

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Energy Systems

LUT Kone

BK10A0402 Kandidaatintyö

HYLLYTYSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN TUOTANNON VARASTOSSA
DEVELOPMENT OF SHELF SYSTEM FOR PRODUCTION INVENTORY

Lappeenrannassa 13.11.2017

Juho Pekkanen

Tarkastaja: Harri Eskelinen

Ohjaaja: Harri Eskelinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT Energiajärjestelmät
LUT Kone

Juho Pekkanen

Hyllytysjärjestelmän kehittäminen tuotannon varastossa

Kandidaatintyö

2017

33 sivua, 5 kuvaa, 2 taulukkoa ja 1 liite

Tarkastaja: Harri Eskelinen

Ohjaaja: Harri Eskelinen

Hakusanat: varastointi, varastonohjaus, hyllytysjärjestelmä, ABC-analyysi

Tämän kandidaatintyön tavoitteena oli optimoida Mense Oy:n tuotantotilan varaston toimintoja. Mense Oy on Luumäellä toimiva yritys joka valmistaa puunkorjuulaitteita. Merkittävin tavoite oli kehittää varaston hyllytysjärjestelmää toiminnanohjausjärjestelmän laajempaa käyttöönottoa varten. Tavoitetta vastaavia tuloksia muodostettiin triangulaatiomenetelmällä. Tietoa koottiin varastointiin ja tuotannonohjaukseen liittyvästä kirjallisuudesta, yrityksen tuotannon vastuuhenkilöiden haastatteluista sekä tutkijan omasta havainnoinnista yrityksessä.

Haastatteluiden ja havainnoinnin perusteella kehitettiin varastoitaville nimikkeille tarkemmat hyllyosoitteet. Tarkempien hyllypaikkojen perusteella luotiin hyllykartta, jonka tarkoituksena on antaa nimikkeen sijaintitieto materiaalia vastaanottavalle tai lähettävälle työntekijälle. Kehitetyn hyllytysjärjestelmän tarkoituksena oli mahdollistaa varastotietojen tallentaminen toiminnanohjausjärjestelmään. Kaikille nimikkeille ei kuitenkaan pystytty määrittämään hyllypaikkoja.

Kirjallisuuslähteistä puolestaan koottiin tietoa, jonka avulla pystyttiin suunnittelemaan yrityksen varastonohjausta kehittäviä toimenpiteitä. Haastatteluiden ja havainnoinnin avulla poissuljettiin vaihtoehdot, jotka olivat kohdeyritykseen sopimattomia. Tärkeimpiä kirjallisuustutkimuksen tuloksia olivat luentateknologian kuten viivakooditekniikan hyödyntäminen varastohallinnassa, nimikkeiden luokittelu ABC-analyysin avulla ja varastonohjausmenetelmien valintakriteerien selvittäminen erilaisille nimikkeille.

Tutkimuksessa suurin haaste oli yrityksen tuotantokapasiteettiin nähden laaja tuotevalikoima. Tavoitteen mukainen hyllytysjärjestelmä pystyttiin osittain toteuttamaan, mutta yrityksessä täytyy tehdä vielä merkittäviä jatkotoimenpiteitä suurimman hyödyn saavuttamiseksi. Tutkimus antaa kuitenkin kohdeyritykselle lähtökohdat järjestelmälliselle varastonohjauksen kehittämiselle.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Energy Systems
LUT Mechanical Engineering

Juho Pekkanen

Development of shelf system for production inventory

Bachelor's thesis

2017

33 pages, 5 figures, 2 tables and 1 appendix

Examiner: Harri Eskelinen

Supervisor: Harri Eskelinen

Keywords: warehousing, inventory management, shelf system, ABC-analysis

The purpose of this thesis was to optimize the production inventory management of Mense Oy. The company is located in Luumäki and it produces equipment for wood harvesting. The main goal was to develop a new shelf system which would enable wider usage of enterprise resource planning system. Results corresponding to the purpose were produced using triangulation method. Information was gathered from literature of inventory management, interviews with company's employees in charge of production and by observing the operation in company's production space.

Based on the interviews and observing a new warehouse shelf numbering system was created. System enabled creating of shelf map which helps employees to find items and shelf addresses in short order. Main purpose of the new shelf system was to enable saving inventory data in enterprise resource planning system. However, all items could not be placed in to the new system.

Literature references were used to plan improving measures for company's inventory management. With the knowledge gathered from interviews and observing the operation unnecessary information from literature which did not respond company's needs was marked out from this thesis. The most valuable results gathered from the literature were usage of machine-readable technologies, categorization of products using ABC-analysis and selection of inventory management technique for different items.

The biggest challenge of this thesis was company's production capacity which is limited compared to production range. As purposed development of new shelf system was partly accomplished but the company must perform some further actions to achieve the maximum benefits. However, this thesis creates premises for organized development of inventory management.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT.....	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 TUTKIMUSMETODIT	9
3 VARASTOINTI	10
3.1 Tuotannossa käytettävät varastot.....	10
3.1.1 Puskurivarastot.....	10
3.1.2 Varasto kausivaihteluiden tasoittamiseen.....	11
3.1.3 Välivarasto	11
3.1.4 Tuotannon häiriöiden varalta pidettävät varastot.....	11
3.2 Varaston luokittelu.....	11
3.2.1 ABC-analyysi.....	12
4 TUOTANNONOHJAUS	14
4.1 Imuohjaus.....	14
4.2 Työntöohjaus	14
5 VARASTONHALLINTA.....	16
5.1 Viivakooditekniikka.....	17
5.2 RFID-tekniikka	17
6 VARASTONOHJAUS.....	18
6.1 Tilauspistejärjestelmä	18
6.2 Kaksilaatikkomenetelmä.....	19
6.3 ABC-luokitus	19

7	KOHDEYRITYKSEN VARASTON NYKYTILANNE	21
8	TOIMENPITEET	23
8.1	Varaston inventointi.....	23
8.2	Hyllytysjärjestelmä	23
8.3	Uuden hyllytysjärjestelmän mahdollistavat toimenpiteet.....	25
9	POHDINTA	27
9.1	Avaintulokset	27
9.2	Vertailu aiempaan tutkimukseen	29
9.3	Tutkimuksen objektiivisuus	29
9.4	Tulosten hyödynnettävyys	30
9.5	Jatkotutkimukset	30
10	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	34

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

C	Yhden tuotteen tilauskustannus
H	Yhden tuotteen varastointikustannus
R	Tuotteen kysyntä
EOQ	Economic Order Quantity, Taloudellisin erä koko
ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä
JIT	Just In Time, Tarveohjautuvuuteen perustuva strategiamalli
MRP	Materials Requirement Planning, Materiaalintarvelaskenta

1 JOHDANTO

Tämä kandidaatintyö on tehty MenSe Oy:n toimeksiannosta. MenSe Oy on Luumäellä toimiva puunkorjuulaitteiden valmistukseen erikoistunut yritys, joka tekee lähinnä tilaustöitä ja sen toimenkuvaan kuuluvat tuotteiden suunnittelu, valmistus sekä myynti. Tuotteet ovat mekaanisessa puunkorjuussa käytettäviä metsäkoneiden syöttörullia, leikkureita, raivauslisälaitteita ja letkukiinnitystarvikkeita. Yritys tekee myös alihankintana erilaisia tilaustöitä kuten robottihitsausta, sopimusvalmistusta sekä CNC-koneistusta ja kumitustöitä. (MenSe Oy 2017.)

Tässä työssä tarkastellaan varastonohjausta MenSe Oy:n tuotantotilan varastossa, jossa varastoidaan valmiita tuotteita, tilattuja esikoneistettuja osia ja puolivalmisteita. Tutkimusongelmana tässä työssä on se, että kohdeyrityksen varastonohjauksessa on selkeitä ongelmakohtia ja puutteita. Vaikka hyllypaikat on merkitty, osat eivät aina mahdu oikeille paikoille tai niitä ei osata laittaa oikeille paikoille, koska tiedot osien sijainnista perustuvat työntekijöiden muistin varaan. Usein tavaran hyllyttämisessä menetellään laittamalla se sinne, missä on tilaa. Näin ollen esimerkiksi koneistukseen meneviä osia sisältäviä lavoja jätetään lattialle hyllyjen eteen, jolloin hyllyjä ei pystytä vaivattomasti täydentämään tai tyhjentämään trukilla. Koneistukseen meneviä osia jätetään lattialle myös sen takia, että ne eivät ole kauan varastossa eikä haluta tuhjata aikaa hyllyttämiseen. Osa koneistukseen menevistä osista on suoraan toimittajalta saapuneilla pienillä lavoilla, jotka eivät sovi eurolavoille tarkoitettuun hyllyyn. Toimittajilta saapuvat lavat aiheuttavat ongelmia myös sisällöllään, koska usein samassa lavassa on kahta eri osaa, jotka menevät eripuolille tuotantoa. Ongelmia aiheuttavat myös isot tuotteet kuten leikkuupäät, koska kokonaiset tuotteet tai jotkin niiden osat eivät mahdu eurolavan kokoiseen hyllypaikkaan. (Koukila 2017b; Kylmä 2017b.) Tutkimusongelmasta johdettu keskeisin tutkimuskysymys, johon tämä tutkimusvastaa on seuraava: Millä keinoilla kohdeyrityksen tuotannon varaston hyllytysjärjestelmää ja toimintoja voidaan kehittää?

