LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Tuotantotalouden tiedekunta

TEOLLISUUSVAIHDETEHTAAN SISÄLOGISTIIKKAJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Työn tarkastajat: professori Timo Kärri
tutkijaopettaja Petri Niemi

Työn ohjaajat: diplomi-insinööri Toni Teittinen
diplomi-insinööri Maaren Ali-Marttila

Karkkilassa, 10. joulukuuta, 2014

Mika Kaarna

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Mika Heikki Petteri Kaarna

Työn nimi: Teollisuusvaihdetehtaan sisälogistiikkajärjestelmän suunnittelu ja toteutus

Vuosi: 2014 **Paikka:** Karkkila

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

110 sivua, 30 kuvaa, 13 taulukkoa ja 6 liitettä

Tarkastajat: Professori Timo Kärri, tutkijaopettaja Petri Niemi

Ohjaajat: diplomi-insinööri Toni Teittinen, diplomi-insinööri Maaren Ali-Marttila

Hakusanat: varastonhallinta, varastonhallintajärjestelmä, materiaalivirta, nimikkeiden luokittelu

Diplomityön tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa tehokas sisälogistinen ratkaisu. Työssä tutkitaan varastonhallintaa ja materiaalivirtojen ohjausta sekä näihin kuuluvia prosesseja. Myös toimintaa pyritään tehostamaan.

Työssä käytetään konstruktiivista tutkimusotetta, jossa olevassa olevaa ongelmaa lähdetään ratkaisemaan teorian avulla, jonka jälkeen kehitetään ratkaisumalli. Työn aineistona on käytetty aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, tieteellisiä artikkeleita, kohdeyrityksen tietokantoja sekä työntekijöiden kanssa käytyjä keskusteluja.

Diplomityön seurauksena yrityksellä on käytössään nykyaikainen ja tehokas sisälogistinen järjestelmä, sekä toiminta on yrityksen tahtotilan mukaisesti läpinäkyvämpää. Varastoon sitoutuva pääoma pienenee sekä materiaalin käsittely tehostuu huomattavasti. Varastotoimintojen odotetaan tehostuvan yli 40 % nykyiseen verrattuna.

ABSTRACT

Author: Mika Heikki Petteri Kaarna

Title: Designing and implementing an in-house logistics system for industrial gear factory

Year: 2014 **Place:** Karkkila

Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology.

110 pages, 30 pictures, 13 tables and 6 appendices

Supervisor: Professor Timo Kärri, Associate Professor Petri Niemi

Instructors: M.Sc.(Tech.) Toni Teittinen, M.Sc.(Tech.) Maaren Ali-Marttila

Keywords: warehouse management, warehouse management system, material flow, item classification

The main objective of this thesis was to design and implement an effective in-house logistics solution. This thesis includes analyzing warehouse management and controlling the material flows and the processes among them. Also the aim is to make the processes more efficient.

The constructive researching methodology is used in this thesis. The problem is first approached trough the theory and after that the solution is being developed. Topic related literature, scientific articles, target company's databases and conversations with employees are used as research material for this thesis.

After this research the company has a modern and effective in-house logistics system, and the activity is more transparent, like the company has stated as a one of the goals. The invested capital of the warehouse is going to decrease and the material handling will be much more efficient. Warehouse activities are expected to become over 40% more effective compared to present system.

SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO

KUVALUETTELO

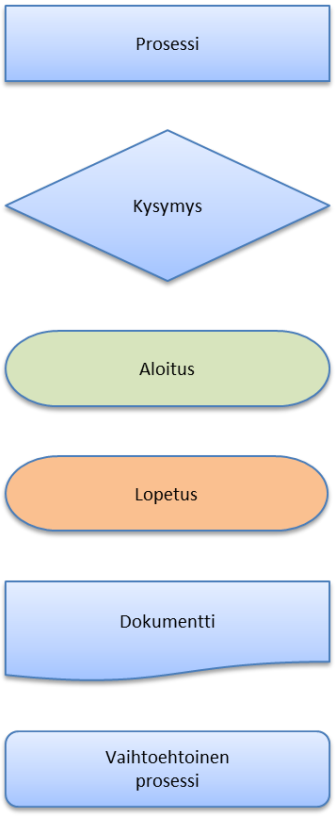
TAULUKKOLUETTELO

LYHENNELUETTELO

1. JOHDANTO 1
1.1 Työn tausta 1
1.2 Yritysesittely 1
1.3 Työn tavoite ja rajaukset 2
1.4 Menetelmät 3
1.5 Rakenne 4
2. TUOTANNONOHJAUS JA VARASTONHALLINTA 7
2.1 Lean ja one-piece flow –periaate 7
2.2 Varaston- ja varastotasojen hallinta 14
2.3 Materiaalin ohjaus 19
2.4 ABC- ja XYZ –analyysi 21
2.5 Tietojärjestelmät sekä järjestelmän hankinta 28
2.5.1 Tietojärjestelmät sekä tunniste- ja tiedonkeruujärjestelmät 28
2.5.2 Tietojärjestelmän hankinta 31
2.5.3 Tietojärjestelmän määrittely 36
2.5.4 Varastonhallintajärjestelmä 37
2.6 Varastotoiminnot 38
2.6.1 Vastaanotto 39
2.6.2 Keruu 41
2.7 Automaatio varastoinnissa 44
2.7.1 Varastoautomaatit 44
2.7.2 Korkeavarastointi 44
3. SUORITUSKYVYN MITTAAMINEN 46
3.1 Suorituskykymittaristo ja sen vaikutukset yritykseen 46
3.2 Suorituskyvyn mittaaminen varastoinnissa 49
4. NYKYTILANNE 54
4.1 Varaston rakenne 55
4.2 Materiaalin käsittely 56
4.3 Vastaanotto 57
4.4 Hyllytys 60
4.5 Keräily 62
4.6 Pakkaus ja lähettäminen 69
4.7 Käytössä oleva tekniikka 71
4.8 Varastopaikkarakenne 71
5. UUDISTUNUT TOIMINTAMALLI 72
5.1 Varastonhallintajärjestelmän määrittely 73

5.2 Varaston rakenne 76
5.3 Investoinnit 80
5.3.1 Tehdyt investoinnit 80
5.3.2 Investointien kannattavuus 82
5.4 Uudistunut vastaanottoprosessi 84
5.5 Uudistunut keruuprosessi 86
5.6 Uusi varastopaikkarakenne 91
5.7 ABC –analyysi ja XYZ –analyysi 92
5.8 Datan kerääminen, suorituskykymittarit ja kannustinjärjestelmä 95
5.9 Jatkokehitysehdotuksia 97
5.9.1 Kustannuslaskenta 97
5.9.2 Palaverit 98
5.9.3 Automatisointi 98
5.9.4 Kannustinjärjestelmä 99
5.9.5 Balanced scorecard 99
5.9.6 RFID 99
5.9.7 Materiaalijuna 100
6. JOHTOPÄÄTÖKSET 101
6.1 Työn keskeiset tulokset 101
6.2 Pohdintaa 104
7. YHTEENVETO 105
LÄHTEET 107
LIITTEET

SYMBOLILUETTELO



KUVALUETTELO

Kuva 1: Työn rakenne 5
Kuva 2: Varastoinnin kielteiset kustannukset..... 7
Kuva 3: Leanin mukaiset arvot..... 8
Kuva 4: Erätuotannon vaikutus läpimenoaikaan 10
Kuva 5: One-piece flow:n mukaisen tuotantoajattelun vaikutus läpimenoaikaan..... 10
Kuva 6: Virtauksen luomisen hyödyt 13
Kuva 7: Ongelmien piiloutuminen korkeiden varastotasojen alle..... 20
Kuva 8: Hankinnan portfolioanalyysi 26
Kuva 9: Ohjelmiston hankinta ja toimittajan hallinta..... 34
Kuva 10: Hankinnan kokonaiskuva. 36
Kuva 11: Varaston toiminnot 39
Kuva 12: Suorituskykymittariston rakenne 47
Kuva 13: Nykyisen tehtaan layout..... 54
Kuva 14: Kiinteän lavapaikan problematiikka 56
Kuva 15: Nykyinen vastaanottoprosessi. 58
Kuva 16: Kuormalavat odottamassa hyllytystä. 60
Kuva 17: Nykyinen hyllytysprosessi. 62
Kuva 18: Nykyinen keruuprosessi. 65
Kuva 19: Pientavarakeruun keräilyreitti..... 68
Kuva 20: Nykyinen komponenttipakkausprosessi 70
Kuva 21: Uudistunut toimintamalli 72
Kuva 22: Varastonhallintajärjestelmän rakenne..... 76
Kuva 23: Uudet varastoalueet..... 77
Kuva 24: Lavan nimeäminen..... 84
Kuva 25: Alusta-automaatista keräily 87
Kuva 26: Uuden toimintamallin mukaiset materiaalivirrat. 88
Kuva 27: Hyllystöhissin hyödyntäminen..... 89
Kuva 28: Hyllystöhissin vetokelkka ja latausasemat..... 90
Kuva 29: Uusi varastopaikkarakenne 91
Kuva 30: ABC-luokkien jakauma kumulatiivisesti..... 94

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1: Esimerkki kiertävästä inventoinnista 17
Taulukko 2: ABC-ohjausluokkien vertailu..... 22
Taulukko 3: ABC-luokittelu nimikkeille..... 25
Taulukko 4: Kiertonopeuden vaikutus varastointikustannuksiin. 50
Taulukko 5: Suorituskyvyn mittarit varastoinnissa. 53
Taulukko 6: Vastaanotetut rivimäärät vuonna 2013..... 59
Taulukko 7: Keräillyt rivimäärät vuonna 2013. 66
Taulukko 8: Paikkatyypit..... 78
Taulukko 9: Lavapaikat paikkatyypeittäin 79
Taulukko 10: Investointilaskelma kuvitteellisilla luvuilla 84
Taulukko 11: Toteutettu ABC-analyysi..... 93
Taulukko 12: Laadittu XYZ-analyysi..... 95
Taulukko 13: Yhdistetty ABC- ja XYZ-analyysi..... 95

LYHENNELUETTELO

EEPROM = Pyyhittävä ja uudelleenkirjoitettava saattomuisti Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory)

EOQ = Taloudellinen ostoerä (Economic Order Quantity)

EPROM = Ohjelmoitava saattomuisti (Erasable Programmable Read-Only Memory)

ERP = Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)

FIFO = First In First Out

JIT = Tuotantofilosofia (Just-in-time)

RFID = Radiotaajuustunnistus (Radio Frequency Identification)

ROM = Luettava saattomuisti (Read Only Memory)

VMI = Toimittajan hallinnoima varasto (Vendor Managed Inventory)

WIP = Keskeneräinen tuotanto (Work-in-process)

WMS = Varastonhallintajärjestelmä (Warehouse Management System)

XML = Extensible Markup Language

1. JOHDANTO

Tässä luvussa käydään läpi työn tausta ja yritysesittely. Lisäksi työn tavoite esitetään tutkimuskysymyksien muodossa sekä työn rajaukset tuodaan esille. Viimeiseksi työn menetelmät ja rakenne on hahmoteltu kuvaajan avulla.

1.1 Työn tausta

Diplomityö käsittelee sisälogistiikkaa ja siihen liittyvää problematiikkaa painottuen varastonhallintaan. Kohdeyrityksessä on tunnistettu paljon arvoa tuottamatonta työtä varastoprosesseissa ja tähän haetaan diplomityössä ratkaisuja prosesseja kehittämällä.

Nykyinen sisälogistinen ratkaisu ei sovellu vision mukaiseen suuremman volyymin tuotantoon. Diplomityön tekemisen kanssa samoihin aikoihin ajoittuu yrityksen muutto uusiin tiloihin, joka luo erinomaiset puitteet prosessien kehittämiselle.

Tuleva tehdas soveltuu yrityksen toimintaan erinomaisesti. Varastoprosessien toiminta tulee olemaan erityisen tärkeässä asemassa kokonaisuutta ajatellen. Kaikki varastointiin käytettävä tilavuus tulee saada käytettyä tehokkaasti ja prosessien täytyy toimia erinomaisesti. Tehokkuuden parantamiseen pakottaa jo pelkästään se, että uusissa tiloissa tulee olemaan varastointitilaa vähemmän kuin vanhoissa tiloissa.

Työ on tärkeä myös akateemisessa mielessä, koska lähteinä on käytetty tuoreita aiheeseen liittyviä artikkeleita sekä alan kirjallisuutta. Työssä esitellään varastonhallintajärjestelmän kehittämisen ja käyttöönoton kehystä, josta voidaan tarvittaessa ottaa mallia vastaavanlaiseen projektiin. Projektin tulosten avulla saavutetaan lisäarvoa yritykselle.

1.2 Yritysesittely

Kohdeyritys on osa suurta konsernia. Konsernin toiminta jakautuu pääasiassa vaihdemoottoreiden ja sähkömoottoreiden valmistukseen sekä myyntiin.

Kohdeyrityksessä valmistetaan teollisuusvaihteita. Kohdeyrityksen yhteydessä toimii myös myynnin ja suunnittelun tuki, sekä yhden tuotesarjan päävarasto, josta toimitetaan komponenttitoimitukset muille kokoonpanotehtaille maailmalle. (Yritys X Intranet 2014)

Kohdeyritys työllistää noin 140 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2013 oli 25,6 M€. Maaliskuun 2012 ja helmikuun 2013 välisenä aikana valmistettiin yli tuhat teollisuusvaihdetta, jotka luokitellaan joko keskiraskaiksi tai raskaiksi vaihteiksi. Kohdeyrityksen vaihteita hyödynnetään esimerkiksi kaivosteollisuuden kuljettimissa ja satamanostureissa. (Yritys X Intranet 2014)

Kohdeyritys osti 2013-2014 vuodenvaihteessa suurimman osan erään kilpailijansa käytössä olleista kyseisen kaupungin tuotantotiloista. Nämä tilat on rakennettu 1990-luvun alkupuolella ja lisäosan laajennus vuonna 2008. Uudet tilat ovat pinta-alaltaan noin 10 000 m², joka koostuu tehdasrakennuksesta sekä ulkovarastosta. Toiminta on tarkoitus siirtää vuosien 2014-2015 aikana uusiin tiloihin. Tehdas on suunniteltu erityisesti juuri isojen vaihteiden valmistamiseen, sillä edellinen kiinteistönomistaja toimi samalla teollisuuden alalla. (Yritys X Intranet 2014)

Nykyiset tilat ovat valmistuneet 1900-luvun puolivälissä ja ne eivät palvele täysin yrityksen vision mukaista toimintaa, jonka mukaan tulevaisuudessa siirrytään valmistamaan vielä nykyistäkin isompia teollisuusvaihteita. Nykyisiä rajoitteita ovat muun muassa matala nostokorkeus, tilojen ahtaus sekä varaston ja tuotantotilojen sijainti fyysisesti erillään toisistaan. (Yritys X Intranet 2014)

1.3 Työn tavoite ja rajaukset

Diplomityön tavoitteena on suunnitella uudelle tehtaalle tehokas sisälogistinen toimintamalli. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ensin tehdään nykytilan kartoitukset varastonhallinnan osalta, jonka jälkeen mietitään miten prosesseja voidaan kehittää. Nykytila-analyysissä kartoitetaan varastointiin liittyvät toiminnot

sekä materiaalivirrat nykyisissä tuotantotiloissa ja ne esitetään myös prosessikaavioina.

Nykytilan kartoituksen jälkeen paneudutaan prosesseihin ja mietitään miten niitä voidaan kehittää sekä tehostaa kun siirrytään uusiin nykyaikaisiin tuotantotiloihin. Kartoitukseen kuuluu myös mahdollisten investointien tutkiminen sekä niiden kannattavuuksien tarkastelu. Tavoitteena on myös, että tulevaisuudessa toimintaa pystytään mittaamaan nykyistä tehokkaammin.

Diplomityön ulkopuolelle on rajattu layout-suunnittelu sekä työpistesuunnittelu. Työn ongelmat on aseteltu tutkimuskysymyksien muodoissa. Ensisijaisia tutkimuskysymyksiä on kaksi ja niitä täydentäviä osakysymyksiä on kolme:

1. *Miten varastoa tulisi hallita, jotta logistiikka palvelisi mahdollisimman optimaalisesti tuotantoa?*
    - *Ovatko varastonarvot halutulla tasolla, vai tarvitseeko niihin tehdä muutoksia?*
    - *Miten varastotoiminnoista saataisiin tarkempaa dataa, jotta toimintaa pystyttäisiin mittaamaan?*
2. *Minkälaisia investointeja varastonhallintaan liittyen tarvitsee tehdä ja ovatko mahdolliset investoinnit kannattavia?*
    - *Minkälainen kapasiteetti tulisi varastotoimintoihin liittyen olla, kun ajatellaan yrityksen tulevaisuuden visiota?*

1.4 Menetelmät

Tutkimuksessa käytetään konstruktiivisen tutkimusotteen menetelmää. Tämä menetelmä on kehitetty erityisesti liiketaloustieteen alueella ja se on saanut tekniikan sekä liiketaloustieteen lukijoilta paljon positiivista huomiota. Konstruktiivisen tutkimusotteen soveltamisalue on laaja. (Lukka 2001)

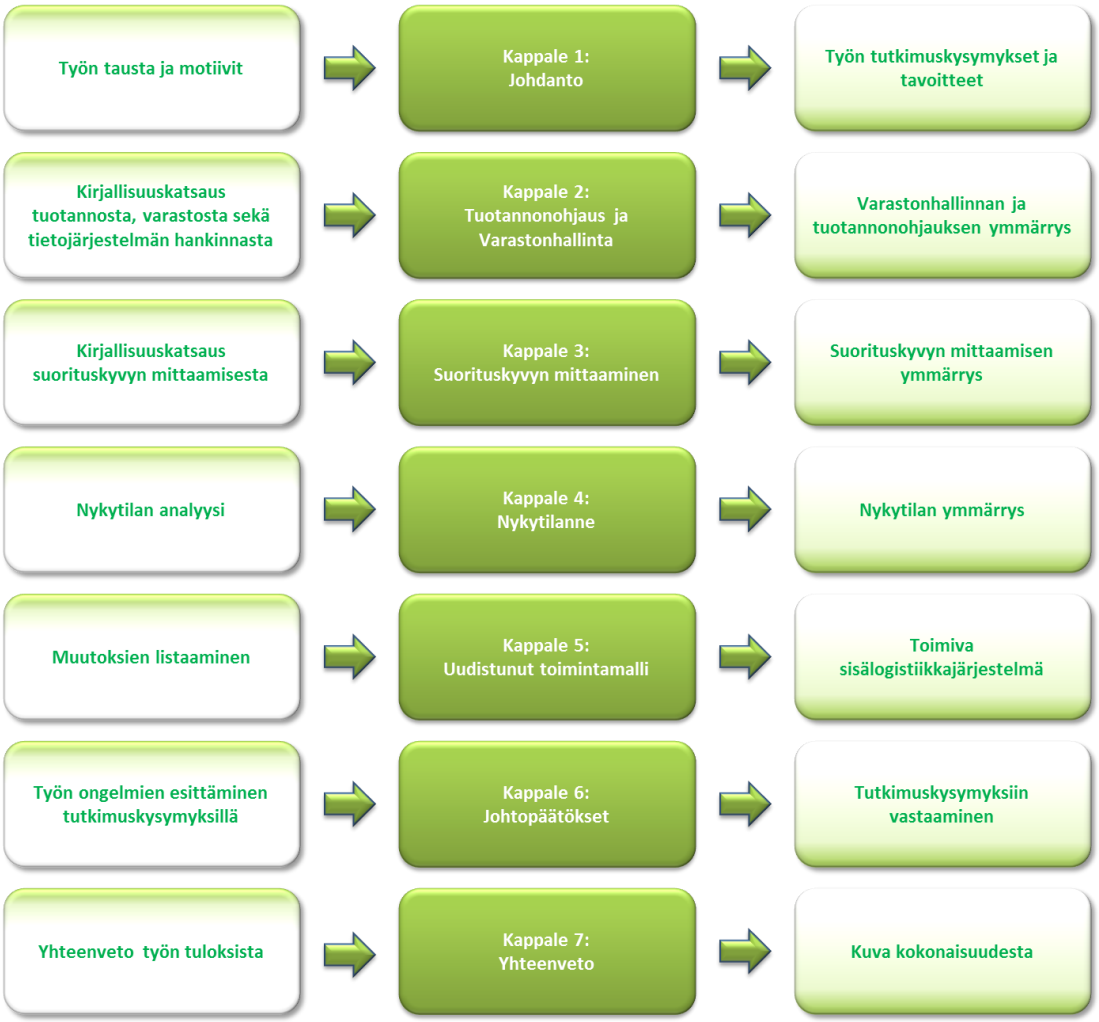
Konstruktiivinen tutkimus etenee seuraavan tutkimusprosessin mukaisesti:

1. Etsi käytännössä relevantti ongelma, johon voi hyödyntää teoriaa
2. Selvitä mahdollisuudet yhteistyöhön kohdeyrityksen kanssa
3. Hanki teorian ja käytännön avulla syvällinen tuntemus tutkimusaiheesta
4. Innovoi ratkaisumalli ja kehitä ratkaisuksi konstruktio, jolla on kytkentä teoriaan
5. Toteuta ratkaisu ja testaa sitä
6. Pohdi ratkaisua ja sen soveltuvuutta
7. Analysoi teoriaan kytkeytyminen
   (Lukka 2001)

Konstruktiivisen tutkimuksen etuina voidaan tutkijan näkökulmasta todeta, että se tarjoaa uusia mahdollisuuksia päästä tutkimaan mielenkiintoisia tutkimuskohteita. Konstruktiivinen tutkimus on myös sovelias pienentämään käytännön ja tutkimuksen välistä etäisyyttä. Tutkimuksen kannalta on erittäin tärkeää, että sekä kohdeyrityksen edustajat että tutkija ovat sitoutuneet kehitysprojektiin. (Lukka 2001)

1.5 Rakenne

Työ jakaantuu kahteen osaan, teoriaosuuteen sekä empiiriseen osuuteen. Teoriapuolella luvussa kaksi käydään läpi työhön liittyvää teoriaa aiempien tutkimuksien perusteella varastonhallinnasta, tuotannonohjauksesta sekä tietojärjestelmistä. Luvussa kolme käsitellään suorituskyvyn mittaamista yleisesti yrityksessä sekä varastoinnin puolella. Luvuissa neljä ja viisi rakennetaan ratkaisu teoriaa hyödyntäen ja tulokset esitetään luvussa kuusi. Työn rakenne on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1: Työn rakenne

Johdannossa avataan työn tarkoitusta ja lähtökohtia sekä käydään työn rajaukset läpi. Kohdeyritys esitellään myös sekä menetelmät ja rakenne käsitellään. Työn ongelmat esitetään tutkimuskysymyksien muodossa.

Kappaleessa kaksi käydään läpi teoriaa tuotannonohjauksesta sekä varastonhallinnasta. Leanin perusajatukset esitellään sekä varastonhallintaa käydään läpi aiempien tutkimuksien perusteella. ABC- ja XYZ -analyysien perusajatukset käydään myös kirjallisuuden avulla läpi sekä tietojärjestelmät ja niiden hankintaan

liittyvät asiat käsitellään myös tässä luvussa. Kappaleen tarkoituksena on antaa lukijalle kattava kuvaus varastonhallinnasta sekä tietojärjestelmistä.

Kappaleessa kolme käsitellään suorituskyvyn mittaamista aluksi yleisellä tasolla yrityksessä, tämän jälkeen keskitytään suorituskyvyn mittaamiseen varastossa. Kappaleessa annetaan lukijalle käsitys suorituskyvyn mittaamisen tärkeydestä ja sen vaikutuksesta yrityksen toimintaan.

Kappaleessa neljä paneudutaan kohdeyrityksen nykytilaan ja varaston rakenteeseen nykytila-analyysin avulla. Varaston eri prosesseja on hahmoteltu prosessikuvaajien avulla ja varastopaikkarakenne käydään läpi. Myös käytössä olevaa kalustoa ja tekniikkaa esitellään.

Kappaleessa viisi käydään läpi uutta toimintamallia. Uudistunut varaston rakenne esitellään sekä uudistuneet vastaanotto- ja keruuprosessit määritetään. Varastonhallintajärjestelmän määrittelyä ja uutta varastopaikkajärjestelmää käydään läpi. Myös ABC- ja XYZ -analyysien tuloksia esitellään.

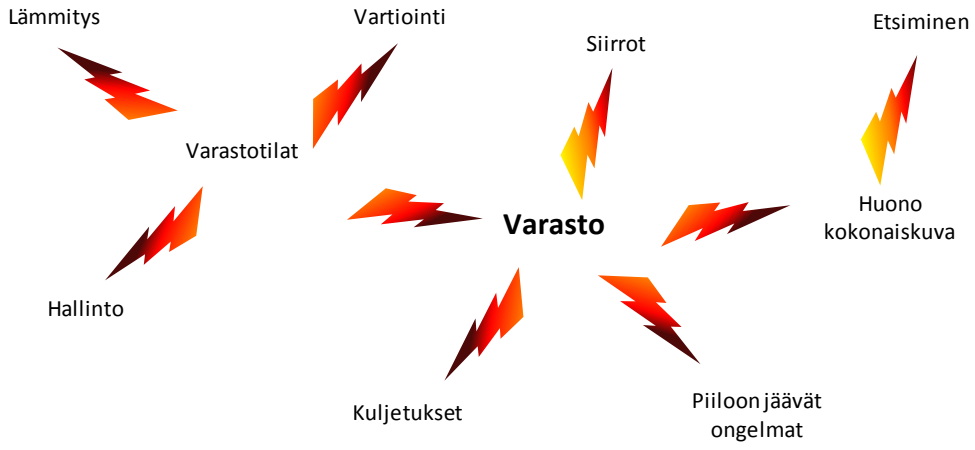
Kappaleessa kuusi kootaan yhteen työn tärkeimmät tulokset. Aiemmin esitettyihin ongelmiin esitetään ratkaisut vastaamalla tutkimuskysymyksiin. Työn tutkimusmenetelmän soveltuvuutta pohditaan kappaleen lopussa.

2. TUOTANNONOHJAUS JA VARASTONHALLINTA

Tässä luvussa käydään aluksi läpi yleisesti Leanin periaatteita, jonka jälkeen siirrytään varastonhallintaan ja materiaalinohjaukseen. Luvussa esitellään myös ABC– ja XYZ– analyysien teoriaa sekä tietojärjestelmiin ja niiden hankintaan liittyvää kirjallisuutta.

2.1 Lean ja one-piece flow –periaate

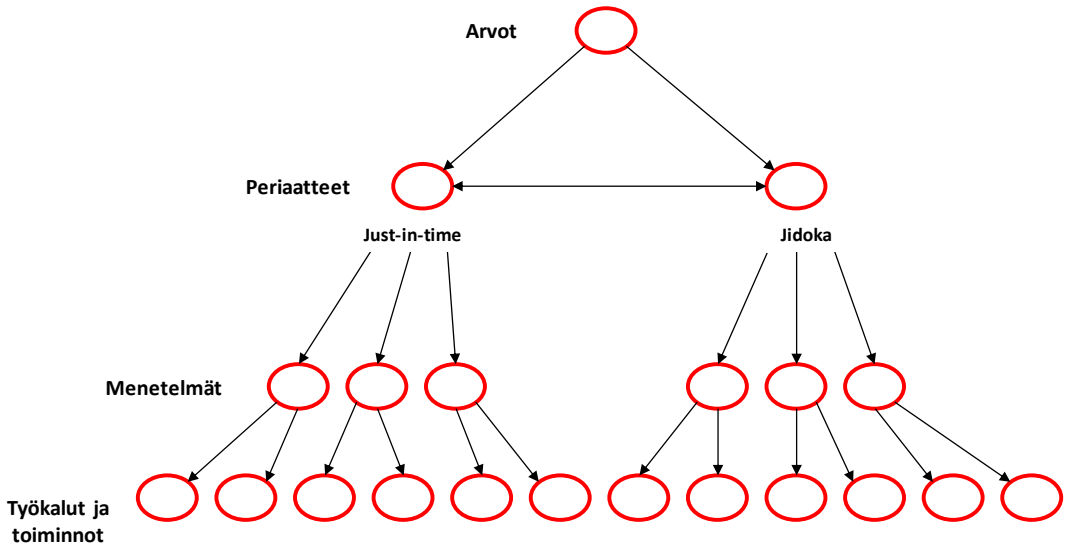
Lean on toimintastrategia, jolla tähdätään tavoitteen saavuttamiseksi. Tavoitteena on korostaa erinomaista virtaustehokkuutta, eikä resurssitehokkuutta. Eliminointi, vähentäminen ja hallinta ovat keinoja, joilla pyritään parantamaan jatkuvasti sekä virtaustehokkuutta että kapasiteetin tehokasta käyttöä. Kuvassa 2. esitetään varastoon liittyviä kielteisiä kustannuksia. (Modig et al. 2013. s. 127.)



Kuva 2: Varastoinnin kielteiset kustannukset (Modig et al., 2013. s.52)

Leanin mukaisessa toiminnassa kaiken pitäisi lähteä yrityksen arvoista, jotka määrittävät miten tulee toimia tilanteessa kuin tilanteessa. Arvot ovat olemassaolon perusta sekä tila, johon jatkuvasti pyritään. Periaatteet määrittävät miten tehdään päätöksiä ja mitkä asiat ovat tärkeimpiä. Just-in-time sekä jidoka näyttävät suunnan,

johon yritystä tulee kehittää. Menetelmillä määritetään, miten erilaisia tehtäviä suoritetaan ja jotta näitä menetelmiä voidaan noudattaa, tulee käytössä olla työkaluja sekä täytyy tehdä toimintoja. Kuvassa 3. on esitetty Leaniin perustuvaa yrityksen arvoista lähtöisin olevaa mallia. (Modig et al. 2013. s. 138-139)



Kuva 3: Leanin mukaiset arvot (Modig et al. 2013. s. 138.)

Nykyaikaisessa teollisessa valmistamisessa Just-in-time -filosofiasta (JIT) on tullut tärkeä toiminnallinen vaatimus. JIT tarkoittaa oikeiden kappaleiden toimittamista oikeamääräisesti oikeaan paikkaan. Kaikki viiveet tulee saada poistettua arvovirtaketjusta tämän tavoitteen saavuttamiseksi. Valmistuksen läpimenoaikaa tulee pyrkiä pienentämään, jotta saavutetaan korkea toimitusvarmuus. One-piece flow on tärkeä strategia lyhyemmän läpimenoajan tavoitteluun. (Satoglu et al., 2010, s.5196)

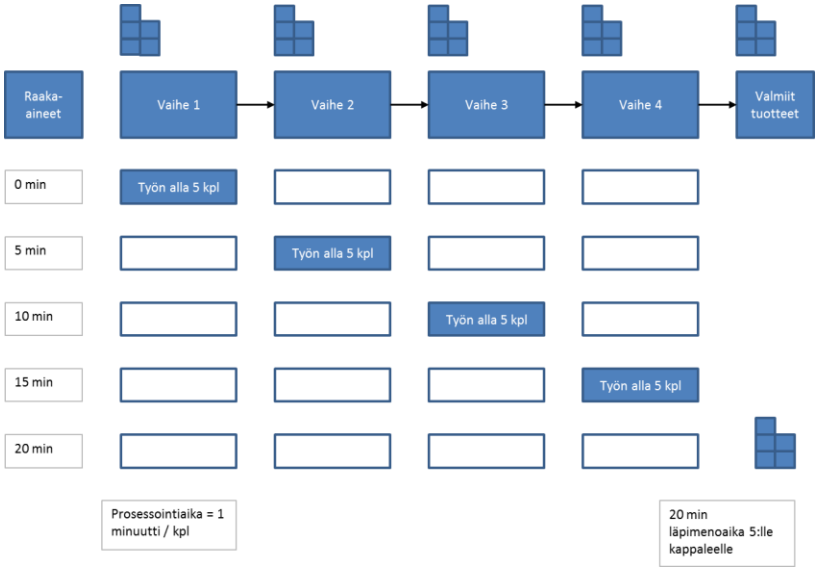
JIT-tuotannossa toimitaan mahdollisimman taloudellisesti ja läpimenoajat ovat lyhyitä. Varastonarvot halutaan pitää alhaalla ja samalla tuotannon laatu pyritään pitämään korkealla, jotta virheitä ei tapahdu. Valmistuksen eräkokoa pienentämällä pidetään kustannukset alhaalla. JIT-filosofian mukaan taloudellisin eräkoko on yhden

kappaleen erä. JIT vaatii koko yrityksen henkilöstön sekä toimitusketjun mukaan saamista. Mikäli yritys omaksuu JIT-filosofian, mutta toimittajat ja jakelukanava eivät sitä hyväksy, ei menetelmää kannata ottaa käyttöön. (Hokkanen et al., 2002. s. 239-240)

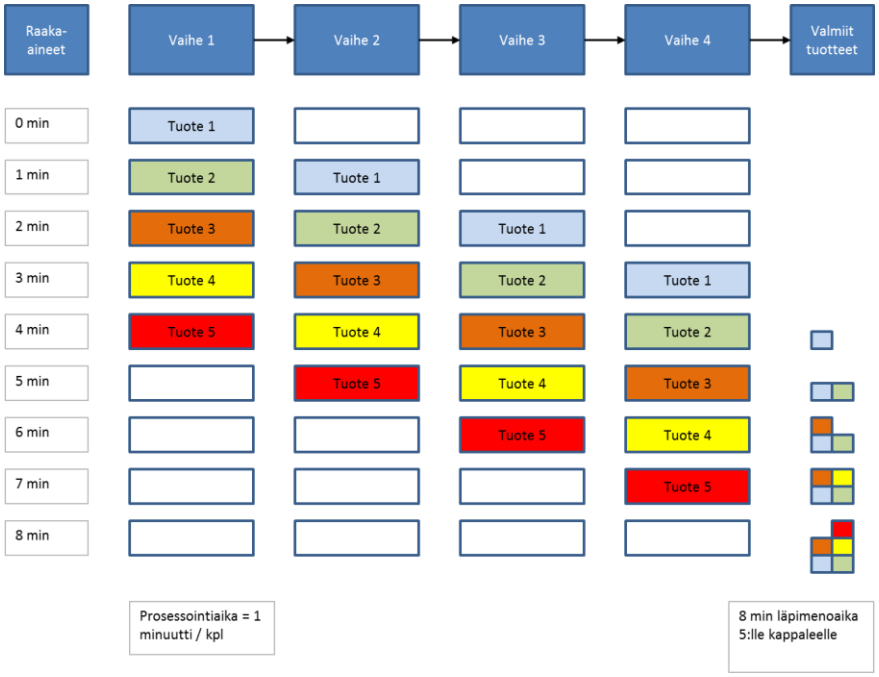
Lean-ajattelussa on kaksi tärkeää konseptia, jotka kulkevat käsi kädessä. Ne ovat pyrkimys eräkoon pienentämiseen ja nopeat asetusajat. Työntöohjauksessa tuotetaan suuria määriä, jotta saadaan kiinteät kustannukset pienemmiksi kappaletta kohden. Imuohjauksessa suunnitellaan tekeminen tarkemmin sen mukaan, mitä asiakas todella haluaa. Perimmäinen tavoite on one-piece flow. Vaikka se olisikin saavuttamattomissa, se on suunta johon tulisi pyrkiä. (Myerson, P. 2012. s. 57)

Kuvassa 4 on esitetty eräkokoon perustuvan tuotantoajattelun vaikutus läpimenoaikaan. Tuotantovaiheet 1-4 ovat vaiheita, joiden aikana keskeneräisestä tuotteesta jalostuu valmis lopputuote. Yhden kappaleen työstämiseen kuluu yksi minuutti ja kun työstetään kerralla viisi kappaletta, on yhden erän valmistumisen aika työvaiheesta viisi minuuttia. Läpimenoaika on siis viidelle kappaleelle 20 minuuttia. (Kerber et al., 2011. s. 71-72)

Kuvassa 5 puolestaan esitetään one-piece flow:n mukainen tuotantomalli, jossa kappale siirretään välittömästi valmistumisen jälkeen seuraavaan tuotantovaiheeseen. Tässä mallissa viiden kappaleen läpimenoaika on vain kahdeksan minuuttia.



