkuuden parantamisessa. Useissa artikkeleissa mainitaan, että RFID:n avulla saavutetaan merkittäviä hyötyjä, kuten komponentteja pystytään seuraamaan reaaliajassa, jolloin tiedetään tarkalleen missä kyseinen komponentti on tällä hetkellä. RFID -teknologian käyttöönotto koko MM-rakennuksessa voisii parantaa merkittävästi varastosaldojen tarkkuutta. Rintalan (2008) tekemä diplomi työ paneutuu RFID -järjestelmän hyötyihin ABB Oy:n Motors & Generators -liiketoimintayksikössä.

Tutkimuksen tuloksia voidaan jo nyt hyödyntää logistiikan tarkkuuden ja tehokkuuden kehittämisessä. Esiin nousi useita ongelmia, joiden seurauksena logistiikan tarkkuus ja tehokkuus kärsii. Laskelmista voidaan nähdä, kuinka paljon kustannuksia varastosaldovirheet aiheuttavat. Laskelmat ovat esitelty sivuilla 66-68. Vuositasolla varastosaldovirheiden aiheuttamia kustannuksia syntyy satojatuhansia euroja. Pistokokeiden

tuloksista voidaan nähdä, että saldovirheitä esiintyy noin 30%. Tämä aiheuttaa sen, että varastonarvo kasvaa 30%, koska ostaja joutuu ostamaan materiaaleja hävikin verran lisää. Oletetaan, että varastonarvo on 500 000 €, kun siihen lisätään virheprosentti eli  $500\,000\text{ €} \cdot 1,3 = 650\,000\text{ €}$ . Varaston arvo on siis kasvanut 150 000 € sen takia, että ostaja joutuu varautumaan hävikkeihin (30%) ettei tuotanto seisahtaisi. Inventaariot myös aiheuttavat kustannuksia. Vuositasolla 20 000 €:n hävikin kattamiseksi myyntiä pitää lisätä  $20\,000 / 0,04 = 500\,000\text{ €}$ , olettaen että yrityksen nettotuotto on 4%. Euromääräisesti varastosaldovirheet aiheuttavat isoja kustannuksia yritykselle.

Tässä tutkielmassa esitettyjen kehitysehdotusten taloudellinen potentiaali on siis suhteellisen suuri. Isoja investointeja ei tarvitse kehitysehdotusten perusteella tehdä. Koulutusten ja ohjeistusten lisääminen sekä resurssien tehokkaampi käyttö ei vaadi rahallisesti kovinkaan suurta panostusta. Palkkio- tai palkitsemisjärjestelmän käyttöönotto vaatii lisäselvitystä, joten sen kustannuksista on tässä vaiheessa hankala sanoa. Uuden teknologian, kuten RFID:n, lisääminen aiheuttaa kustannuksia mutta näillä näkymin sitä ei olla lisäämässä MM-rakennuksessa. Voidaan siis sanoa, että suhteellisen pienillä rahallisilla panostuksilla voidaan saavuttaa vuositasolla merkittäviä säästöjä.

Kehitysehdotukset ja implementoinnit ovat kerrottu 68 sivulta lähtien. Yksi isompi ratkaisu logistiikan tarkkuuden parantamiseen voisi olla palkkiojärjestelmän rakentaminen. Teoriaosuudessa kävi ilmi, että palkitsemisjärjestelmän avulla saavutetaan etuja. Palkkiojärjestelmää ei voi rakentaa hätiköidysti, joten tarkempaa tutkimusta aiheeseen olisi syytä tehdä. Tässä tutkielmassa esiteltiin palkitsemisjärjestelmä, joka rakentuisi kerran viikossa tarkistettavista hyllypaikoista. Esiin tuotiin ehdotus, että 10 hyllypaikkaa tarkistettaisiin viikossa ilman etukäteen annettua varoitusta työntekijöille. Työntekijöiden sitouttaminen yrityksen tavoitteisiin nousi useasti tärkeäksi aiheeksi. Palkkiojärjestelmä voisi olla yksi ratkaisu työntekijöiden sitouttamisessa. Palkkiojärjestelmästä on kerrottu enemmän sivuilla 73-75.