Tämän työn tavoitteena on kehittää kohdeyritykselle toimenpide-ehdotuksia, joilla voidaan parantaa yrityksen varastonohjauksen tehokkuutta. Toimenpide-ehdotuksilla pyritään

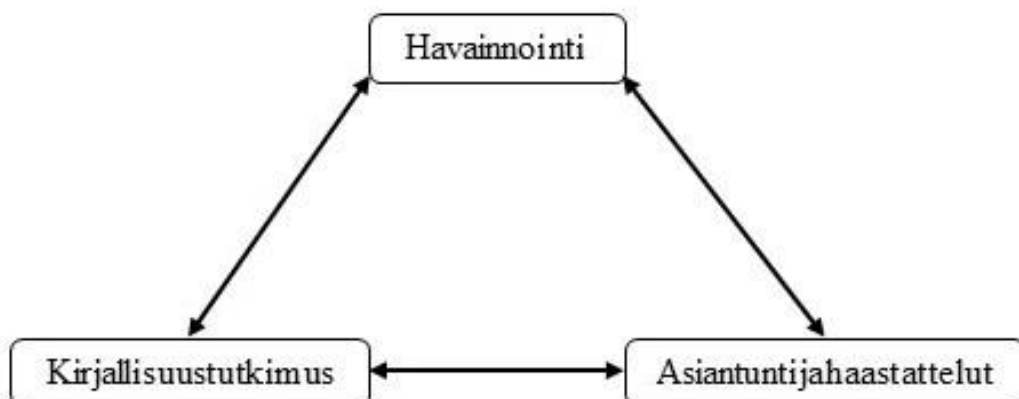
saavuttamaan tuotantotilaan varasto, jossa kaikki tuotteet ovat oikeilla paikoilla. Kaikkien työntekijöiden on kyettävä löytämään mikä tahansa tuote vaivattomasti ja osattava hyllyttää toimittajilta saapuvat tuotteet oikeille paikoille tuote-erän vastaanottamisesta lähtien. Tavoitteena on kehittää hyllytysjärjestelmää myös siten, että hyllyissä olevien tuotteiden sijainti- ja lukumäärätiedot on mahdollista liittää toiminnanohjausjärjestelmään.

Työssä käytetään tuotannon- ja varastonohjausta käsittelevää kirjallisuutta. Kirjallisuustutkimuksen lisäksi työssä haastatellaan kohdeyrityksen tuotannon toimihenkilöitä ja kootaan tietoa heidän johdolla yrityksen tuotannon sekä varaston toiminnasta. Lähteistä etsitään tutkimusongelmaan liittyvää tietoa, jonka perusteella tehdään työn tavoitteita palvelevia toimenpide-ehdotuksia.

2 TUTKIMUSMETODIT

Tämä tutkimus toteutettiin käyttämällä triangulaatiota. Triangulaatio on tutkimusmetodia, jossa tarkastellaan tutkittavaa asiaa kolmesta eri näkökulmasta ja pyritään yhdistämään erinäkökulmien tieto yhdeksi kokonaisuudeksi. Triangulaatiota käytetään tässä tutkimuksessa, koska sen avulla pystyy luomaan täsmälleen kohdeyrityksen käyttötarkoitukseen sovellettuja ohjeita, joiden taustalla on tietoa luotettavista kirjallisuuslähteistä.

Tarkasteltavat näkökulmat tässä tutkimuksessa ovat kirjallisuustutkimus, asiantuntijoiden haastattelut ja tutkijan omat havainnot kohdeyrityksessä. Triangulaation periaate on esitetty kuvassa 1. Kirjallisuustutkimukseen on koottu tietoa eri tyyppisistä varastoista, tuotannonohjauksesta sekä varastohallinnasta ja -ohjauksesta. Kirjallisuustutkimuksessa pyrittiin esittämään lähteistä vain sellaista tietoa, joka liittyy tutkimusongelmaan. Asiantuntijahaastatteluiden lähteinä olivat kohdeyrityksen tuotantopäällikkö ja tuotannon vastuhenkilö. Tutkijan oma havainnointi puolestaan toteutettiin haastatteluiden yhteydessä paikan päällä kohdeyrityksen tuotantotilassa.



Kuva 1. Tutkimuksessa käytettävän triangulaatiometodin periaate.

3 VARASTOINTI

Varastot aiheuttavat yritykselle aina kustannuksia, mutta esimerkiksi tuote- ja materiaalivarastot ovat lähes jokaisen yrityksen toiminnan ylläpitämisen kannalta välttämättömiä. Varastot sitovat yrityksen pääomaa, mutta niiden avulla tuotannon eri työvaiheet liitetään toisiinsa ja varmistetaan täsmällinen toimitus asiakkaalle. (Haverila et al. 2009, s. 445-446.) Tässä luvussa käsitellään erilaisia tuotannossa käytettäviä varastoja ja varastoitavien tuotteiden luokittelua.

3.1 Tuotannossa käytettävät varastot

Varaston sitoman pääoman takia varastotasot pyritään pitämään mahdollisimman matalalla toimitusketjun kaikissa vaiheissa. Varastasojen pienentäminen tai niistä luopuminen edellyttää toimitusaikojen optimointia. Materiaalivarastoa ei tarvita, jos valmistavan yrityksen tilaama materiaali toimitetaan suoraan tuotantoon. Valmiiden tuotteiden varastoinnille puolestaan ei ole tarvetta, jos valmistaja toimittaa tuotteet suoraan asiakkaalle. Laajan tuotevalikoiman kattavassa yrityksessä tulee miettiä valikoiman laajuuden tarvetta sekä toimitusaikavaatimuksia. Suuri tuotevalikoima sekä nopeat toimitusaikavaatimukset lisäävät varastointitarvetta, mutta asiakkaiden tarpeita ei aina tarvitse tyydyttää täydellisesti. (Inkiläinen et al. 2011, s. 79.) Seuraavissa alaluvuissa on esitelty tuotannossa käytettäviä varastoja ja syitä niiden käyttöön.

3.1.1 Puskurivarastot

Valmistavassa yrityksessä tuotteen tuotannon läpäisy aika on usein pidempi kuin asiakkaan toimitusaikavaatimus. Kun yritys pyrkii vastaamaan läpäisy aikaan lyhyempiin toimitusaikoihin, se tarvitsee puskurivaraston. Puskurivarastossa voi olla valmiita tuotteita, puolivalmisteita tai raaka-aineita ja sen koko määräytyy yrityksen tavoitteleman palveluasteen mukaan. Yritys voi tavoitella korkeampaa palveluastetta lyhemmillä ja luotettavammilla toimitusajoilla, jolloin puskurivaraston koon tulee olla suurempi. (Haverila et al. 2009, s. 446.)

3.1.2 Varasto kausivaihteluiden tasoittamiseen

Yritys, joka valmistaa sesonkituotteita, voi käyttää kausivaihteluiden tasoittamiseen varastoa. Tuotteiden valmistaminen voidaan aloittaa kesällä ja varastoida valmiita tuotteita esimerkiksi joulusesonkia varten. Tämä edellyttää tuotteelta riittävän alhaisia varastointikustannuksia. (Haverila et al. 2009, s. 446.)

3.1.3 Välivarasto

Tuotannossa eri työvaiheilla voi olla eri nopeus. Tällöin työvaiheiden välillä puolivalmisteita joudutaan varastoimaan välivarastoissa. Yleensä keskeneräiset tuotteet siirretään erässä työpisteeltä suoraan toiselle työpisteelle tai sen välivarastoon. Välivarastot sitovat pääomaa, lisäävät laatuvirheitä ja hidastavat läpäisyäikää. Välivarastot siis lisäävät kustannuksia ja niistä kannattaa pyrkiä eroon. (Haverila et al. 2009, s. 446-447.)