Kuva 4: Erätuotannon vaikutus läpimenoaikaan (Kerber et al., 2011. s. 71)



Kuva 5: One-piece flow:n mukaisen tuotantoajattelun vaikutus läpimenoaikaan (Kerber et al., 2011. s. 72)

One-piece flow tarkoittaa sitä, että yksittäisiä kappaleita siirretään eri operaatioiden välillä. Tässä tuotantomuodossa ei siis siirretä eriä kerrallaan. Tämä mahdollistaa lyhyen läpimenoajan, joka puolestaan auttaa reagoimaan nopeasti muutoksiin. Perinteiseen erätuotantoon verrattuna one-piece flow:n avulla saavutetaan korkeampi palveluaste pienemmällä keskeneräisen tuotannon määrällä. Jatkuva virtaus on paras menetelmä valmistukseen, koska se eliminoi hukkaa sekä yritys pystyy paremman läpinäkyvyyden avulla hahmottamaan ongelmat. Tämä vaikuttaa koko tehtaan laatuun. (Nyhuis et al., 2006, s. 286; Kerber et al., 2011, s. 65)

Eri tuotannon vaiheiden välillä liikkuva osa ei jää odottamaan muiden osien valmistumista, vaan se siirretään välittömästi seuraavaan prosessin vaiheeseen. Tämä vähentää odotusaikaa, sekä samalla läpimenoaikaa koko tuotantoerälle. Kun prosessin vaiheet on synkronoitu keskenään, tuotteet eivät jää varastoon lojumaan. One-piece flow edellyttää eri koneilla tapahtuvan osien jalostamisen yhdenaikaista toimintaa, jolloin osa voi siirtyä välittömästi seuraavaan vaiheeseen työn alle ilman odotusaikaa. One-piece flow ja matalat varastotasot varmistavat kyvykkyyden virheen välittömään paikantamiseen ja sen korjaamiseen, ennen kuin virheellinen kappale etenee tuotannossa eteenpäin. (Satoglu et al., 2010, s.5196-5197; Kerber et al., 2011, s. 65; Tsigkas, A. 2013. s. 108)

One-piece flow rakentuu viidestä elementistä:

- tahtiaika
- virtaukseen perustuva valmistus U-solun muotoisessa tuotantolinjassa, jossa työntekijät voivat siirtyä koneelta toiselle
- standardoitu työtehtävä
- imuohjaukseen perustuva tuotannonohjaus
- jidoka

Jidokalla tarkoitetaan manuaalista tai automaattista toiminnan pysähdyttämistä virheen tai ongelman ilmetessä. Tarkoituksena on estää virheellisten osien ja

tuotteiden eteneminen prosessissa eteenpäin. Ideana on, että ongelmat ratkaistaan välittömästi niiden ilmetessä. Varsinkin tuotantolinja -tyyppisessä valmistamisessa linjan pysähdyttäminen johtaa välittömään ongelman ratkaisemiseen, koska muuten koko linja seisoo. Yksi tapa ajatella jidoka-konseptia on lähestyä prosessia siten, että kuvitellaan koneen suorittavan työn, vaikkakin oikeasti työn tekee ihminen. Työpiste tulee suunnitella siten, että liikkumisen tarve on minimissään työpisteellä sekä työkalut tulee olla tarkasti sijoitettuna optimaalisille paikoilleen. Jidokan pää-elementteinä voidaan pitää operaattorin ja työkoneen toimintojen erottamista, ongelmien ratkaisua sekä työaseman sisäistä prosessin hallintaa. (Kerber et al., 2011. s. 12)

Näillä saadaan lyhennettyä läpimenoaikaa ja keskeneräisen työn kustannuksia, koska odotusajat pienenevät. Joskus materiaalivirta solujen välillä häiriintyy, kun esimerkiksi poikkeavan prosessin takia joudutaan keräämään tietyt kappaleet yhteen, ennen kuin ne siirretään toiseen vaiheeseen. Tällainen erien kokoaminen lisää odotusaikoja ja vahingoittaa tasaista materiaalivirtaa solujen välillä. Poikkeuksellisista prosesseista tulisikin pyrkiä pääsemään eroon. (Satoglu et al., 2010, s. 5197)

Tuotanto suunnitellaan one-piece flow -mallissa siten, että keskeneräistä tuotantoa työpisteiden välillä ei ole ja eri työvaiheet ovat synkronoituja keskenään. Prosessi ohjaa tuotannon eri työvaiheita, sillä myöhäisempi työvaihe tilaa edelliseltä työvaiheelta materiaalit. Välivarastot pienenevät ja tuotantoa tapahtuu aina vain tilausta vastaan. Lopputuloksena on korkea saanto pienellä panoksella. (Wang & Li. 2013. s. 373-374)

Virtauksen luominen voi olla haastavaa ja hyvin yksityiskohtaista työtä, mutta siitä saadut hyödyt ovat suuret. Hyötyjä on esitelty kuvassa 6.

A. Laatu: Työ siirretään suoraan seuraavaan työvaiheeseen ilman virheitä	**B. Tuottavuus:** Minimoi turhat liikkeet, varastoinnit sekä tuplakäsittelyt	**C. Tila:** Vapauttaa lattiatilaa uusille tuotteille
D. Läpimenoaika: Lyhyin toimitusketju, korkein joustavuus asiakkaan kysynnän tyydyttämiseksi	**E. Tiimin jäsenten yhteishenki:** Työn arvo havaitaan paremmin, tiimityöskentelyä	**F. Kustannukset:** Pienemmät varaston arvot

Kuva 6: Virtauksen luomisen hyödyt (Kerber et al., 2011. s. 66)

Kerber et al. (2011) esittää virtaukselle seuraavia näkökulmia:

- Prosessit ja laitteet ovat hyvin lähellä toisiaan, joka auttaa eliminoimaan kävelystä ja liikkeistä syntyvää hukkaa
- Työstetään yksi kappale kerrallaan, joka johtaa parempaan laatuun
- Varastojen määrät eivät lisäänny vaiheiden välillä
- Työ on tasapainossa eri operaattoreiden välillä
- Työ etenee suunnitellulla nopeudella, ei nopeammin tai hitaammin kuin mitä tahtiaikojen on laskettu olevan
- Kaikki näkevät miten edistytään ja mikäli tulee avuntarvetta, pystytään sitä helposti pyytämään
- Operaattorit eivät vaeltele ympäriinsä tekemässä muita tehtäviä, kuin mitä heidän kuuluu tehdä, kuten materiaalien täydennys
- Hukka tunnistetaan ja poistetaan työtä tarkkailemalla
- Henkilöstön hallinta voidaan toteuttaa joustavasti muuttuvien asiakastilausten mukaan

  (Kerber et al., 2011. s.66)

Tuotantolaitoksen layout vaikuttaa oleellisesti virtauksen suunnitteluun. Jos esimerkiksi koneet on ryhmitelty niiden toimintojen mukaan, pystytään koneiden tuottavuutta nostamaan, mutta samalla materiaalien virtaus saattaa olla hyvinkin mutkikas ja näin ollen epätehokas. (Kerber et al., 2011. s. 67)

2.2 Varaston- ja varastotasojen hallinta

Talouden näkökulmasta varastolla tarkoitetaan vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta, eli yritykseen hankittuja materiaaleja, jotka eivät ole jalostuksessa. Teknisen näkökulman mukaan varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa, jossa materiaalia säilytetään. Teollisuustuotannossa varastointi on aina lyhytaikaista toimintaa, sillä varastointi ei lisää tuotteen arvoa asiakkaan silmissä, vaan siitä aiheutuu kustannuksia. Oikein suunnitellun varastonohjauksen avulla voidaan tuottaa logistiseen ketjuun lisäarvoa tasapainottamalla kustannukset, toimituskyky sekä laatu. (Hokkanen et al., 2002. s. 143; 222-223).

Aikaisemmin varastojen ylläpitämiseen on suhtauduttu positiivisesti, koska liiketoiminnassa varastoinnin uskottiin olevan asiakaspalvelun kannalta välttämätöntä. Uudemman käsityksen mukaan varastointi on turhaa, sillä tavaran arvo ei parane säilyttämällä ja varastoja kertyy lähinnä siksi, että logistinen side toimitusketjun perättäisten yritysten välillä on huono. Nykyään varasto-ohjautuvaa tuotantoa ei suosita, koska on havaittu varastokustannusten kasvattavan tuotteen kokonaiskustannuksia ja yrityksen tulisi pyrkiä kustannustehokkaaseen toimintaan saavuttaakseen kilpailuetua. (Sakki, 1999, s. 83; Hokkanen et al., 2002. s. 144)

Teollisessa ympäristössä varastot luokitellaan tyypillisesti kolmeen päätyyppiin, joita ovat raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistevarastot. Heizer (2011) on listannut edellisten kolmen päätyypin lisäksi vielä huollolle ja korjaukselle oman varastoluokkansa, jotka pitävät sisällään prosessin kunnossapitoon liittyviä välineitä. Raaka-ainevarastot pitävät sisällään varsinaisten raaka-aineiden ohella kaikkia

materiaaleista, osista, tarveaineista ja komponenteista koostuvia varastoja. Puolivalmistevarasto koostuu keskeneräisistä töistä ja valmistevarasto käsittää valmiit lopputuotteet, jotka odottavat myyntiä. Teollisuudessa varastojen kokonaisarvot jakautuvat melko tasan näiden päätyyppien kesken. (Sakki, 2009, s. 103; Heizer & Render, 2011, s. 501)

Varaston muodostumisen syyt saattavat olla tuotantoteknisiä. Kun valmistuserän koko kasvaa, alenee kiinteiden kustannusten määrä yksikköä kohden. Tämä johtaa siihen, että halutaan valmistaa tuotetta kerralla isompi erä. Tätä toimintamallia kutsutaan varasto-ohjautuvaksi toiminnaksi. Tällä menetelmällä saadaan valmistuskustannukset edullisiksi, mutta valmiiden tuotteiden varastoinnista, mahdollisesti myymättä jääneistä tuotteista, ylimääräisistä käsittelyistä sekä epävarmuudesta aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia. Hokkanen et al. (2002) esittää, että varastoinnin todellinen syy johtuu myynnin puutteellisesta suunnittelusta, huonosti toimivasta organisaatiosta sekä toimitusketjun yhteistyössä ilmenevistä puutteista. (Sakki, 2009, s. 103; Hokkanen et al., 2002. s. 145)

Varasto-ohjautuvan toimintamallin vastakohta on asiakasohjautuva tuotanto. Valmistus tapahtuu vain asiakkaan tilausta vastaan, eikä lopputuotteita varastoida. Raaka-aineita ja osia voidaan joutua varastoimaan. Varastot ovat pienempiä, mutta varjopuolena asiakas saattaa joutua odottamaan, tai hänen täytyy tehdä tilaus toimitusajan verran etukäteen. (Sakki, 2009, s. 103)

Varaston prosesseista hukkaa voidaan löytää monista toiminnoista, kuten tavaran vastaanotosta, täydennyksestä, keruusta, pakkaamisesta sekä lastaamisesta. Hukkaa voi ilmetä esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- vioittuneet tuotteet tai virheet, jotka aiheuttavat asiakaspalautuksia
- ylituotanto
- ylimääräiset varastot, jotka vaativat ylimääräistä tilaa sekä vähentävät varastoinnin tehokkuutta
- ongelmia varaston tarkkuudessa

- kaluston tai työkalujen etsimiseen kuluva aika
- materiaalien, osien tai tiedon odottamista
- ylimääräinen liikkuminen tai ylimääräinen tavaran käsittely
- epätehokkuus sekä tarpeettomat prosessinvaiheet
- materiaalin käsittelyn vaiheet sekä etäisyydet ja tukkeutuneet käytävät
- informaatioprosessit ja tietokone-ongelmat (hidas järjestelmä, järjestelmä kaatunut jne.)
- materiaalit (hukka, uudelleen työstäminen, kadotettu tavara, väärin tilattu, tarpeeton materiaali)
- puutteellinen laatu (työn laatu, materiaalin laatu, prosessin suunnittelun laatu, standardit)
- huomioimatta jätetty luovuus (kehitysideat työntekijöiltä)

(Myerson, 2012, s. 37-36; Sheldon, 2008, s. 25-30)

Tilausten läpimenoajan lyhentäminen sekä työvoimakustannuksien pienentäminen keruuprosesseissa ovat suuria huolia varastopäälliköille. Dynaamisella varastoinnilla voidaan lyhentää läpimenoaikaa sekä säästää henkilöstökustannuksissa samaan aikaan, johtuen lyhyemmistä keruumatkoista. (Koster et al. 2009. s. 4804)

Varastoinnin kustannusten jakautumiseen liittyen Karhunen (2004) korostaa eniten tiloista tulevia kiinteitä kustannuksia. Onkin siis hyvin tärkeää miettiä varastoitavien tavaroiden määriä sekä varaston tilankäyttöä ja käytettävää teknologiaa. Toiseksi tärkeimpänä esille nostetaan toimitusten keräämisen, pakkaamisen ja lähettämisen tehokkuudet. Työskentelytilat, niiden sijainnit sekä työmenetelmät tulisi miettiä tarkasti. (Karhunen et al., 2004. s. 404-405.)

Vaikka yritys olisikin tehnyt suuren työn varaston saldojen tarkkuuden suhteen, tulee näitä kirjauksia verifioida jatkuvalla auditoinnilla. Aikaisemmin yrityksillä oli tapana sulkea yritys varaston inventoinnin ajaksi ja ottaa kokemattomia työntekijöitä lisätyövoimaksi auttamaan laskennassa. Nykyisen mallin mukaan saldojen paikkansa pitävyyttä voidaan tarkkailla ABC-luokitukseen pohjautuvan jaottelun perusteella. A-

nimikkeet voidaan laskea esimerkiksi kerran kuukaudessa, B-nimikkeet kerran kvartaalissa ja C-nimikkeet kerran puolessa vuodessa. Kun inventointia tehdään jatkuvasti työn ohessa, se on huomattavasti tehokkaampaa. Taulukossa 1 on esitetty kiertävää inventointia esimerkillä, jossa yrityksellä on A-nimikkeitä 450 kappaletta, B-nimikkeitä 1850 kappaletta ja C-nimikkeitä 2900 kappaletta. (Heizer & Render 2011, s. 503-504.)

Taulukko 1: Esimerkki kiertävästä inventoinnista (mukaillen Heizer & Render 2011, s. 504.)

Nimike-luokka	Määrä	Inventointikäytäntö	Päivittäin laskettavien nimikkeiden määrä
A	450	Kuukausittain (20 työpäivää)	450/20 = 23/pv
B	1850	Kvartaalittain (60 työpäivää)	1850/60 = 31/pv
C	2900	Puolivuosittain (120 työpäivää)	2900/120 = 25/pv
			79/pv

Varastoon sitoutuu aina pääomaa ja näin ollen varastonohjauksen päätavoitteina voidaan pitää yrityksen kannattavuuden lisäämistä, varastotasojen säätelyä yrityksen toimintaa tukevaksi sekä logistiikkakustannusten minimointia. Yrityksen kannattavuutta voidaan parantaa alentamalla varastointikustannuksia tai lisäämällä myyntiä. Myynnin lisääminen edellyttää varaston toimituskyvyn sekä palvelutason yhtenevyyttä asiakasodotusten kanssa. (Hokkanen et al., 2002. s. 224)

Varastokustannuksia voidaan alentaa lisäämällä toimitusnopeutta, purkamalla tarpeettomia varastoja, parantamalla ennustustarkkuutta sekä vähentämällä jälkitoimituksia. Varaston arvon alenemista tapahtuu myös, kun ostetaan tai valmistetaan vähemmän tavaraa kuin mitä myydään. Tavallinen lähestymistapa painottaa tilaustyylin ja eräkokojen muokkaamista nimiketasolla. Varastonsuunnittelun suurimpana tavoitteena tulisi olla varastojen tason säätäminen asiakasodotusten mukaisiksi. Täydennyserän sekä tilausajan määrittäminen auttaa tavoitteen saavuttamisessa. (Hokkanen et al., 2002. s. 225; Kerber et al., 2011. s. 116)

Ulkoisissa hankinnoissa kustannuksia aiheutuu tilauksen tekemisestä, tavaran vastaanotosta, siirrosta varastoon sekä laskun maksamisesta. Sisäisten hankintojen kustannuksia ovat toimituspisteen lähetys sekä sisäinen siirto, varastoitavan tuotteen käsittely, valmistettavan tuotteen tuotanto, tilauspisteen vastaanottaminen sekä dokumentointi. Hankinnassa pyritään yleensä minimoimaan varastointi- sekä tilauskustannusten summa. Tässä voidaan käyttää apuna taloudellista ostoerää, jonka avulla voidaan arvioida likimäärin hankintaerän suuruus. (Hokkanen et al., 2002. s. 225)

Kaikki varastoitava tavara, jota ei käytetä välittömästi, pitäisi käsittää hukkana. Lean on tehokas keino varaston arvon alentamiseen. Varastoja silti tarvitaan, jotta pystytään pitämään toiminta halutulla tasolla. Visuaalisen ohjauksen avulla arvoketjussa työskentelevillä ihmisillä on ratkaisun avaimet käsissään, kun he tekevät päätöksiä ja samalla toteuttavat jatkuvaa kehitystä. Visuaalinen ohjaus on yksi ydintekijä varaston hallinnassa Leanin näkökulmasta. (Kerber et al., 2011. s. 114-115)

Kaksilaatikkojärjestelmä on yleinen visuaalinen materiaalinhallintatapa, jossa käytetään kahta laatikkoa. Kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, otetaan toinen käyttöön ja samalla tilataan tyhjän tilalle uusi laatikollinen osia. Yleisimmin tätä mallia käytetään kulutustarvikkeille, kuten pulteille, muttereille ja ruuveille sekä muille matalahintaisille nimikkeille, joiden laskemiseen ei haluta tuhlata aikaa. (Kerber et al., 2011. s. 116)

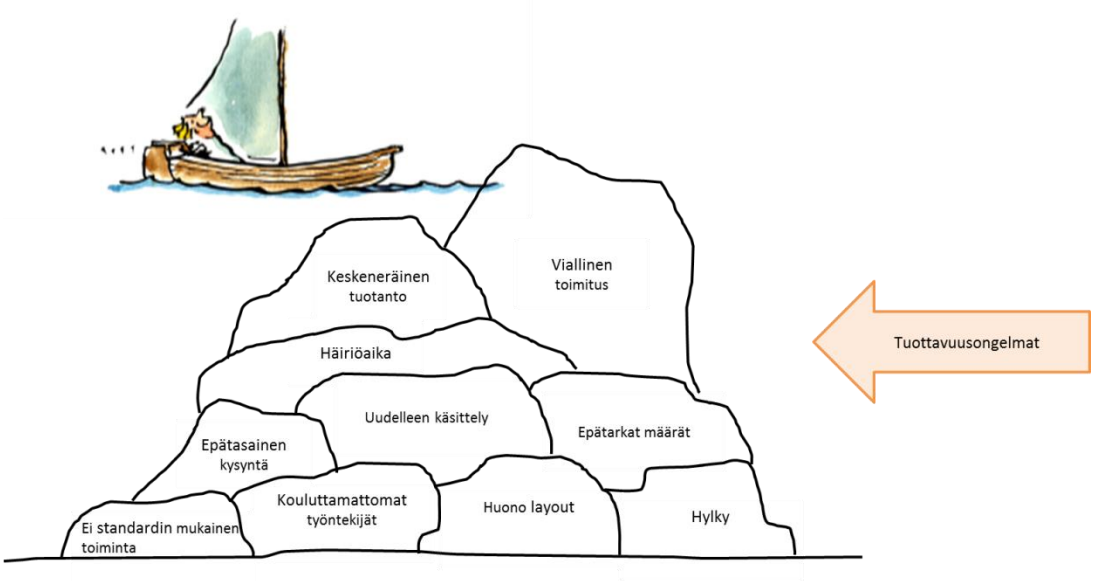
Hyvillä varastomenetelmillä ei ole merkitystä, mikäli johto ei tiedä mitä tavaraa on minkäkin verran. Datan tarkkuus on kriittinen osa sekä tuotannossa että varastossa. Tarkan datan avulla yritys pystyy keskittämään fokuksensa juuri niihin asioihin ja nimikkeisiin, joihin se on tarpeellista. Valikoivalla varastonhallinnalla havaitaan asiat, joihin johdon tulee kiinnittää huomionsa. Sisääntulevat sekä uloslähtevät tavarat tulee saada kirjattua järjestelmään tarkasti, jotta saavutetaan haluttu tarkkuus. (Heizer & Render 2011. s. 503; Tersine, 1994. s.546)

2.3 Materiaalin ohjaus

Materiaalin ohjaus on osana yrityksen ja koko toimitusketjun prosessin ohjausta. Materiaalin ohjauksen keskeisiä tavoitteita ovat sisäisen ja ulkoisen tehokkuuden lisääminen. Tämä tarkoittaa läpimenoaikojen lyhentämistä, pääoman sekä työn tuottavuuden ja asiakaslähtöisen palvelun lisäämistä. Materiaalin ohjaus liittyy myyntiin, ostoon ja valmistamiseen erittäin läheisesti. Yrityksen strategia ja jokapäiväinen käytännön toiminta on osana materiaalin ohjausta. (Sakki, 1999, s. 83)

Suuret varastot ovat aina merkki ongelmista yrityksen sisällä tai yritysten välillä. Tuloksia voidaan saada aikaan vain lisäämällä imuohjauksen periaatteiden mukaista yhteistyötä. Tämä strateginen valinta tulee tapahtua ensin johdon toimesta, koska ilman sen sitoutumista ei saavuteta haluttuja muutoksia. Seuraavaksi tulee kehittää tavaratoimitusten oikeaa rytmiä sekä saapuvien että lähtevien tavaravirtojen jatkuvan tasapainon ylläpitämistä. (Sakki, 1999, s. 83-84)

Just-in-time –filosofian mukaan korkeat varastotasot peittävät alleen prosesseissa olevia ongelmia, joiden olemassa olo on hämärtynyt. Kun varastotasoja puolestaan alennetaan, tulevat ongelmat paremmin esille ja niitä pystytään korjaamaan. Kuvassa 7 on esitetty edellä mainittu ongelma vedessä seilaava veneen ja pinnan alla olevien kivien avulla. Veden pinnan korkeus kuvaa varastotasoja. (Slack et al., 2007. s. 467-468)



Kuva 7: Ongelmien piiloutuminen korkeiden varastotasojen alle (Slack et al., 2007. s. 467-468)

Materiaalivirran suunnittelu ja optimointi kokoonpanotuotannossa johtaa alempiin materiaalin käsittelykustannuksiin sekä suurempaan tuottavuuteen. Kokoonpanotuotantoa ajatellen, suurimmat materiaalikäsittelyt aiheutuvat osien vastaanotosta, osien varastoinnista sekä osien siirrosta kokoonpanopisteiden läheisyyteen. Kerber et al. korostaa, että materiaalin käsittelykustannukset tulisi selvittää toimintolaskennan tai arvovirtaan kohdistuvien kustannuksien avulla, eikä suinkaan karkeasti arvioidun lisäprosentin avulla. (Kerber et al., 2011. s. 158; Ellis et al. 2010, s. 7195.)

Materiaalivirran läpinäkyvyys on tärkeää. Kun esimerkiksi nimike on siirretty väärään paikkaan, joudutaan sitä etsimään fyysisesti. Nimikkeen jäljityksen helpottamiseksi olisi suositeltavaa, että nimikkeen kuljetusyksikköä, esimerkiksi kärryä, kohdellaan kuin virtuaalista varastoa. Nimikkeen saldot ovat siis sidottu kuljetusyksikköön ja nimikkeen sijainti on siis dokumentoitu jatkuvasti, jolloin jäljittäminen on helppoa. (Hompel et al., 2007. s. 25.)

Kun materiaalien ohjaus tapahtuu siten, että tavarat otetaan käyttöön niiden varastoon saapumisjärjestyksessä, puhutaan Fifo -periaatteesta. Nimitys tulee englannin kielen sanojen First in First out alkukirjaimista. Tämä varastointitekniikka ehkäisee tavaroiden pilaantumista ja sen yhteydessä puhutaan usein termistä läpivirtaus. Läpivirtaushyllyjä käytetään yleensä tehtaan eniten kysyttyjen tuotteiden varastointiin, sekä tuotantoprosessin kahden eri työvaiheen välillä välivarastona. (Karhunen et al., 2004. s. 358-359)

Kerber et al. korostaa, että materiaalin käsittelykustannukset tulisi selvittää toimintolaskennan tai arvovirtaan kohdistuvien kustannuksien avulla, eikä suinkaan karkeasti arvioidun lisäprosentin avulla. (Kerber et al., 2011. s. 158)

2.4 ABC- ja XYZ –analyysi

Varastonohjauksen yksi tärkeimmistä työkaluista on ABC-analyysi. Analyysin etuna on se, että sillä voidaan selvittää tarkastelukohteen todellinen merkitys toiminnalle. Näin pystytään siis keskittymään oleellisiin asioihin ja jätetään toissijaiset seikat vähemmälle huomiolle. ABC-analyysin mukaan 20 % asiakkaista ja tuotteista tuottaa 80 % yrityksen liikevaihdosta tai katteesta. (Hokkanen et al., 2002. s. 96; 229)

Kun tuotteet jaetaan eri luokkiin, voidaan käyttää tiettyjä menettelytapoja ja hallintamenetelmiä tietylle luokalle. Ostoresurssit tulisi kohdentaa enemmin A-nimikkeille kuin C-nimikkeille. A-nimikkeiden kohdalla tulee olla myös tarkempi fyysinen varastonhallinta ja niiden ennusteisiin tulee suhtautua huolellisemmin kuin muiden luokkien nimikkeisiin. (Heizer & Render 2011, s. 503)

Tersinen mukaan C-nimikkeiden hallintaan ei tarvita erityisiä laskelmia. Tilausstrategiaksi C-nimikkeille hän ehdottaa, että tilataan puolivuosittain tai kerran kvartaalissa, sekä luokitusta arvioidaan uudestaan kerran vuodessa. B-nimikkeille Tersine puolestaan ehdottaa EOQ-laskennan käyttöä, sekä ohjauksen tarkistamista puolivuosittain. A-nimikkeille Tersinen mukaan tulee soveltaa myös EOQ-laskentaa

ja ohjaus tulisi tarkistaa aina tilauksen yhteydessä. Tersine korostaa, että jos A-nimikkeiden varastonarvoa pystytään alentamaan, on sillä suuri vaikutus varastoihin sitoutuneeseen pääomaan. On myös tärkeää tunnistaa syy, miksi nimike kuuluu tiettyyn ryhmään. Esimerkiksi A-nimikkeellä voi olla korkea eurovolyymi joko pienen yksikkökustannuksen ja suuren kulutuksen takia, tai suuren yksikkökustannuksen ja pienen kulutuksen takia. Taulukossa 2 on esitelty eri luokkien eroavaisuuksia. (Tersine 1994, s. 547-548)

Taulukko 2: ABC-ohjausluokkien vertailu (Tersine 1994, s. 548.)

Luokka	Hallinnan taso	Seurannan laatu	Eräkoot	Uudelleen arvioinnin taajuus	Varmuusvaraston koko
A	Tiukka	Tarkka ja perinpohjainen	Pienet	Jatkuva	Pieni
B	Keskinkertainen	Hyvä	Keskikokoiset	Ajoittainen	Keskikokoinen
C	Löysä	Yksinkertainen	Suuret	Harvoin	Suuri

Nimikkeiden luokittelu on erittäin tärkeää yrityksen näkökulmasta. Luokittelu tukee varastonhallintaa sekä auttaa hahmottamaan oleelliset asiat. Nimikkeiden luokittelu auttaa materiaalisuunnittelun strategian määrittämisessä erilaisille nimikkeille. Yleisimmät luokittelutekniikat ovat ABC-analyysi, jossa luokitellaan nimikkeet vuotuisen liikevaihdon mukaan, sekä XYZ-analyysi, jossa luokittelu tapahtuu nimikkeen käytön säännöllisyyden perusteella. (Scholz-Reiter et al. 2012, s. 445)

XYZ-analyysi erottelee nimikkeet niiden kulutuksien mukaan kolmeen eri luokkaan:

- X –nimikkeet, joilla on jatkuvaa kulutusta, vaihtelu ei ole suurta.
- Y –nimikkeet, joilla on vaihtelevuutta kulutuksessa, yleensä muutokset trendin omaisia tai kausivaihteluun perustuvia.
- Z –nimikkeet, joille tunnusomaista on täysin epäsäännöllinen kulutus.

ABC-analyysi on yleensä liitetty XYZ-analyysiin siten, että ABC-analyysi on ollut se ensisijainen analyysi ja XYZ-analyysi puolestaan tukee sitä. Näin saadaan luokiteltua nimikkeet eri luokkamatriiseihin (AX, BX, CX, AY, BY, CY, AZ, BZ, CZ). Myös Sakki (2009) mainitsee ABC- ja XYZ- analyysien toisiaan täydentävän vaikutuksen kirjassaan. Analyysiä tulisi päivittää säännöllisesti, koska data perustuu historiatietoihin ja muutoksia voi tapahtua. Optimaalinen päivitysväli olisi kerran kuukaudessa. (Scholz-Reiter et al. 2012, s. 446.)

Kerber et al. (2011) korostaa, että nimikkeiden kulutukset voivat vaihdella hyvinkin paljon, jolloin on erittäin tärkeää että myös nimikkeiden sijainnit varastossa vaihtuvat. Jos esimerkiksi ennen nimike on kuulunut ABC- ja XYZ -luokitteluiden mukaan AX-luokkaan ja se on varastoitu nopeasti kiertävien nimikkeiden alueelle, mutta nimikkeen nykyinen luokka onkin muuttunut CY-luokkaan, tulisi myös nimikkeen sijaintia varastossa muuttaa. (Kerber et al., 2011. s. 144-145)

Karhunen et al. (2004) on esittänyt nimikkeiden sijoittamisen varastoon toteutettavaksi siten, että suurimman ottotiheyden nimikkeet sijoitettaisiin lähimmäksi pakkaamoa, tai paikkaa, missä tavaraa käsitellään. Näin saadaan minimoitua tarvittavat siirtomatkat. (Karhunen et al., 2004. s. 370.)

Sakki (2009) puolestaan esittää XYZ -analyysistä mallin, joka ottaa kantaa tuotteen myyntiin tai tapahtumamääriin siten, että lopullinen tulos havainnollistaa mahdollisimman tarkasti tapahtumien jakautumista 20/80 -säännön mukaisesti. Sakki esittää luokitukselle seuraavaa jaottelutapaa:

- X-luokka: tuotteella 50 % kaikista tapahtumista
- Y-luokka: 30 % tapahtumista
- Z-luokka: 18 % tapahtumista
- zz-luokka: 2% tapahtumista
- z0-luokka: ei tapahtumia

(Sakki, J., 2009. s. 96)

Tarkasteltava aikaväli asetetaan Scholz-Reiter & et al. (2012) mukaan tyypillisesti 12 kuukauteen ja materiaalin kulutusta seurataan kuukausitasolla. Nimikkeet jaetaan XYZ-luokkiin vaihtelukertoimen mukaan, joka saadaan tarkasteltavan aikavälin keskihajonnan ja keskiarvon suhdelukuna. Tämä tärkeä suhdeluku mittaa epävarmuuden määrää suhteessa kysyntään. Jaotteluperuste menee seuraavasti:

- X-nimikkeet: vaihtelukerroin < 0,5.
- Y-nimikkeet: vaihtelukerroin välillä 0,5 ja 1.
- Z-nimikkeet: vaihtelukerroin > 1.

(Scholz-Reiter et al. 2012, s. 446-447; Chopra et al., 2007. s.307.)

XYZ-analyysiä käytetään erityisesti silloin, kun halutaan tehostaa tavaran käsittelyä. Varastopaikkojen määrittelyn yhteydessä tämä on erinomainen työkalu. X-tuotteet sijoitetaan varastossa optimaalisille keräilypaikoille siten, että keräily on joutuisaa ja keräilymatkat ovat lyhyitä. (Sakki, J., 2009, s. 96)

XYZ-analyysiä kannattaa käyttää myös tuotteiden myynnin ja nettotuloksen muodostumisen tutkimisessa. Esimerkiksi X-tuotteilla, joilla on enemmän myyntikertoja kuin muilla luokilla, voi lähetyseräkoko olla pienempi muihin luokkiin verrattuna. Jos käsittelykustannukset ovat vakiot lähetyserää kohden, yritykselle jää myyntikatetta suhteessa vähemmän myyntikertaa kohden. (Sakki, J., 2009, s. 96)

ABC-analyysin ja XYZ-analyysin voi yhdistää nelikenttäluokittelukusi siten, että esimerkiksi pystyakselilla on tuotteen ABC-luokitus ja vaaka-akselilla puolestaan XYZ-luokitus. Tätä voidaan käyttää hyödyksi sekä myynnin että hankinnan suunnittelussa. AB/XY -tuotteet ovat eritavalla tärkeitä kuin CD/Zzz- tuotteet. (Sakki, J., 2009, s. 97)

ABC –luokittelun luokkarajojen asettaminen on hyvin yrityskohtaista, eikä tarkkoja rajoja pystytä ennalta asettamaan. Nimikkeille lasketaan vuoden ajalta eurovolyymi, joka saadaan kertomalla yksikkö-ostohinta ja käytetty kappalemäärä. Esimerkiksi

Sakki (2009) ohjeistaa luokkiin jakamisen perustaksi 50% (A), 30% (B), 18% (C), 2% (D) ja loput kuuluvat E-ryhmään, johon ei kohdistu myyntiä tai kulutusta ollenkaan. Heizer & Render (2011) jaottelee nimikkeet hieman eri tavalla, 72% (A), 23% (B) ja 5% (C). Taulukossa 3 on esitelty Heizer & Renderin malli.