## 9. LÄHDELUETTELO

- ABB (2014). ABB Suomessa [online]. [Siteerattu 12.1.2014]. Saatavilla World Wide Webistä: <URL:<http://www.abb.fi>>.
- Attaran, M. & S. Attaran (2004). The rebirth of reengineering: x-engineering. *Business Process Management Journal* 12:4, 415-429.
- Aminoff, A., Hyppönen, R. & O. Kettunen (2004). Varastotoiminnan seuranta ja mittaaminen. Saatavana Internetistä: <<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/TUO64-044044.pdf>>.
- Aron, L. (1998). Do you need a warehouse management system? *Apparel Industry Magazine* 59:4, 39-40.
- Ballou, Ronald H. (1999): *Business Logistics / Supply Chain Management*. 5. painos. [New Jersey]: Prentice-Hall Inc. ISBN 0-13-795659-2. 681 s.
- Betts, A., Chambers, S., Johnston, R. & N. Slack (2009). *Operations and Process Management*. [UK]: Pearson Education Limited. ISBN 978-0-273-71851-2. 541 s.
- Bozart, Cecil C. & Robert B. Handfield (2008). *Introduction to Operations and Supply Chain Management*. 2. painos. [New Jersey]: Pearson Prentice Hall.
- Brown, k., Inman, R. & J. Calloway (2001). Measuring the effects of Inventory inaccuracy in MRP inventory and delivery performance. *Production Planning and Control* 12, 46-57.
- Converse, S. (2009). ARP Kaizen orientation – The Kaizen event detailed. Saatavissa Internetistä: <<http://www.vc.wisc.edu/ARP/WICMS/Documents/KaizenEvent.pdf>> Viitattu: 9.4.2014.

- Faisal, M., Banwet, D. & R. Shankar (2007). Supply chain risk management in SMEs: analyzing the barriers. *International Journal of Management & Enterprise Development* 4:5, 588-607.
- Fleisch, E. & C. Tellkamp (2005). Inventory inaccuracy and Supply Chain Performance: a simulation study of a retail supply chain. *International Journal of Production Economics* 95:3, 373-385.
- Foodconnex (2006). Issue 046 – Encouraging Inventory Accuracy. Yrityksen omia julkaisuja. Saatavilla Internetistä: <<http://www.foodconnex.com/news-archive/147-issue-046-encouraging-inventory-accuracy-revisited>>.
- Foxconn Oy. (2005). Foxconn Suomessa. Saatavilla Internetistä: <<http://www.faxconn.fi>>.
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy*. [USA]: McGraw-Hill Companies Inc. ISBN 0-07-137599-6. 357 s.
- Glover, J., Farris, J., Van Aken, E. & T. Doolen (2011). Critical success factors for the sustainability of Kaizen event human resource outcomes: An empirical study. *International Journal of Production Economics* 132:2, 197-213.
- Glover, B. & H. Bhatt (2006). *RFID Essentials*. [Sebastopol]: O'reilly Media. 260 s.
- Granqvist, J., Permala, A. & Scholliers, J. 2007. RFTUNLOG, RFID-tunnistus logistiikan kehittämisessä. [Espoo]: VTT. 68 s.
- Grinsted, S. & G. Richards (2013). *The logistics and Supply Chain toolkit. Over 90 tools for transport, warehouse and inventory management*. [USA]: Kogan Page Limited. ISBN 978-0-7494-6808-8. 313 s.
- Haverila, Matti, Ilkka Kouri, Asko Miettinen & Erkki Uusi-Rauva (2005). *Teollisuustalous*. 5. painos. [Tampere]: Tammer-Paino Oy. ISBN 951-96765-5-4. 510 s.