Taloudellisin valmistuseräkoko voi olla suuri, jos valmistuksen asetusajat ovat pitkiä tai jos asetuskustannukset ovat suuret. Suuri valmistuseräkoko johtaa suuriin välivarastoihin. Taloudellista eräkokoja kannattaa tavoitella, mutta siitä aiheutuvia välivarastoja tulee välttää esimerkiksi lyhentämällä asetusajoja. (Haverila et al. 2009, s. 447.)

3.1.4 Tuotannon häiriöiden varalta pidettävät varastot

Tuotannossa syntyvien laatuvirheiden ja häiriöiden vaikutukset palvelutasoon voi estää ylimääräisillä varastoilla. Tällaiset varastot kannattaisi kuitenkin poistaa, koska niistä aiheutuu ylimääräisiä varastointikustannuksia ja varastointitarvetta aiheuttavat ongelmat jäävät ratkaisematta. (Haverila et al. 2009, s. 447.)

3.2 Varaston luokittelu

Varastoitavien tuotteiden luokittelu kysynnän mukaan on tärkeää etenkin silloin, kun tuotevalikoimassa on paljon nimikkeitä. Luokittelulla pyritään löytämään liiketoiminnan kannalta kannattamattomia poikkeamia, jotka muuten jäävät kokonaiskeskiarvojen sisään ja siten huomaamatta. Luokittelun avulla huomaa kuinka tuotannonohjausta, tuotehinnoittelua ja asiakaspalvelua tulisi kehittää eri tavalla eri nimikkeille. (Sakki 2014, s. 62.)

3.2.1 ABC-analyysi

Yleisesti käytetty varastoitavien nimikkeiden luokittelu on ABC-analyysi. Sen toiminta perustuu 20/80-sääntöön, jonka keksi italialainen kansantaloustieteilijä Vilfredo Pareto. Pareton säännön mukaan 1900-luvun Englannissa 20 % asukkaista piti hallussaan 80 % varallisuudesta. Luvut ovat suuntaa antavia, mutta yritystoiminnassa Pareton säännön perusteella 20 % tuotteista tuottaa 80 % tuloksesta eli suurin osa tuotteista vaikuttaa myynnin kannalta turhilta. (Sakki 2014, s. 63.)

ABC-analyysissä on sama periaate kuin Pareton säännössä, mutta kahden luokan sijasta siinä nimikkeet jaetaan viiteen eri luokkaa. Luokitus voidaan tehdä esimerkiksi myynnin, menekin, myyntikatteen, asiakkaiden määrän tai myytyjen kappalemäärien perusteella. Viidestä luokasta neljä on aktiivisille nimikkeille ja yksi poikkeustuotteille, joita ei ole myyty lainkaan. Aktiiviset luokat ovat A-, B-, C- ja D-luokat ja poikkeustuotteille on luokka E. Taulukossa 1 on kuvitteellinen esimerkki ABC-luokittelusta, jossa tuotteiden luokittelun perusteena on niiden osuus kokonaismyynnistä. Yleisesti ABC-luokittelussa käytetään taulukon 1. mukaista jakoa. Taulukossa olevat tuotteiden määrät ja myyntimäärät ovat esimerkkitapauksesta, joka on laadittu SCM Best Practice-ohjelmalla. (Sakki 2014, s. 63-64.)

Eri luokkien tuotantoon käytettävä työmäärä voidaan arvioida esimerkiksi luokan sisältämien nimikkeiden myyntimääränä. Kuten Pareton laissa, taulukon 1. esimerkkitapauksessa myyntituloiltaan suuria A- ja B-luokkien tuotteita on vähän. Toisaalta tuotteiden määrään ja myyntituloihin nähden niihin kohdistuu suhteellisen vähän työmäärää. Tämän perusteella C- ja D-ryhmien tuotteisiin kuuluu paljon resursseja, mutta ne tuovat vähemmän myyntituloja kuin A- ja B-tuotteet. Luokittelun perusteella voidaan karsia tuotevalikoimasta turhia nimikkeitä, mutta analyysin loppupään tuotteita ei kuitenkaan voi suoraa luokitella turhiksi, koska ne voivat olla tärkeitä esimerkiksi jollekin isolle asiakkaalle. (Sakki 2014, s. 63-64.)

Taulukko 1. ABC-analyysissä käytettävä nimikkeiden jaottelu. (Sakki 2014, s. 63-64.)

Tuotteet	Osuus kokonaismyynnistä	Tuotteiden lukumäärät	Myyntitapahtumat
A	50 %	3 %	18 %
B	30 %	10 %	25 %
C	18 %	26 %	42 %
D	2 %	36 %	15 %
E	0 %	25 %	0 %

Erityyppisten tuotannon varastojen tunnistaminen on tärkeää varastonohjausta kehittäessä. Esimerkiksi valmiiden tuotteiden puskurivarastojen ja keskeneräisten tuotteiden välivarastojen ohjausmenetelmät eroavat toisistaan merkittävästi. Luokittelun perusteella voidaan kuitenkin määrittää eri nimikkeille erilaiset varastonohjausmenetelmät, joita käsitellään luvussa 5. (Inkiläinen et al. 2011, s. 91).

4 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus on toimintaa, jolla hallitaan palvelutasoa, tuotannon kustannuksia ja vaihto-omaisuutta. Valmistavassa yrityksessä voidaan käyttää kahta erilaista tuotannon ohjausperiaatetta, jotka ovat imuohjaus ja työntöohjaus. Varastonohjaus ja -hallinta ovat osa tuotannonohjausta. (Inkiläinen et al. 2011, s. 56-57.)

4.1 Imuohjaus

Imuohjauksessa yhdessä tuotantovaiheessa valmistetaan vain sen verran, mitä seuraava vaihe vaatii. Sen tavoitteena on vähentää keskeneräisten tuotteiden varastoja. Imuohjaukseen liitetään usein myös käsite JIT (Just In Time), joka on suomennettuna juuri oikeaan aikaan. (Sakki 2014, s. 91.) JIT on japanilaisessa autoteollisuudessa kehitetty tarveohjautuvuuteen perustuva strategian malli. JIT-toiminta on imuohjausta, mutta varastotasojen pienentämisen lisäksi sen tavoitteena on lyhentää koko valmistuksen läpimenoaikaa, parantaa laatua sekä poistaa virheet, tuhlaus ja turhat odotusajat. JIT-ohjauksen käyttöönotto vaatii yritykseltä riittävästi materiaaleja ja tuotannon kapasiteettia, tasaista kysyntää sekä kiinteitä tuoterakenteita. (Inkiläinen et al. 2011, s. 57-60.)