Taulukko 3: ABC-luokittelu nimikkeille (Heizer & Render 2011. s. 502)

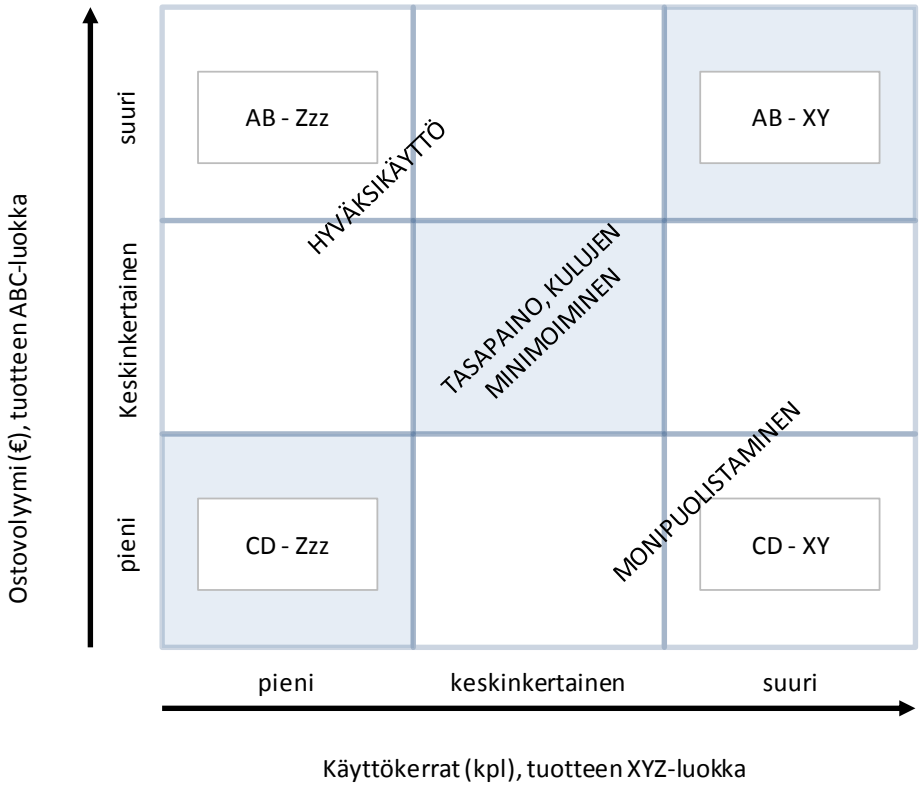
Nimike		Vuosittainen käyttö (kpl)	Yksikkö hinta	Vuosittainen eurovolyymi	%-osuus vuosittaisesta volyymistä		Luokka
Nimike1	20 %	1 000	90,00 €	90 000,00 €	38,78 %	72 %	A
Nimike2		500	154,00 €	77 000,00 €	33,18 %		A
Nimike3		1 550	17,00 €	26 350,00 €	11,35 %		B
Nimike4	30 %	350	42,86 €	15 001,00 €	6,46 %	23 %	B
Nimike5		1 000	12,50 €	12 500,00 €	5,39 %		B
Nimike6		600	14,17 €	8 502,00 €	3,66 %		C
Nimike7		2 000	0,60 €	1 200,00 €	0,52 %		C
Nimike8	50 %	100	8,50 €	850,00 €	0,37 %	5 %	C
Nimike9		1 200	0,42 €	504,00 €	0,22 %		C
Nimike10		250	0,60 €	150,00 €	0,06 %		C
		8 550		232 057,00 €	100,00 %		

ABC-jaottelun avulla saadaan rajattua joukko ohjaustapoja, vaikka tarkasteltavia nimikkeitä olisikin suuri määrä. Tästä huolimatta jokaisella nimikkeellä voi olla oma tilauspisteensä, maksimisaldonsa ja eräkokonsa. Kierron yhteys pääomakustannuksiin erottuu aiempaa selvemmin. Tavoitteena on saavuttaa A- ja B-nimikkeille mahdollisimman tasainen virta ja tehokas varastotasojen hallinta. C-nimikkeiden täydennyskustannukset tulisi pyrkiä minimoimaan, kuitenkaan niiden saatavuutta uhraamatta. Materiaalin ohjaus ja varastojen pienentäminen perustuvat huomattavissa määrin ABC-luokittelun soveltamiseen. (Karrus, 1998. s. 181-182; Sakki, 1999. s. 102)

Mikäli suurin osa varastosta on luokiteltu AB-tuotteisiin, mutta niiden kiertonopeus on alhainen, niin tavarat on tilattu liian aikaisin. Jos CD-nimikkeissä on paljon nimikkeitä, on hankittu turhia tavaroita. Tällöin ostojen budjetointia sekä myynnin suunnittelua tulisi kehittää. D-luokassa ei saisi olla enempää kuin 10 % nimikkeiden

kokonaismäärästä, mieluiten alle 5 %. CD-luokan tapahtumat nostavat logistiikan kokonaiskustannuksia, mutta myyntierän minimikoolla tai pientoimituksista perittävällä lisämaksulla voidaan vaikuttaa myyntierien määriin. D-nimikkeisiin tulee kiinnittää kriittisesti huomiota, mutta niitä ei pidä mennä suin päin poistamaan ilman huolellista perehtymistä. Luokittelu kannattaa tehdä sekä nimiketasolla että tuoteryhmittäin. Sakin (1999) mukaan sopiva aikaväli on kerran vuodessa, kun taas Scholz-Reiter et al. (2012) mainitsi aiemmin sopivaksi päivitysväliksi kerran kuukaudessa. (Sakki, 1999. s. 102-104.)

Hankinnan portfolioanalyysi pystytään rakentamaan, kun nimikkeet luokitellaan kaksiulotteiseen koordinaatistoon ABC-analyysin ja XYZ-analyysin mukaan. Pystysuunnassa tarkastellaan nimikkeen ABC-luokitusta ja vaakasuunnassa XYZ-luokitusta. Nimikkeet jakautuvat kuvan 8 esittämällä tavalla. (Sakki, 2009. s. 197)



Kuva 8: Hankinnan portfolioanalyysi (Sakki, 2011. s. 198)

Vasempaan yläkulmaan sijoittuvilla nimikkeillä on vähän käyttötapahtumia ja ne voidaan hankkia suurissa erissä. Saapuminen voidaan ajoittaa yhteen myynti- tai tarveajankohdan kanssa. Koordinaatiston alhaalla oikealla olevilla nimikkeillä on jatkuva menekki, mutta arvo on vähäinen. Tyypillisesti näitä nimikkeitä voivat olla alhaisen yksikköhinnan varaosat. Pienissä erissä ilmaantuva jatkuva menekki kerää näille nimikkeille kustannuksia, jotka tulee ottaa hinnoittelussa huomioon. (Sakki, 2011. s. 198-199)

Vasempaan alakulmaan sijoittuvien tuotteiden käyttökerrat ovat vähäiset sekä niiden käyttövolyymit ovat pieniä. Näiden nimikkeiden kohdalla tulisi pyrkiä hakemaan sellaisia yhteistyön muotoja, joilla saadaan hankinnan oheiskuluja minimoitua. Samalla tulee pyrkiä pitämään ostamisen, ostotilausten tekemisen, tavaran vastaanottamisen ja laskujen käsittely sujuvana sekä kustannukset mahdollisimman pieninä. Päällekkäin työskentelyä toimittajien kanssa tulee välttää sekä toimittajien lukumäärää voi vähentää huomattavasti. Tavoitteena on vähentää turhaa työtä radikaalisti, joka vaikuttaa etenkin työn tuottavuuteen. VMI-ratkaisut voivat sopia hyvin näille nimikkeille. (Sakki, 2011. s. 199)

Oikeaan yläkulmaan sijoittuvat strategisesti tärkeät nimikkeet ja niiden osalta tarvitaan aivan erityistä hankintamenettelyä. Näiden tuotteiden toimituskyky tulee olla hyvä. Varmuusvarastoja joudutaan todennäköisesti käyttämään muita enemmän. Yhteistyön toimittajan kanssa tulisi olla läheistä, etenkin jos toimittaja on ainoa. (Sakki, 2011. s. 199)

Hankittavien tuotteiden ryhmittelyllä hankinta-analyysin muodossa voidaan pohjustaa osto-organisaation kehittämistä. Analyysin avulla pystytään helposti tunnistamaan nimikkeiden luokat ja hahmotetaan yritykselle tärkeimmät AB- ja XY-luokan nimikkeet. (Sakki, 2011. s. 199-200)

2.5 Tietojärjestelmät sekä järjestelmän hankinta

Hyvää ja toimivaa tietojärjestelmää voidaan pitää perusedellytyksenä varaston toiminnan laadulle ja tehokkuudelle. Tietojärjestelmiä on erilaisia, mutta yhteistä niille on se, että ne perustuvat tietokantoihin ja tietokantoja käyttäviin ohjelmiin, joilla saadaan työssä tarvittavat tiedot esille. Hyvin usein varaston tietojärjestelmä on kytkettynä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. (Karhunen et al., 2004. s. 386)

2.5.1 Tietojärjestelmät sekä tunniste- ja tiedonkeruujärjestelmät

Tietokannoissa ovat kaikki tuotteita, varastointia, ostamista, asiakkaita ja yhteistyökumppaneita koskevat tiedot. Näitä tietoja ovat esimerkiksi tuotteiden nimet, koodit, mitat, varaston osoitejärjestelmän tiedot, varastokirjapidon saldot, toimittajien, asiakkaiden sekä kuljettajien tiedot. Saapuvan tavaran käsittelyssä tarvitaan tietojärjestelmään taltioitu ostotilaus. Kun vastaanotto on valmis, yleensä näytölle otetaan ostotilaus ja siihen merkitään vastaanotetut määrät ja osoitteet. (Karhunen et al., 2004. s. 387)

Asiakastilaukset muutetaan keräysmääräyksiksi varastonosakohtaisesti ja nimikkeet on järjestetty keräysreitin mukaisesti järjestykseen. Asiakastoimituksen keruu alkaa määräyksen tulostamisella. Keräyksen aikana määräykseen merkitään keräillyt nimikkeet sekä määrät. Keräyksen päätyttyä kerääjä kuittaa keräämänsä määrät esimerkiksi näytölle ottamaansa keräysmääräykseen, jonka jälkeen varastokirjanpito ja asiakastoimitus päivittyvät. Pakatessa keräysmääräyksen kopio voi toimia lähetyslistana. (Karhunen et al., 2004. s. 387)

Varastotuotannon ohjaus on erittäin tärkeää. Ohjaus merkitsee sitä, että suunnitellaan töiden suoritusjärjestys ja seurataan suunnitelmien toteutumaa. Seuranta puolestaan vaatii erilaisia raportteja. Tietojärjestelmä tunnistaa eri vaiheiden kuittaukset ja niiden avulla voidaan seurata töiden etenemistä. Varastotyöstä suurin osa on informaation käsittelyä, vaikkakin esimerkiksi pakkaaja pakkaakin ammattitaidollaan tavaroita,

mutta lähes puolet hänen ajastaan kuluu informaation käsittelyyn. (Karhunen et al., 2004. s. 388)

Informaation käsittelyllä tarkoitetaan tavaran osoittamista asiakkaalle sekä tietojen kirjaamista tietojärjestelmään. Näiden oikeellisuus on äärimmäisen tärkeää, koska tehdyt virheet heijastuvat kaikkeen tämän jälkeen tapahtuvaan toimintaan. Tiedot voidaan syöttää manuaalisesti näppäimistöllä, joka on työläin tapa, tai esimerkiksi kuittaamalla näyttöön otettuja kuvakkeita ja viivakoodeja lukemalla. (Karhunen et al., 2004. s. 388)

Tietoa voidaan pitää yhtenä tärkeimmistä yrityksen voimavaroista. Ilman tietoa tai puutteellisilla tiedoilla ei yritys pysty toimimaan tehokkaasti. Ongelmana yleensä on se, kuinka tietoa pystytään tallentamaan ja käsittelemään tehokkaasti siten, että tarpeellinen tieto on käytettävissä oikeaan aikaa ja oikeassa paikassa. Vaikka Suomi onkin tiedonsiirtoon ja tietotekniikkaan liittyvissä asioissa edelläkävijä, karu todellisuus on se, ettei tietoa käsitellä siltikään tarpeeksi tehokkaasti. (Hokkanen et al., 2002. s. 256-257)

Viivakoodi on optisista tunnistustekniikoista yleisin ja sitä käytetään lähes kaikkialla. Viivakoodi koostuu mustista ja valkoisista palkeista, jotka ovat eri levyisiä. Koodit voivat olla joko numeerisia tai alfanumeerisia, eli ne voivat pitää sisällään vain pelkkiä numeroita tai sekä numeroita että kirjaimia. Suomessa käytetyin viivakoodi on EAN-13 -koodi (European Article Numbering). Viivakoodin optiseen lukemiseen voidaan käyttää erilaisia laitteita, kuten kynälukijaa, laserlukijaa, korttilukijaa tai kameralukijaa. Eri laitteet soveltuvat erilaisiin tarkoituksiin. (Hokkanen et al., 2002. s. 258-259)

Viivakoodinlukijan lisäksi järjestelmä tarvitsee viivakoodia tulkitsemaan kykenevän ohjelmiston sekä liityntärajapinnan tietojärjestelmään. Lukuohjelma liitetään haluttuun sovellukseen, jolloin lukijaa voidaan ohjata määrätystä tietojenkäsittelyjärjestelmästä, kuten varastohallintasovelluksesta. Teollisissa

sovelluksissa lukijat ovat liitettyinä prosessin ohjauslogiikkaan. Viivakoodeilla toteutetun tiedonkeruun etuina Hokkanen et al. pitää seuraavia asioita:

- toiminnan nopeus
- tiedonkeruun virheettömyys
- käyttämisen vaivattomuus
- järjestelmän edullisuus
- soveltuvuus eri järjestelmiin

(Hokkanen et al., 2002. s. 258-260)

Saattomuistilla eli RFID:llä (Radio Frequency Identification) tarkoitetaan langatonta muistipiiriä, johon etukäteen talletettua tietoa voidaan lukea kerta toisensa jälkeen. Saattomuisteja on kahta eri tyyppiä, aktiivisia sekä passiivisia. Aktiivinen muisti saa virtansa paristosta, kun taas passiivinen muisti saa heräte-energiansa sitä lukevasta laitteesta. Saattomuisti voi olla tyypiltään luettava ROM-muisti (Read Only Memory), ohjelmoitava EPROM-muisti (Erasable Programmable Read-Only Memory) tai pyyhittävä ja uudelleenkirjoitettava EEPROM-muisti (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory). Näistä edullisin sekä rakenteeltaan yksinkertaisin on passiivinen lukumuisti. Aktiivinen EEPROM-muisti vaatii kalliin hintansa lisäksi myös pariston vaihtoa. Pariston ikä on yleensä noin muutama vuosi ja lukeva sekä kirjoittava lukulaite on huomattavan kallis. (Hokkanen et al., 2002. s. 260)

Muistin lähetystaajuus on 125 kHz ja 5,8 GHz välillä. Mitä suurempi taajuus on, sitä suuremmat ovat myös lukuetäisyys ja ohitusnopeus. Matalataajuuksinen muisti voidaan lukea korkeintaan muutaman metrin päästä, kun taas suuritaajuuksista pystytään lukemaan jopa kymmenien metrien päästä. (Hokkanen et al., 2002. s. 260)

Saattomuistin etu viivakoodiin nähden on sen pitkäikäisyys sekä käytettävyys heikossa valaistuksessa esimerkiksi automaattivarastoissa. Viivakoodi luetaan optisesti, kun taas saattomuisti perustuu radiotaajuuteen. Saattomuistia voidaan

hyödyntää automaattivarastojen sekä teollisuusautomaation yhteydessä sijoittamalla muistipalikoita varastopalletteihin. Nykyteknologian avulla kyetään valmistamaan hyvin pieniä sovelluksia. Saattomuisti onkin pienimmillään vain tarra, jossa on ohjelmoitava lähetin-vastaanotin. Tällaista tarraa voidaan käyttää hyväksi yhtä laajasti kuin viivakoodiakin ilman lukijan ja muistitarran välistä näköyhteyttä. (Hokkanen et al., 2002. s. 261)

2.5.2 Tietojärjestelmän hankinta

Järjestelmän hankinta tulisi nähdä hankkivassa organisaatiossa mahdollisuutena ottaa käyttöön entistä parempia menetelmiä sekä mahdollisuutena kehittää organisaation työnjakoa ja tehtäviä. Tietojärjestelmän hankinta on vaativa tehtävä ja siinä täytyy ottaa huomioon monenlaisia, esimerkiksi teknisiä, juridisia, organisatorisia ja psykologisia tekijöitä sekä niiden vaikutukset lopputulokseen. Yhtään tietojärjestelmän hankintaa ei pitäisi käynnistää, jos ei todellista liiketoiminnan kehittämistarvetta ole. (Forselius P., 2013, 14-27.)

Kommunikaation ja viestinnän merkitystä korostettiin vahvasti Celkee Oy:n, Tietotekniikan liitto ry:n sekä Ohjelmistoyrittäjät ry:n tietojärjestelmän hankintaan liittyvässä tutkimusraportissa. Sekä ohjelmiston tilaajien että toimittajien keskuudessa erittäin tärkeänä ominaisuutena pidettiin juuri näiden osapuolten välistä toimivaa kommunikaatiota. Hankkeiden kriisiytymisen syinä pidettiin muun muassa osapuolten näkemyseroja tai kommunikaation puutetta. (Celkee Oy yms, 2013, 24.)

Yhteistyön esteeksi voi muodostua myös toimittajan ja tilaajan välinen vastakkainasettelu. Tässä vastapuoli koetaan kilpailijaksi, joka puolestaan estää luottamuksellisen ja hyvähenkisen ilmapiirin muodostumista. Menestyksekäs viestintä rakennetaan luottamuksen ja toisen osapuolen tuntemisen varaan. (Celkee Oy yms, 2013, 24.)

Myös tilaajien hankintaosaamisessa ilmenevät puutteet sekä ilmiselvät resurssipulat huomioitiin raportissa. Tilaajat pitivät yleisesti omia hankintataitojaan hyvinä, kun

taas toimittaja piti heidän tasoaan varsin heikkona. Tilaajien vastuuhenkilöiden riittämättömät resurssit vaikuttivat hankkeiden läpivientiin. Toimittajalukkiutumisen huomioimatta jättäminen mainittiin olevan huomionarvoinen ongelmakohta suomalaisessa tietojärjestelmähankinnassa tällä hetkellä. (Celkee Oy yms, 2013, 24.)

Tilaajaorganisaatioiden tulisi kyetä myöntämään taidon puutteet hankintaan liittyen ja tarvittaessa hakea apua kolmannelta osapuolelta. Ulkopuolisen avun käyttö ei ole kovinkaan yleistä suomalaisissa tietojärjestelmähankinnoissa. Tilaajaosapuolen on erittäin tärkeää ymmärtää, että onnistuminen tietojärjestelmähankinnassa vaatii paljon aikaa ja huomiota tilaajalta. Osa väärinkäsityksistä ja virhearvioinneista syntyykin nimenomaan tilanteissa, joissa tilaaja ei pysty antamaan vastausta toimittajalle tarpeeksi nopeasti ja toimittaja joutuu tekemään kiireessä omat päätöksensä, mitkä voivat olla virheellisiä. (Celkee Oy yms, 2013, 25.)

Tietojärjestelmähankkeen onnistunut määrittely ja sen mittaaminen koettiin myös ongelmakohdaksi. Oikeiden mittareiden löytäminen oli vaikeaa. Tilaajien mielestä hankkeen ylivoimaisesti tärkeimmäksi yksittäiseksi tekijäksi kokonaisuutta ajatellen paljastui hankkeen arvo liiketoiminnalle. Hinta oli toiseksi tärkein tekijä, kun taas aikataulua pidettiin vasta viidenneksi tärkeimpänä. (Celkee Oy yms, 2013, 26.)

Mittareista tärkeimpänä tilaajat pitivät budjettia, jota seurasivat liiketoimintatavoitteet sekä aikataulu. Tutkimuksessa kritisoitiin budjetin ja aikataulun liian korostunutta merkitystä, sillä jos hankkeen tuottama järjestelmä ei täytä asetettuja liiketoimintatavoitteita, ei kyseisellä järjestelmällä ole pahemmin käyttöä, vaikkakin se olisi toimitettu ajallaan ja budjetin mukaan. Oikeiden mittareiden etsimistä painotettiin hyvin tärkeänä asiana. (Celkee Oy yms, 2013, 26.)

Tietojärjestelmän hankinta ei ole lähes koskaan suoraviivaisesti etenevä prosessi, vaan usein joudutaan sukkuloimaan tasojen välillä ja palaamaan ylemmällä tasolla jo tehtyihin päätöksiin. Ketterä kehitysmalli ja sen yleistyminen on johtanut työskentelytapaan, jossa kerrallaan työstetään vain pientä osaa koko tietojärjestelmästä. (Forselius P., 2013, 18.)

Suurimmat syyt tietojärjestelmän hankintaan ovat tutkimuksen mukaan:

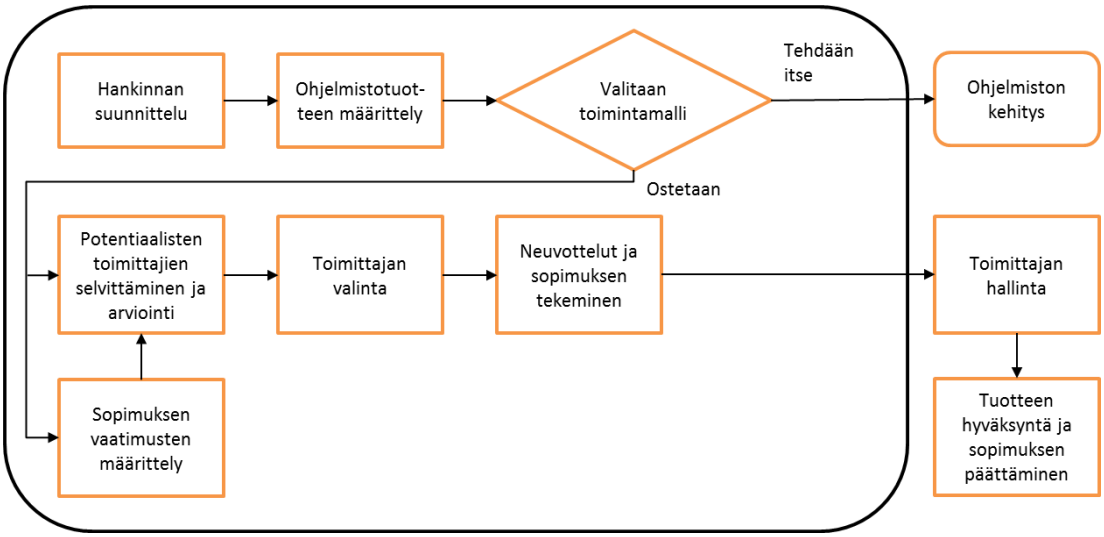
- ohjelmistoratkaisun suorituskyky
- hankinnan liiketoiminta- sekä teknologiset syyt
- hankinnan strateginen luonne ja sen vaikutus yritykseen
- hankinnan kokonaiskustannukset

(Palanisamy et. al, 2010. s. 629-633)

Muina hankintaan vaikuttavina tekijöinä tutkimuksessa on mainittu ohjelmiston strategia sekä toiminta, liiketoimintamallit ja niiden mukauttaminen, johdon sitoutuminen sekä käyttäjien saaminen mukaan, yhden toimittajan toimittama ratkaisu, konsultit sekä sijainnit tukea ajatellen ja toimittajien tarjoama rahoitus. (Palanisamy et. al, 2010. s. 629-633)

Ohjelmiston hankinta koostuu seitsemästä kohdasta, jotka on esitetty kuvassa 9 seuraavasti:

- kohta 1: Hankinnan suunnittelu
- kohta 2: Ohjelmistotuotteen määrittely
- kohta 3: Päätös, ostetaanko tuote vai tehdäänkö se itse
- kohta 4: Selvitetään potentiaaliset toimittajat ja arvioidaan heitä sekä heidän ohjelmistotuotteitaan
- kohta 5: Määritellään sopimuksen yksityiskohdat
- kohta 6: Valitaan toimittaja
- kohta 7: Neuvotellaan ja tehdään sopimus



Kuva 9: Ohjelmiston hankinta ja toimittajan hallinta (Hunt & Westwall 2003, s. 359)

Hankinnalla on suuremmat mahdollisuudet tulla menestyksekkääksi, mikäli seuraavat kohdat otetaan huomioon projektissa:

- suunnitellaan hankinta huolellisesti
- kiinnitetään huomiota ohjelmistotuotteen kytkeytymiseen yrityksen liiketoimintamalliin
- ennen hankintamallia päätettäessä tulee käydä kaikki vaihtoehdot huolella läpi
- kartoitetaan kaikki lähteet, joita voidaan käyttää hyödyksi potentiaalisten toimittajien tunnistamiseen ja arviointiin
- varmistutaan, että ohjelmiston vaatimukset on määritelty ja ymmärretty täysin
- valitaan varmasti kyvykäs toimittaja
- tehdään sopimuksesta muodollinen

(Hunt & Westwall 2003, s. 371.)

Tietojärjestelmien avulla on todettu saavutettavan isoja hyötyjä liiketoimintamallien kehittämisen yhteydessä. Järjestelmän hankintaan liittyy suuria riskejä ja paljon epävarmuutta. Mikäli kaikkea oleellista ei osata ottaa huomioon, hankintapäätös voi

olla virheellinen ja sillä on dramaattiset vaikutukset koko yritykseen. (Palanisamy et. al, 2010. s. 629-633)

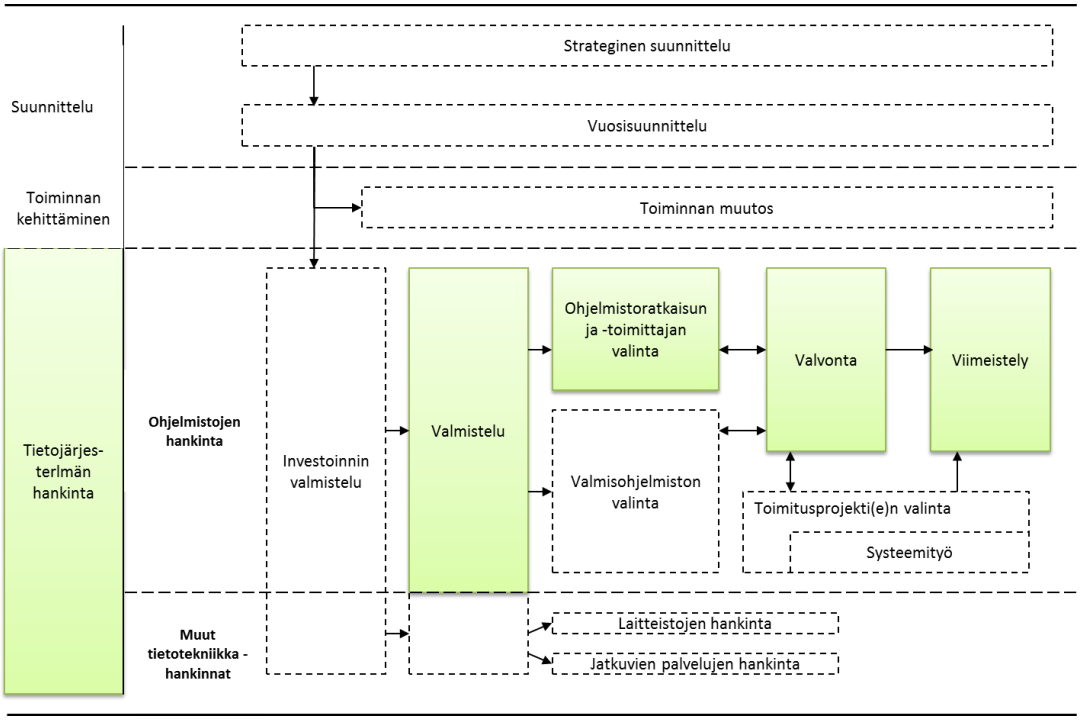
ERP-toimittaja (Enterprise Resource Planning) pystyy harvoin tarjoamaan sellaisen ratkaisun yritykselle, joka kattaa kaikki tarvittavat toiminnot. Tällöin joudutaan hankkimaan erillisiä ohjelmistoja, jotka integroidaan ERP:iin. Yleensä integroinnista seuraa syvällisempi kumppanuus toimittajan ja tilaajan välille, joten on tärkeää että osapuolet tulevat hyvin toimeen keskenään ja ongelmatilanteissa pystytään yhteisvoimin löytämään molempia osapuolia tyydyttävä ratkaisu. (Palanisamy et. al, 2010. s. 632-633)

Tietojärjestelmähankkeiden menestystekijöiksi voidaan mainita seuraavia kohtia, jotka lisäävät onnistumisen todennäköisyyttä:

- johdon tuki hankkeelle, selkeä omistajuus ja riittävä ohjelmistoymmärrys
- asiakkaan sekä loppukäyttäjien sitoutuminen, osallistuminen sekä palaute
- selkeä vaatimusmäärittely
- vaatimuksiin sopiva hinnoittelumalli
- osaavat ja motivoituneet tekijät
- oikeudenmukainen palkitsemiskäytäntö
- onnistunut työn osittelu kaikilla tasoilla
- realistiset tavoitteet
- tulosten mittaaminen
- riittävä seuranta ja ohjaus.

(Forselius P., 2013, 19.)

Kiinnittämällä näihin menestystekijöihin huomiota ja luomalla hankkeelle niiden perusteella mahdollisimman hyvät toimintaedellytykset, hankinnasta vastaava voi parantaa oman ohjelmistoprojektinsa onnistumisen todennäköisyyttä. Hankinnan kokonaiskuvaa ja sen kannalta tärkeimpiä prosesseja sekä niiden välisiä yhteyksiä on avattu kuvassa 10. (Forselius, P., 2013. 19.)



Kuva 10: Hankinnan kokonaiskuva. (Forselius, P. 2013, 20.)

2.5.3 Tietojärjestelmän määrittely

Määrittelyn tarkoituksena on hankinnan osapuolten, eli tulevan omistajan, tulevien käyttäjien sekä tulevan toimittajan yhteinen ymmärrys hankittavan tietojärjestelmän sisällöstä ja laadusta. Järjestelmävaatimusten määrittely on yleensä hankinnan valmisteluvaiheen suuritöisin vaihe. Siinä saatetaan joutua käyttämään jopa kymmeniä liiketoiminnan ja sovellusalueen tuntijoita, järjestelmän tulevia käyttäjiä sekä menetelmä- ja arkkitehtuuriasiantuntijoita. (Forselius P., 2013, 29.)

Kun tietojärjestelmän käyttöön liittyvät liiketoimintaprosessit sekä käyttötilanteet on saatu kuvattua tarpeeksi kattavasti, yhteisen vision pohjalta on helppo kommunikoida. Myös mahdolliset liittymät muihin järjestelmiin tulee kuvata tarkasti. Vaatimusmäärittelyn tekeminen riittävällä tarkkuudella vaatii yleensä osaamista, jota hankkivalla osapuolella ei ole. Vaatimusmäärittely toimii ohjelmiston rakentamisen

perustana ja määrittelyn tasoa voidaankin pitää ohjelmiston lopputuleman ennusteena. Esimerkiksi hyväksymistestit tulisikin perustua määrittelydokumentaatioon. (Forselius P., 2013, 29.)

Prosessikaaviot toimivat karkeimpina toiminnallisten vaatimusten esittämismuotona. Kaavioilla kuvataan kaikki liiketoimintaprosessit, joissa käyttäjät käyttävät tulevaa tietojärjestelmää. Kun kaaviot kohdistetaan pelkästään uutta järjestelmää koskeviin prosesseihin, saadaan sekä käyttäjien että ohjelmiston toimittajan huomio kohdennettua hankinnan kannalta olennaisimpiin kohtiin. Prosessikaavioiden tarkoituksena on esittää haluttu toiminnan logiikka tietystä alkupisteestä toivottuun lopputulokseen. (Forselius P., 2013, 29-30.)

2.5.4 Varastonhallintajärjestelmä

Varastonhallintajärjestelmä (Warehouse Management System) on työkalu, jolla hallitaan yrityksen varastoa. Se on tyypillisesti integroitu yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Järjestelmä yleensä kattaa tavaran suunnittelun ja siirtelyn vastaanotosta tavaran lähettämiseen asti. Yleisiä varastonhallintajärjestelmän toiminnallisuuksia ovat esimerkiksi varaston hallinta, varastopaikkojen hallinta, laadun hallinta, keruu, automatisoitu varaston täydennys, vastaanotto, lastaus, käyttäjän tuottavuuden tarkastelu sekä erilaisten raporttien tuottaminen. (Myerson, 2012. s.143)

Varastonhallintajärjestelmän avulla voidaan vähentää hukkaa monella tavalla:

- virheet vähenevät, etenkin viivakoodinlukijoita käytettäessä
- varastoinnin tarkkuus paranee (vastaanotto, lähetys, nimikkeiden sijainti)
- virtaviivaistaa toimintoja vastaanotosta valmistukseen (oikeat tavarat, oikeaan aikaan, oikea määrä, oikeassa paikassa)
- yhdistettynä RFID:n kanssa, saavutetaan täydellinen ja jatkuva läpinäkyvyys

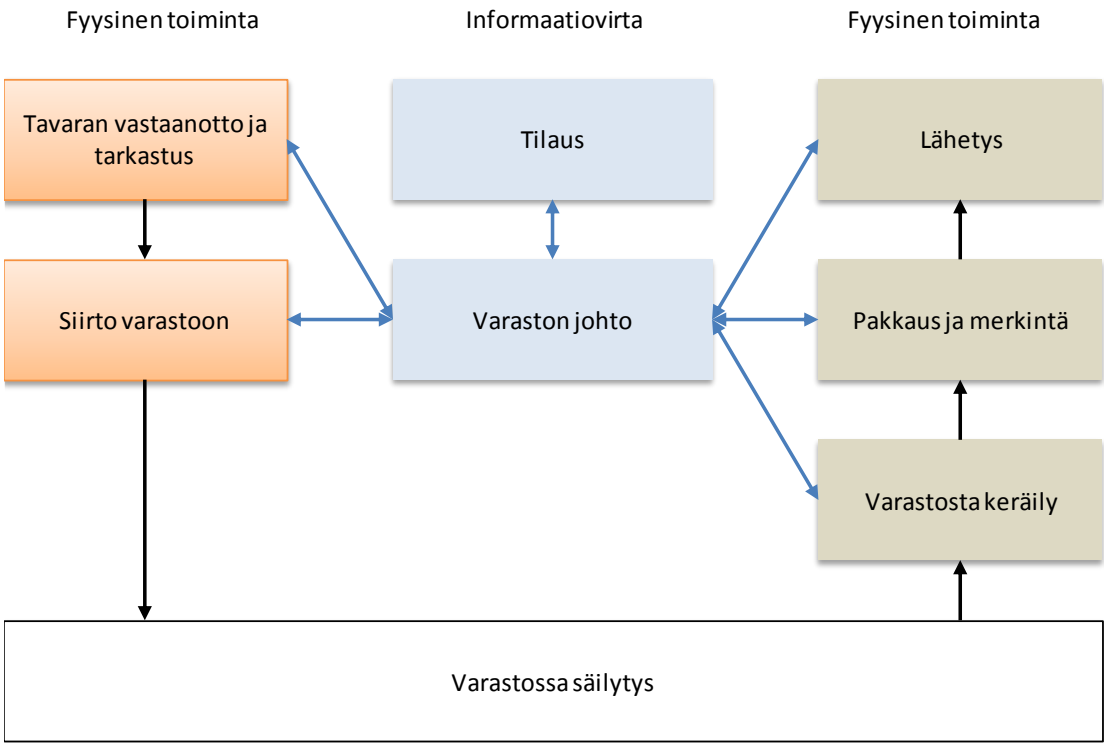
(Myerson, 2012. s.143-144)

Varastonhallintajärjestelmän pääkäyttötarkoitus on avustaa varaston hallinnassa. Järjestelmän avulla varastointikapasiteettia ja varastoitavia yksiköitä voidaan seurata helposti. Järjestelmän avulla nimikkeiden hallinta on helppoa, koska tiedetään tarkasti mitä nimikettä on missäkin varastopaikassa. Tietty varastopaikka voi olla vapaa varastoinnille, tai se voi olla käytössä, koska siihen on varastoitu jo tavaraa. Paikka voi olla myös estetty käytöltä esimerkiksi tietylle saapuvalle tavaralle. Myös nimike voi olla vapaa käytettäväksi, varattu esimerkiksi tietylle tilaukselle tai sen käyttö voi olla estetty laatuvirheen takia. (Hompel et al., 2007. s. 48.)

Varastoon liittyvä suunnittelu on hyvin monimutkaista ja sitä on hankala toteuttaa ilman reaaliaikaista dataa. Varastonhallintajärjestelmä mahdollistaa datan tarkan keräämisen. Data jakautuu perusdataan ja avainlukuihin perustuvaan dataan. Perusdata pitää sisällään nimikkeiden tiedot, varastointitiedot, tavaran liikuttelutiedot sekä muita yleisiä tietoja. Nimikkeiden tietoihin kuuluu esimerkiksi dimensiot, määrät, erätiedot ja ABC-luokitus. Varastointitietoihin kuuluu nimikkeiden kokonaismäärät, kokonaisvarastonarvot, keskimääräinen varastonarvo, minimivarastot ja puutteet. Liikuttelutietoihin kuuluu esimerkiksi päiväkohtaista dataa, kuten vastaanottojen määrät, lähetysten määrät, hyllytykset, täydennykset, tilausten määrät ja läpimenoajat. Avainluvut pystytään johtamaan näistä datoista. (Hompel et al., 2007. s. 56-57.)