- Heese, H. (2007). Inventory Record Inaccuracy, Double Marginalization, and RFID Adoption. *Production and Operations Management* 16:5, 542-553.
- Heizer, J. & B. Render (2001). *Principles of Operations Management*. [New Jersey]: Prentice - Hall Inc. ISBN 0-13-027147-0. 716 s.
- Hellsröm, D. & M. Wiberg (2010). Improving inventory accuracy using RFID technology: a case study. *Assembly Automotion* 30:4, 345-351.
- Iglehart, D. & R. Morey (1972). Inventory systems with imperfect asset information. *Management Science* 18:8, 388-394.
- Kang, Y. & S. Gershwin (2004). Information Inaccuracy in Inventory Systems – Stock Loss and Stockout. *IIE Transactions* 37:9, 843-859.
- Karaesman, F., Savas, S. & C. Uckun (2008). Investment in improved inventory accuracy in a decentralized supply chain. *International Journal of Production Economics* 113:2, 546-566.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Suomen Logistiikkayhdistys.
- Karrus, Kaij E. (2003). *Logistiikka*. [Juva]: WS Bookwell Oy. ISBN 951-0-25497-5. 419 s.
- Karrus, Kaij E. (2003). *Logistiikka*. 3.-4. painos. [Juva]: WS Bookwell Oy. ISBN 951-0-25497-5. 419 s.
- Koivisto, E. & V. Ritvanen (2007). *Logistiikka PK-yrityksissä*. [Helsinki]: WSOY oppimateriaalit Oy. ISBN 978-951-0-32375-5. 200 s.
- Koivunen, T. (2007). Varaston saldotietojen epätarkkuuden parantaminen teollisuudessa. Saatavan Internetistä: <[http://www.publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1422/Koivunen\\_Teemu.pdf?sequence=1](http://www.publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/1422/Koivunen_Teemu.pdf?sequence=1)>.

- Krajewski, Lee J., Larry P. Ritzman & Manoj K. Malhotra (2010). *Operations Management: Processes and Supply Chains*. 9. painos. [New Jersey]: Pearson Prentice Hall.
- Kärkkäinen M. (2005). Tunnista RFID:n mahdollisuudet. Radiotaajuinen identifiointi logistiikan tehostajana -seminaarimateriaali 7.6.2005.
- Kärkkäinen, M. & J. Holmström, (2002). Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customisation and information sharing. *Supply Chain Management: An International Journal* 7:4, 242–252.
- Meyer, H. (1991). An eight step approach to inventory accuracy: a case study at Leviton manufacturing company. *Production and inventory management journal* 31:2, 40-42.
- Morey, R. (1985). Estimating service level impacts from changes in cycle count, buffer stock, or corrective action. *Journal of Operations Management* 5:4, 411-418.
- Ortiz, Chris A. (2001). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. [London]: Taylor & Francis.
- Pekonen, S. (2012). *Kustannustehokas valmistus RFID -teknologian avulla*. [Kuopio]: Savon koulutus kuntayhtymän julkaisusarja A. ISBN 978-952-5395-15-0.
- Permala, A., Scholliers, J. & Granqvist, J. 2006. Etätunnistuksen suuntaviivat logistiikassa. *Logistiikan RFID roadmap*. Aino-julkaisu 30/2006. Liikenne- ja viestintäministeriö. 45 s.
- Piasecki, D. (2004). *Guide to Inventory Accuracy*. Saatavilla internetistä: <<http://www.wdl.co.za/downloads/Guide%20to%20Inventory%20Accuracy.pdf>>.
- Raman, A., DeHoratius, N. and Z. Ton (2001). Execution: The missing link in retail operations. *California Management Review* 43:3, 136-152.



- Reed, R. (2011). Kaizen event: 7 important steps for more efficient manufacturing. *Control Engineering*, Apr 2011.
- Rekik, Y., Sahin, E. & Y. Dallery (2009). Inventory inaccuracy in retail stores due to theft: An analysis of the benefits of RFID. *International Journal of Production Economics* 118:1, 189-198.-
- Rintala, J. (2008). *Tunnistusteknologioiden hyödyntäminen sisäisessä logistiikassa*. Tampere.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & W.H.M. Zijm (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research* 122, 515–533.
- Sakki, Jouni (1994). *Logistinen materiaalin ohjaus*. [Espoo]: MH-Konsultit Oy. ISBN 952-90-5933-7. 134 s.
- Sakki, Jouni (1999). *Logistinen prosessi*. [Espoo]: Jouni Sakki Oy. ISBN 951-97668-1-2. 238 s.
- Sakki, Jouni (2009). *Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B: vähemmällä enemmän*. [Helsinki]: Hakapaino Oy. ISBN 978-951-97668-4-3. 221 s.
- Sari, Kazim (2008). Inventory inaccuracy and performance of collaborative supply chain practices. *Industrial & Data Systems* 108:4, 495-509.
- Schreibfeder, J. (1997). Encouraging inventory accuracy. *Effective Inventory Management Inc.* Saatavilla Internetistä: <<http://www.effectiveinventory.com/article12.html>>
- Shiau, J-Y. & M-C. Lee (2010). A warehouse management system with sequential picking for multi-container deliveries. *Computers & Industrial Engineering* 58:3, 382-392.

- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & E. Simchi-Levi (2008). *Designing and Managing the Supply Chain*. [New York]: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-110750-1. 498 s.
- Stock, J. & Lambert, D. 2001. *Strategic logistics management*. 4. painos. [Boston]: McGraw-Hill. 872 s.
- Tayne, E. (2010). How medical device manufacturing organizations apply Kaizen and Lean philosophies for continuous improvement. Available from the Internet: <<http://search.proquest.com.proxy.tritonia.fi/abiglobal/docview/375516557/fulltextPDF/1411C7149D71292641/1?accountid=14797>>.
- Tersine, Richard J. (1976). *Materials Management and inventory systems*. [USA]: American Elsevier Publishing Co., Inc. ISBN 0-444-00186-7. 420 s.
- Waters, Donald (2009). *Supply Chain Management: An introduction to logistics*. 2. painos. [Kiina]: Palgrave Macmillan. ISBN 978-0-230-20052-4. 511 s.
- Wittenberg, G. (1994). Kaizen – The many ways of getting better. *Assembly Automation* 14:4, 12-17.

## LIITTEET

### LIITE 1. Kysely.

#### **RAKENNEVIRHEKARTOITUS (logistiikan pro gradu -tutkielmaa varten tehtävä kysely)**

Nimi(eipakollinen): \_\_\_\_\_

Millä linjalla

työskentelet: \_\_\_\_\_

Missä työvaiheessa

työskentelet: \_\_\_\_\_

#### **MOOTTOREIDEN RAKENNEVIRHEET**

1. Kuinka usein rakennevirheitä esiintyy (tarkastelujaksona viimeiset 6 kk, ympyröi vastaus):

- A) 1 kerta/kk
- B) 1 kerta/viikko
- C) 1 kerta/päivä
- D) 2-4 kertaa/päivä
- E) 5 tai enemmän kertaa/päivä

2. Missä tuoteryhmissä rakennevirheitä

esiintyy: \_\_\_\_\_

3. Miten rakennevirhetapauksissa yleensä toimitaan (ympyröi vastaus):

- A) Asennetaan se osa, mitä rakenne pyytää
- B) Asennetaan se osa, joka moottoriin oikeasti kuuluu, ilman että rakennetta päivitetään
- C) Suunnittelu korjaa rakenteelle oikean osan, joka sitten asennetaan moottoriin

#### **OSIEN RISTIINKÄYTTÖ**

4. Kuinka usein olet joutunut asentamaan moottoriin toisen osan kuin, mitä rakenne pyytää (tarkastelujaksona viimeiset 6 kk, ympyröi vastaus):

- A) 1 kerta/kk

B) 1 kerta/viikko

C) 1 kerta/päivä

D) 2-4 kertaa/päivä

E) 5 tai enemmän kertaa/päivä

5. Mitkä ovat yleisimmät syyt sille, että moottoriin asennetaan jokin muu kuin rakenteen pyytämä osa (ympyröi vastaus):

A) Rakenteen pyytämä osa on loppu

B) Rakenteen pyytämää osaa ei löydy omalta osastolta (osa löytyy toiselta linjalta)

C) Rakenteen pyytämä osa on vaikeampi ja työläämpi asentaa kuin moottoriin asennettu osa

D) Rakenteessa on virhe

6. Missä tuoteryhmissä tapahtuu eniten osien ristiin käyttöä:

---

7. Millä keinoilla osien ristiin käyttöä voitaisiin vähentää:

---