4.2 Työntöohjaus

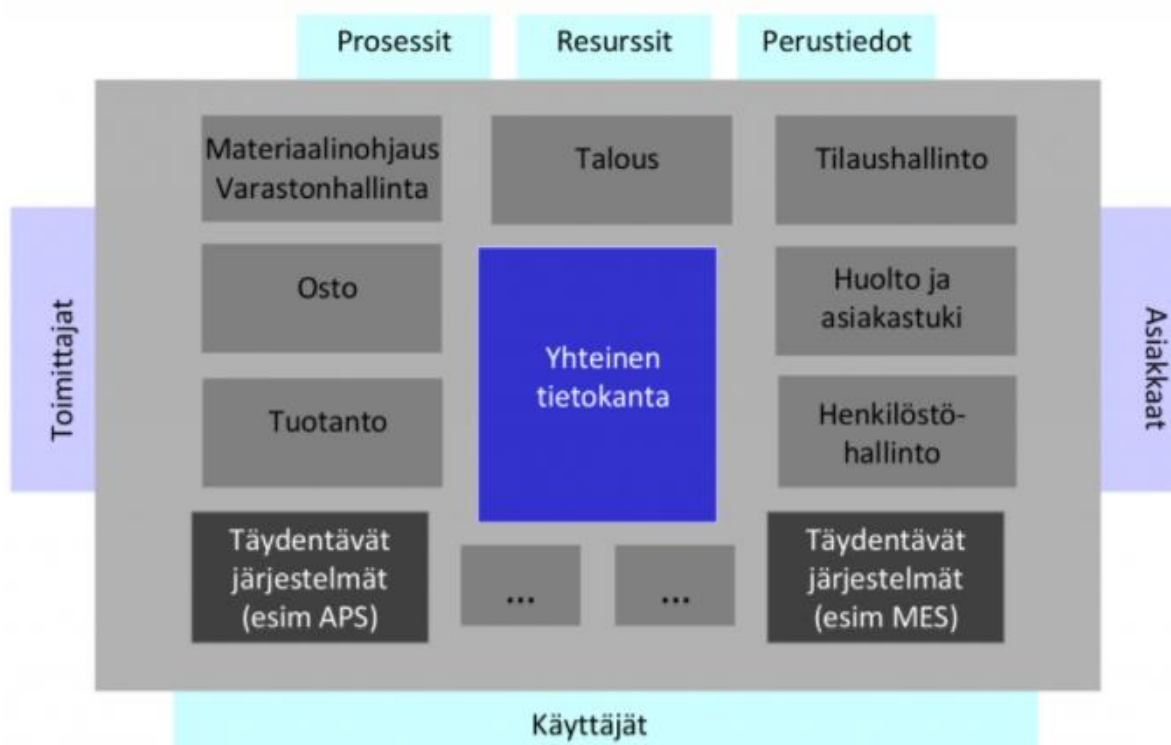
Työntöohjaus perustuu tuotannon materiaalitarpeiden ennakointiin ja siinä hyödynnetään materiaalintarvelaskentaa (engl. MRP, Materials Requirement Planning). MRP:n avulla lasketaan eri työvaiheissa valmistettavat määrät lopputuotteen kysyntäennusteen, tuotteiden rakennetietojen ja vallitsevien varastotasojen perusteella. Rakennetiedoilla tarkoitetaan esimerkiksi puumaista kaaviota, johon sisältyy pääkomponentit, alihankitut osat ja raaka-aineet. (Sakki 2014, s. 90.) Toisin sanoen tuotantoprosessille tehdään etukäteen suunnitelma, jonka mukaan suoritetaan materiaalitoimitukset ja varastotäydennykset. Työntöohjausta ja materiaalintarvelaskentaa on suositeltavaa käyttää, kun materiaalien saatavuus ja tuotantokapasiteetti ovat rajoittavia tekijöitä tuotannon suunnittelussa. (Inkiläinen et al. 2011, s. 57-58.)

Koska varastonohjaus- ja hallinta ovat osa tuotantoa, tuotannonohjausmenetelmät ovat samalla myös varastonohjausmenetelmiä. Varastonohjausmenetelmiä on myös muita, mutta imu- ja työntömenetelmiä käytetään nimenomaan tuotannon varastojen kuten välivarastojen ja raaka-ainevarastojen ohjauksessa. JIT-ohjauksessa sekä materiaalintarvelaskennassa on molemmissa tavoitteena varastotasojen pienentäminen. (Inkiläinen et al. 2011, s. 56-57.)

5 VARASTONHALLINTA

Varastohallinta tarkoittaa varastotasojen määrittämistä varastointi- ja ohjauskustannusten sekä palvelutason mukaan (Inkiläinen et al. 2011, s. 62). Tässä luvussa käsitellään erityisesti varastohallintaan käytettäviä järjestelmiä ja varastohallinnan apuna käytettävää nimikkeiden luentateknologiaa.

Varastohallinnassa käytetään varastohallintajärjestelmiä, joiden avulla voidaan kirjata raaka-aineiden, muiden materiaalien sekä valmiiden tuotteiden siirtely, vastaanotto, hyllytys, keräily, pakkaus ja toimitus. Varastohallintajärjestelmät sisältyvät yleensä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (engl. ERP, Enterprise Resource Planning). (Inkiläinen et al. 2011, s. 62.) ERP on yleisesti käytetty termi järjestelmille, joilla ohjataan kaikkia yrityksen toimintoja kuten varaston- ja materiaalinhallinta, tilaukset, kirjanpito ja reskontra. Kuten kuvassa 2. ERP sisältää yleensä yhteisen tietokannan, jota yrityksen eri toiminnot hyödyntävät. (Logistiikan Maailma 2017.)



Kuva 2. ERP-järjestelmän rakenne (Logistiikan Maailma 2017.)

Varastohallinnassa hyödynnetään hallintajärjestelmien tukena usein luentateknologiaa kuten viivakoodi- tai RFID-tekniikkaa. Luentateknologian avulla ihmisten tekemä työ vähentyy. Siten materiaalien ja tuotteiden siirtelystä tulee nopeampaa, kustannustehokkaampaa ja siinä tapahtuu vähemmän virheitä. (Inkiläinen et al. 2011, s. 62.)

5.1 Viivakooditekniikka

Varastohallinnassa voidaan käyttää apuna viivakoodeja eli optisesti luettavia merkkijonoja, jotka sisältävät tuotetietoja. Viivakooditekniikka on edullista ja sen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat luotettava ja nopea tiedonsiirto sekä luennan helppokäyttöisyys. Viivakoodien avulla työntekijä pystyy esimerkiksi ainoastaan käsilukijan avulla päivittämään tuotteiden tiedot toiminnanohjausjärjestelmään materiaalien vastaanotossa ja tuotteiden toimituksessa. (Inkiläinen et al. 2011, s. 62.)

5.2 RFID-tekniikka

RFID eli Radio Frequency Identification tarkoittaa radiotaajuuksilla toimivaa tuotteiden ja asioiden luentateknologiaa. Kuten viivakooditekniikka, RFID perustuu tiedon siirtämiseen tuotteeseen kiinnitettävän tunnisteen ja langattoman lukulaitteen avulla. RFID-tekniikkaa voidaan käyttää samoissa kohteissa kuin viivakoodeja, mutta sitä voidaan käyttää myös kohteissa, joissa optinen tunnistus ei ole mahdollista. RFID-tunniste voi siis olla osittain tai kokonaan esimerkiksi tuotteen pakkausmateriaalin sisällä ja luenta onnistuu edelleen. RFID on viivakooditekniikkaa kalliimpaa, mutta siihen pystyy tallentamaan enemmän tietoa ja tallennettua tietoa pystyy muuttamaan myöhemmin. (RFIDLab Finland ry. 2017.)

Varastohallintajärjestelmät ja luentateknologia ovat merkittävä tekijä varastonohjauksen kehittämisessä. Varastonohjauksella hallintaan kierto- ja varmuusvarastoja eli määritetään täydennykset ja niiden eräkoot (Inkiläinen et al. 2011, s. 87). Hallintajärjestelmät mahdollistavat kierto- ja varmuusvarastojen määrittämisen vaivattomasti.

6 VARASTONOHJAUS

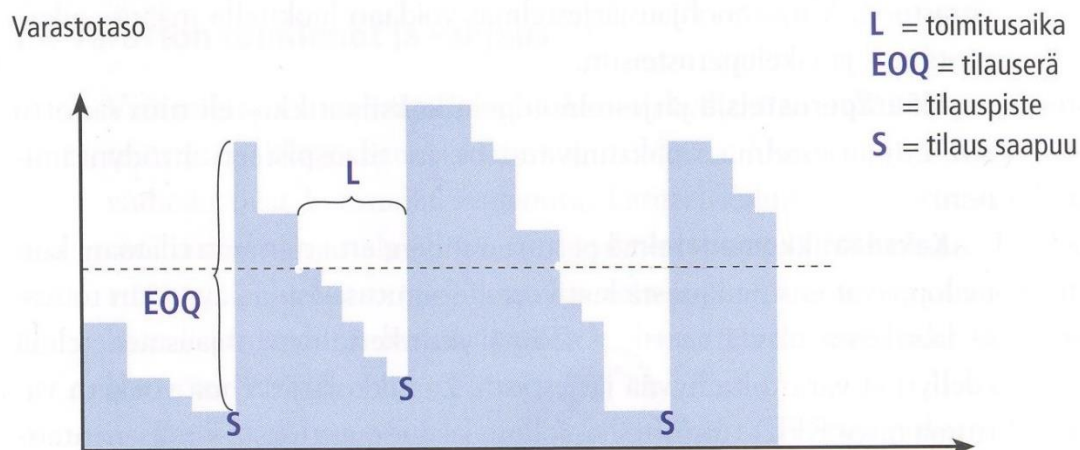
Varastonohjauksella tarkoitetaan toimintaa, jolla kasvatetaan varastoon sitoutuneen pääoman tuottoa sekä hallitaan materiaalivirtojen ja niistä aiheutuva kassavirtoja. Teollisessa tuotannossa yritykset pyrkivät valmistamaan tuotettaan mahdollisimman vähäisillä kustannuksilla. Kilpailukyvyn takaamiseksi tuotteen laatu ja toimitusvarmuus on kuitenkin vastattava asiakkaan vaatimuksia. Varastonohjauksella pyritään saavuttamaan suurin mahdollisen lisäarvo asiakkaalle sekä yritykselle tasapainottamalla yrityksen kustannukset, toimitusajat ja tuotteiden laatu. (Hokkanen et al. 2004, s. 216-217.) Seuraavissa kappaleissa käsitellään varastolähtöisiä ohjausmenetelmiä ja ABC-analyysiin pohjautuvaa varastonohjausta.