2.6 Varastotoiminnot

Kuvassa 11. on esitetty varaston pääasialliset toiminnot. Näillä toiminnoilla hallitaan varaston läpi virtaavaa materiaalia. Mustilla nuolilla on kuvattu fyysistä toimintaa ja sinisillä nuolilla kuvataan informaatiovirtaa. Varastointi eli säilytys, sekä materiaalin käsittely ovat kaksi tärkeää toimintaa. (Hokkanen et al., 2002. s. 151)



Kuva 11: Varaston toiminnot (Hokkanen et al., 2002. s. 151)

2.6.1 Vastaanotto

Vastaanoton tulee selvittää, mitä tavaraa on saatu ja tämän jälkeen varastoidaan nimikkeet siten, että ne ovat helposti löydettävissä. Vastaanotto on tärkeässä roolissa osto-organisaatiota ajatellen, koska vastaanotossa selviää toimituksen laatu, ja näin ollen pystytään tarpeen vaatiessa antamaan toimittajalle palautetta. Vastaanoton vastuulla on myös varastokirjanpidon virheettömyys. (Karhunen et al., 2004. s. 374)

Vastaanottoon saapuvat lähetyksen ovat varastotäydennyksiä, kauttakulkuja tai palautuksia. Varastotäydennyksellä tarkoitetaan varaston varastonimikkeisiin kuuluvan tavaran vastaanottoa. Kauttakulku tarkoittaa tavaraa, joka on jo varastoon saapuessa osoitettu meneväksi tietylle asiakkaalle. Palautuksia ovat varaston toimittamat tavarat, jotka asiakas palauttaa tarpeettomina tai vialliset tuotteet, joista reklamoidaan. (Karhunen et al., 2004. s. 374-375.)

Vastaanottotyö voi olla laiturityötä tai varsinaista tavaran vastaanottoa. Nämä erilliset prosessit voidaan suorittaa eri henkilöiden toimesta ja prosessien välillä voi olla pidempikin aika. Laiturityö pitää sisällään esimerkiksi kollien määrän ja laadun tarkastamisen ja merkinnät rahtikirjaan, lähetyksen järjestelyn vastaanottoalueelle, vastaanottoalueen merkinnän rahtikirjaan, jotta vastaanotto löytää tavaran välittömästi ja tehdään mahdollisesti ennakkotulon kirjaus tietojärjestelmään. Vastaanoton laiturin sekä piha-alueen siisteys kuuluvat myös työnkuvaan. (Karhunen et al., 2004. s. 375.)

Prosessin hallintaa tarvitaan, jotta pystytään varmistamaan toiminnan olevan halutulla laatutasolla. Parhaassa prosessissa on vain vähän vaihtelua standardiprosessiin verrattuna. Yleisin tapa mitata tätä vaihtelua on laaduntarkistus. Tarkastukseen voi kuulua esimerkiksi mittaamista, punnitusta ja tuotteen toimivuuden testaamista. Näillä pyritään paikantamaan huonon prosessin seurauksena syntyneet vaihtelut. Tarkastuksella ei korjata puutteita systeemissä tai virheitä tuotteissa, eikä se lisää tuotteen arvoa. Tarkastukset ovat kalliita eikä niillä saavuteta lisäarvoa tuotteelle. Johtajien täytyy selvittää milloin tarkistetaan ja missä tarkistetaan. (Heizer & Render, 2011. s. 236)

Heizer & Renderin mukaan (2011) tarkastus voi tapahtua seuraavissa pisteissä:

- Toimittajan tehtaalla valmistuksen yhteydessä
- Omalla tehtaalla vastaanoton yhteydessä
- Ennen peruuttamattomia ja kalliita prosessinvaiheita
- Tuotantoprosessin aikana
- Tuotannon tai palvelun loputtua
- Ennen toimitusta asiakkaalle
- Asiakaskontaktin yhteydessä

Heizer & Render korostaa, että tarkastus ei korvaa vankkaa tuotetta, joka on tuotettu hyvin koulutetun henkilöstön toimesta erinomaisen prosessin sisällä. Tarkastukseen liittyy aina vaihtelua, eikä kaikkia virheitä pystytä mitenkään havaitsemaan edes

100% tarkastustaajuudella. Toimivat prosessit, osaa valmistavan työntekijän oman työnjäljen välitön tarkastus sekä lähettävän pään prosessien hallintaan tulisi kiinnittää huomiota tarkastuksien sijaan. Pääajatuksena on, että toimittajan työntekijät ajattelisivat seuraavaa prosessin vaihetta asiakkaana, jolle he tarjoavat täydellisen tuotteen. (Heizer & Render, 2011. s. 236)

Varsinaiseen vastaanottoon kuuluu:

- ostotilauksen otto tietojärjestelmästä tarkastustyötä varten
- lähetyslistojen etsiminen saapuneista kolleista
- varastokirjanpidon tarkastaminen ja jälkitoimitusten seuranta saapuneiden nimikkeiden osalta
- tavaran laadun ja määrän tarkastus ja vertaaminen lähetyslistaan
- sekalavojen lavoittaminen tuotekohtaisesti lavakuormiksi varastointia varten
- tavaran saattaminen keräilykuntoon
- poikkeamien tarkastaminen ja kirjaaminen asiakirjaan
- tavaran hyllytys useimmiten reservipaikalle
- vastaanottoilmoituksen teko, jossa ilmoitetaan saapuneet tuotteet, hyväksyttyjen ja hylättyjen määrät sekä hyllytysosoitteet

Palautukset aiheuttavat yleensä vastaanotossa ongelmia, erityisesti puutteellisten tietojen vuoksi. Palautuksen käsittely saattaa tuntua turhauttavalta ja ne saattavat jäädä vastaanottoon lojumaan ja odottamaan lisäselvityksiä ja tämä tietenkin vie vastaanotosta ylimääräistä tilaa. (Karhunen et al., 2004. s. 375.)

2.6.2 Keruu

Keruuprosessi, jossa kerätään varastosta tuotteita asiakkaille, on erittäin kriittinen toiminto varastoissa. Keruu sitoo paljon työvoimaa ja se voi kattaa jopa 60 % koko varaston ajan käytöstä. Koster et al. esittävät tutkimuksessaan, että noin 55 % varaston kaikista toiminnallisista kustannuksista aiheutuu keräilystä. Näistä syistä

varastoinnin asiantuntijat tarkastelevat keruuta syvällisemmin, kun halutaan nostaa tuottavuutta. (Koster et al. 2012. s. 757)

Koster et al. esittää tutkimuksessaan, että kuljettua matkaa keräilyssä voidaan pienentää sijoittamalla suurimman kysynnän omaavat nimikkeet lähelle varaston sisääntuloa tai lähetyspäätä. Nimikkeiden kulutukset voidaan jakaa joko nimikekohtaisesti tai nimikeluokkien mukaan. Myös ryhmäkeräilyn, jossa eri tilauksia yhdistellään, tehokkuutta korostetaan, koska se vähentää keskimääräistä keruuaikaa keruutyötä kohden. Keruualueiden jakamista alueisiin Koster et al. myös ehdottaa tutkimuksessaan. Tällä pystytään välttämään ruuhkia, sekä kuljetut matkat pienenevät ja työntekijät tuntevat alueensa erittäin hyvin. (Koster et al. 2012. s. 757)

Asiakastoimituksen valmistaminen aloitetaan keräilyllä. Keräily voidaan jakaa kahteen pääryhmään sen mukaan, tuleeko tavara keräilijän luo vai meneekö keräilijä tavaran luo. Automaattivarastoinnissa tavarat tulevat kerääjän luokse ja tämä mahdollistaa työpisteen muokkaamisen ergonomisesti oikeaoppiseksi samalla pienentäen fyysistä rasitusta. Eniten käytetyssä mallissa keräilijä menee tavaran luokse kävellen, trukeilla tai hisseillä. (Karhunen et al., 2004. s. 378.)

Tehokas keräily vaatii sopivien keräilyreittien muodostamista sekä toimivaa osoitejärjestelmää. Keräysreitit muodostuvat yleensä siten, että ottotiheydeltään kysytyimmät nimikkeet keräillään ensin, jolloin useimmissa keräyskerroissa keräys voidaan lopettaa jo keräilyreitin alussa. Tämä auttaa pitämään keräilyreitit lyhyinä. Nimikkeiden sijoittelussa tulee ottaa myös paino huomioon siten, että painavimmat keräillään ensin ja vahingoittumiselle herkimmät nimikkeet viimeisenä. Kun käytetään hyväksi osoitejärjestelmää tietojärjestelmää hyödyntäen, voidaan asiakastilaus keräilyttää optimoidun keräilyreitin mukaan. Tämä on välttämätöntä tehokkaan keräyksen järjestämisessä. (Karhunen et al., 2004. s. 378.)

Keräykselle tärkeänä periaatteena pidetään myös sitä, että hyllystössä liikuttua matkaa kohden saadaan kerättyä mahdollisimman paljon tavaraa. Tämä tarkoittaa eri asiakkaille menevien tilauksien keräilemistä yhdellä kerralla, tai useiden

tuotantotilausten ryhmäkeräilyä, mikäli keräysvälineen kapasiteetti vain riittää. Keräyspaikkojen osoitteiden muuttaminen tavaran ajankohtaisen menekin mukaan on myös hyvin tärkeää. Sesonkien aikana tiettyjen tuotteiden tulee olla optimaalisilla keräilypaikoilla, kun taas sesongin ulkopuolella nämä samat nimikkeet voidaan sijoittaa syrjäisempään paikkaan. (Karhunen et al., 2004. s. 379.)

Varasto voi olla jaettu erilaisiin varastonosiin, kuten lavavarastoon, pientavaravarastoon ja ulkovarastoon. Asiakkaan tilauksen nimikkeet voivat tulla sekaisin näistä varastonosista. Kun tilauksesta luodaan keruulistat, niin jokainen varastonosa saa oman listansa. Lopuksi asiakkaan tilauksen tavaravirrat pitää yhdistää yhdeksi toimitukseksi. Yhdistelyn helpottamiseksi tulisi pyrkiä keräilemään samoja tilauksia samaan aikaan eri varastonosissa. Tämä on mahdollista, jos varaston tuotantoa ohjataan yhdestä paikkaa, eikä anneta eri varastonosien keräillä itsenäisesti. (Karhunen et al., 2004. s. 379-380.)

Paperillisten keruulistojen haittapuolina voidaan pitää seuraavan keruupaikan etsimiseen hukattua aikaa sekä listojen käsittelyyn kuluvaa aikaa, sekä yleistä joustamattomuutta toiminnassa. Papereiden printtaamiseen kuluu aikaa eikä sitä pystytä vähentämään sekä nopeisiin muutoksiin reagoiminen on vaikeaa. Reaaliaikaisen paperittoman keruun etuina voidaan myös pitää mahdollisuutta seurata prosessia sekä kapasiteetin ohjaamista sen mukaan. (Hompel et al., 2007. s. 40.)

2.6.3 Lähetys

Lähettämön tehtäviin kuuluu lähtevän kuorman valmistelu. Lähettämön toiminnan edellytyksenä on riittävät tilat, joissa voidaan eritellä ja yhdistellä asiakastoimitukset sekä ryhmitellä lähtevät kuormat. Lähettämön tilan tarve riippuu lähtöjen ajoituksiin. Mikäli kaikki lähdöt tapahtuvat esimerkiksi kello 15 ja 18 välillä, niin tilan tarve järjestelylle on suuri. Jos taas kuormien lähdöt on jaettu tasaisesti, selvitään huomattavasti pienemmällä tilalla. (Karhunen et al., 2004. s. 382-383)

2.7 Automaatio varastoinnissa

Tässä kappaleessa esitetään teoriaa varastoinnissa käytetystä automaatiosta. Ensin käsitellään varastoautomaatteja ja tämän jälkeen automaattista korkeavarastointia.

2.7.1 Varastoautomaatit

Tiivis varastointi voidaan järjestää pystysuorien karusellien eli paternosterien ja tavara-automaattien avulla. Paternosterit voidaan rakentaa 20 metrin korkeuteen ja tavara-automaatit noin 15 metrin korkeuteen asti. Näitä automaatteja käytetään lavatavaralle, pitkälle tavaralle sekä pientavaralle. Tavaran käsittely, eli jättö sekä otto, tapahtuu lattiatasolta. Yleensä tietokoneohjaus huolehtii tuotteiden varastoinnista, eli hyllyttämisestä sekä tuomisesta keräiltäväksi. Tavara-automaatissa hyllytasoille sijoitettujen nimikkeiden korkeudet voivat vaihdella, jolloin hyllytasot varaavat automaatista vain korkeutensa verran tilaa. (Karhunen et al., 2004. s. 360-361)

2.7.2 Korkeavarastointi

Korkeavarastojen toiminta voi perustua kapeakäytävätrukkien tai hissien käyttöön. Kapeakäytävätrukkien tapauksessa varaston korkeutta rajoittaa työskentelykorkeus, joka jää noin 12 metriin. Hisseillä työskentelyn yläraja on noin 45 metrissä. Karhunen et al. (2004) esittävät kirjassaan, että erään tutkimuksen mukaan taloudellisin korkeavaraston korkeus on noin 12,5 metriä. (Karhunen et al., 2004. s. 348)

Hissit voivat toimia automaattisesti tietokoneen ohjaamana tai manuaalisesti ihmisen ohjaamana. Automaattivarastoissa hissien toimintaa ohjataan tietokoneen avulla. Jos lavakuormista poimitaan manuaalisesti kolleja, niin hissi tuo lavakuorman hyllystöstä keräyspisteeseen. Kun keräys on valmis, hissi palauttaa jäljellä olevan lavakuorman takaisin hyllystöön. Hissit on yleensä varustettu ohjaamoilla, jotta esimerkiksi

inventoinnin yhteydessä ja virheiden ilmetessä voidaan käyttää manuaaliohjausta. (Karhunen et al., 2004. s. 348-354)

Myös nimikkeiden sijoittelu varastoon on tärkeää. Eniten kiertävät nimikkeet tulee sijoittaa alueelle, jossa se on nopeimmin saatavilla. Myös hissin lähtökorkeudella on väliä. Esimerkiksi 20 metriä korkeassa varastossa on perusteltua, että hissi lähtee liikkeelle noin viiden metrin korkeudelta lattiatasosta, jolloin hissillä on yhtä nopeaan tavoitettavia paikkoja sekä yläpuolella että alapuolella. (Karhunen et al., 2004. s. 354)

Automaattivarastoinnissa on erittäin tärkeää, että lavakuormien kunnon ja mittojen tarkistukseen kiinnitetään huomiota ennen varastointia. Tätä tarkistusta varten kuljetinrataan asennetaan yleensä tarkistusasema, joka ohjaa virheelliset lavakuormat pois hissiltä. (Karhunen et al., 2004. s. 355)

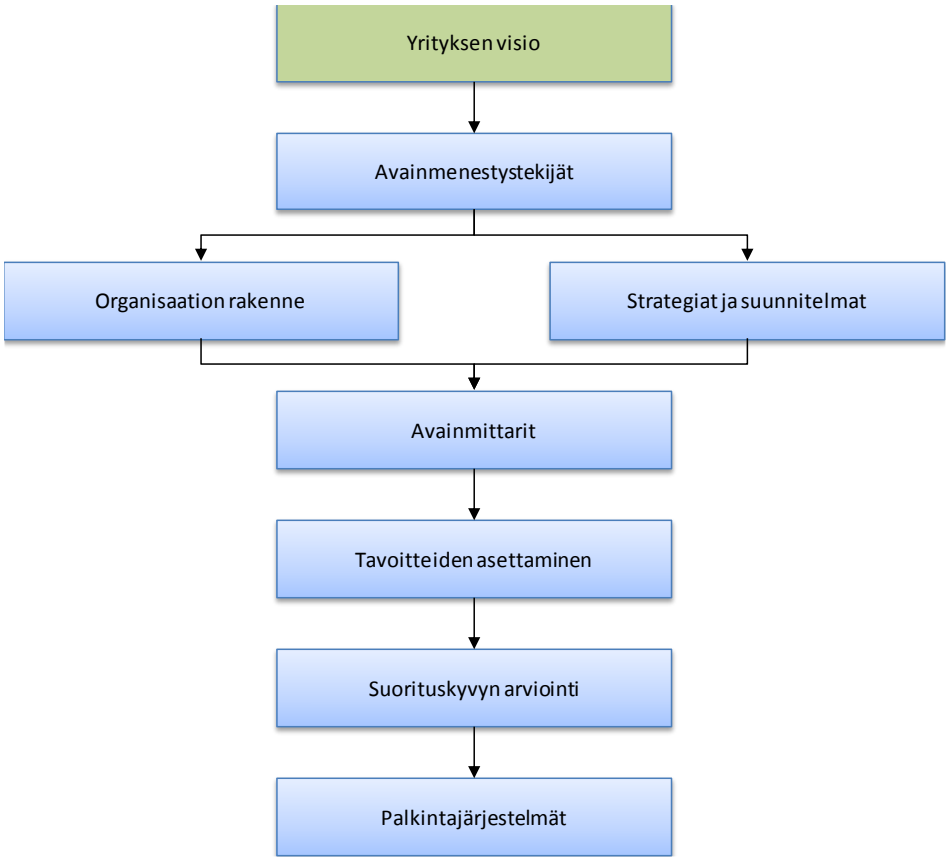
3. SUORITUSKYVYN MITTAAMINEN

Tässä kappaleessa käydään läpi teoriaa suorituskyvyn mittaamisesta ja suorituskykymittaristosta. Ensiksi käsitellään mittaristoa yleisellä tasolla, jonka jälkeen syvennytään varastoinnin suorituskyvyn mittaamiseen.

3.1 Suorituskykymittaristo ja sen vaikutukset yritykseen

Suorituskyvyn mittaamiseen ja mittaristoihin on kiinnitetty 1980 -luvun jälkeen koko ajan enemmän huomiota. Suorituskykymittaristo on tasapainoinen ja dynaaminen systeemi, joka tukee johdon päätöksentekoa keräämällä ja analysoimalla tietoa. Pelkästään taloudellisia lukuja ei tulisi mitata, vaan tulisi keskittyä tasapainoisesti kokonaisuuteen. Kunhan mittaristo ei keskity ainoastaan rahamääreisiin, se voi olla avainasemassa yrityksen käsitellessä kasvavaa kompleksisuutta sekä kvalitatiivista parantamista. Suorituskykymittaristolla voidaan parantaa myös johdon prosesseja sekä strategista hallintaa. (Garengo et. al, 2005. s. 25-26)

Jatkuvan kehityksen tärkeys on kasvanut koko ajan ja monet tutkijat ovat osoittaneet, että suorituskykymittaristo on tarpeellinen, koska se tukee jatkuvan kehittämisen prosessia. Mittaristo auttaa yritystä johtamaan sekä luomaan tulevaisuuden tavoitteet sekä hahmottamaan kehitysprosessit. Mittaristo pitää kehittää yrityksen strategian pohjalta, jolloin strategia voidaan yhdistää toimintoihin, työntekijöistä koostuviin ryhmiin sekä tarkimmalla tasolla yksilöihin. Mittaristo mahdollistaa nopean reagoinnin, kun muutoksia havaitaan. Mittariston rakennetta on havainnollistettu kuvassa 12. (Garengo et. al, 2005. s. 27-30)



Kuva 12: Suorituskykymittariston rakenne (mukaillen Ferreira & Otley, 2009 s. 268)

Ukko et al. esittävät tutkimuksessaan, että suorituskyvyn mittaaminen on vaikuttanut positiivisesti työntekijöiden motivaatioon. Varsinkin tämä korostui silloin, kun tiimeillä ja yksilöillä oli omat mittarit ja tavoitteet. Vaikka mittaristo oli näkyvillä kaikille, tiimitason tavoitteet havaittiin olevan työmotivaatiota selvästi nostava tekijä. Kun yksilö tietää mitä yritys häneltä haluaa, sekä että hänen toimintaansa mitataan, tuntee työntekijä oman työnsä tärkeäksi. Työntekijöiden mukaan ottaminen mittareiden sekä tavoitteiden määrittämiseen havaittiin olevan erittäin tärkeää, ja varsinkin työntekijän mahdollisuus itse vaikuttaa näihin kohdistuviin valintoihin. (Ukko et al. 2008. s. 94)

Palkitsemisjärjestelmän yhdistäminen mittaristoon on Ukko et al. tutkimuksen mukaan koettu tärkeäksi, sekä se lisää työntekijöiden sitoutumista mittaristoon. Yrityksissä, joissa ei palkintajärjestelmää ole yhdistetty mittaristoon, ei havaittu saavutettavan yhtä suurta hyötyä mittaristolla. Kun työntekijälle annetaan edes pieni mahdollisuus olla mukana päätöksenteossa, lisää se motivaatiota, joka on jokaisen yrityksen avain menestykseen. (Ukko et al. 2008. s. 94-96)

Selvästi suosituin suorituskykymittaristo on Balanced Scorecard. Sen periaatteena on tarjota johdolle tasapainoinen mittaristo, joka perustuu neljään näkökulmaan:

- taloudellinen näkökulma
- asiakkaan näkökulma
- sisäisten prosessien näkökulmat
- innovaation ja oppimisen näkökulma

Taloudellinen näkökulma tarkastelee yrityksen kykyä tehdä tulosta. Esimerkkeinä mittareista ovat pääoman tuotto, kassavirta, tuottavuus, taloudellinen lisäarvo, kustannukset, varaston arvo ja liikevaihdon kasvu. Asiakkaan näkökulma keskittyy suoriin ja epäsuoriin mittareihin. Esimerkkinä suorasta mittarista voidaan pitää asiakaskyselynä saatua asiakastyytyväisyyttä. Epäsuorissa mittareissa asiakasta analysoidaan, mutta kuitenkin ilman asiakkaan osallistumista analyysiin. Esimerkkeinä tällaisista mittareista ovat markkinaosuus ja asiakkaiden säilyminen. (Garengo et. al, 2005. s. 38; Grigoroudis et al., 2012. s. 104-109.)

Sisäisten prosessien näkökulman mittarit tarkastelevat yrityksen toimintaa sen avainprosessien kannalta, joissa on tärkeää menestyä. Sisäisissä prosesseissa voidaan tarkastella myös työntekijöiden tyytyväisyyttä ja pysyvyyttä, sekä resurssien käytön tehokkuutta. Oppimisen näkökulma tarkastelee yrityksen kykyä kehittää jatkuvasti toimintaansa sekä lisäarvon tuottamista jatkuvan oppimisen avulla. Oppimisen mittareina voidaan pitää esimerkiksi työntekijöiden koulutuksen seuraamista ja teknologian kehittämiseen käytettyä rahamäärää sekä informaatioteknologiaan

käytettyä kehitysbudjettia. (Garengo et. al, 2005. s. 38; Grigoroudis et al., 2012. s. 109.)

3.2 Suorituskyvyn mittaaminen varastoinnissa

Suomessa teollisuuden varastojen yhteenlaskettu arvo on 15 miljardia euroa, joka vastaa 16 % bruttokansantuotteesta. Tämän merkitystä ei siis voi vähätellä ja se on kansainvälisestikin korkeaa luokkaa, sillä esimerkiksi Japanilaiset yritykset pärjäävät noin 50 % alhaisemmilla varastoilla, kun varastot suhteutetaan myyntiin. Vertailuna voidaan mainita, että Toyotan kaikkien yksiköiden keskimääräinen varastojen koko on 3 % liikevaihdosta, Ruotsin autoteollisuudessa vastaava luku on noin 25 % ja Suomalaisen autovalmistajan 30 % liikevaihdosta. (Hokkanen et al., 2002. s. 154)

Logistisia kustannuksia pienentämällä yritykset pystyvät saavuttamaan kilpailullista etua, kun katetuotto on suurempi kilpailijoihin nähden. Tutkimuksen mukaan suorituskyvyn mittausjärjestelmän perustaminen varastointitoiminnoille on avain suorituskyvyn kehittämiselle. Mittareiden avulla on tarkoitus löytää heikot suorituskyvyn alueet varastossa, jonka jälkeen epäkohdat voidaan korjata. Liviu et al. tutkimuksessa käyttämiä varaston suorituskyvyn mittareita on esitelty taulukossa 4. (Liviu et al. 2009. s. 307-310)

Yrityksellä on käytössä varmuusvarasto, jolla peitetään epävarmuutta, sekä se toimii puskurina myöhästyneitä toimituksia ja lisääntynyttä kysyntää vastaan. Yrityksellä on myös varmuusvaraston lisäksi käyttövarasto, jolla tarkoitetaan sitä määrää, joka käytetään kahden toimituksen välisenä aikana. Nämä eivät fyysisesti erotu toisistaan. Hankintojen ohjaamista voidaan helpottaa, kun varmuusvarasto sekä käyttövarasto erotetaan laskemalla toisistaan. Keskivarasto (A_m) voidaan laskea siten, kun varmuusrajaan (A_s) lisätään hankintaerän (N) puolikas. Keskivaraston määritetään kaavan 1 mukaisesti. (Hokkanen et al., 2002. s. 155)

$$A_m = A_s + \frac{N}{2} \quad (1)$$

Varaston kiertoaika on tärkeä asia. Mitä nopeammin varasto kiertää, sitä vähemmin se sitoo pääomaa. Varaston kierron tehostuminen pienentää myös riskiä tavaran epäkuranttiuteen. Tutkimuksen mukaan varastokustannusten on todettu olevan jopa 40 % varastoarvosta. Varaston kiertonopeus lasketaan vuosittaisen käytön tai myynnin perusteella kaavan 2 mukaan. Taulukossa 4 on esitetty kiertonopeuden vaikutusta varastointikustannuksiin. Ray tarkoittaa rahayksikköä. (Hokkanen et al., 2002. s. 156-157; 227)

$$Varaston\ kiertonopeus = \frac{Vuoden\ myynti\ tai\ käyttö\ (hankintahinnoin)}{Varastojen\ keskiarvo\ (hankintahinnoin)} \quad (2)$$

Taulukko 4: Kiertonopeuden vaikutus varastointikustannuksiin. (Hokkanen et al., 2002. s. 227)

Varaston kierto 1/a	Keskivarasto [ray]	Ylläpitokustannus (40% keskivarastosta [ray])	Ylläpitokustannuksen säästö [ray]
1	750 000	300 000	-
2	375 000	150 000	150 000
3	250 000	100 000	50 000
4	187 500	75 000	25 000
5	150 000	60 000	15 000
6	125 000	50 000	10 000
7	107 143	42 857	7 143
8	93 750	37 500	5 357
9	83 333	33 333	4 167
10	75 000	30 000	3 333
11	68 182	27 273	2 727
12	62 500	25 000	2 273
13	57 692	23 077	1 923
14	53 571	21 428	1 648
15	50 000	20 000	1 428

Varastojen keskiarvon määrittäminen ei ole yksinkertainen toimenpide käytännössä. Tyydyttävään tulokseen päästään kuitenkin käyttämällä tarkasteluhetken varastokeskiarvon määrää. (Hokkanen et al., 2002. s. 156-157)

Varaston kiertoaika ei välttämättä anna haluttua kuvaa varastontason järkevyydestä, vaan varaston riittoa tarkastelemalla saadaan parempi arvio. Varaston riitolla tarkoitetaan aikaa, jonka varasto riittää toimitusten välillä. Riiton laskemiseen käytettävä kaava on esitetty kaavoissa 3 ja 4. (Hokkanen et al., 2002. s. 157)

$$Varaston\ riitto = \frac{\text{Varaston arvo (hankintahinnoin)}}{\text{Vuositarve (hankintahinnoin)}} * 365 \quad (3)$$

tai mikäli kiertonopeus on tiedossa, voidaan laskea seuraavalla tavalla:

$$Varaston\ riitto = \frac{365\ d}{Kiertonopeus} \quad (4)$$

Tilauserän suuruus vaikuttaa yrityksen vaihto-omaisuuden suuruuteen keskivarastoarvon kautta. Optimaalinen tilauserän koko voidaan selvittää optimiostoerän kaavan avulla. Vaikka kaava onkin käyttökelpoinen, se on saanut ansaittua kritiikkiä parametriensa takia, koska toimituserän hankintakustannus sekä vuotuinen varastointikustannus ovat vaikeasti määritettävissä. Kaava ei myöskään ota huomioon kustannusten vaihtelua eikä haluttua palvelutasoa, mutta sen avulla saadaan kuitenkin tyhjää parempi lähtökohta suunnitteluun. EOQ-kaava on esitetty kaavassa 5, jossa C_0 on toimituserän hankintakustannus, D on vuosikulutus, C_i on vuotuinen varastointikustannus ja U on yksikköhinta. (Hokkanen et al., 2002. s. 158)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2*C_0*D}{C_i*U}} \quad (5)$$

Tuotevaraston kykyä vastata tilauksiin voidaan mitata toimitusvalmiusprosentin avulla. Jatkuvasti myöhästyvät ja väärin toimitetut tilaukset voivat aiheuttaa asiakasmenetyksiä. Toimitusvalmisprosentti lasketaan kaavan 6. mukaan. (Hokkanen et al., 2002. s. 158-159)

$$Toimitusvarmuus - \% = \frac{(Kaikki\ toimitetut - Myöhässä\ toimitetut) * 100\ \%}{Kaikki\ toimitetut} \quad (6)$$

Palvelutason määrittäminen, jolla asiakasta halutaan palvella, on myös tärkeää. Kun tietty palvelutaso ollaan saavutettu, kustannukset pyrkivät kasvamaan enemmän, kuin mitä niistä saatava hyöty on. 100 prosentin palvelutasoon pyrkiminen ei siis ole järkevää. Palvelutaso määritetään kaavan 7 mukaan. (Hokkanen et al., 2002. s. 159)

$$Palvelutaso = 1 - \frac{Arvioitu\ vuosittainen\ toimitusmäärä}{Vuosittainen\ kokonaiskysyntä} \quad (7)$$

Taulukko 5: Suorituskyvyn mittarit varastoinnissa (mukaillen Liviu et al. 2009. s. 310)

VARASTON HALLINTA	
MITTARI	**LASKENTA**
Vauriot varastoinnissa	Kokonaisvauriot / Varaston arvo
Varaston riitto	Ka. Kuukauden varaston arvo / Ka. Päivittäinen myynti/kk
Tilan hyväksikäyttö	Ka. Käytetyt neliöt / kokonais varastointikapasiteetti
Vastaanoton tehokkuus	Kokonaisaika vastaanottolaiturilta hyllytykseen tunneissa / Kokonais vastaanotot

VARASTON SUORITUSKYVYN MITTARIT	
MITTARI	**LASKENTA**
Tilauksia tunnissa	Tilauksia keräilty tai pakattu / Kokonaistyötunnit varastossa
Nimikkeitä tunnissa	Nimikkeitä keräilty tai pakattu / Kokonaistyötunnit varastossa
Kustannus per tilaus	Kokonaisvarastointikustannukset / Tilausten kokonaislukumäärä
Kustannusten %-osuus myynnistä	Kokonaisvarastointikustannukset / Kokonaismyynnit

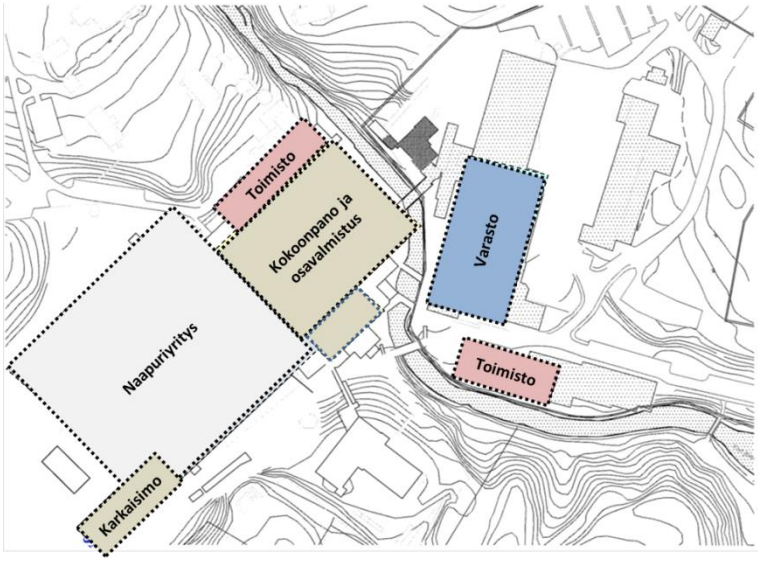
TILAUSTEN TOTEUTUMISTEN MITTARIT	
MITTARI	**LASKENTA**
Toimitukset ajallaan	Ajallaan toimitetut tilaukset / Tilausten kokonaismäärä
Tilausten täyttösuhde	Kokonaisena toimitetut tilaukset / Tilausten kokonaismäärä
Tilausten tarkkuus	Virheettömät tilaukset / Tilausten kokonaismäärä
Tilauksen tahtiaika	Todellinen lähetyspäivämäärä - Asiakkaan tilauspäivämäärä
Täydelliset tilaukset	Täydelliset toimitukset / Tilausten kokonaismäärä

Taulukossa 5. on Liviu et al. tutkimuksessaan esittelemiä mittareita. Liviu et al. tekivät havainnon, että vastaanoton tehokkuutta pystytään kasvattamaan käyttämällä viivakoodinlukijoita hyväksi, jolloin manuaalinen näppäileminen jää pois. Varaston riittojen pienentämiseksi he ehdottivat sopimuksien neuvottelemista uusiksi toimittajien kanssa siten, että valitaan vain sellaisia toimittajia, jotka pystyvät toimittamaan tarpeeksi nopeasti. Myös ABC-analyysin tärkeyttä korostettiin nimikkeiden sijoitteluun liittyen, jotta osataan sijoittaa tärkeät nimikkeet lähelle lähtölaituria. Kun mittareista pystytään havaitsemaan epäkohtia, tulisi ongelmat ratkaista johdon toimesta käyttämällä syy-seuraus suhdetta syiden poistamiseksi. Tärkeimmiksi asioiksi tutkimuksessa mainittiin prosessikuvaukset sekä suorituskykymittarit, jotka täydentävät toisiaan. Kun prosessit ovat selvillä ja niitä seurataan mittareilla, pystytään hallitsemaan kokonaisuutta. (Liviu et al. 2009. s. 311)

4. NYKYTILANNE

Seuraavissa aliluvuissa esitellään tehtaan nykyinen layout sekä varaston prosessien nykyiset toimintatavat tarkemmin prosessikuvausten muodossa, sekä tällä hetkellä käytössä olevaa tekniikkaa käydään myös läpi. Kohdeyrityksessä voidaan selvästi erottaa varaston puolelta neljä eri prosessia, jotka ovat vastaanotto, hyllytys, keräily sekä pakkaaminen. Prosessikuvaukset on laadittu yhteistyössä varaston henkilökunnan kanssa useiden eri haastattelutyylisten tilaisuuksien ohessa, joissa yksi prosessi on käyty kerrallaan läpi.

Kuvassa 13 on havainnollistettu nykyisen tehtaan layoutia. Sinisellä värillä maalattu alue esittää varastoa ja sen alapuolella punaisella oleva alue on toimistotilaa. Näiden rakennuksien vasemmalla puolella kulkee joki, joka erottaa loput kuvassa olevat rakennukset toisistaan. Tehdas on viherharmaalla värjätyistä alueista suurempi ja sen yhteydessä on toinen toimistotila. Pienempi viherharmaa alue käsittää karkaisimon ja sen muusta tehtaasta erottaa naapuriyrityksen tehdasrakennus, joka on kuvaan värjätty harmaalla.