6.1 Tilauspistejärjestelmä

Tilauspiste on ennalta määritetty jonkin tuotteen varastotaso, jonka alittuessa kyseistä tuotetta tilataan lisää. Kuvassa 3. on havainnollistettu tilauspistejärjestelmän toiminta. Tilauspiste on määritetty niin, että täydennyserän saapuessa normaalilla toimitusajalla tuotetta on vielä varmuusvarastossa. Jos kysyntä on odotettu suurempi tai toimitusaika pidempi, varmuusvarasto ylläpitää toimituskykyä. (Sakki 2014, s. 84.) Tilauspiste määritetään tuotteen kysyntäennusteen mukaan ja siinä voidaan laskea myös taloudellisin eräkkö (engl. EOQ, Economic Order Quantity). EOQ voidaan laskea kysynnän, tilauskustannusten ja varastointikustannusten avulla seuraavasti (Inkiläinen et al. 2011, s. 88):

$$EOQ = \frac{\sqrt{2RC}}{\sqrt{H}} \quad (1)$$

Yhtälössä 1 R on tuotteen kysyntä, C on tilauskustannus ja H yhden tuotteen varastointikustannus.



Kuva 3. Tilaukspistejärjestelmä (Inkiläinen et al. 2011, s. 88).

6.2 Kaksilaatikkomenetelmä

Kaksilaatikkomenetelmässä tuotteet sijoitetaan varastoon kahteen tai useampaan laatikkoon tai muuhun tilaan, josta tuotteen määrän havaitsee visuaalisesti. Tuotteet käytetään laatikoista yksi laatikko kerrallaan ja täydennystilaus tehdään, kun siirrytään tyhjentämään viimeistä laatikkoa. Viimeinen laatikko on tässä menetelmässä tilauspiste, mutta kaksilaatikkomenetelmässä erona tilaukspistejärjestelmään on visuaalinen varastotason valvonta. (Sakki 2014, s. 85.) Viimeiseen laatikkoon voidaan kiinnittää esimerkiksi tilauskortti, jolla tehdään täydennystilaus tai RFID-tunniste, jolla varastotiedon voi siirtää suoraa järjestelmään. (Inkiläinen et al. 2011, s. 87; Sakki 2014, s. 85.)

6.3 ABC-luokitus

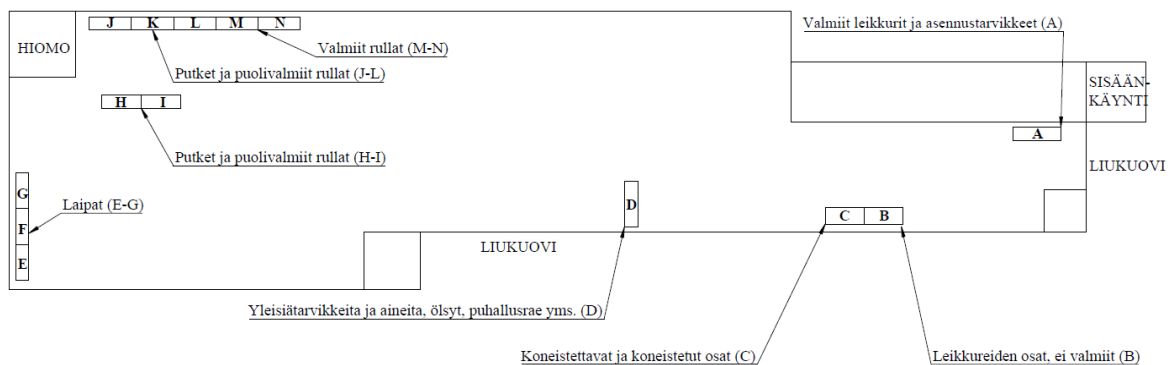
Varastonohjaus voidaan toteuttaa erinimikkeille eri tavalla, kun tuotteille on tehty esimerkiksi luvussa 2. esitelty ABC-analyysi. A-tuotteilla on nopein kierto ja niitä ohjataan kysynnän mukaan. A-tuotteet vaativat tarkan varastokirjanpidon, tiheän täydennysrytmin ja tarkasti suunnitellun varmuusvarastotason. B-tuotteille määritetään suuremmat täydennyserät ja niiden ohjaus on epäsäännöllisempää. C-tuotteille puolestaan suunnitellaan muutama vuosittainen erän täydennysrytmi ja käytetään yksinkertaista varastonohjaustapaa kuten kaksilaatikkomenetelmää. (Inkiläinen et al. 2011, s. 91.)

Suomalaisessa teollisuudessa käytetyimpiä varastonohjausmenetelmiä ovat ABC-analyysi, tilauspistejärjestelmä ja materiaalintarvelaskenta (Inkiläinen et al. 2011, s. 88). Ohjausmenetelmää valittaessa on tärkeää tunnistaa eri menetelmien eroavaisuudet ja soveltuvuudet eri käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi ABC-analyysi ottaa huomioon kaikkien nimikkeiden kulutuksen, kun taas tilauspistejärjestelmässä tutkitaan vain yhden nimikkeen kulutusta.

7 KOHDEYRITYKSEN VARASTON NYKYTILANNE

Tässä luvussa on esitetty tuloksia tutkimuksessa tehdyistä asiantuntijahaastatteluista. Haastatellut henkilöt ovat kohdeyrityksen tuotannon vastuuhenkilöitä. Haastattelut on toteutettu pääosin kohdeyrityksen tuotantotilassa.

MenSe Oy:n tuotantotilassa varastohyllyt on sijoitettu eri puolille hallia kuvan 4. mukaan. Eri hyllyt on merkitty kirjaimilla A-N kuvan 4. tavalla. Hyllyissä sijaitsevien tuotteiden ja osien varastointitarve aiheutuu lähinnä toimitusaikavaatimuksista. Lopputuotteet ovat kokoonpanoja, joiden läpäisy aika on usein pidempi kuin toimitusaikavaatimus. Syöttörullia on yli sata erilaista mallia ja niiden varastointitarvetta valmiina tuotteina on vaikea ennustaa. Mallit voidaan karkeasti jakaa vain teräksestä valmistettuihin rulliin ja kumitettuihin rulliin. Kumitetuissa rullissa on kumivaimennus ja ne ovat rakenteeltaan teräsrullia monimutkaisempia. Teräsrullat pyritään tekemään tilausohjautuvasti. Kumitettujen syöttörullien valmistuksessa sen sijaan on puskurivarasto, koska niiden läpimenoajat eivät vastaa toimitusaikavaatimuksia. Kumirullien puskurivarasto muodostuu puolivalmisteista tai aihioista, koska valmiit kumitetut rullat sitovat huomattavasti enemmän pääomaa. (Koukila 2017c.)



Kuva 4. Varastohyllyjen sijainti tuotantotilassa.

Yleisimpiä syöttörullamalleja on noin kymmenen ja niitä tehdään varastoon myös täysin valmiina. Tällä hetkellä valmiita syöttörullia kuitenkin on hyllyissä melko paljon, koska niitä on tehty varastoon ja kysyntä ei ole vastannut odotuksia. Jotkin valmiit tuotteet ovat olleet varastossa vuosia. Varastossa pitkiä aikoja seisovat tuotteet vievät hyllytilaa ja sitovat pääomaa, mutta niistä on hankala päästä eroon, jos kyseisille tuotteille ei ole kysyntää. (Koukila 2017c.)

Toimitusajan nopeuttamiseksi leikkureita ja raivauslisälaitteita pyritään myös valmistamaan varastoon, mutta tuotantokapasiteetti ei jatkuvatoimisesti pysty siihen. Etenkin leikkurit ovat syöttörullia suurempia ja moniputkaisempia kokoonpanoja, joiden osien työstämiseen kuluu paljon aikaa. Esimerkiksi leikkureiden terien koneistus vie niin paljon aikaa, ettei niitä pysty välttämättä kaikkia työstämään kerralla, vaan aihioita sekä koneistettuja teriä on varastoitava välissä. (Koukila 2017b; Kylmä 2017b.)

Tuotannon kapasiteetti ei vielä mahdollista sitä, että esimerkiksi tilatut laserleikatut osat siirrettäisiin suoraan työstökoneille. Tilauseräkokoja ei myöskään kannata pienentää kuljetuskustannusten takia. Ajoittain myös tulee tilanteita, joissa työstökoneilla valmistetaan suuren erän osia täydellä kapasiteetilla ja yritykselle tulee kiireellisempi tilaus. Tällaisessa tapauksessa valmistus joudutaan keskeyttämään joltakin koneelta ja siirtämään kiireellisemmän tilauksen valmistus kyseiselle koneelle. Tällöin suuremman erän osia voi joutua varastoimaan odotettua enemmän. (Koukila 2017b; Kylmä 2017b.)

Haastattelut tuottivat tähän tutkimukseen hyvin käytännönläheistä tietoa. Niiden avulla pystyy rajaamaan pois joitakin kirjallisuutta tutkimalla muodostettuja kehitysehdotuksia, jotka eivät onnistu kohdeyrityksen tapauksessa. Esimerkiksi JIT-ohjausta on vaikea soveltaa, jos kiireellisempi tilaus voi siirtää toisen tilauksen materiaalit välivarastoon.

8 TOIMENPITEET

Tässä luvussa esitetään mahdollisia toimenpiteitä kohdeyrityksen hyllytysjärjestelmän ja varastonohjauksen kehittämiseen. Luvussa 2. todetaan varastojen aiheuttavan kustannuksia yritykselle. Perimmäinen syy varaston kehittämiseksi onkin kustannusten alentaminen ja yrityksen kannattavuuden parantaminen. Sujuvammin toimiva varasto takaa myös varmemmat toimitukset ja sitä kautta nostaa asiakastyytyväisyyttä sekä myyntiä.

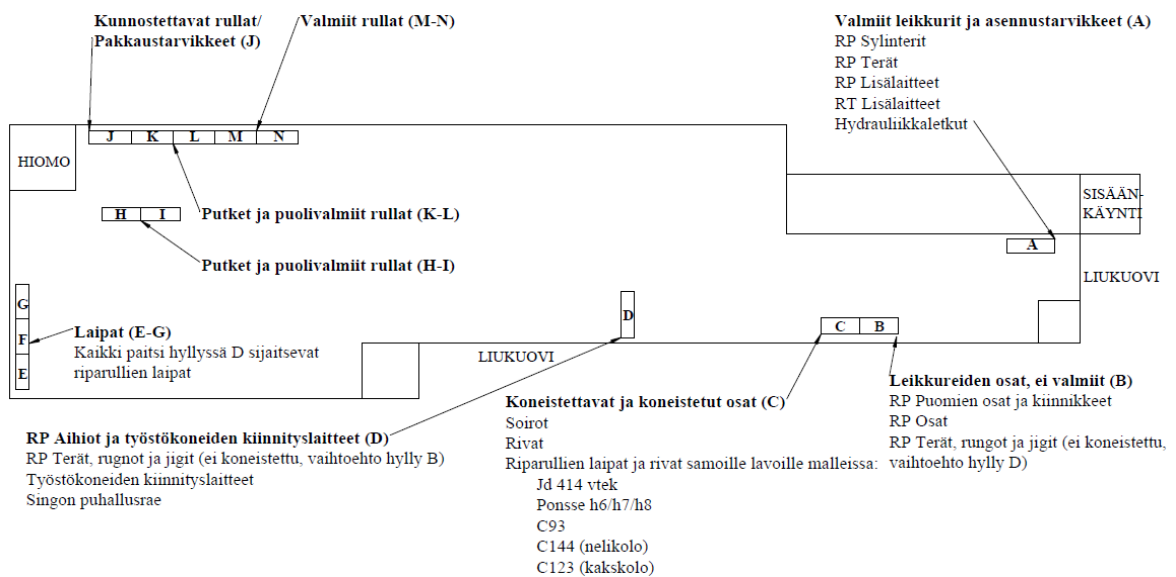
8.1 Varaston inventointi

Ensimmäisenä suoritettava toimenpide on varaston siivous ja selkeästi tarpeettoman materiaalin poistaminen hyllytilan vapauttamiseksi. Erityisesti hylly D täytyy järjestellä ja vapauttaa siitä hyllypaikkoja koneistukseen meneville osille ja työstökoneiden kiinnityslaitteille. Luvussa 2. todetaan matalien varastotasojen hyödyn näkyvän vähäisenä varastoon sitoutuneena pääomana. Erityisesti mainitaan, että ylimääräisistä puskurivarastoista tulee pyrkiä eroon. Hyllyistä H-I ja K-N tulee täten käydä läpi kaikki hyllypaikat ja kierrättää tai arkistoida niistä kaikki tuotteet ja osat, joille ei ole ollut kysyntää pitkiin aikoihin. Vaikka jonkun tuotteet arvo olisi hyvinkin korkea, ei sitä kannata pitää tuotantotilan varastossa vuosikausia. Näiden toimenpiteiden jälkeen hyllyille H-I ja K-N voi suunnitella tarkemmat hyllyosoitteet.

8.2 Hyllytysjärjestelmä

Saapuvan tavaran sujuva hyllyttäminen toimii parhaiten, kun kuka tahansa työntekijä kykenee siihen vaivattomasti. Hyllyttäessään esimerkiksi toimitettuja aihioita työntekijän on tiedettävä niiden tarkka hyllyosoite. Tähän toimiva ratkaisu on hyllykartta, joka voi sijaita esimerkiksi tavaran vastaanottoon käytettävien liukuovien luona. Mahdollinen hyllykartta on esitetty kuvassa 5. Hyllykartasta työntekijä pystyy tarkastamaan ainakin tavaralle tarkoitetun hyllyn ja hyllytason. Lisäksi jokaisen hyllyn luona tulisi olla paperilla taulukon 2. tavalla merkitty hyllypaikat.

Kuvan 5. hyllykartta on alustava suunnitelma tuotteiden sijainnille varastossa, mutta liitteessä I on tarkempi suunnitelma hyllyosoitteista Excel-taulukkona. Liitteessä I on jokaiselle kuvassa 5. merkitylle hyllylle taulukon 2. mukainen malli, johon on merkitty hyllypaikat. Osa hyllypaikoista on tyhjiä, koska niiden sisällön suunnittelu vaatii hyllyjen inventointia. Taulukossa 2. on hyllyn A järjestys ja hyllyosoitteet. Jokaisen hyllyn tasot on samalla tavalla numeroitu alhaalta ylös ja rivit vasemmalta oikealle. Näin ollen esimerkiksi hyllyn A alimman tason vasemmalta ensimmäinen hyllypaikka on osoitteeltaan A00.



Kuva 5. Liukuoville sijoitettava hyllypaikkakartta

Tuotannonohjauksessa käytettävässä toiminnanohjausjärjestelmässä tuotteella voi olla useita eri hyllypaikkoja. Esimerkiksi suurikokoiset osat kuten leikkurin terät vaativat vähintään kaksi hyllypaikkaa kuten taulukossa 2. nimikkeen RP6 terät. Osien varastointitarpeen vaihtelevuuden vuoksi joillekin osille kuten RP8-leikkurin terille merkitään jopa neljä hyllypaikkaa taulukon 2. tavalla. Useampi hyllypaikkavaihtoehto mahdollistaa myös sen, että kysynnältään paljon vaihtelevilla tuotteilla voi olla varapaikka järjestelmässä.

Taulukko 2. RP-Leikkureiden osien hyllysoitteet.

Valmiit leikkurit ja asennustarvikkeet (A)			
A30	A31	A32	A33
RP6 sylinterit	RP8 sylinterit	RP10 sylinterit	letkut yms.
A20	A21	A22	A23
RP6 terät		RT lisälaitteet	RP lisälaitteet
A10	A11	A12	A13
RP8 terät			
A00	A01	A02	A03
RP 10 terät			

Kun hyllytasolle hyllytetään osia eurolavalla esimerkiksi yhdelle tai useammalle hyllypaikalle, eurolava laputetaan eli laitetaan lavan pätyyn muistilappu, josta näkee tarkemmin sen sisältämät osat. Laputuksen avulla työntekijät näkevät jokaisen hyllypaikan sisällön tarkemmin kuin mitä tuotannonohjausjärjestelmän tietokantaan on merkitty. Tämä edesauttaa osien nopeaa saatavuutta hyllystä ja helpottaa samanlaisten osien hyllytystä.