Kuva 13: Nykyisen tehtaan layout

4.1 Varaston rakenne

Nykyinen varasto koostuu vastaanotosta, lavavarastosta, pientavaravarastosta, pakkaamosta sekä lähettämöstä. Varaston rakenne on esitelty liitteessä 5 tarkemmin. Varastopaikat ovat kiinteitä, eli kun nimikettä saapuu varastoon, ERP ehdottaa hyllyttämään aina samalle paikalle. Jos paikalle ei mahdu enempää, tehdään hyllytys johonkin lähellä olevaan vapaaseen paikkaan. Hyllytystä tehdään myös lemppaamalla, eli mikäli hyllytettävä nimike mahtuu samalle lavalle toisten samojen nimikkeiden kanssa, yhdistetään nämä samalle lavalle. Tämä toimintatapa sekoittaa FIFO-periaatteen.

Nykyisen varaston ongelmana on myös se, että varasto on erillään tuotannosta, kuten kuvasta 13 nähdään. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki valmiit keräilyt täytyy kuljettaa ulkotrukilla erikseen varastosta tuotantoon. Matka on useita kymmeniä metrejä ja tämä siirto on tietysti talvella vielä haasteellisempaa. Myös tuotannon puolelta osavalmistuksesta valmistuvat komponentit täytyy kuljettaa varastoon varastoitavaksi, josta ne sitten keräilyn jälkeen kuljetetaan takaisin tuotantoon. Tästä aiheutuu huomattavasti ylimääräistä siirtämistä sekä käsittelykertoja nimikkeille.

Nimikkeet on sijoiteltu lavavarastoon siten, että samanlaiset nimikkeet ovat lähellä toisiaan. Myös eri vaihdesarjojen osat on jaettu eri hyllyihin. Osa varastosta toimii reservivarastona, josta suoritetaan täydennyksiä, kun nimikkeet loppuvat aktiivivarastosta.

Varastossa on reilu 4700 lavapaikkaa, joista käytössä tarkasteluhetkellä oli noin 3700 paikkaa. Varaston täyttöaste on siis 79 %. Vaikka tyhjiä lavapaikkoja onkin varastossa, joudutaan kiinteiden varastopaikkojen takia lavoja jättämään lattialle, mikäli tarvittu varastopaikka on täynnä. Kuvassa 14 on esimerkki tapauksesta, jossa kuvan keskiosassa olevat lavat on jouduttu sijoittamaan lattialle, koska kuvan vasemmassa reunassa näkyvät kohdevarastopaikat ovat täynnä. Samaan aikaan lähellä olisi lähes tyhjä hyllyväli, kuten kuvan oikeasta reunasta ilmenee. Tämä tyhjä väli on varattu tietyille tuotteille, siksi sinne ei hyllytetä muuta.

Kuva 14: Kiinteän lavapaikan problematiikka

Nykytilaa analysoidessa sekä ABC-analyysiä tehdessä selvisi, että varastoon on sitoutunut paljon pääomaa. Varaston riitot olivat joidenkin nimikkeiden kohdalla useita kymmeniä vuosia ja suurin osa tällaisista nimikkeistä kuului vielä C/Z-nimikkeisiin. Näiden nimikkeiden osalta tulisi pyrkiä pienentämään riittoja huomattavasti.

4.2 Materiaalin käsittely

Materiaalin käsittelyssä käytetään vastapainotrukkia, tukipyörätrukkia, pinoamisvaunua sekä työntömastotrukkia. Vastapainotrukilla operoidaan pääasiassa ulkotiloissa, mutta välillä myös sisätiloissa. Muut trukit ovat ainoastaan sisäkäytössä. Pinoamisvaunua, eli "pinkkaria" käytetään lähinnä pakkaamossa ja lähettämössä lavojen siirtelyyn. Pientavarakeräilyssä käytetään keräilyvaunua, jonka päälle osat

kerätään laatikoihin. Materiaalin käsittelyyn liittyvää kalustoa on esitelty tarkemmin liitteessä 1.

Keruualustoina käytetään metallista häkkiä, EUR-lavaa, muovisia ja metallisia laatikoita pientavaralle. Pesua vaativat osat kerätään metallihäkkeihin. Muovisiin laatikoihin laitetaan välilevyjä, jotta pystytään jakamaan laatikko osiin ja metalliset laatikot on jo valmiiksi rakennettu siten, että niissä on lokeroita. Keräilyn kannalta nämä laatikot eivät ole aivan optimaalisimpia, koska laatikoihin keräiltäviä nimikkeitä on enemmän kuin laatikoissa eroteltuja osia. Tämän takia samaan lokeroon joudutaan laittamaan esimerkiksi neljää eri mutteria siten, että jokainen kasataan omaan lokeron kulmaansa. Osat sekoittuvat helposti ja kokoonpanija joutuu tekemään tuplakeräilyä, kun hän erittelee nimikkeet toisistaan ennen asentamista.

4.3 Vastaanotto

Kun vastaanottoon saapuu uusi vastaanottoerä, kuljetetaan tavarat vastaanottoalueelle odottamaan tarkastusta ja vastaanottoa. Vastaanotettavalle tavaralle on määritetty kolme erilaista tarkastustoimenpidettä, jotka ovat visuaalinen tarkastus, käsin mittaaminen ja 3D-mittaaminen. Tarvittava vastaanottotoimenpide on määritetty Excel-listaan, joka on vastaanottotilassa.

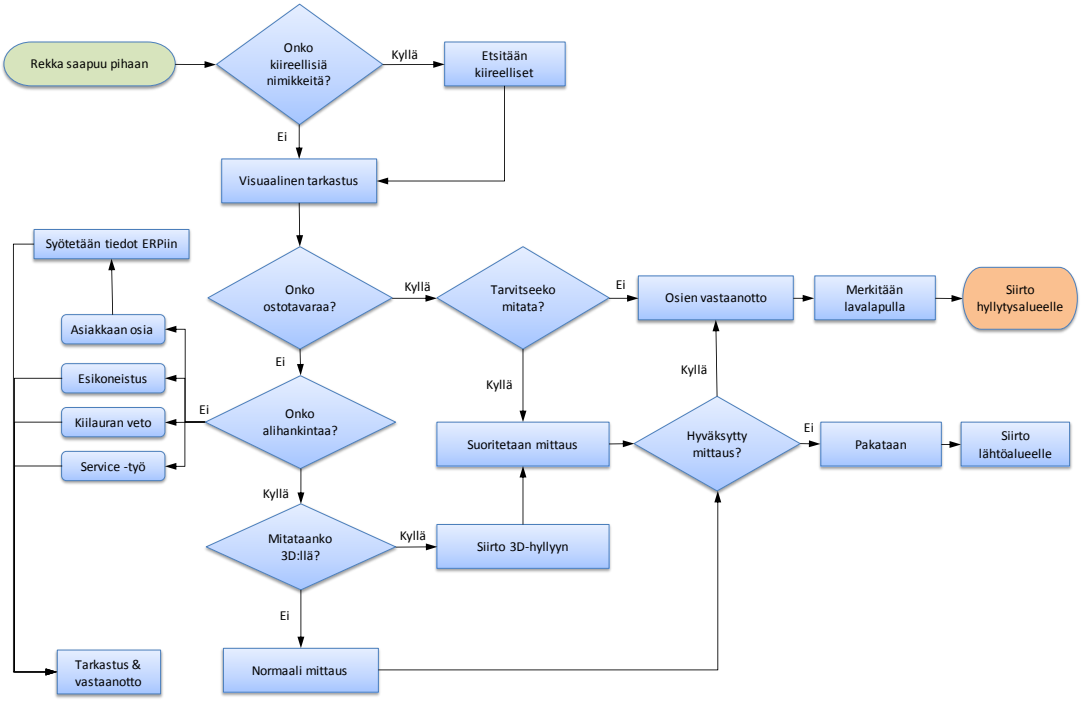
Vastaanottohenkilöt purkavat työkuormaa pääasiassa FIFO:n mukaan toiminnanohjausjärjestelmään (ERP), kirjattujen puutteiden mukaan, sekä osia tarvitsevien ihmisten puhelinsoittojen perusteella. Nämä häiritsevät oleellisesti itse vastaanottotyötä ja näin ollen vastaanotto ruuhkautuu helposti, mikäli kiireellisiä nimikkeitä on vastaanottoerässä paljon.

Kun kaikkia nimikkeitä ei ehditä ottamaan nopeasti vastaan, jäävät ne vastaanoton hyllyihin odottamaan toimenpidettä. Nämä nimikkeet eivät ole näkyvissä ERP:issä ja se puolestaan aiheuttaa lisää häiriöitä vastaanottoon kiireellisten puhelinsoittojen

muodossa, kun osia kaipaavat henkilöt tiedustelevat kaipaamiaan osia, joiden olisi pitänyt jo saapua.

Mikäli uusi vastaanottoerä ehtii saapumaan ennen kuin edelliset on kokonaan vastaanotettu, saatetaan joutua ottamaan uudesta erästä kiireelliset nimikkeet vastaan ennen edellisen erän loppuja nimikkeitä. Tästä syystä vastaanoton läpimenoaika voi olla jopa useita viikkoja. Kun vastaanotto lopulta tehdään järjestelmään, kirjataan saapumiselle lähetteen päivämäärä, mutta todellisuudessa kyseinen nimike voi olla saapunut jo useita viikkoja aiemmin.

Vastaanoton nykyinen prosessimalli on esitetty kuvassa 15. Vastaanotto on melko monimutkainen prosessi, joka pitää sisällään monia tilanteesta riippuvia, haarautuvia toimintamalleja, kuten prosessikaaviosta voidaan todeta. Vastaanottoon liittyy kaiken lisäksi paljon tietotaidon tarvetta, eikä tehtävää pysty kunnolla hoitamaan ilman kokemusta.



Kuva 15: Nykyinen vastaanottoprosessi.

Vastaanoton läpimenoaikaa hidastaa oleellisesti myös mitattavien tuotteiden määrä. Hyvin moni nimike tutkitaan ensin silmämääräisesti, jonka jälkeen suoritetaan vielä fyysinen mittaus. Fyysinen mittaus voi olla esimerkiksi porattujen reikien syvyyksien ja etäisyyksien tarkastelua teknisten piirustuksien mukaan, kierteiden mittaamista sekä toleranssien tarkastamista. Vastaanoton päiväkohtaiset rivimäärät on esitetty taulukossa 6. Ostotilausrivi voi jakautua moneen vastaanottoriviin. Yhdellä vastaanottorivillä käsitellään yhden toimituserän koko saapuva määrä.

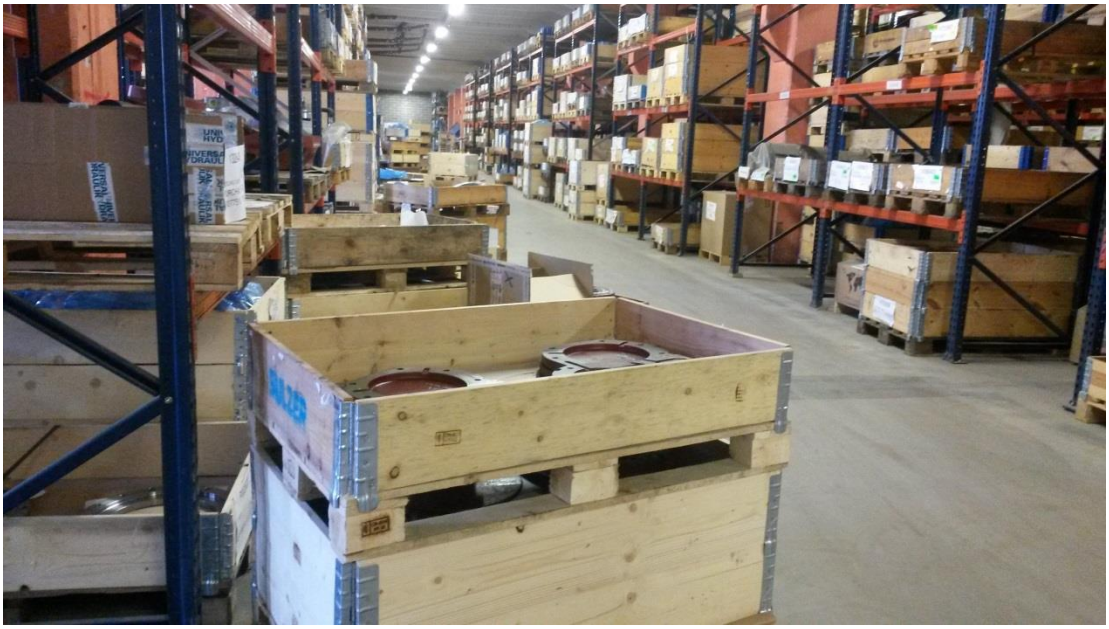
Taulukko 6: Vastaanotetut rivimäärät vuonna 2013

Vuosi/kk	Vastaanotetut rivit	Vastaanotetut rivit / pv
2013/01	1612	73
2013/02	1518	69
2013/03	1457	66
2013/04	1825	83
2013/05	1748	79
2013/06	1563	71
2013/07	1500	68
2013/08	1377	63
2013/09	1382	63
2013/10	1578	72
2013/11	1596	73
2013/12	1257	57

Kun saapunut lähete on todettu tilauksen mukaiseksi, kirjataan nimikkeet vastaanotetuiksi ERP:iin. Tämän jälkeen lavat merkataan printtaamalla Microsoft Accessiin luotua raporttia hyväksi käyttäen päätylaput. Päätylapuissa lukee nimikkeen numero, nimi, vastaanottopäivä sekä nimikkeen kiinteä varastopaikka.

Seuraavaksi lavat siirretään varaston käytävään hyllyjen eteen lattialle odottamaan hyllyttäjää. Tämä toimintamalli aiheuttaa ongelmia, koska käytävä tukkeutuu helposti jos hyllyttäjä ei ole välittömästi purkamassa kuormaa. Kuormalavat tukkivat myös pääsyn monelle varastopaikalle ja tämä aiheuttaa ylimääräisiä siirtoja, kun kerääjä

joutuukin siirtelemään hyllytystä odottavia lavoja pois tieltä. Kuvassa 16 on kuvattu tilanne, jossa lavat ovat käytävällä odottamassa hyllytystä.



Kuva 16: Kuormalavat odottamassa hyllytystä.

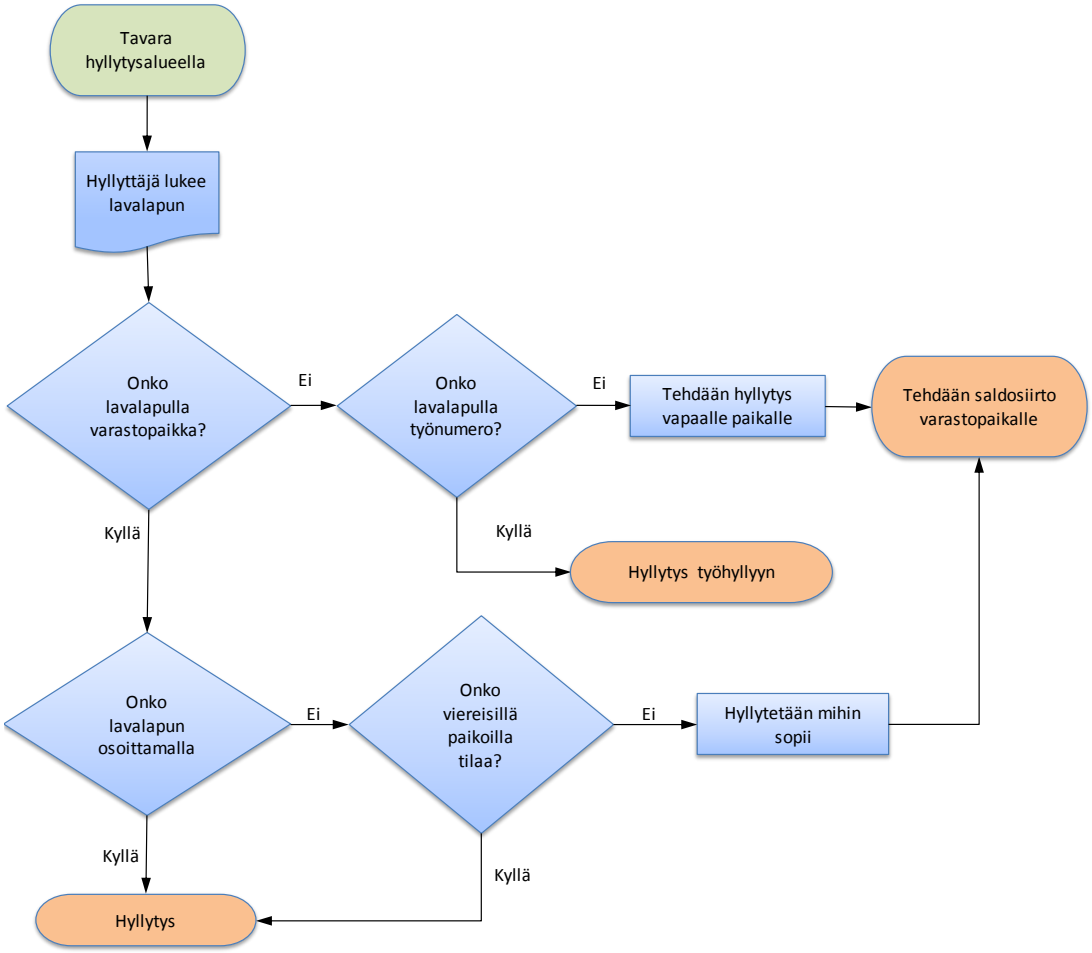
Jos osaa ei pakata lavalle, vaan se on ns. ”työlle ostettu” yksittäinen osa, printataan sille myös erillinen lappu, jossa lukee samat tiedot kuin lavalapussa. Tämä yksittäinen osa viedään erilliseen hyllyyn, jossa nämä työlle ohjatut nimikkeet ovat hyllyssä sekalaisessa järjestyksessä odottamassa keruuta.

4.4 Hyllytys

Hyllytyksen käynnistävänä impulssina on kerääjän näköhavainto, että käytävälle on ilmestynyt lavoja lattialle. Hyllyttäjä tarkastaa ensimmäiseksi, löytyykö lavasta lavalappu. Mikäli lappu löytyy, hyllyttäjä suunnistaa lapussa lukevalle varastopaikalle. Jos kyseinen varastopaikka on vapaa, hyllytetään lava siihen. Jos paikka on varattu, etsitään tyhjää paikkaa mahdollisimman läheltä lappuun merkittyä alkuperäistä lavapaikkaa. Jos läheltä löytyy tyhjä paikka, hyllytetään lava siihen.

Mikäli lavalla ei ole lavalappua, mutta siihen on merkitty tietyn työn numero, hyllyttäjä siirtää lavan suoraan työhyllyyn odottamaan siirtoa tuotantoon. Jos taas lapulla ei lue työnumeroa eikä varastopaikkaa, etsitään lavalle tyhjä paikka ja hyllytetään lava.

Kun hyllytykset on tehty, seuraavaksi tehdään saldosiirrot varastopaikoille ERP:issä. Tämä vaihe on kohtalaisen haasteellinen, koska jos sellaisia hyllytyksiä on paljon, jotka ovat lavalapusta poikkeavissa paikoissa, on varastopaikan oikaisu varastotyöntekijän vastuulla. Nämä kirjaukset tehdään manuaalisesti ERP:iin ja näin ollen myös poikkeamat hyllytyksessä merkitään paperille. Nämä työvaiheet ovat aikaa paljon vieviä ja jos varastossa on kova kiire, saatetaan nämä ”ylimääräiset” kirjaukset jättää tekemättä. Tästä tietenkin seuraa harmia keräilyä ajatellen, kun lavaa etsitään sille merkitystä kiinteästä paikasta, mutta lavaa ei olekaan juuri kyseisellä paikalla. Hyllytysprosessi on esitelty kuvassa 17.



Kuva 17: Nykyinen hyllytysprosessi.

4.5 Keräily

Keräily vaihteiden kokoonpanoa varten saa impulssin aloitukseen siitä, kun kokoonpanon työnjohtaja vaihtaa kyseessä olevan työn statuksen ERP:issä tilaan ”keräily”. Työnjohtaja tarkastaa myös osien riittävyydet suunnitellulle työlle. Mikäli osat löytyvät varastosaldoilta, luodaan varaston puolella keräilylistat keräiltävissä olevista töistä ja ne printataan valmiiksi lokeroon.

Keruu alkaa, kun keräilijä ottaa keräilylistan lokerosta, merkitsee ERP:iin keruun aloitetuksi ja aloittaa keräämään ensin pestävät osat, jotka keräillään metallisiin häkkeihin. Keräily jakautuu kolmeen erilaiseen keruutyyliin:

- Keruu käsin lavavarastosta trukkia hyödyntämällä
- Keruu lavavarastosta trukkia sekä nosturia hyödyntämällä
- Keruu käsin pientavaravarastosta keräilykärryyn

Kun osat ovat käsin keräiltävissä lavavarastossa, käytetään trukkia liikkumiseen, lavojen ottamiseen hyllystä sekä niiden laittamiseen takaisin hyllyyn. Trukkikuski kuljettaa keräilyalustaa trukin haarukoissa mukana kokoajan. Jos keräiltävät osat ovat liian painavia käsin nostettavaksi, otetaan kuormalava hyllystä alas ja viedään se trukilla puominosturin viereen, jonka jälkeen tarvittavat osat siirretään nosturia apuna käyttäen keruuhäkkiin tai keruulavalle. Tämän jälkeen palautetaan lava, josta keräiltiin, takaisin varastoon.

Työstettyjen osien ruostesuojauksessa käytetään työstönesteitä, jotka sisältävät myös koneistuksessa irronnutta metallia. Tämän takia likaiset ja öljyiset osat pestään ennen niiden viemistä kokoonpanoon. Kun häkki on saatu kerättyä täyteen, viedään se trukilla pesukoneeseen. Yhden häkin pesu kestää noin 8 minuuttia.

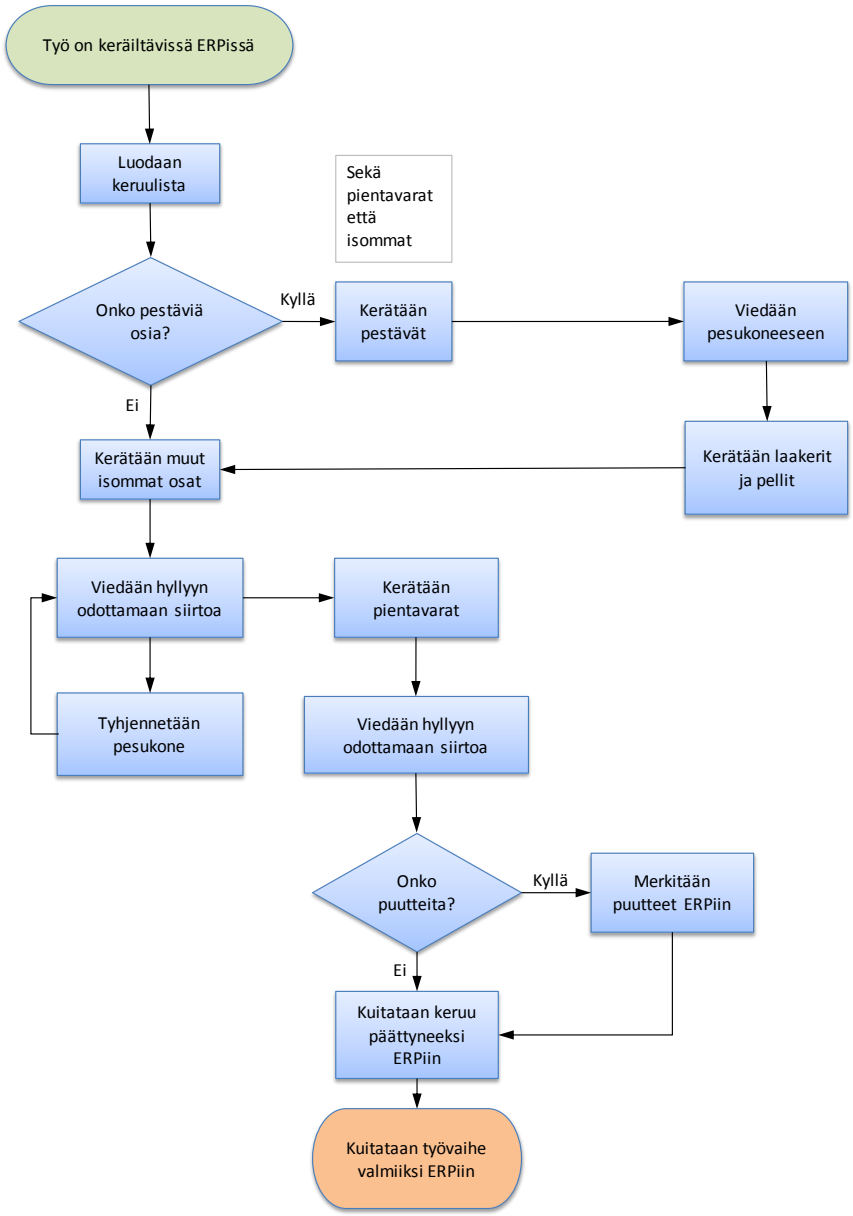
Sillä aikaa kun kone pesee, kerätään lisää pestäviä osia, mikäli niitä on vielä jäljellä. Kun pestävät osat on kerätty, siirretään häkit tuotantoon siirtoa odottavalle paikalle. Tämän jälkeen siirrytään keräämään lavavarastosta muita isompia nimikkeitä, joita ei tarvitse pestä. Nämä myös siirretään odottamaan tuotantoon siirtoa kerättyjen pestyjen häkkien vierelle. Viimeisenä kerätään pienimmät nimikkeet pientavaravarastosta keräilykärryä hyödyntäen.

Lopuksi kaikki keräiltävät nimikkeet on siirretty varastopaikalle, joka on tarkoitettu tuotantoon siirtoa odottaville lavoille. Keräilijä merkkaa ERPiin mahdolliset osapuutteet ja raportoi keruun valmiiksi. Ulkotrukkia ajavat henkilöt seuraavat hyllyyn siirrettyjä valmistuneita keräilyjä ja siirtävät lavoja sitä mukaa tuotantoon.

Ohjaus tapahtuu siis visuaalisesti. Jos kyseessä olisi komponenttikeräily, eli asiakkaalle lähetettävien osien keräily, toimitaan muuten samoin kuin tuotantoon kerättäessä, paitsi että pesua ei suoriteta ja kerätty kohde siirretään pakkaamon hyllyyn odottamaan pakkausprosessia.

Keräilyssä käytetään normaalisti tukipyörätrukkia, mutta jos keräiltävä lava on korkeammalla kuin mitä tukipyörätrukin nostokorkeus on, käytetään työntömastotrukkia. Nykyisellä toimintatavalla lavan käsittelykertoja tulee hyvin monta yhden keruutehtävän aikana, koska keräilijä kuljettaa aina trukin haarukoissa mukana keräilyalustaa ja hän joutuu aina laskemaan alustan alas, kun alkaa nostamaan toista lavaa hyllystä. Kun vielä joudutaan kuljettamaan lava nosturin luokse, joudutaan pahimmassa tapauksessa hakemaan erikseen keräilyalusta nosturin luokse.

Keruuprosessi on kuvattu prosessikaaviona kuvassa 18 ja taulukossa 7 on esitetty vuonna 2013 keräiltyjen rivimäärien jakauma asiakastoimitusten ja omaan tuotantoon keräiltyjen rivien välillä. Kalenterivuoden aikana kohdeyrityksessä kirjattiin varastotapahtumia yli 10 000 eri nimikkeelle, joten aktiivisia nimikkeitä on hyvin paljon.



Kuva 18: Nykyinen keruuprosessi.

Taulukko 7: Keräillyt rivimäärät vuonna 2013.

Vuosi/kk	Lähetettyjä rivejä	Tuotantoon kerättyjä rivejä	Yhteensä	Lähetetyt rivit / pv	Tuotantoon rivit / pv
2013/01	2 552	7 704	10 256	116	350
2013/02	2 115	5 841	7 956	96	266
2013/03	2 497	5 722	8 219	114	260
2013/04	2 850	6 760	9 610	130	307
2013/05	2 622	6 370	8 992	119	290
2013/06	2 967	7 391	10 358	135	336
2013/07	2 123	7 460	9 583	97	339
2013/08	2 066	6 586	8 652	94	299
2013/09	2 273	5 992	8 265	103	272
2013/10	2 094	7 945	10 039	95	361
2013/11	2 478	6 463	8 941	113	294
2013/12	1 853	5 569	7 422	84	253

Nykyisen toimintatavan mukaan tehtaalla valmistetaan vaihteita sarjoina, joten keräily tapahtuu myös isoissa sarjoissa. Tämä saattaa isoimpien sarjojen osalta tarkoittaa sitä, että pelkästään pestäviä häkkejä voi tulla kymmenisen kappaletta. Yhden sarjan keräämiseen voi mennä enemmän kuin yksi työpäivä. Lavat tarvitsevat myös paljon tilaa tuotannosta, kun ne siirretään sitä mukaa kohdepaikkaan kun keruu on saatu valmiiksi.

Lavan käsittelyä työntömastotrukilla eri korkeuksilta analysoitiin videoinnin avulla. Kokenut työntekijä suoritti kolme koekeruuta alimmalta tasolta, keskimmäiseltä tasolta sekä aivan korkeimmalta tasolta. Alin taso on lattialla, keskimmäinen hyllytaso alhaalta laskettuna kuudes orsi on 4,2 metrissä ja korkein taso 7,5 metrissä, kymmenennellä orrella alhaalta laskettuna. Ajan laskeminen aloitettiin, kun trukki alkoi suorittaa tehtävää ja laskeminen lopetettiin, kun haarukat olivat alhaalla ja trukki olisi valmis seuraavaan tehtävään. Kellotuksen perusteella keruuajat olivat seuraavat:

- lattiatasolta 11 sekuntia
- keskitasolta 35 sekuntia

- ylimmältä tasolta 50 sekuntia

Lavan hyllyttämiselle otettiin myös vastaavalla tavalla aika. Kello käynnistyi kun lavan käsittely alkoi, ja kello pysäytettiin kun trukki olisi valmis aloittamaan seuraavan tehtävän. Hyllytysajat olivat seuraavat:

- lattiatasolle 8 sekuntia
- keskitasolle 39 sekuntia
- ylimmälle tasolle 52 sekuntia

Yhteenlasketut ajat eri lavan käsittelylle eri korkeuksille ovat siis seuraavat:

- lattiataso 19 sekuntia
- keskitaso 74 sekuntia
- ylin taso 102 sekuntia

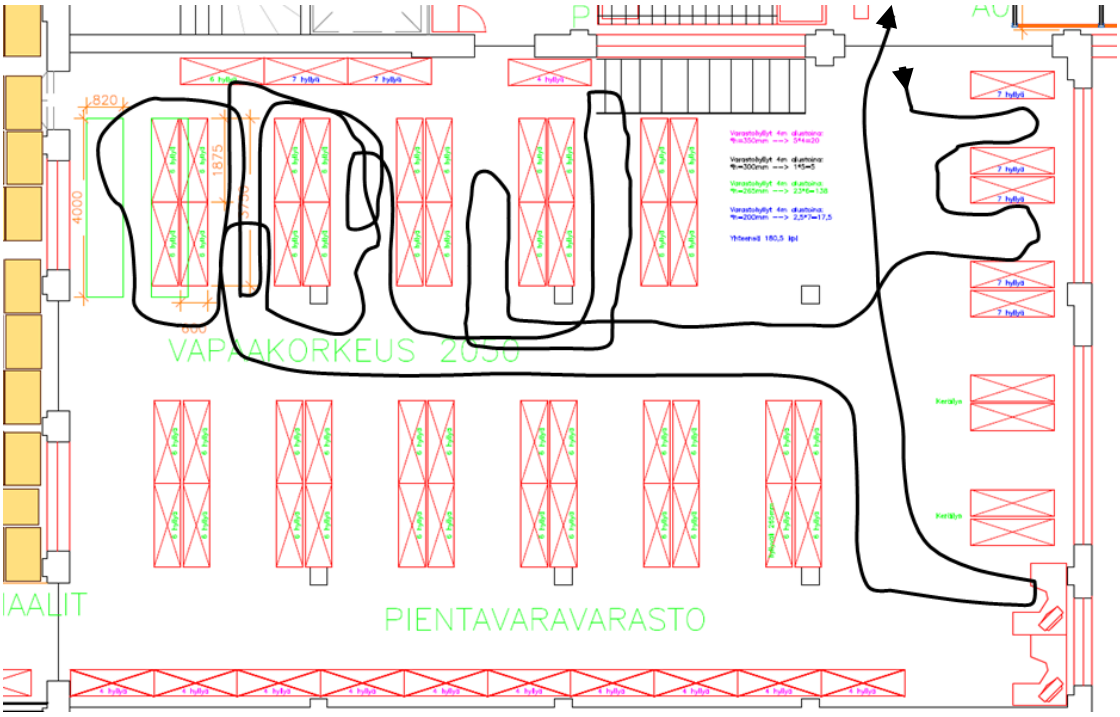
Analyysi ei pidä sisällään nimikkeen keräilemistä, vaan ainoastaan lavan käsittelyn. Kokeen suorittanut työntekijä oli erittäin kokenut työntömastotrukin käsittelijä, joten suoritukset ovat todella nopeita. Varastotyöntekijöistä ainoastaan kyseinen henkilö käyttää paljon työntömastotrukkia, joten jos keruun suorittaa muu henkilö, voidaan perustellusti olettaa etenkin ylimmältä tasolta suoritettavaan nostoon ja laskuun kuluvan moninkertainen aika.

Analyysistä voidaan päätellä, että korkeimmalla tasolla operoiminen vie yli viisinkertaisen ajan verrattuna alimmalla tasolla operoimiseen. Keskitasolla operoiminenkin kuluttaa hieman alle nelinkertaisen aikamäärän lattiatason operointiin verrattuna. Trukin haarukoiden liikuttaminen pystysuunnassa vie huomattavan suuren määrän ajasta.

Keruutyöskentelyä analysoitiin myös kuvaamalla useita keruutapahtumia alusta loppuun. Pientavarakeruussa keruuteho vaihteli 100-200 riviä tunnissa, riippuen nimikkeiden löytymisestä varastosta. Tämä teho on mitattu siten, että työntekijä tekee ainoastaan keruuta alusta loppuun ilman häiriöitä tai taukoja. Sadan rivin teholla

jouduttiin keruulistoja pyörittelemään edestakaisin jonkun verran kun kaikkia nimikkeitä ei joko löytynyt heti, tai sitten niitä ei ollut varastossa ollenkaan. Pientavarakeräilyn kokonaisajasta noin 10 % meni paperien selailuun ja tavaroiden etsimiseen.

Edestakaista kävelyä jouduttiin tekemään, koska osa nimikkeistä oli eri paikoilla, kuin mitä keruulistalla luki. Rivit eivät ole järjestetty listoille varastopaikkojen mukaisesti, joten se aiheuttaa myös ylimääräistä kävelyä, kun ei huomattukaan että seuraavalla sivulla olisi ollut samassa käytävävälikössä olevaa nimikettä. Keruun jälkeen suoritetaan keruun valmiiksi kuittaus ERP:iin, johon kuluu aikaa noin 6 % kokonaiskeruun ajasta. Kuvassa 19 on esitetty esimerkkikeruun reitti pientavarakeräilyn osalta. Lavavarastokeräilyssä keruuteho analyysien perusteella oli 40-45 riviä tunnissa.