Liitteessä I luotujen hyllyjen H-I ja K-N hyllysoitteiden suunnittelussa kannattaa pohtia sopisiko niihin saman tapainen järjestys kuin hyllyissä E-G, missä hyllypaikat on jaettu osille tuotteiden tilaajan mukaan. Hyllyssä C on poikkeuksellisesti merkitty joidenkin rullamallien laipat ja rivat samoille hyllyille, vaikka normaalisti laipat ovat hyllyssä E-G. Tämä johtuu siitä, että näiden mallien laipat ovat hyvin saman näköisiä, mutta niiden sekaannusta on pyrittävä välttämään, koska laippojen dimensiot eroavat toisistaan.

8.3 Uuden hyllytysjärjestelmän mahdollistavat toimenpiteet

Tarkka hyllykartta, tarkat hyllysoitteet ja laputus mahdollistavat tuotetietojen liittämisen toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä mahdollistaa varastonohjauksen kehittämisen esimerkiksi luvussa 2. esitetyn ABC-luokittelun avulla. Yli sadan syöttörullamallin tuotevalikoiman kulutuksen perusteella tehdyn ABC-analyysin perusteella pystyisi arvioimaan paremmin rullamallien varastointitarvetta. Luvussa 5. esitettyä ABC-analyysiin

pohjautuvaa varastonohjausta puolestaan voisi soveltaa alihankittujen komponenttien hankintaan ja varastointiin.

Varastonohjausmenetelmiä valitessa täytyy ottaa huomioon, että myös luvussa 3. esitetyt tuotannonohjausmenetelmät ovat niin ikään varastonohjausmenetelmiä. JIT- ja MRP-ohjaus ovat tuotantoperusteisia varastonohjausmenetelmiä ja niitä kannattaa valmistavassa yrityksessä soveltaa koko tuotannossa, mutta erityisesti puolivalmiiden tuotteiden varastointiin. Luvussa 6. mainitaan tuotannonkapasiteetin olevan rajoittava tekijä kohdeyrityksen varastossa. Arvaamattoman kysynnän kanssa se aiheuttaa ajoittain odotettua suurempaa varastointitarvetta joillekin puolivalmisteille. Luvussa 3. puolestaan suositellaan MRP-ohjauksen käyttöä juuri silloin, kun tuotannonkapasiteetti on rajoittava tekijä. MRP ei toki ota huomioon arvaamatonta kysyntää, mutta kohdeyrityksen tapauksessa sen soveltaminen on suositeltavampaa JIT-ohjaukseen verrattuna. Tilauspistemalli ja kaksilaatikkomenetelmä puolestaan sopivat alihankituille osille, joille ei ole vielä tehty mitään työvaiheita. Joillekin osille kaksilaatikkomenetelmän tapainen järjestelmä on jo kohdeyrityksessä käytössä, mutta ABC-analyysin avulla voi havaita muitakin siihen ohjaustapaan soveltuvia nimikkeitä.

Tuotetietojen liittäminen toiminnanohjausjärjestelmään edesauttaa uudemman teknologian käyttöönottoa varastossa. Luvussa 4. mainittua viivakoodi- tai RFID-tekniikkaa on mahdollista hyödyntää esimerkiksi tavarantoimituksen vastaanotossa. Luentateknologian avulla työntekijä pystyy käsilukijalla siirtämään vastaanotettujen materiaalien tiedot varastoon ja tarkastamaan lukijasta materiaalien hyllyosoitteet.

Kohdeyrityksen varastossa hyllytysjärjestelmän kehittäminen on ensimmäinen askel kohti sujuvammin toimivaa ja vähemmän pääomaa sitovaa varastoa. Se mahdollistaa usean muun kehittävän toimenpiteen suorittamisen. Varastonohjauksen kehittäminen voi lisätä myös esimerkiksi työturvallisuutta. Kun kaikki tuotteet ovat hyllyissä, työtiloissa liikkuminen on vapaampaa ja turvallisempaa.

9 POHDINTA

Tässä luvussa käsitellään eri päälukujen keskeisimpiä tuloksia ja tulosten uutuusarvoa, objektiivisuutta, jatkotutkimusmahdollisuuksia sekä yhtäläisyyksiä aiempiin tutkimuksiin. Pohdinnalla varmistetaan, että tutkimuksen tulokset vastaavat johdannossa esitettyyn tutkimuskysymykseen: Millä keinoilla kohdeyrityksen tuotannon varaston hyllytysjärjestelmää ja toimintoja voidaan kehittää?

9.1 Avaintulokset

Varastoinnista käsiteltiin tässä tutkimuksessa sen tarkoitusta, erilaisia varastotyyppisiä ja varaston luokittelua. Haverilan kirjallisuudesta (Haverila et al. 2009) koottiin tietoa vain tuotannossa käytettävistä varastoista, koska tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen tuotannon varastoa. Kohdeyrityksen tuotteiden kysyntä vaihtelee epäsäännöllisesti, joten kirjallisuudessa esitettyä kausivaihteluiden tasoittamiseen käytettävää varastoa ei pystytty hyödyntämään tässä tutkimuksessa. Sen sijaan kohdeyritys käyttää välivarastoja puolivalmisteille ja Haverilan näkemys välivarastojen kustannuksia lisäävistä vaikutuksista osoittautui paikkansa pitäväksi myös tässä tutkimuksessa. Haverilan esittämä näkemys valmistuseräkoon vaikutuksista välivaraston kokoon ja edelleen kustannuksiin ei kuitenkaan nousut esille, koska kohdeyrityksessä valmistuseräkoot määräytyvät hyvin pitkälti tilauksien mukaan. Kuten Haverilan määritelmässä, puskurivarastoilla on myös kohdeyrityksessä tarkoitus vastata läpäisyaikaa lyhyempiin toimitusaikoihin. Tässä tutkimuksessa kuitenkin todettiin osan puskurivarastoista olevan hyödyttömiä radikaalisti vaihtelevan kysynnän takia.

Varastonluokittelusta haettiin tietoa, koska sen perusteella pystytään määrittämään eri nimikkeille mahdollisimman kannattavat varastonohjausmenetelmät. Varaston luokittelutapoja on useita, mutta tässä tutkimuksessa perehdyttiin vain Sakin kirjallisuudessa (Sakki 2014) esittämään ABC-analyysiin, koska kohdeyrityksen käyttämä toiminnanohjausjärjestelmä pystyy luomaan ABC-analyysin varastotietojen pohjalta.

Tuotannonohjausta käsiteltiin tässä tutkimuksessa, koska varastonohjaus- ja hallinta ovat osa sitä. Inkiläisen (Inkiläinen et al. 2011) ja Sakin (Sakki 2014) kirjallisuudessa esitetyt JIT-

ohjaus ja materiaalitarvelaskenta ovat siis myös tuotantoperusteisia varastonohjausmenetelmiä. Niiden soveltaminen todettiin tässä tutkimuksessa hyödylliseksi erityisesti välivarastojen ohjauksessa. Alihankitulle materiaalille ja valmiille osille voi valita ohjausmenetelmän yksikertaisemmin esimerkiksi ABC-analyysin perusteella, mutta välivarastojen ohjaukseen vaikuttaa kysynnän lisäksi tuotantoprosessien kesto ja työstökoneiden määrä.

Varastohallinnasta koottiin tietoa siihen käytettävistä järjestelmistä Logistiikan Maailman www-sivuilta (Logistiikan Maailma 2017) ja Inkiläisen kirjallisuudesta (Inkiläinen et al. 2011). Tietoa koottiin myös varastohallinnassa käytettävästä luentateknologiasta ja tieto on peräisin Inkiläisen kirjallisuudesta (Inkiläinen et al. 2011) sekä RFIDLab Finland ry:n www-sivuilta (RFIDLab Finland ry. 2017.) Varastohallintaa käsittelevä sisältö painottuu mainittuihin asioihin, koska tutkimuksen tavoite on kehittää kohdeyrityksen toimintaa niin, että varastotiedot ovat jatkossa mahdollista liittää kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Luentateknologian hyödyntäminen puolestaan on Inkiläisen mukaan varastonohjausta tehostava menetelmä. Tämän tutkimuksen mukaan sen käyttöönotto kuitenkin vaatii nimikkeiden lukumäärätietojen tallentamisen varastohallintajärjestelmään.