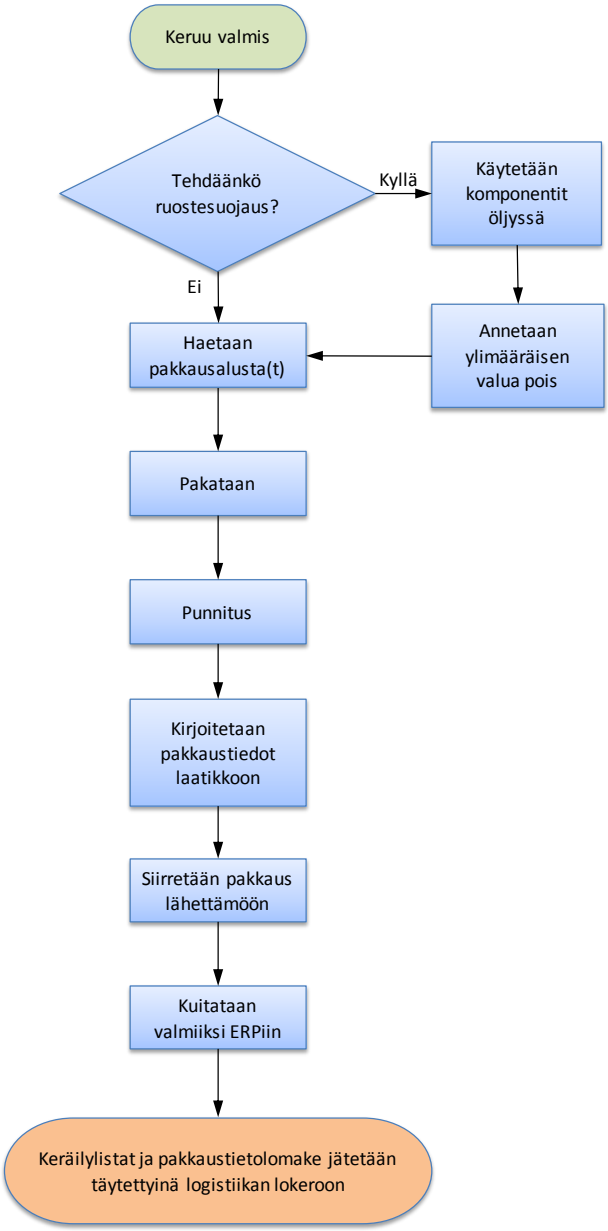
Kuva 19: Pientavarakeruun keräilyreitti

4.6 Pakkaus ja lähettäminen

Pakkausprosessi alkaa siitä, kun keräily on saatu valmiiksi ja pakattavat osat ovat pakkaamon hyllyssä. Mikäli osat vaativat ruostesuojauksen, pitää osat upottaa metallihäkissä öljyyn ja sen jälkeen se jätetään pariksi tunniksi valutusalueelle, jotta ylimääräinen öljy valuu pois, sekä öljy ehtii luomaan suojakerroksen korroosiota vastaan. Tämän jälkeen haetaan pakkausalustat sekä muut pakkausmateriaalit ja sahataan mahdollisesti tarvittavat lankun pätkät pakkauksen tukemiseen.

Kun osat on pakattu, punnitaan pakkausyksikkö ja kirjataan tiedot paketin kylkeen sekä pakkaustietolomakkeelle. Pakkaaja merkitsee vielä keruulistaan, mihin laatikkoon on pakannut mitäkin nimikkeitä. Valmis paketti siirretään lähettämöön odottamaan kuljetusasiakirjojen laatimista sekä kuljetuksen tilaamista.

Pakkaaja jättää lähettämön seinällä olevaan lokeroon pakkaustietolomakkeen sekä keräilylistat täytettyinä. Tämän jälkeen ERP:iin merkataan työ pakatuksi, jonka jälkeen logistiikkakoordinaattori näkee, että työn status on muuttunut ja hän voi noutaa paperit lähettämöstä. Kuljetukset tilataan pakkaustietolomakkeen sekä keräilylistojen perusteella. Pakkausprosessi on esitelty prosessikuvauksena kuvassa 20. Pakatut ja lähetetyt rivit vuonna 2013 on esitelty taulukossa 7 otsikon ”Lähetettyjä rivejä” alla.



Kuva 20: Nykyinen komponenttipakkausprosessi

4.7 Käytössä oleva tekniikka

Varastossa ei ole käytössä moderneja, toimintaa helpottavia sähköisiä työkaluja, kuten tabletteja tai viivakoodinlukijoita. ERP:istä saadaan kaikki tieto ja jonkun on täytynyt ne sinne manuaalisesti syöttää. Keruulistat printataan aina paperille. Keruun yhteydessä papereihin kuitataan aina kerätyt osat valmiiksi. Logistiikka-osasto kirjaa vielä papereihin kirjattuja merkintöjä tietojärjestelmään kuljetusten ja laskujen laatimisten yhteydessä. Tämä prosessi olisi tehokkaampi, mikäli tiedot syötettäisiin suoraan järjestelmään, ilman papereihin kirjaamisia ja edelleen saman tiedon kirjoittamista ERP:iin.

4.8 Varastopaikkarakenne

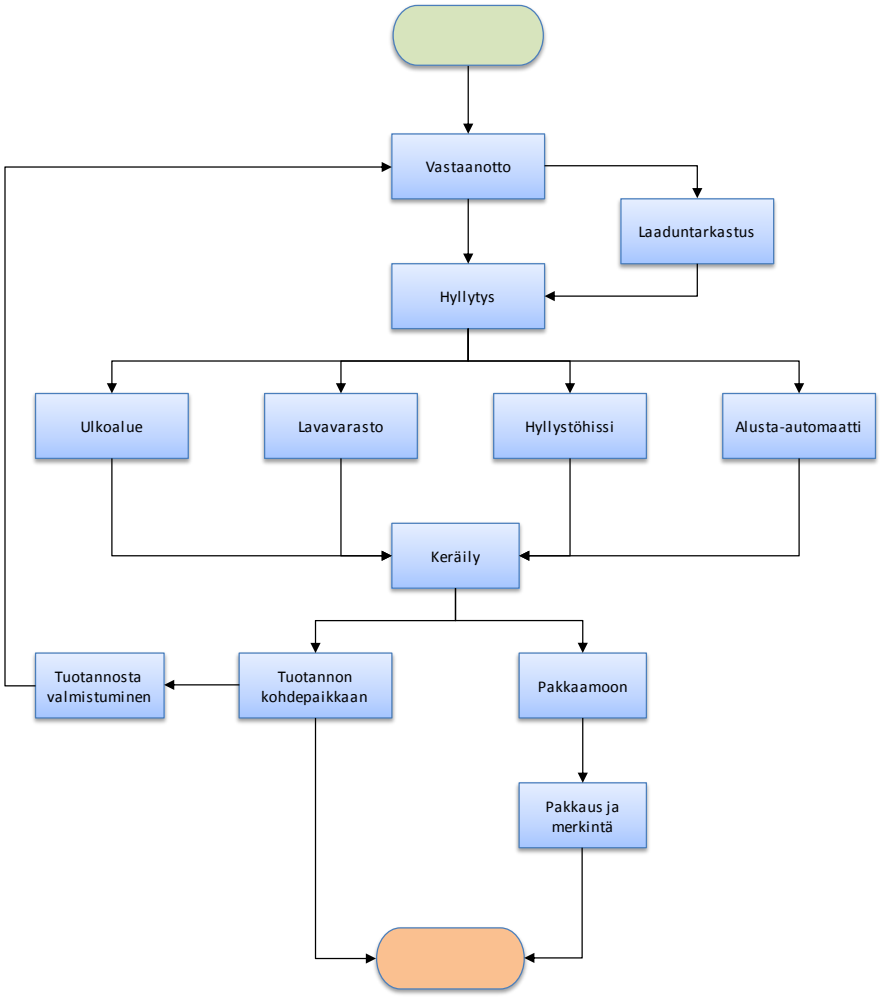
Nykyisessä mallissa nimikkeet on järjestetty varastoon pääasiassa tuoteryhmittäin sekä nimikekoodin mukaan. Varastossa on eri alueita, kuten A-, B-, C-, D-, E-, F- ja G-alueet. Alueet on nimetty siinä järjestyksessä, miten keruu etenee. Eli keruu alkaa A-varastosta ja loppuu G-varastoon.

Varastossa on myös aktiivipaikkoja, joista keruu tapahtuu. Jokaisella nimikkeellä on yksi keruupaikka. Nimikkeillä on myös reservipaikkoja, eikä niillä ole nimikekohtaisia rajoituksia. Aktiivi- ja reservipaikat on jaettu siten, että korkealavavaraston kuusi alinta tasoa ovat aktiivipaikkoja ja neljä ylintä tasoa ovat reservipaikkoja. Neljälle ylimmälle tasolle operointiin tarvitaan työntömastotrukkia, joten työntömastotrukin käyttäjän vastuulla on nimikkeiden hyllyttämiset reservipaikoille sekä siirtämiset reservipaikoilta aktiivipaikoille.

Varastopaikat ovat merkitty siten, että esimerkiksi A-07-13-210 –merkinnässä ensimmäinen kirjain tarkoittaa varaston aluetta ”A”, seuraava numero ”07” tarkoittaa hyllykäytävää, ”13” on varastopaikka ja ”210” tarkoittaa hyllykorkeutta. Käytävän vasemmalla puolella on parittomat ja oikealla puolella parilliset lavapaikat. Hyllykorkeus on maasta mitattu paikan korkeus senttimetreissä.

5. UUDISTUNUT TOIMINTAMALLI

Tässä luvussa käydään läpi projektin aikana uudistettua toimintamallia. Uudistuneen toimintamallin mukainen prosessikaavio on esitetty kuvassa 21. Kuvassa esitetään varastohallintajärjestelmän käyttöönoton jälkeistä prosessin etenemistä.



Kuva 21: Uudistunut toimintamalli

5.1 Varastonhallintajärjestelmän määrittely

Varastonhallintajärjestelmän hankinta aloitettiin ohjelmiston määrittelyllä. Määrittely tehtiin yhteistyössä ohjelmistotalon konsulttien kanssa ja se jakautui kahdelle eri työpäivälle. Määrittely on erittäin tärkeä osa koko ohjelmiston hankintaprosessissa, kuten Forselius luvussa 2 korosti. Määrittelyyn suhtauduttiin heti alkuun vakavasti ja siihen panostettiin. Palavereihin kutsuttiin aina käsiteltävän osa-alueen parissa työskenteleviä ihmisiä, joilla on kyseisen prosessin tarkin tietämys.

Ensimmäisenä päivänä käytiin läpi nykyisten toimintaprosessien kuvaukset. Nämä prosessit esiteltiin tarkemmin luvussa 4. Vastaanotto ja hyllytys olivat keskeisimmät läpikäytävät prosessit ensimmäisen päivän aikana. Uudistuneen toimintatavat mukaisen vastaanottoerän luomisesta lähdettiin liikenteeseen. Tämä piti sisällään tavaran fyysisen vastaanoton sekä lavojen merkitsemiset lavatarroilla viivakoodinlukijoita varten. Myös eri toimintamallit tarkastukseen liittyvissä laatuprosesseissa käytiin läpi. Tässä määriteltiin, että nimikkeitä tulee pystyä luokittelemaan eri tilakoodien avulla, jotta esimerkiksi asiakkaalta tulevat epäkurantit tavarat voitaisiin erottaa kurantista tavarasta.

Heti alusta lähtien päätettiin, että tulevassa varastossa ei enää olisi pääasiassa kiinteitä varastopaikkoja, kuten ennen on ollut. Uusi toimintamalli tulisi perustumaan dynaamiseen varastointiin, jossa tuotteella voi olla useampia varastopaikkoja. Varastopaikat voivat muuttua tilanteen mukaan. Esimerkiksi samaa nimikettä voi olla alusta-automaatissa pienissä määrissä ja hyllystöhississä täysi lavallinen. Heti alkuun tehtiin myös selväksi, että tavoitteena on siirtyä paperittomaan keräilyyn.

Määrittelyvaiheen alussa oli jo päätetty, että alusta-automaatteihin tullaan investoimaan. Kasvavien rivimäärien vuoksi tulevaisuudessa keräilytehokkuus on erittäin tärkeässä asemassa. Automaattiin hyllyttäminen on tehokkainta viivakoodinlukijaa sekä teollisuustablettia hyödyntäen, joten näitä koskevat investointipäätökset myös tehtiin aikaisessa vaiheessa.

Toisen päivän aikana keskityttiin keräilyprosessin nykytilaan sekä tulevan toimintamallin määrittämiseen. Ohjauksen perusteita selvitettiin, sekä ohjaukseen vaikuttavia tietoja määriteltiin. Tuotantotilausten keräilyn ohjaavaa tekijää jouduttiin miettimään tarkasti, koska yksiselitteistä ja välittömästi toimivaa ratkaisua ei löytynyt. Vaihtoehtoina olivat ohjaus töiden vaiheistukseen liittyvien ajoituksien perusteella, nimikkeen nimikeryhmän ja positionumeron (nimikkeen vakioitu numero tuotteen valmistusrakenteessa, josta ilmenee nimikkeen tyyppi ja käyttötarkoitus) perusteella, tai työhön kohdistuvan resurssin perusteella.

Aluksi lähdettiin selvittämään positioihin perustuvaa ohjaustapaa, mutta tutkimusten perusteella tämä vaihtoehto jouduttiin hylkäämään. Tietyn vaihdesarjan sisäinen ohjaus positioiden perusteella olisi onnistunut, mutta eri vaihdesarjojen välillä myös positionumerot vaihtelivat. Ratkaisua mietittiin suunnittelijoiden kanssa ja selvitettiin, jos nämä positiovaihtelut olisi mahdollista oikaista standardoimalla työn perustamisen yhteydessä luotavat positiot. Tämä vaihtoehto jouduttiin kuitenkin hylkäämään, koska se todettiin liian työlääksi, eikä tarvittavia resursseja muutoksien tekemiseen ollut saatavilla.

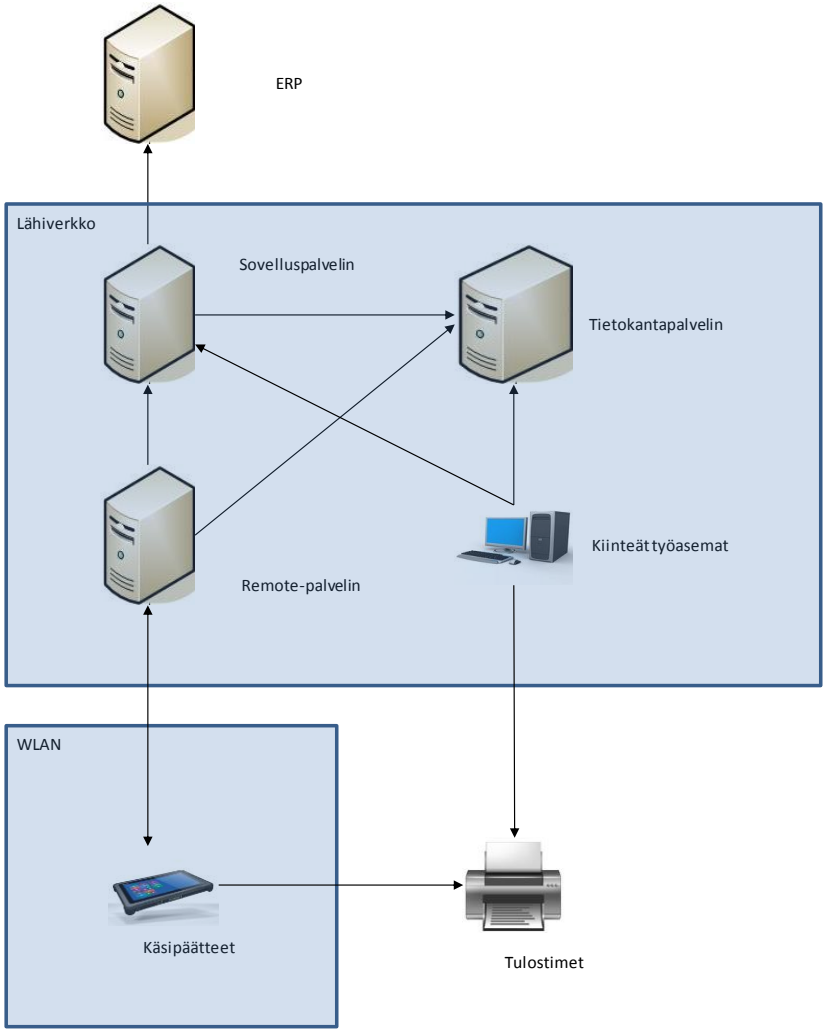
Seuraavaksi selvitettiin nimiketyypin mahdollista käyttöä ohjauksessa, mutta tämäkin todettiin riittämättömäksi ohjausperusteeksi yksistään. Samaa nimiketyyppiä, kuten esimerkiksi kiiloja, voidaan tarvita kokoonpanossa ja varustelussa. Nämä ovat kaksi fyysisesti eri prosessin vaihetta, sekä ne tapahtuvat eri aikaan.

Lopulta selvimpänä keräilyn ohjausvaihtoehtona havaittiin olevan työn vaiheen resurssiin perustuva tieto. Työ jakautuu eri vaiheisiin, joita voi olla 12 kappaletta. Jokaisen vaiheen takana on aina joku resurssi kuormitettuna.

Pesua vaativat osat tuli myös saada ohjattua erikseen keräiltäväksi. Tähänkään ei ollut saatavilla yksiselitteistä vastausta, joten monia eri vaihtoehtoja käytiin läpi. Lopulta päätettiin, että toiminnanohjausjärjestelmään otetaan käyttöön uusi kenttä, johon ajetaan massa-ajona jokaiselle nimiketyypille merkki, mikäli se tarvitsee pestä.

Määrittelyssä kuvattiin yleisellä tasolla rajapinta ERP:in ja WMS:n välillä. Pääjärjestelmänä toimii myös tulevaisuudessa ERP ja sen vastuulla on merkittävien tietojen, kuten nimiketietojen, ostotilausten, tuotantotilausten ja myyntitilausten hallinnointi. Näitä tietoja siirretään rakennettavan rajapinnan kautta ERP:istä WMS:ään.

Saldojen hallinta perustuu nimiketietoihin ja nimikkeen perustaminen on edellytys vastaanottamiselle ja keräämiselle. WMS:n vastaanottoa ohjataan ostotilauksen tietojen perusteella, oleellisimpina tietoina ostotilausnumero sekä ostotilauksen sisällön kuvaavat ostotilausrivit. Keräilyn ohjaus perustuu myyntitilauksen tietoihin, oleellisimpina tietoina tilatun nimikkeen koodi sekä tilattu määrä. Tuotantoon keräily edellyttää tuotantotilauksen tietojen siirtämistä, kuten keräilyn kohdepaikan tiedot sekä keräiltävät tuotteet ja määrät. Dataa välitetään XML-tyyppisten sanomien avulla järjestelmien välillä. Varastonhallintajärjestelmän rakenne on kuvattu kuvassa 22.

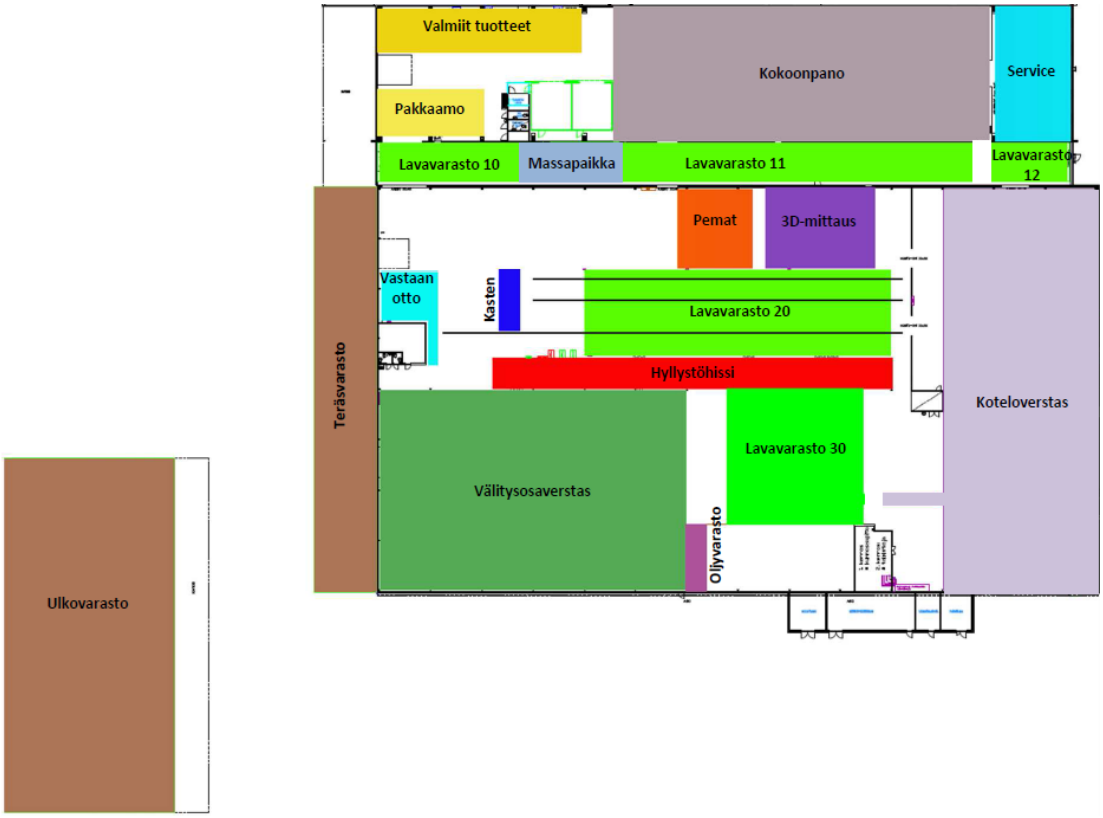


Kuva 22: Varastonhallintajärjestelmän rakenne

5.2 Varaston rakenne

Varastoa lähdettiin tietojärjestelmän näkökulmasta mallintamaan siten, että varasto jaettiin erilaisiin varastoalueisiin, jotka on esitetty kuvassa 23. Jokainen alue, johon pitää pystyä varastoimaan tavaraa, tulee kuulua johonkin varastoalueeseen. Sama sääntö koskee alueita, joista täytyy tehdä keräilyä, tai johon keräillyt nimikkeet siirretään. Varastoalue voi sisältää kuormalavahyllyjä, jolloin tiedetään tarkasti millä paikalla tietty nimike on. Jos varastoalueella ei ole hyllyjä ollenkaan, on alue

”massapaikka”, eikä nimikkeen tarkkaa sijaintia ole määritetty. Hyllyllisiä alueita ovat kaikki lavavarastot, vastaanotto, ulkovarasto, teräsvarasto ja hyllystöhissi.



Kuva 23: Uudet varastoalueet

Joillekin alueille mallinnettiin valmiiksi hyllyjä, vaikka niitä ei aluksi otetakaan varastohallintajärjestelmän mukaan käytettäväksi. Kun hyllyt on valmiiksi mallinnettuna, voidaan ne nopeasti muutamaa ohjelman asetusta muuttamalla ottaa osaksi varastoa, johon kohdistuu keruu- ja hyllytystoimintaa. Varastoalueella voi olla sekä mallinnettua kuormalavahyllyjä että massapaikka, kuten vastaanotossa on.

Hyllyjen orret jaettiin erilaisiin paikkatyyppiluokkiin. Jokaisen paikan tulee kuulua johonkin paikkatyyppiin, jotta sille voidaan kohdentaa keräilyä tai hyllytystä.

Paikkatyyppi antaa varastopaikalle rajoituksia esimerkiksi varastoitavan tavaran mittoihin ja painoon liittyen. Eri paikkatyypit on esitelty taulukossa 8.

Taulukko 8: Paikkatyypit

Paikkatyyppi	Leveys	Korkeus	Syvyys	Kuvaus	Kantavuus
ORSI-1825-500	1825	500	1200	Orsipaikka max 2 EUR-lavaa	2000
ORSI-1825-700	1825	700	1200	Orsipaikka max 2 EUR-lavaa	2000
ORSI-1825-900	1825	900	1200	Orsipaikka max 2 EUR-lavaa	2000
ORSI-1825-1000	1825	1000	1200	Orsipaikka max 2 EUR-lavaa	2000
ORSI-2700-500	2700	500	1200	Orsipaikka max 3 EUR-lavaa	3000
ORSI-2700-700	2700	700	1200	Orsipaikka max 3 EUR-lavaa	3000
ORSI-2700-900	2700	900	1200	Orsipaikka max 3 EUR-lavaa	3000
ORSI-2700-1000	2700	1000	1200	Orsipaikka max 3 EUR-lavaa	3000
ORSI-2700-1500	2700	1500	1200	Orsipaikka max 3 EUR-lavaa	3000
ORSI-3600-700	3600	700	1200	Orsipaikka max 4 EUR-lavaa	4000
ORSI-3600-900	3600	900	1200	Orsipaikka max 4 EUR-lavaa	4000
LATTIA-1825-500	1825	500	1800	Lattiapaikka max 2 EUR-lavaa	10000
LATTIA-1825-700	1825	700	1800	Lattiapaikka max 2 EUR-lavaa	10000
LATTIA-1825-900	1825	900	1800	Lattiapaikka max 2 EUR-lavaa	10000
LATTIA-1825-1000	1825	1000	1800	Lattiapaikka max 2 EUR-lavaa	10000
LATTIA-2700-700	2700	700	1800	Lattiapaikka max 3 EUR-lavaa	10000
LATTIA-2700-900	2700	900	1800	Lattiapaikka max 3 EUR-lavaa	10000
LATTIA-2700-1000	2700	1000	1800	Lattiapaikka max 3 EUR-lavaa	10000
LATTIA-2700-1500-KAPEA	2700	1500	1200	Lattiapaikka max 3 EUR-lavaa	10000
LATTIA-2700-1500	2700	1500	1800	Lattiapaikka max 3 EUR-lavaa	10000
HH-ORSI-380	800	380	1200	Hyllystöhissipaikka	1500
HH-ORSI-580	800	580	1200	Hyllystöhissipaikka	1500
HH-ORSI-700	800	700	1200	Hyllystöhissipaikka	1500
TORNADO PALETTI	820	500	4000	Varastoautomaatin alusta	500

Kun vastaanotossa on lavalle annettu dimensiot sekä paino, WMS ohjaa lavoja oikean kokoisille varastopaikoille automaattisesti XYZ-luokitusten mukaisesti. Esimerkiksi lavaa, jonka mitat ovat 1200 mm x 800 mm x 900 mm ei voida varastoida sellaisiin varastopaikkoihin, jotka ovat 500 mm tai 700 mm korkeita. Näissä tapauksissa WMS ohjaa varastoimaan sellaiselle paikalle, joka sallii suuremmat dimensiot. Oikeiden mittojen määrittäminen on siis erittäin tärkeää. Uuden tehtaan lavapaikkojen jakautuminen eri paikkatyyppien välillä on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9: Lavapaikat paikkatyypeittäin

Paikkatyyppi	Lavapaikat
ORSI-1825-700	2190
HH-ORSI-580	820
ORSI-1825-900	624
ORSI-1825-500	304
ORSI-2700-900	243
HH-ORSI-700	206
HH-ORSI-380	104
ORSI-2700-700	87
ORSI-2700-1000	75
ORSI-3600-700	64
ORSI-2700-1500	60
ORSI-1825-1000	36
LATTIA-2700-1500	30
LATTIA-2700-1500-KAPEA	30
LATTIA-1825-500	22
ORSI-2700-500	18
LATTIA-1825-1000	16
ORSI-3600-900	4
LATTIA-2700-1000	3
YHT	**4936**

Uudella tehtaalla eri varastoalueet ovat huomattavasti lähempänä toisiaan kuin nykyisellä tehtaalla. Nykyisissä tiloissa kaikki valmiit keräilyt täytyi kuljettaa vastapainotrukilla varaston tiloista ulkoreittiä pitkin tehtaan puolelle, vaikka itse keräily tehtiinkin tukipyörätrukkia tai työntömastotrukkia käyttäen. Uudella tehtaalla keräily voidaan suorittaa samalla tavalla kuin ennen ja valmis keräilysetti voidaan myös saman trukin toimesta siirtää tuotannon puskurivarastoon.

Tämän jälkeen kukin alue pilkottiin vielä tarkemmin käytäväjakojen perusteella, mikäli varastoalueeseen kuului kuormalavahyllyjä. Jos alueelle ei kohdistunut keräilyä hyllyistä, riitti pelkkä varastoalueisiin jakaminen. Käytäväjakojen jälkeen eriteltiin vielä käytävän hyllypuoleen kuuluvat varastopaikat.

Eri varastopaikat jaettiin XYZ-luokkiin luvussa 2.4 esitetyn teorian mukaan. Keruuta ajatellen optimaalisimmat paikat sijoitettiin X-luokkaan ja epäoptimaalisimmat Z-luokkaan ja niiden väliin jäävät Y-luokkaan.

ABC- ja XYZ -analyysit käytiin oston kanssa läpi ja havaitut ongelmakohdat tuotiin esille. Nyt kun oli tiedossa nimikkeiden luokat, niin pystyttiin ohjaukset suunnittelemaan oikein jokaiselle nimikkeelle. Tämä helpottaa varastonhallintaa ja auttaa resurssien kohdentamisessa oikeisiin asioihin. Koska CD-nimikkeitä on paljon, tulee näiden hankkimiseen kiinnittää kriittisesti huomiota, koska nämä nostavat logistiikan kokonaiskustannuksia, kuten Sakki (1999) esitti. Nimikkeistä luotiin myös hankinnan portfolioanalyysi, jossa pystyakselilla on nimikkeiden ABC-luokitus ja vaaka-akselilla on XYZ-analyysin mukainen luokitus.

5.3 Investoinnit

Yrityksessä oltiin yleisesti samaa mieltä alusta alkaen, että toimintaa tulee kehittää, jotta yritys pystyy toimimaan tehokkaasti tuotantomäärien kasvaessa. Johdon tekemän linjauksen mukaan tavoitellaan 100 % liikevaihdon kasvua ilman varastotyötuntien kasvamista. Tämä kehittäminen tulee vaatimaan investointeja, jotka muuttavat toimintamallia nykyaikaisemmaksi ja enemmän automatisoiduksi.

5.3.1 Tehdyt investoinnit

Kohdeyritykselle hankittiin kaksi varastoautomaattia, jotka ovat 11 metriä korkeita ja molemmissa on kaksi käyttöaukkoa. Laite on täynnä kiskopareja, joiden päälle varastointipaletti asetetaan. Laitteen toimintatapa on korkeusoptimoiva, joka tarkoittaa sitä, että laiteohjain tuo paletin käyttöaukolle ja mikäli kuorman korkeus muuttuu, palautetaan paletti ensimmäiselle vapaana olevalle paikalle. Paletti on kooltaan 4000 x 820 mm ja niitä on 60 kappaletta yhdessä varastoautomaatissa, eli yhteensä 120 kappaletta. Yhden paletin kantavuus on 500 kg ja koko laitteen kokonaiskantavuus on 32 500 kg.

Varastoautomaateissa on valmistajan oma hallintaohjelmisto, johon liitytään varastonhallintajärjestelmän kautta. Käyttäjän ei siis tarvitse käyttää erillistä ohjelmaa, vaan hän käyttää samaa sovellusta kuin muissakin työtehtävissään.

Laitteissa on kaksi käyttöaukkoa, koska toisesta tapahtuu pääsääntöisesti tavaran hyllyttäminen automaattiin ja toisesta aukosta tapahtuu keräily.

Käyttöaukoissa on vielä kaksi eri korkeutta, johon paletti tuodaan esille. WMS ohjaa käyttäjän mukaan, kummalle korkeudelle paletti tuodaan. Pitkälle henkilölle paletti tulee korkeammalle tasolle ja lyhyelle henkilölle alemmalle tasolle. Tämä käyttäjäkohtainen mukautus edistää työskentelyergonomiaa ja helpottaa käyttäjän työskentelyä automaatilla.

Hyllytys- sekä keräilytoimintaa helpottaa myös käyttöaukon yläpuolella oleva valo-osoitin. Se näyttää aina keräiltävän laatikon paikan, tai hyllytyksen yhteydessä paikan, johon muovilaatikko tai nimike tulee sijoittaa. Lisäksi käyttäjä näkee myös päätelaitteelta keräiltävän tai hyllytettävän kohteen sijainnin. Nämä yhdessä pienentävät virheen mahdollisuutta huomattavasti.

Hissi tuo paletin käyttöaukolle 19 sekunnissa, kun paletti on lähellä käyttöaukkoa. Kun paletti on hissin keskiosassa, menee tehtävään 21 sekuntia ja kun paletti sijaitsee katon rajassa, kuluu aikaa 32 sekuntia. Hissi palauttaa paletin ja tuo seuraavan tason käyttöaukolle 26 sekunnissa, kun paletti on lähellä käyttöaukkoa. Kun paletti on laitteen keskiosassa, menee aikaa 39 sekuntia ja kun paletti sijaitsee katon rajassa, kuluu aikaa 50 sekuntia. Automaateista on kuva liitteessä 3.

Varastossa tullaan siirtymään paperittomaan keräilyyn. Paperit korvataan teollisuustableteilla ja viivakoodinlukijoilla. Tablettina käytetään 11,6" näytöllistä ruggeroitua (erikoisvahvistettu) teollisuustablettia, jolla on IP65- suojaluokitus. Se on siis suunniteltu kestämään kolhuja sekä esimerkiksi vesiroiskeita. Viivakoodinlukijoita tullaan myös käyttämään ja niitä on kahta erilaista tyyppiä käyttötarkoituksen mukaan.

Vastaanotossa, keräilyssä ja pakkaamossa käytetään pientä viivakoodinlukijaa, jonka voi kätevästi kiinnittää vyölle jojo-kiinnityksen avulla. Lukija on siis nopeasti saatavilla käyttöön ja se kulkee kätevästi mukana. Ulkotrukeissa käytetään hieman

järeämpiä lukijoita, kun tarvitaan pidempää lukuetäisyyttä. Viivakoodinlukijat on paritettu bluetooth-yhteydellä tablettiin. Liitteessä 2 on kuvat tabletista ja viivakoodinlukijasta.

Tabletilla on tarkoitus käyttää Remote -tekniikkaa. Varastonhallintajärjestelmä on asennettu sovelluspalvelimelle, johon yhdistetään Windowsin Remote Desktopin avulla. Käyttäjälle sovellus näyttää aivan samalta, kuin se olisi asennettuna tablettiin, vaikka hän käyttääkin sovellusta langattoman verkon yli sovelluspalvelimelta. Tämän tekniikan käyttäminen on suositellumpaa verrattuna siihen, että sovellus olisi asennettuna suoraan päätelaitteelle. Verkkokatkoksista sekä virheistä palautuminen on nopeampaa Remote -tekniikan avulla.

5.3.2 Investointien kannattavuus

Nykyistä toimintaa keräilyn osalta lähdettiin tutkimaan keräiltyjen rivimäärien ja keräilyyn käytetyn ajan perusteella. Tarkkaa keräilyyn käytettyä aikaa ei ole mahdollista saada tietojärjestelmistä, joten keräilyn ajankäyttöä alettiin selvittämään esimiesten näkemyksien avulla, miten kunkin työntekijän ajankäyttö jakautuu tietyille tehtäville. Kertoimien avulla saatiin tunnit kohdistettua työtehtävälle. Laskelmissa käytettiin talousosastolta saatua tuntiperusteista kustannusta. Työpäiviä kuukaudessa on 22 ja yhden työpäivän pituus on 7 tuntia ja 20 minuuttia.

Konsulttien sekä omien arvioiden perusteella oletettiin, että toimintaa pystytään tehostamaan huomattavasti siirtymällä nykyaikaiseen paperittomaan keräilyyn uuden varastonhallintajärjestelmän sekä automatisoidun varastoinnin avulla. Ensimmäiselle vuodelle odotetaan tehokkuuden lisäystä 20 % ja seuraaville vuosille 40 % nykyiseen verrattuna. Konsulttien mielestä on mahdollista saavuttaa tätäkin suurempaa tehokkuuden nousua, mutta investointimielessä lähdettiin laskelmia tekemään mieluummin varovaisempien oletusten avulla. Ensimmäiselle vuodelle tehoa

alentavana tekijänä on otettu huomioon mahdolliset ongelmat uuden järjestelmän toiminnassa.

Keräilyyn käytettyä aikaa tarkasteltiin vuoden 2013 toteutuneiden keräilyjen perusteella, sekä samalla laskettiin paljonko aikaa olisi käytetty jos oltaisiin toimittu 20 % sekä 40 % tehokkaammin. Näin saatiin nykyisen toiminnan mukainen vuosittainen säästöpotentiaali. Vuoden 2013 keräilymäärillä laskettuna 40 % tehokkuuden nostolla oltaisiin säästetty yhden henkilötyövuoden verran. Vuoden 2017 suunniteltujen rivimäärien keräämiseen nykyisellä teholla menisi noin 5,2 henkilötyövuotta, kun taas 40 % tehonlisäyksellä saataisiin noin 1,5 henkilötyövuoden säästöt. Mikäli tehostamista ei tehtäisi, tarvittaisiin vuoteen 2017 lisää työvoimaa noin kahden henkilötyövuoden verran. Viiden ensimmäisen vuoden ajalta saadaan tehokkuuden lisäyksellä yhteensä säästöjä noin kuuden henkilötyövuoden verran. Nämä vapautuneet resurssit on tarkoitus hyödyntää muissa tehtävissä.

Lisäksi samaa laskentaperiaatetta käytettiin vielä laskettaessa vuoden 2017 hahmoteltuja keräiltäviä rivimääriä. Tämä tulevaisuuden hahmotelma perustuu yrityksen johdon näkemykseen mukaiseen toiminta-asteen noususta, joka on yli 50 % lisäystä vuoden 2013 keräiltävään määrään verrattuna. Näistä laskelmista saatuja vuosittaisia säästöjä käytettiin hyväksi investointilaskelmissa.

Investointilaskelmat laadittiin erikseen eri järjestelmätoimittajista, joista kannattavampi valittiin lopulliseksi toimittajaksi kilpailutuksen jälkeen. Myös alusta-automaattien sekä päätelaitteiden toimittajat kilpailutettiin ja yrityksen kannalta paremmat vaihtoehdot valittiin toimittajiksi. Taulukossa 10 on esitetty investointilaskelmiin käytetty taulukkomalli.

Taulukko 10: Investointilaskelma kuvitteellisilla luvuilla

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Säästöt		13 200 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €	26 400 €
KO-investointi	-53 460 €										
KPO-lisätarve/palautus	-5 940 €	-5 610 €	-5 280 €	-4 950 €	-4 620 €	-4 290 €	-4 290 €	-4 290 €	-4 290 €	-4 290 €	-4 290 €
Nettokassavirta	-59 400 €	7 590 €	21 120 €	21 450 €	21 780 €	22 110 €	22 110 €	22 110 €	22 110 €	22 110 €	22 110 €
Kumulatiivinen nettokv.	-59 400 €	-51 810 €	-30 690 €	-9 240 €	12 540 €	34 650 €	56 760 €	78 870 €	100 980 €	123 090 €	145 200 €
Diskontattu nettokv.	-59 400 €	7 093 €	18 447 €	17 510 €	16 616 €	15 764 €	14 733 €	13 769 €	12 868 €	12 026 €	11 240 €
Diskontattu kumulatiivinen nettokv.	-59 400 €	-52 307 €	-33 860 €	-16 350 €	266 €	16 030 €	30 763 €	44 532 €	57 400 €	69 426 €	80 666 €
Takaisinmaksuaika (korollinen)	3,98										
Investoinnin nykyarvo	**80 666 €**										

5.4 Uudistunut vastaanottoprosessi

Vastaanotto alkaa, kun vastaanotettavaa tavaraa saapuu vastaanottoon. Varastonhallintajärjestelmän näytöltä valitaan "vastaanotto", jonka jälkeen avataan uusi vastaanottoerä. Seuraavaksi vastaanottoerään liitetään kaikki siihen liittyvät ostotilaukset. Tavoitteena olisi, että toimittajat saisivat lisättyä lähetteisiinsä ostotilausnumerot viivakoodeilla, jolloin ostotilausnumeroiden syöttäminen järjestelmään käy helposti viivakoodia lukemalla.

Kun saapuneiden tavaroiden ostotilaukset on liitetty vastaanottoerään, aletaan tekemään vastaanottoa fyysisesti. Ensin luodaan varastointiyksikkö, esimerkiksi eurolava, ja se nimetään järjestelmään viivakooditarralla. Kuvassa 24 on esimerkki lavan viivakooditarrasta. Kolme viimeistä numeroa on visuaalisuuden takia suuremmalla fontilla. Keräilijän on helpompi nähdä jo kauempaa haettava yksikkö.

Kuva 24: Lavan nimeäminen

Kun yksikkö on nimetty, voidaan siihen alkaa tekemään vastaanottoa. Vastaanottoerään liitetyiltä ostotilauksilta valitaan rivit, jotka ovat vastaanottoyksikössä. Kun lavan kaikki nimikkeet on liitetty yksikköön, eikä siihen enää tule lisättävää, voidaan yksikön vastaanotto päättää. Yksikön sisältö saadaan helposti näkyville päätteelle yksikön viivakoodia ampumalla.

Vastaanottoa voidaan tehdä myös alusta-automaattiin hyllytettäviin muovilaatikoihin. Muovilaatikot on myös yksilöity viivakooditarroilla, kuten kuormalavatkin. Vastaanotetut muovilaatikot puolestaan sijoitetaan hyllytyskärryyn, kunnes kaikki alusta-automaattiin menevät nimikkeet on lajiteltu laatikoihin, tai hyllytyskärry tulee täyteen. Hyllytyskärry on myös yksilöity viivakooditunnisteella. WMS ohjaa automaattisesti käyttäjää suorittamaan muovilaatikoiden hyllyttämisen alusta-automaattiin. Kun käyttäjä valitsee hyllytyksen WMS:n näytöltä ja lukee viivakoodilla hyllytyskärryn tunnisteen, alkaa WMS automaattisesti tuomaan alustoja molemmista automaateista esille, joihin hyllytystä ohjataan nimike kerrallaan järjestyksessä.

Kun vastaanotto on valmis, lähettää WMS tiedot ERP:lle sanomana, jolloin molemmat järjestelmät ovat jatkuvasti ajan tasalla. Mikäli osa vastaanotetuista nimikkeistä vaatii tarkastuksen ennen kuin sitä voidaan käyttää, tehdään vastaanotto muuten normaalisti, mutta nimikkeen saldot merkitään EK-tilaan ("Ei käytössä"). WMS lähettää myös tässä tapauksessa sanoman ERP:lle, jolloin sieltä nähdään myös että nimikkeet on saapunut, mutta ne ovat vielä tarkastuksessa. Nimikettä ei voi tässä tapauksessa käyttää, ennen kuin se on hyväksytty. Kun vastaanottotarkastus on suoritettu, vaihdetaan EK-tila OK-tilaan, jolloin nimike on vapaasti käytettävissä järjestelmän näkökulmasta.

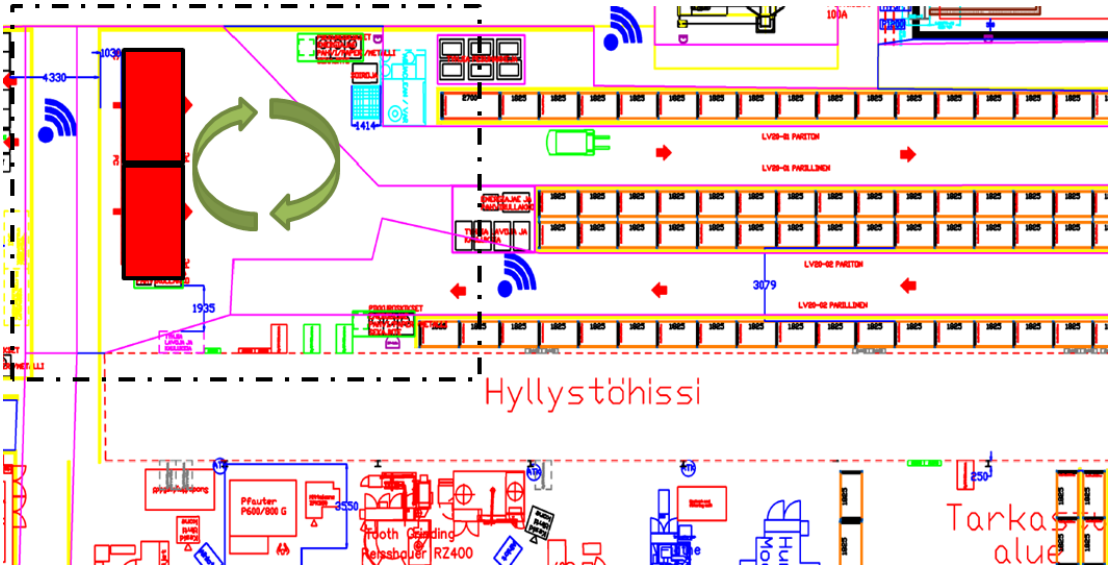
Uudistuneessa toimintamallissa nähdään siis heti, kun tavara on saapunut taloon. Tämä oli ennen ongelma, kun tavaraa ei ehditty tarkastamaan heti kun se saapui vastaanottoon, ei sitä myöskään näkynyt saldoilla. Tästä aiheutuneet tiedustelut ja

ylimääräiset tarkastelut eivät enää ole aiheellisia uudessa toimintamallissa, koska kaikki näkyy WMS:ssä ja ERP:ssä reaaliaikaisesti.

5.5 Uudistunut keruuprosessi

Uudistuneessa toimintamallissa keruu tapahtuu pääasiassa kolmesta eri varastosta, joita ovat alusta-automaatit, automaattinen korkeavarasto sekä lavavarasto. Keruuprosessia saadaan nopeutumaan huomattavasti, kun automaatiota voidaan käyttää hyväksi. Alusta-automaatista paletti saadaan teoriassa 90 kertaa esille tunnin aikana. Kun automaatteja on vierekkäin kaksi kappaletta, saadaan teoreettiseksi keruutehoksi 180 riviä tunnissa. Automaattisen korkeavaraston osalta keruutehona voidaan pitää noin 40 kerättyä riviä tuntia kohden.

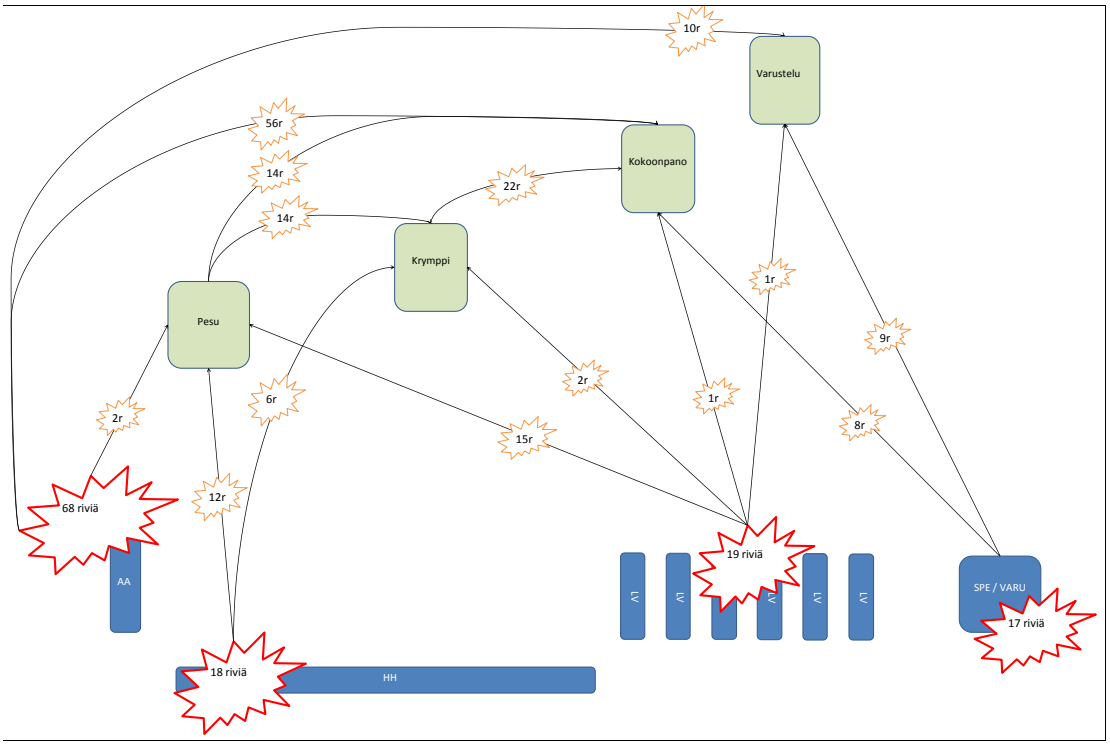
Kun käyttäjä tekee esimerkiksi keruuta alusta-automaatista, ohjaa WMS aina molempia automaatteja samaan aikaan. Kun käyttäjä on saanut keruun valmiiksi toisen automaatin paletilta ja on kuitannut sen valmiiksi, vie tämä automaatti paletin takaisin laitteeseen ja tuo samalla seuraavan paletin esille, josta täytyy keräillä. Tällä välin keräilijä siirtyy toiselle automaatille keräilemään ja toimii samalla tavalla tämän kanssa. Näin ollen keräilijän kulkee kahden automaatin väliä ja automaatit hoitavat tavaroiden liikuttelut. Vanhaan pientavarakeruuprosessiin verrattuna käveltävä reitti pienenee huomattavasti. Kuvassa 25 alusta-automaatit on kuvattu punaisilla suorakulmioilla ja keruureitti on esitelty vihreillä nuolilla. Kun tätä verrataan aiemmin kuvassa 19 esitettyyn pientavaran keruuseen, voidaan selvästi hahmottaa lyhentynyt keruureitti.



Kuva 25: Alusta-automaatista keräily

Kuvassa 26 on esitelty uuden toimintamallin mukaiset materiaalivirrat yhden analysoidun esimerkkityön perusteella. Analyysiä lähdettiin rakentamaan osaluettelon perusteella. Jokaiselle komponentille mietittiin tuleva varastopaikka komponentin painon, mittojen sekä muiden fyysisten ominaisuuksien perusteella. Seuraavaksi selvitettiin mihin kohdepaikkaan kyseinen osa tulee saada keräiltyä. Kuvassa AA tarkoittaa alusta-automaattia, HH tarkoittaa hyllystöhissiä, LV tarkoittaa normaalia lavavarastoa ja SPE/VARU tarkoittaa erikoisia osia, jotka keräillään esimerkiksi tuotteen varustelun yhteydessä. Näitä erikoisia osia voivat olla esimerkiksi tarrat ja erilaiset tarvikkeet, kuten tulpat.

Punaisien tähtien sisällä on esitetty kustakin keruupaikasta keräiltävät rivimäärät ja oranssien tähtien sisällä on kuvattu keräiltyjen rivien jakautumista eri kohdepaikkojen välillä. Sinisellä värillä olevat laatikot kuvaavat eri varastonosia ja vihreät laatikot kuvaavat eri prosessin vaiheita ja samalla keruun kohdepaikkaa.

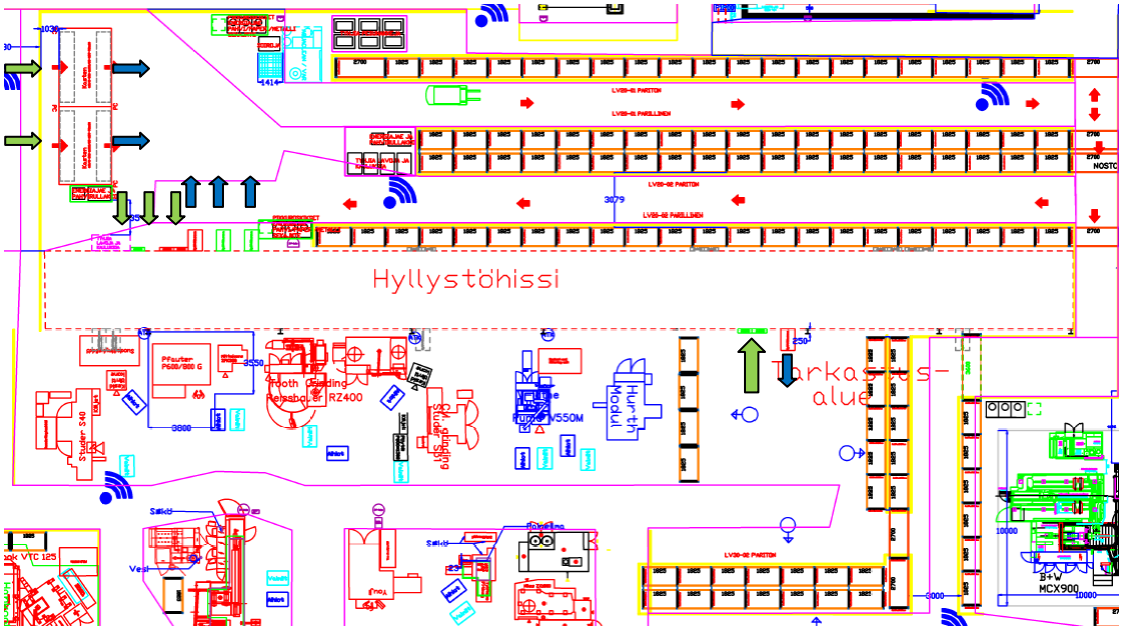


Kuva 26: Uuden toimintamallin mukaiset materiaalivirrat.

Kuten kuvasta 26 voidaan havaita, pystytään tulevaisuudessa keräämään noin 70% esimerkkityön rivimääristä hyödyntäen automatiikkaa. Tämän avulla pystytään keruutehoa nostamaan huomattavasti nykyiseen toimintamalliin verrattuna. Yli puolet esimerkkityön riveistä kerätään alusta-automaatista. Alusta-automaatti –keräily on kaikista käytössä olevista keräilymuodoista tehokkainta. Vain noin 15 % esimerkkityön rivimääristä keräillään lavavarastosta, kuten nykyisen toimintamallin mukaan kaikki kerääminen tapahtuu.

Hyllystöhissi tulee olemaan isossa osassa materiaalin käsittelyä, joten sen toimivuus on erittäin tärkeää. Hissille suoritettiin huolto sekä latausasemat muokattiin omaa toimintaa vastaaviksi ennen käyttöönottoa. Ennen välitysosat täytyi kuljettaa tehtaalta ulkotrukilla varastoon, josta sitten osat keräiltiin ja toimitettiin takaisin tehtaalle kokoonpanoon. Uuden toimintamallin mukaan välitysosat valmistetaan hyllystöhissin läheisyydessä olevilla koneilla, jonka jälkeen ne toimitetaan tarkastusalueelle. Kun

osa on tarkastettu ja hyväksytty, lastataan se suoraan hyllystöhissiin kuvassa 27 hissin alapuolelle piirretyn vihreän nuolen kohdalta.



Kuva 27: Hyllystöhissin hyödyntäminen

Kuvassa 27 vihreillä nuolilla on kuvattu asemien paikat, joista syötetään hissiin lavoja. Sinisillä nuolilla on kuvattu asemien paikat, joista otetaan lavoja hissistä ulos. Hissiin syöttäminen tapahtuu maa-asemien kautta ja keräilyssä käytetään ulosvedettäviä vetoasemia. Vetoasema on esitetty kuvassa 28 vasemmalla puolella ja maa-asemat K9 ja K10 ovat kuvattuina oikealla puolella.

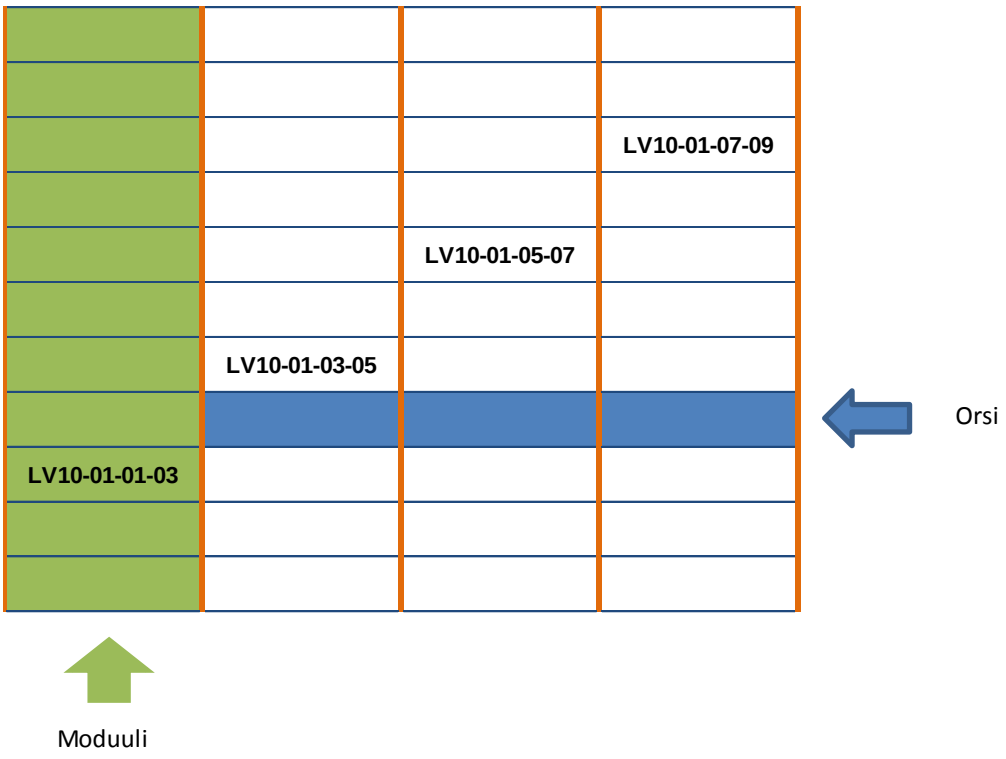
Kuva 28: Hyllystöhissin vetokelkka ja latausasemat

Hyllystöhissiin on tarkoitus hyllyttää myös suoraan vastaanottotarkastuksen jälkeen hyväksyttyä lavatavaraa. Lavalla olevat nimikkeet tulee olla helposti keräiltävissä, eikä keräilijä saa joutua etsimään haluamaansa tavaraa keruun yhteydessä. Osien helppo keräiltävyys on edellytyksenä hyllystöhissiin hyllytettäessä. Painavien nimikkeiden keräilyssä käytetään avuksi siltanosturia, jonka on tarkoitus palvella kuvan 27 hissin yläpuolella olevia vetoasemia. Kuvan 27 vasemmassa ylälaidassa näkyvät myös molemmat alusta-automaatit, joissa vihreällä nuolella on kuvattu hyllytys ja sinisellä nuolella keräily. Liitteessä 4 on esitetty kuva hyllystöhissistä sisältä päin kuvattuna.

5.6 Uusi varastopaikkarakenne

Muuton yhteydessä todettiin, että varastopaikkarakenne on myös hyvä uudistaa vastaamaan nykyaikaista mallia. Varaston alueet nimettiin informatiivisesti niiden tarkoituksien mukaan, kuten esimerkiksi ”Lavavarasto” ja ”Teräsvarasto”. Esimerkiksi LV10-01-03-05 –merkinnässä ensimmäinen merkkisarja ”LV10” on varastoalue, ”01” on käytävä, ”03” on moduuli ja ”05” on orsi. Kuvassa 29 on esitetty uusi varastopaikkarakenne.

Parittomilla käytävillä on vain parittomia moduuleja ja parillisilla käytävillä on vain parillisia moduuleja. Moduuli on aina yksi hyllyvälikkö pystysuunnassa ja orsi on yksi taso vaakatasossa. Yksi moduuli voi sisältää paikkatyypistä riippuen 1-4 eurolavapaikkaa. Esimerkiksi paikkatyypin ”ORSI-2700-1000” varastopaikan leveys on 2700 mm, joten siihen mahtuu kolme eurolavaa.



Kuva 29: Uusi varastopaikkarakenne

Mikäli varastopaikka on kolmen eurolavan paikka, jakaa WMS kyseisen paikan lavapaikat siten, että vasemman puoleisin paikka on A, keskimmäinen on B ja oikean reunimmaisin on C. Tätä kirjainta käytetään hyllytyksen sekä keräilyn yhteydessä tarkentamaan kohdetta, jotta käyttäjä osaa käsitellä oikeaa yksikköä. Järjestelmän näkökulmasta kaikki lavat ovat samalla varastopaikalla.

Varastopaikat nimettiin lavavaraston osalta siten, että liikkeelle lähdettiin layoutin vasemmasta yläkulmasta, jossa sijaitsee "Lavavarasto 10". Samalla käytävällä sijaitsevat myös kaksi muuta varastoaluetta, joten ne nimettiin "Lavavarasto 11" ja "Lavavarasto 12". Kun tullaan layoutissa alaspäin, niin seuraava lavavarasto on "Lavavarasto 20" ja alin lavavarasto on "Lavavarasto 30". Näin ollen käyttäjä pystyy jo pelkän varaston nimen perusteella helposti tietämään, mistä alueesta on kyse. Varastoalueet on esitetty tarkemmin kuvassa 23.

5.7 ABC –analyysi ja XYZ –analyysi

ABC- ja XYZ –analyysejä lähdettiin tekemään havaitun kehityskohteen perusteella. Yrityksessä ei ole ennen tehty ABC- eikä XYZ -analyysejä. Nimikkeet haluttiin saada sijoitettua varastoon optimaalisesti siten, että eniten kiertävät nimikkeet sijoitetaan parhaimmille paikoille. Tällaista jakoa ei vanhassa toimintamallissa ollut. Tämän kehityksen taustalla on ajatus, että eniten kiertävien nimikkeiden käsittely olisi mahdollisimman vaivatonta ja vähän aikaa vievää.

Käsin tapahtuvalle keruulle optimaalisin keruukorkeus on noin vyötärön korkeus ja trukilla kerättäessä muutama alin taso. Vähiten kiertävimmät nimikkeet tulisi sijoitella varastoon vaikeimmille keruupaikoille, kuten lähelle katonrajaa tai muuten vain syrjässä oleville varastopaikoille. Nimikkeet, jotka eivät kuulu eniten kiertäviin, mutta eivät myöskään vähiten kiertäviin, sijoitellaan varastoon tilanteen mukaan esimerkiksi varastohyllyn puolivälin kohdille korkeuden suhteen.

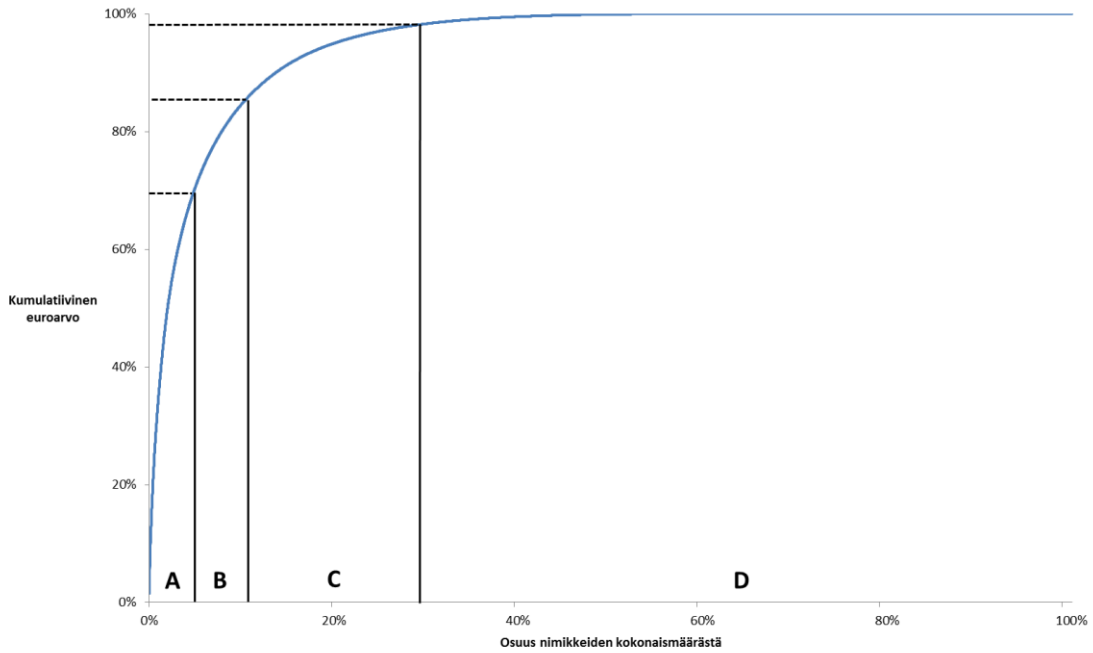
Analyysiä lähdettiin tekemään rakentamalla ensin raportointipohja, jolla haettiin tarvittavat tiedot yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän tietokannoista. Raportti rakennettiin Microsoft Accessin avulla ja data siirrettiin Excel-taulukkolaskentaan. ABC-analyysiä varten haettiin nimikkeille yhden kalenterivuoden aikana tapahtuneet kulutustiedot ja ostohinnat. Varaston riiton ja kierron laskemista varten haettiin myös kyseisen hetken saldotiedot.

Nimikkeille laskettiin taulukon 3 kaltaista mallia mukaillen vuosittainen ostovolyymi, jonka jälkeen nimikkeet järjesteltiin ostovolyymin mukaan laskevaan järjestykseen. Luokittelun perustana käytettiin kumulatiivista ostovolyymiä. A-nimikkeet olivat 70 % kokonaisostovolyymistä, B-nimikkeet 15 %, C-nimikkeet 13 % ja loput 2 % olivat D-nimikkeitä.

Analyysin osalta haastavaksi osoittautui nimikkeiden suuri lukumäärä. Erilaisia varastosaldollisia nimikkeitä oli noin 10 000 kappaletta. Nimikkeiden jakautuminen ryhmiin on esitelty taulukossa 11 ja nimikkeiden jakautuma luokkiin kumulatiivisesti on esitetty kuvassa 30.

Taulukko 11: Toteutettu ABC-analyysi

Luokka	Osuus koko eurovolyymistä, %	Nimikkeet, kpl	Osuus kaikista nimikkeistä, %
A	70 %	492	5 %
B	15 %	539	5 %
C	13 %	1 849	18 %
D	2 %	7 231	72 %
Yhteensä	100 %	10 111	100 %



Kuva 30: ABC-luokkien jakauma kumulatiivisesti

XYZ -analyysin rakentamisessa tarkasteltiin nimikkeisiin kohdistuneiden transaktioiden määrää kuukausitasolla yhden kalenterivuoden ajalta. Taulukossa 12 on esitelty laaditun XYZ-analyysin jakaumaa eri luokkien välillä. Nimikkeet lajiteltiin laskevaan järjestykseen transaktioiden mukaan ja nimikkeet jaettiin X-, Y- ja Z-luokkiin kumulatiivisten transaktioiden perusteella seuraavasti:

- X-nimikkeet 50 % kokonaistransaktioista
- Y-nimikkeet 30 % kokonaistransaktioista
- Z-nimikkeet 20 % kokonaistransaktioista

Taulukko 12: Laadittu XYZ-analyysi

Luokka	Nimikkeet, kpl	Osuus kaikista nimikkeistä, %
X	427	4 %
Y	1 369	14 %
Z	8 315	82 %
Yhteensä	10 111	100 %

Taulukosta 13 voidaan todeta, että kohdeyrityksessä suurin osa nimikkeistä sijoittuu sekä ABC- että XYZ-analyysien mukaan alimpiin luokkiin, eli DZ-luokkaan. Liitteessä 6 on esimerkki Excel-taulukon muodossa laaditusta XYZ-analyysistä.

Taulukko 13: Yhdistetty ABC- ja XYZ-analyysi

	X	Y	Z	Summa
A	0,88 %	2,31 %	1,72 %	4,91 %
B	0,94 %	1,67 %	2,77 %	5,38 %
C	1,60 %	4,63 %	12,22 %	18,44 %
D	0,82 %	4,97 %	65,49 %	71,27 %
	4,23 %	13,58 %	82,19 %	100,00 %

5.8 Datan kerääminen, suorituskykymittarit ja kannustinjärjestelmä

Nykyisen järjestelmän avulla saadaan jonkun verran dataa kerättyä varaston toiminnoista, mutta se ei ole aivan niin tarkassa muodossa kuin mitä olisi tarve. Esimerkiksi suoritettujen tehtävien kuittaukset ovat karkealla tasolla, eikä tarkkaa käytetyn ajan määrää voida sanoa. Työ kuitataan manuaalisesti aloitetuksi ja se myös kuitataan manuaalisesti valmiiksi. Kaikki tällä välillä tapahtuvat toiminnot jäävät rekisteröimättä ja työtä suorittavasta henkilöstä riippuen raportointitavat voivat vaihdella. Esimerkiksi hyllyttämistä ei pystytä nykyisen järjestelmän avulla seuraamaan ollenkaan, koska siitä ei jää aikaleimoja järjestelmään. Näin ollen tämän toiminnon tarkka seuraaminen on mahdotonta.

Varastonhallintajärjestelmä mahdollistaa tarkan datan keräämisen varaston toiminnoista. Jokaisella käyttäjällä on henkilökohtaiset tunnukset järjestelmään ja kaikista toiminnoista jää jälki tietokantaan. Voidaan esimerkiksi tarkastella tarkalla tasolla tietyn työntekijän ajankäyttöä, tai voidaan laskea vaikkapa tietynlaiseen tehtävään kuluvaa aikaa pidemmän aikavälin avulla. Toiminnan operatiivinen johtaminen helpottuu huomattavasti, kun pystytään analysoimaan yksityiskohtia tarkemmin.

Muita tärkeitä seurannan kohteita ovat esimerkiksi varaston käyttöaste, vastaanoton tehokkuus, kustannukset toimintoja kohden ja virheettömien tilausten määrä. Varastopaikkojen kapasiteettia ei ole suoraan nykyisestä järjestelmästä saatavilla, mutta varastonhallintajärjestelmästä sen saa selville helposti.

Nykyisen mallin mukaan johto seuraa varastossa lähinnä toimitettujen tilauksien rivimääriä sekä euromääriä, vastaanoton kuormaa ja toteumaa riveissä sekä euroissa ja keräiltyjen vaihteiden määriä vaihdesarjoittain. Nämä asiat käydään kerran viikossa varaston palaverissa läpi.

Varastonhallintajärjestelmä mahdollistaa myös reaaliaikaisen suorituskyvyn seurannan. Yhdessä työntekijöiden kanssa voitaisiin rakentaa toimiva mittaristo. Tämä nostaisi työntekijöiden työskentelymotivaatiota ja he tuntisivat oman työntekonsa olevan tärkeää, kuten Ukko et al. luvussa 3 esittivät. Mittarit tulisi olla kaikkien näkyvillä jatkuvasti, jotta pysytään ajan tasalla.

Diplomityöprojektin aikana allekirjoittanut kävi benchmarking -vierailuilla monissa yrityksissä ja niistä sai joitakin hyviä käytännön ideoita. Erään yrityksen varastossa oli päätetty seurattavat mittarit ja ne olivat kaikille julkisesti näkyvillä LCD-näytöillä, jotka roikkuivat katosta. Luvut saatiin raportointityövälineen avulla haettua varastonhallintajärjestelmän tietokannasta. Eri alueilla oli juuri kyseisen alueen seurattavat mittarit näkyvillä. Seurattavia kohteita olivat esimerkiksi kerätyt rivimäärät sekä vuorolle asetetut keruutavoitteet, keruun edistymis-% ja toimitusvarmuus-%. Samassa näytössä oli sekä aamu- että iltavuoron tavoitteet ja

toteumat näkyvillä. Tällainen toimintamalli luo hyvähenkistä kilpailumieltä työntekijöiden kesken.

Suorituskykymittaristo auttaa johtoa pysymään jatkuvasti tilanteen tasalla ja mikäli poikkeamia havaitaan, pystytään reagoimaan nopeasti. Mittariston avulla johto pystyy toimimaan tehokkaammin ja strateginen johtaminen helpottuu, kuten Garengo et al. (2005) luvussa 3 mainitsi. Suosittelen kohdeyritykselle myös suorituskykymittariston rakentamista ja sen käyttöönottoa. Mittariston laadintaan ja tavoitteiden määrittämiseen kannattaa ottaa työntekijät vahvasti mukaan, koska se vahvistaa työntekijän sitoutumista mittaristoon.

5.9 Jatkokehitysehdotuksia

Seuraavissa alikappaleissa käydään läpi diplomityön aikana ilmenneitä jatkokehitysehdotuksia, jotka eivät kuitenkaan sisälly tämän diplomityön rajauksen sisälle. Jatkokehitysehdotuksilla voi kuitenkin olla yritykselle isojakin hyötyjä tulevaisuudessa.

5.9.1 Kustannuslaskenta

Mahdollista jatkotutkimusta kohdeyrityksessä voisi tehdä kustannusrakenteiden parissa. Kustannuslaskentaa voisi lähteä tekemään toimintolaskennan avulla ja siten saataisiin erittäin tärkeää lisäinformaatiota prosesseista ja niiden kustannuksien jakautumisesta. Kohdeyrityksessä ei ole toimintolaskentaa käytetty ennen, joten sen avulla saataisiin arvokasta lisätietoa.

Eri varastotoimintojen kustannukset olisi hyvä selvittää. Tällä hetkellä yritys haluaa palvella asiakasta erittäin joustavasti, josta aiheutuu tietyissä tapauksissa ylimääräistä työtä. Esimerkiksi asiakkaan tilaama toimitus on pakattu valmiiksi ja se on odottamassa jo rekan kyytiin lastausta lastausalueella. Asiakas ilmoittaa että haluaa yhden nimikkeen kiireellisesti ilmakuljetuksena, mutta loput voivat lähteä normaalisti

merirahtina. Tämän jälkeen varastotyöntekijä purkaa paketin ja suorittaa pakkaamisen uudestaan kahteen eri pakettiin, jotka lähtevät eri toimitustavoilla. Tämän lisäksi tietojärjestelmiin joudutaan tekemään muutoksia.

Tällä hetkellä yllä mainittu toimintamalli on yleinen, koska asiakas halutaan pitää tyytyväisenä. Prosessi on kuitenkin paljon aikaa vievää, eikä kenelläkään ole tiedossa tästä aiheutuvia lisäkustannuksia. Toimitus saattaakin helposti muuttua miinuskatteelliseksi. Toimintolaskennan avulla saataisiin selville helposti, milloin tällainen toiminta muuttuu kannattamattomaksi. Tässä tapauksessa voitaisiin miettiä esimerkiksi laskutuslisän käyttämistä toteutuneen lisätyön mukaan.

5.9.2 Palaverit

Oston ja varaston yhteistyön toimiminen on erittäin tärkeää. Vähintäänkin kerran viikossa olisi hyvä pitää varaston ja oston välinen palaveri, jossa käytäisiin yhteisiä asioita läpi. Ongelmat olisi hyvä kirjata esimerkiksi tussitaululle ja jokaiselle ongelmalle merkitään vastuuhenkilö sekä aikaraja, jonka puitteessa ongelma tulee olla ratkaistuna. Molempien osastojen päälliköt olisi hyvä saada kokoukseen mukaan, sekä myös ostajia sekä varastotyöntekijöitä mahdollisuuksien mukaan. Palaverin ei tarvitse olla kestoltaan pitkä, kunhan tärkeät asiat saadaan käytyä läpi ja kaikki tietävät, että ongelmakohdat tulee kirjattua ylös ja ne tullaan ratkaisemaan.

5.9.3 Automatisointi

Tulevaisuudessa automatisoinnin lisäämisellä voitaisiin saavuttaa lisää tehokkuutta varastossa. Varsinkin painavien osien keräilyssä olisi hyvä, että kaikki nimikkeet mitkä vain mahtuisivat hyllystöhissiin, voitaisiin tilata automaattisesti keruupaikoille. Näin saataisiin vähennettyä ylimääräistä ajamista trukilla ja lavan kuljettamista nosturin läheisyyteen, jonka jälkeen taas lava jouduttaisiin kuljettamaan takaisin

samaan paikkaan mistä se haettiinkin. Kun hyllystöhissin keruupaikkojen yhteydessä on valmiina nosturit, automatiikka huolehtii tavaran kuljettamisesta ja keräilijän tulee huolehtia vain nimikkeiden nostamisesta oikealle alustalle ja lavan lähettämisestä takaisin automaattiin. Myös kuljetinratkaisu lavojen ulosotossa hissistä olisi yksi tulevaisuuden investointikohteista.

5.9.4 Kannustinjärjestelmä

Yrityksessä on käytössä tällä hetkellä toimitusvarmuuteen liittyvä kannustinpalkkio, sekä käyttökatteeseen liittyvä palkkio. Tulevaisuudessa voisi olla hyödyllistä rakentaa edellisten lisäksi myös kannustinjärjestelmä siten, että osastoilla olisi omat sisäiset kannustinjärjestelmänsä, jotka ohjaisivat yksilöä työskentelemään vielä määrätietoisemmin oman tehtävänsä suhteen.

5.9.5 Balanced scorecard

Balanced scorecard –tyylinen mittaristo olisi hyvä kohdeyritykselle ylemmän johdon käyttöön. Kun se rakennetaan yrityksen vision ja strategian pohjalle, niin saadaan seurattua juuri niitä asioita, jotka ajavat yritystä kohti sen päämäärää. Balanced scorecardin avulla saataisiin kokonaisvaltainen kuva yrityksen suorituskyvystä ja epäkohtiin pystytään puuttumaan heti, kun huomataan normaalista poikkeavaa. Seurattavat näkökulmat olisivat mallin mukaan taloudellinen näkökulma, asiakkaan näkökulma, sisäisten prosessien näkökulmat sekä innovaation ja oppimisen näkökulmat.

5.9.6 RFID

Tulevaisuudessa automaation lisääntyessä kohdeyrityksessä, RFID:n käyttöönotolla voitaisiin saavuttaa kustannussäästöjä. Kun viivakoodeja ei tarvitse joka kerta lukea

viivakoodinlukijalla, vaan esimerkiksi automaattivarastosta ulos tuleva lava luettaisiin RFID-portin ja saattomuistin avulla, ei manuaalista työtä tässä tarvittaisi ollenkaan.

Vastaavasti RFID-tarrat voitaisiin lukea tavaraa vastaanotettaessa, kun lavat kuljetetaan RDIF-portin läpi. Näin viivakoodien manuaalinen lukeminen jäisi pois ja tiedot siirtyisivät automaattisesti varastonhallintajärjestelmään.

5.9.7 Materiaalijuna

Automaation lisääntyessä materiaalijunan käyttö keräilyjen toimituksessa tuotantoon tehostaisi kuljetuksia huomattavasti. Nykyään kun joudutaan tekemään monta lenkkiä toimitettaessa lavoja tuotantoon, voitaisiin junan avulla tehdä tämä toimitus yhdellä kertaa. Jos esimerkiksi tietylle toimitukselle tulevat keräilyt olisivat lavalla siten, että ne olisivat automaattisesti keräiltävissä, voitaisiin miettiä hyllystöhissin ja kuljetinradan yhteyteen robottinosturia, joka tekisi keruun suoraan keräiltävältä lavalta keruu-alustalle.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä kappaleessa käydään läpi johtopäätökset sekä työn tulokset. Tulokset esitetään vastaamalla työn alussa esitettyihin tutkimuskysymyksiin sekä niiden osakysymyksiin. Tuloksia vertaillaan myös työlle asetettuihin tavoitteisiin.

6.1 Työn keskeiset tulokset

Keskeisimmät tulokset voidaan esittää tutkimuskysymyksiin vastaamalla. Osakysymyksien vastauksien perusteella pystytään johtamaan vastaus itse pääkysymyksiin.

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen osakysymykset ovat seuraavat:

- *Ovatko varastonarvot halutulla tasolla, vai tarvitseeko niihin tehdä muutoksia?*

Kohdeyrityksen kannalta on selvää, että varastoja joudutaan pitämään, jotta pystytään täyttämään asiakkaiden vaatimukset sekä voidaan ylläpitää tuotantoa ilman puutoksista aiheutuvia häiriöitä. Yrityksellä on kuitenkin ABC-analyysin perusteella C- ja D- luokissa suuri määrä nimikkeitä, joilla on usean vuoden kulutuksen verran varastosaldoja. Näiden nimikkeiden hankintastrategiaa tulee miettiä uudelleen sekä varmistaa, että tilatut nimikkeet eivät jää varastoon lojumaan, vaan niille todellakin on käyttöä.

Myös A- ja B -nimikkeillä havaittiin olevan useiden vuosien riittojen verran varastosaldoja. Tässä ryhmässä on suuri potentiaali varastoon sitoutuneen pääoman vapauttamisen suhteen. Nyt kun nimikkeiden luokat ovat selvillä, osataan A- ja B -luokan nimikkeiden ohjaamiseen panostaa enemmän resursseja kuin muiden luokkien ohjaamiseen. Näin saavutetaan tasainen virtaus, jonka seurauksena varastotasojen hallinta tulee tehostumaan.

- *Miten varastotoiminnoista saataisiin tarkempaa dataa, jotta toimintaa pystyttäisiin mittaamaan?*

Nykyisellä varastonhallinnalla ei ole mahdollista saada tarpeeksi tarkkaa dataa toiminnoista. Tämä puolestaan johtaa siihen, että suorituksien kattava mittaaminen ei ole mahdollista ja tämä on iso este toiminnan kehittämiselle.

Uuden varastonhallintajärjestelmän avulla kaikista toiminnoista jää jälki tietokantoihin. Ennen esimerkiksi hyllytykseen käytettyä aikaa ei tiedetty, vaan sitä pystyttiin ainoastaan arvioimaan karkeasti. Varastonhallintajärjestelmän avulla tietokantaan jää tiedot käyttäjästä, suoritetusta toiminnosta, sekä toiminnon aloitus- ja lopetusajasta. Tämä mahdollistaa suorituksien tarkan seurannan ja mittaamisen. Raportointityökalun avulla pystytään rakentamaan varastoon tärkeä suorituskyvyn mittaristo, jonka avulla toimintaa pystytään ohjaamaan ja kehittämään.

Ensimmäinen päätutkimuskysymys, jota yllä olevat osakysymykset täydentävät, on seuraava:

1. Miten varastoa tulisi hallita, jotta logistiikka palvelisi mahdollisimman optimaalisesti tuotantoa?

Varastonhallinnassa tullaan käyttämään uutta varastonhallintajärjestelmää. Sen avulla varaston kokonaisuuden hallinta helpottuu sekä materiaalivirtojen ohjaus tehostuu. Työn johtaminen helpottuu nykyisestä huomattavasti, kun informaatiota on saatavilla paljon vanhaan toimintamalliin verrattuna.

ABC-analyysin käyttö ostossa tehostaa varastoon hankittavien tavaroiden virtaamista, sekä XYZ-analyysin käytöllä pystytään tehostamaan tavaran käsittelyä, sekä optimoimaan varastopaikkojen käyttöä.

Toisen tutkimuskysymyksen osakysymyksenä on seuraava kysymys:

- *Minkälainen kapasiteetti tulisi varastotoimintoihin liittyen olla, kun ajatellaan yrityksen tulevaisuuden visiota?*

Nykyisen toimintamallin mukaan toimittaessa yritys tarvitsisi vuonna 2017 kahden henkilötyövuoden verran lisää resursseja, jotta tarvittavat varastotyöt pystyttäisiin hoitamaan. Jos vanhalla mallilla jatkettaisiin aina vuoteen 2022, tarvittaisiin yli neljän henkilötyövuoden verran lisäpanosta. Laskelmat eivät tosin ota huomioon sitä, kun toiminta kasvaa ja monimutkaistuu, niin aiheutuu siitä myös lisää ongelmia. Todellisuudessa tarvittaisiin siis vieläkin enemmän työvoimaa, kuin neljän henkilötyövuoden verran.

Kun toimintaa pystytään tehostamaan 40 %, pystytään vuonna 2017 toimimaan samalla työntekijämäärällä kuin nykyäänkin. 40 % tehokkuuden nousu on varovainen arvio ja mikäli päästään vielä tätäkin korkeammalle, niin vaikka toiminta kasvaakin, henkilötyövuosien tarve pienenee nykyisestä. Vapautuneet resurssit voidaan hyödyntää muissa tehtävissä.

Prosessien tehostuminen edellyttää nykyisen varaston tietojärjestelmän korvaamisen uudenaikaisella varastonhallintajärjestelmällä. Uusi järjestelmä mahdollistaa varaston tehokkaan ohjaamisen sekä seurannan.

Toinen päätutkimuskysymys on seuraavanlainen:

2. Minkälaisia investointeja varastonhallintaan liittyen tarvitsee tehdä ja ovatko mahdolliset investoinnit kannattavia?

Tarvittavia investointeja ovat varastonhallintajärjestelmä, alusta-automaatit sekä keräilyssä käytettävät päätelaitteet. Nämä ovat pakollisia investointeja, jotta automaatiota pystytään käyttämään varastotoiminnassa hyväksi. Uuden tehtaan mukana tullut hyllystöhissi olisi täytynyt joka tapauksessa integroida yrityksen

tietojärjestelmään, jotta sitä pystyttäisiin käyttämään tehokkaammin. Investointilaskelmien mukaan näiden takaisinmaksuaika on hieman yli neljä vuotta, kun varastosta vapautuvan käyttöpääoman palautumista ei oteta huomioon.

6.2 Pohdintaa

Kohdeyrityksen tavoite oli saada tehokas sisälogistiikkajärjestelmä. Tämän diplomityön valmistumisen hetkellä tarvittavat investoinnit on tehty ja laitteet ovat asennettuina. Varastonhallintajärjestelmä on myös toteutettu vaatimusmäärittelyn mukaan ja pääkäyttäjäkoulutus on pidetty. Järjestelmän testaus on parhaillaan käynnissä ja ilmenevät puutteet ja virheet korjataan vielä ennen lopullista käyttöönottoa, joka tapahtuu vuoden 2015 alussa.

Konstruktiivisen tutkimuksen mukaan yksi vaihe on toteutetun ratkaisun testaaminen. Tämä vaihe tulee loppumaan vasta tämän diplomityön valmistumisen jälkeen, joten testauksen tarkempaa analysointia tämä työ ei pidä sisällään. Tätä kohtaa lukuun ottamatta diplomityö täyttää konstruktiivisen tutkimuksen periaatteita. Työn tuloksena yrityksellä on käytössään uudenaikainen varastonhallintajärjestelmä sekä modernia tekniikkaa varastotoimintojen suorittamisen tukena.

7. YHTEENVETO

Kohdeyrityksen tulevaisuuden näkymien mukaan muutaman vuoden sisällä varastotoiminta tulee kasvamaan yli 50 % vuoden 2013 toteutumaan verrattuna. Tämä vaatii yritykseltä toiminnan kehittämistä, jotta pystytään vastaamaan muuttuviin olosuhteisiin.

Varaston nykytilaa analysoitaessa suurimmiksi epäkohdiksi nousivat toiminnan läpinäkymättömyys ja siitä aiheutuvat lisäongelmat, yrityksen tämän hetkisen käytössä olevan tietojärjestelmän huono soveltuvuus varastointiin ja uuden teknologian puute, sekä nimikkeiden luokittelun puute. Nämä aiheuttavat kankeutta sekä ylimääräistä työtä, joka ilmenee tehottomuutena.

Uusi varastonhallintajärjestelmä on erittäin tärkeässä asemassa toimintaa kehitettäessä ja se mahdollistaa automaation tehokkaan integroinnin osaksi varaston toimintaa. Varastotoimintoja pystytään suorittamaan saman ohjelman avulla riippumatta siitä, operoidaanko alusta-automaattien, hyllystöhissin vai lavavaraston puolella.

Varastonhallintajärjestelmä mahdollistaa töiden tehokkaan organisoinnin sekä valvonnan. Työt saadaan järjestettyä toiminnoittain työjonoihin, sekä kiireelliset työt voidaan helposti priorisoida muiden tehtävien edelle. Jokaisesta toiminnosta jää jälki tietokantaan, joka puolestaan mahdollistaa suorituksien tarkan seurannan. Tämä luo erinomaisen pohjan varaston suorituskykymittariston rakentamiselle.

Nimikkeille luotujen ABC- sekä XYZ -luokitusten hyödyntäminen luo perustan optimoituun varastointiin, jossa kiertävimmät nimikkeet ovat parhaiten saatavilla ja vähiten kiertävät ovat syrjäisimmillä varastopaikoilla. Varastonhallintajärjestelmä ylläpitää XYZ-luokituksen päivittämistä itse asettamien parametrien avulla. Näin ollen nimikkeiden sijainnit varastossa muuttuvat reaaliajassa sen mukaan, kun nimikkeiden kulutuksetkin muuttuvat. Myös osto hyötyy luodusta ABC-luokittelusta, kun pystytään keskittämään resurssit tärkeimmille nimikkeille sekä osataan valita

oikea ohjaustapa kullekin luokalle. Yrityksessä ei ole ennen tehty kumpaakaan edellä mainituista analyyseistä, joten näistä saatava lisäinformaatio auttaa toiminnan kehittämisessä.

Tehostuneen varastonhallinnan myötä myös varastoon sitoutunutta pääomaa pystytään pienentämään. Samalla myös varaston kierto paranee. Materiaalivirran optimoinnin ansiosta päästään alempiin materiaalin käsittelykustannuksiin ja samalla tuottavuus kasvaa.

LÄHTEET

Celkee Oy, Tietotekniikan liitto ry, Ohjelmistoyrittäjät ry, 2013. Tietojärjestelmien hankinta Suomessa 2013. Tutkimusraportti.

Chopra, S., Meindl, P. 2007. Supply Chain Management: Strategy, Planning & Operation. 3. painos, New Jersey. 526 s. ISBN: 0-13-173042-8

Ellis,. K., Meller, R., Wilck, J., Parikh,. P., Marchand,F. 2010. Effective material flow at an assembly facility. *International Journal of Production Research.* Vol. 48, nro. 23, s. 7195-7217.

Ferreira, A., Otley, D. 2009. The design and use of performance management systems: An extended framework for analysis. *Management Accounting Research.* Vol. 20, nro 4. s. 263-282.

Forselius, P., Onnistunut tietojärjestelmän hankinta, Talentum, 3. uudistettu painos, Helsinki, 2013.

Garengo, P., Biazzo, S., Bititchi, U. 2005. Performance Measurement Systems in SMEs: A review for a research agenda. *International Journal of Management Reviews.* Volume 7, nro. 1. s. 25-47.

Grigoroudis, E., Orfanoudaki, E., Zopounidis, C. 2012. Strategic performance measurement in a healthcare organization: A multiple criteria approach based on balanced scorecard. *Omega*. Vol. 40, nro 1, s. 104-119.

Heizer, J., Render, B. 2011. Principles of Operations Management. 8. painos, New Jersey. Pearson Education Inc. 696 s. ISBN 978-0-13-800093-6

Hokkanen, S., Karhunen, J., Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Kopijyvä Oy, Jyväskylä. 445 s. ISBN 951-830-016-X

Hompel, M., Schmidt, T. 2007. Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems. Springer. 340s. ISBN: 978-3-540-35218-1

Hunt, T., Westfall, L. 2003. Software acquisition & supplier management: Part 1 - Product Definition & Supplier Selection. *Annual quality congress proceedings.* s.359-372.

Karhunen, J., Pouri, R., Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. WS Bookwell Oy. 416 s. ISBN: 951-98050-6-0.

Karrus, K. 2001. Logistiikka. WSOY, Juva. 403s. ISBN: 951-0-25497-5

Kerber, B., Dreckshage, B. 2011. Lean Supply Chain Management Essentials - A Framework for Materials Managers. Taylor and Francis Group. 242 s. ISBN 978-1-4398-4082-5

Koster, R., Yu, M. 2009. Enhancing performance in order picking processes by dynamic storage systems. *International Journal of Production Research.* Vol. 48, nro. 16, s. 4785-4806.

Koster, R.,Le-Duct, T., Zaerpour, N. 2012. Determining the number of zones in a pick-and-sort order picking system. *International Journal of Production Research.* Vol. 50, nro. 3, s. 757-771.

Liviu, I., Turdean, A., Crisan, E., 2009. Warehouse performance measurement - A Case study. *Economic Science Series*. Vol. 18, nro 4, s. 307-312.

Lukka, K. 2001. Konstruktiivinen tutkimusote. [verkkodokumentti] [viitattu: 23.8.2014]
Saatavissa:
http://www.metodix.com/fi/sisallys/01_menetelmat/02_metodiartikkelit/lukka_const_research_app/

Modig, N., Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Rheologica Publisihing. Halmstad. 157 s. ISBN: 978-91-980393-3-7.

Myerson, P. 2012. Lean Supply Chain & Logistics Management. McGraw-Hill Companies. 248s. ISBN 978-0-07-176626-5

Nyhuis, P., Vogel, M., 2006. Adaptation of logistic operating curves to one-piece flow processes. *International Journal of Productivity and Performance Management.* Vol. 55, nro 3/4, s. 284-299.

Palanisamy, R., Verville, J., Bernadas, C., Taskin, N. 2010. An empirical study on the influences on the acquisition of enterprise software decisions: A practitioner's perspective. *Journal of Enterprise Information Management*. Vol. 23, nro 5, s. 610-639.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. 4. uudistettu painos, Espoo. Jouni Sakki Oy. 237 s. ISBN 951-97668-1-2

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Logistinen B-to-B - Vähemmällä enemmän. 7. uudistettu painos, Helsinki. Hakapaino Oy. 216 s. ISBN 978-951-97668-4-3

Satoglu, I., Durmusoglu, M. B., Ertay, T., 2010. A mathematical model and a heuristic approach for design of the hybrid manufacturing systems to facilitate one-piece flow. *International Journal of Production Research.* Vol. 48, nro. 17, s. 5195-5220.

Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., Bergmann, J. 2011. Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 61, nro. 4, s. 445-451.

Sheldon, D. 2008. Lean Materials Planning and Execution: A Guide to Internal and External Supply Management Excellence. J. Ross Publishing, Fort Lauderdale. 242 s. ISBN 978-1-932159-65-3

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. 2007. Operations Management. 5. painos. Pearson Education Limited. 707s. ISBN 978-0-273-70847-6

Tersine, R. 1994. Principles of Inventory and Materials Management. 4. painos. Prentice-Hall International. New Jersey. 571s. ISBN: 0-13-126484-2

Tsigkas, A. 2013. The Lean Enterprise. *Springer texts in Business and Economics*.

Ukko, J., Tenhunen, J., Rantanen, H. 2008. The impacts of performance measurement on the quality of working life. *Int. J. Business Performance Management*, Vol. 10, Nro. 1.

Wang, D., Li, A. 2013. A Case Study on One-Piece-Flow Production Mode Designing. *International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2012) Proceedings*. s. 373-380. ISBN: 978-3-642-38445-5

Yritys X Intranet. 2014. [WWW-dokumentti]. [viitattu 10.8.2014]. Ei saatavissa.

LIITE 1/6. Materiaalin käsittely

Vastapainotrukki (Direct Industry 2014)

http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/electric-forklifts-pneumatic-tire-14115-3412859.jpg

Pinoamistrukki (Rocla 2014)

http://www.rocla.fi/trukit/pinoamistrukki

Tukipyörätrukki (Rocla 2014)

http://www.rocla.fi/pinoamistrukki/seisten-ajettava-tukipyoratrukki

Työntömastotrukki (Haklift 2014)

http://www.haklift.com/naytatuote.php/tyontomastotrukit

(jatkuu)

(LIITE 1/6 jatkoa)

Keräilykärry (Hexaplan 2014)

http://www.hexaplan.fi/data/product_images/kuljetus/3140020-yleisvaunut-2-tasoa.jpg

LIITE 2/6. Päätelaitteet

Tabletti (Getac 2014)

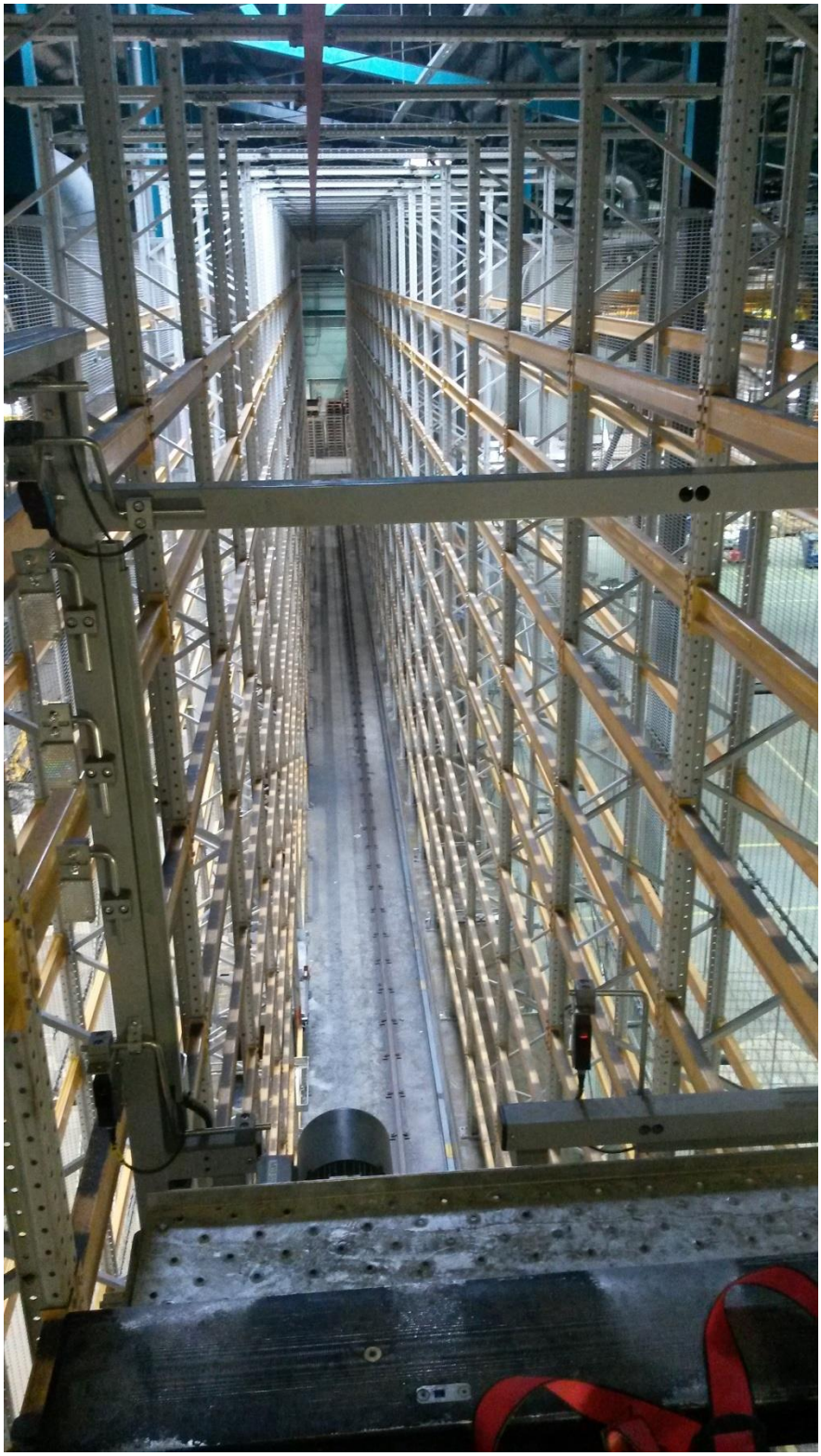
http://us.getac.com/tablets/F110/features.html

Viivakoodinlukija (Milesdata 2014)

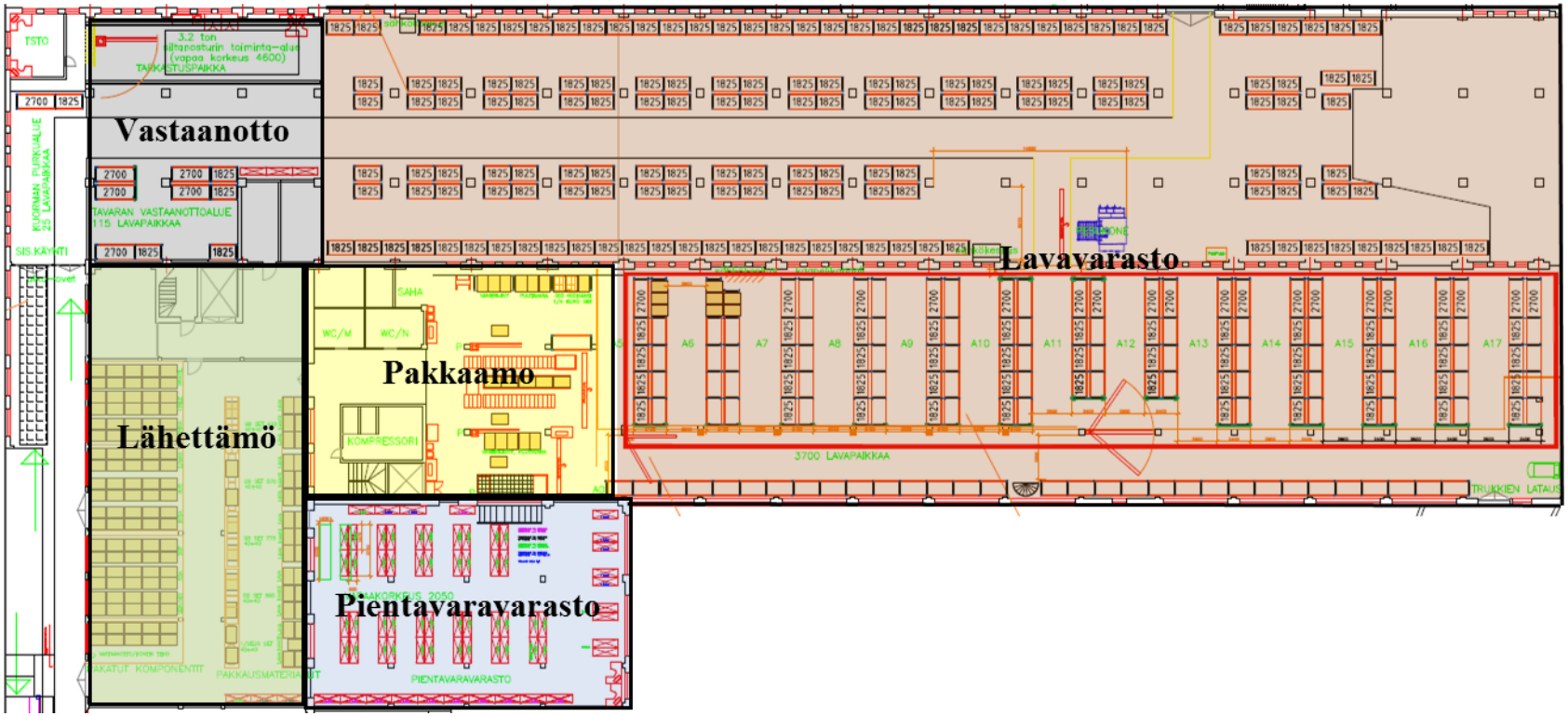
http://www.milesdata.com/products/MOTOROLA/LS3578/

LIITE 3/6. Uudet alusta-automaatit

LIITE 4/6. Hyllystöhissi kuvattuna katonrajasta



LIITE 5/6. Nykyisen varaston layout



LIITE 6/6. Esimerkki XYZ-analyysistä

Nro	Nimike	2013 /09	2013 /10	2013 /11	2013/ 12	2014 /01	2014 /02	2014 /03	2014 /04	2014 /05	2014 /06	2014 /07	2014 /08	Transaktiot yhteensä	%- osuus nimikkeistä	Kumulatiivinen	XYZ-luokka
1	Nimike 1	151	230	146	136	161	153	149	200	253	170	176	169	2094	1,93 %	1,93 %	X
2	Nimike 2	141	135	122	109	138	123	123	141	141	123	134	104	1534	1,42 %	3,35 %	X
3	Nimike 3	106	84	83	87	84	75	81	119	112	105	90	58	1084	1,00 %	4,35 %	X
4	Nimike 4	51	102	92	46	92	75	78	77	108	71	80	104	976	0,90 %	5,26 %	X
5	Nimike 5	63	112	67	74	64	82	70	103	115	87	78	57	972	0,90 %	6,15 %	X
6	Nimike 6	85	95	66	71	76	70	63	95	101	68	69	75	934	0,86 %	7,02 %	X
7	Nimike 7	25	72	51	28	65	46	51	55	79	50	60	77	659	0,61 %	7,63 %	X
8	Nimike 8	50	43	58	31	48	51	47	53	58	58	40	54	591	0,55 %	8,17 %	X
9	Nimike 9	23	71	49	21	48	33	42	50	64	48	51	71	571	0,53 %	8,70 %	X
10	Nimike 10	39	26	44	28	58	43	49	46	58	46	47	66	550	0,51 %	9,21 %	X
428	Nimike 428	3	5	9	4	7	7	8	2		1	2	1	49	0,05 %	50,02 %	Y
429	Nimike 429	3	2	4	2	3	2	2	7	6	4	6	8	49	0,05 %	50,06 %	Y
430	Nimike 430	3	8	3	2	3	3	2	5	6	3	6	5	49	0,05 %	50,11 %	Y
431	Nimike 431	5	4	5	4	5	3	3	5	3	3	7	2	49	0,05 %	50,15 %	Y
432	Nimike 432	2	4	3	4	3	5	2	3	5	2	5	11	49	0,05 %	50,20 %	Y
433	Nimike 433	3	11	3	1	2	3	5	3	1	7	2	8	49	0,05 %	50,24 %	Y
434	Nimike 434	7	3	3	4	4	3	3	6	4	4	6	2	49	0,05 %	50,29 %	Y
435	Nimike 435	3	2	2	3	7	6	4	2	8	4	4	3	48	0,04 %	50,33 %	Y
436	Nimike 436		5	3	5	3	7	2	5	4	4	9	1	48	0,04 %	50,38 %	Y
437	Nimike 437	6	5	2	6	2	2		4	11	1	4	5	48	0,04 %	50,42 %	Y
1797	Nimike 1797		2	1	2	1	1		1				4	12	0,01 %	80,00 %	Z
1798	Nimike 1798	3	1	1	2		1	1	1			1	1	12	0,01 %	80,01 %	Z
1799	Nimike 1799	2	2	2	1		2	2			1			12	0,01 %	80,02 %	Z
1800	Nimike 1800	1	2	1	1	2	1				1	1	2	12	0,01 %	80,03 %	Z
1801	Nimike 1801	1	1		1	2	2	1				2	2	12	0,01 %	80,05 %	Z
1802	Nimike 1802			1	1	4	1			4	1			12	0,01 %	80,06 %	Z
1803	Nimike 1803	3	2	1	1	2		2				1		12	0,01 %	80,07 %	Z
1804	Nimike 1804	1			1	2	2	1	1		4			12	0,01 %	80,08 %	Z
1805	Nimike 1805	1	2	1	1	1		1		4		1		12	0,01 %	80,09 %	Z
1806	Nimike 1806			3		1	1	1		4	1		1	12	0,01 %	80,10 %	Z