Varastonohjaus on määritelty Hokkasen kirjallisuuden (Hokkanen et al. 2004) mukaan. Sen määrittely on tärkeää, koska tutkimuksen tavoitteena on varastonohjauksen kehittäminen. Neljännessä ja viidennessä luvussa on myös tarkoitus erottaa varastohallinta ja varastonohjaus käsitteinä. Inkiläisen mukaan varastohallinta tarkoittaa vain varastotasojen määrittämistä ja seuranta ja se on osa varastonohjausta. Hokkasen mukaan varastonohjauksella puolestaan tarkoitetaan kaikkia toimenpiteitä, joilla hallitaan varastoon sitoutuneen pääomantuottoa, materiaalivirtoja ja niistä aiheutuvia kassavirtoja. Erityisesti varastohallintaa kehittäviä tässä tutkimuksessa suunniteltuja toimenpiteitä ovat toiminnanohjausjärjestelmän laajempi käyttöönotto ja luentateknologian hyödyntäminen.

Varastonojausmenetelmistä on koottu tietoa Inkiläisen (Inkiläinen et al. 2011) ja Sakin (Sakki 2014) kirjallisuudesta. Eri menetelmistä on käsitelty tilauspistejärjestelmää, kaksilaatikkomenetelmää ja ABC-luokitukseen perustuvaa ohjausta. Tilauspistemallin ja kaksilaatikkomenetelmän toiminta perustuu Inkiläisen ja Sakin mukaan

yksinkertaisimmillaan vain kysyntätietoon ja varastotasoon. Näin ollen tässä tutkimuksessa todettiin kyseisten ohjausmenetelmien soveltuvan kohdeyrityksessä alihankituille osille, koska niiden ohjaukseen ei vaikuta tuotannon kapasiteetti kuten jo työvaiheita läpi käyneillä puolivalmisteilla. Joillekin osille kaksilaatikkomenetelmän tapainen järjestelmä on jo kohdeyrityksessä käytössä, mutta ABC-analyysin avulla sen tarpeen voi varmistaa. Inkiläisen mukaan C-osia tulisi ohjata yksikertaisella menetelmällä kuten kaksilaatikkomenetelmä, joten tässä tutkimuksessa todettiin kannattavaksi tutkia ovatko kohdeyrityksessä kaksilaatikkomenetelmällä ohjatut nimikkeet C-osia.

Kirjallisuustutkimuksen lisäksi tässä tutkimuksessa haastateltiin kohdeyrityksen tuotannon vastuuhenkilöitä ja tehtiin havaintoja yrityksen tuotannosta paikan päällä. Haastatteluiden ja havainnoinnin perusteella luotiin tutkimuksen tavoitteena ollut hyllykartta ja hyllyosoitteet useimmille nimikkeille. Haastattelut ja havainnointi myös mahdollistivat kirjallisuustutkimuksen tulosten soveltamisen kohdeyrityksen tarpeisiin.

9.2 Vertailu aiempaan tutkimukseen

Varastonohjauksen kehittämisestä on useita eri tutkimuksia yliopiston sekä ammattikorkeakoulun opinnäytteinä. Kuten tässä tutkimuksessa, myös monissa muissa opinnäytetöissä käsitellään kirjallisuustutkimuksessa varastointia, varaston luokittelua, tuotannon- ja materiaalinohjausta sekä varastonohjausta. Tässä tutkimuksessa erona on kohdeyrityksen ainutlaatuisuus. Kohdeyrityksessä on yli sadan syöttörullamallin valikoima, ja valikoimaan nähden pieni tuotantokapasiteetti, joka asettaa haasteita nimikkeiden varastointiin ja varastonohjaukseen.

9.3 Tutkimuksen objektiivisuus

Tässä tutkimuksessa on kerätty vain sellaista tutkimusongelmaan liittyvää tietoa, joka liittyy kohdeyrityksen tuotannon toimintaan. Esimerkiksi varastoinnista on käsitelty vain tuotannon varastoja ja varastojen luokittelusta vain yhtä menetelmää, jonka pystyy toteuttamaan kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmällä. Tutkimus on siis tarkasti rajattu vastaamaan yrityksen tarpeita. Esitettyjen tulosten luotettavuuden takaa triangulaation käyttö tutkimusmetodina, koska tutkimusongelmaa on tarkasteltu kolmesta eri näkökulmasta.

9.4 Tulosten hyödynnettävyys

Varastonohjausta tarvitaan niin pienissä kuin suurissakin yrityksissä ja sen kehittämistä löytyy paljon tutkimuksia. Kuten useita muita tutkimuksia, myös tätä pystyy soveltaen hyödyntämään esimerkiksi saman suuruisen valmistavan yrityksen tuotannon varaston kehittämiseen. Valmistettavan tuotteen rakenteella ei ole merkitystä tätä tutkimusta soveltaessa. Tämä tutkimus on helposti hyödynnettävissä toiseen yritykseen, mikäli sillä on saman suuruinen tuotevalikoima, tuotannon kapasiteetti, tuotteiden kysyntä ja toimitusajat. Uutuusarvoa tälle tutkimukselle tuo se, että ainakaan Suomessa ei ole kohdeyrityksen kaltaista yritystä, joka valmistaisi puunkorjuulaitteita yhtä laajalla tuotevalikoimalla.

9.5 Jatkotutkimukset

Tärkein jatkotutkimusaihe tälle tutkimukselle on jäljelle jääneiden hyllypaikkojen sisällön määrittäminen. Osalle hyllyistä ei pystytty tässä tutkimuksessa määrittämään sisältöä. Niiden paikkojen nykyinen sisältö tulee tarkastaa hyllypaikka kerrallaan ja tutkia onko sisältö tarpeellista vai voidaanko se poistaa varastosta.

Toinen myös hyvin merkittävä jatkotutkimusaihe on toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton laajentaminen. Tarkka hyllytysjärjestelmä mahdollistaa varastoitavien nimikkeiden sijainti- ja lukumäärätietojen tallentamisen toiminnanohjausjärjestelmään. Toimenpide vaatii aluksi toiminnanohjausjärjestelmän käyttöliittymän laajempaa tuntemusta tuotannon vastuuhenkilöiltä. Käytettävän järjestelmän manuaali on tärkein lähde tässä jatkotutkimuksessa.

Pohdinnan tuloksena voidaan todeta, että tutkimus vastasi objektiivisesti tutkimuskysymykseen: Millä keinoilla kohdeyrityksen tuotannon varaston hyllytysjärjestelmää ja toimintoja voidaan kehittää? Tutkimuksen myötä syntyi myös ainakin kaksi tärkeää jatkotutkimusaihetta ja tätä tutkimusta on mahdollista hyödyntää muissa vastaavanlaisissa yrityksissä.

10 YHTEENVETO

Varastonohjauksella kasvatetaan varastoon sitoutuneen pääoman tuottoa ja valmistavassa yrityksessä sillä on hyvin merkittävä vaikutus yrityksen kannattavuudelle. Kohdeyrityksen tapauksessa varastonohjaukseen panostaminen on erityisen tärkeää, koska suuri tuotevalikoima ja pitkät toimitusajat edellyttävät puskurivarastojen ja välivarastojen ylläpitämistä.

Tässä tutkimuksessa kerättiin kirjallisuuslähteistä tietoa erilaisista tuotannon varastoista, tuotannonohjauksesta sekä varastohallinnasta- ja ohjauksesta. Kun kirjallisuudesta kerättyä tietoa tarkasteltiin kohdeyrityksen näkökulmasta haastatteluiden ja havainnoinnin kautta, pystyttiin muodostamaan tutkimuksen tavoitteen mukaisia toimenpide-ehdotuksia kohdeyrityksen varastonohjauksen kehittämiseen.

Asiantuntijahaastatteluiden ja havainnoinnin perusteella tutkimuksessa onnistuttiin kehittämään tavoitteena ollut tarkempi hyllytysjärjestelmä. Kaikille nimikkeille ei kuitenkaan onnistuttu määrittämään tarkkaa hyllypaikkaa. Erityisesti syöttörullien ja niiden aihoiden hyllypaikkojen määrittäminen vaatii jatkotutkimusta. Hyllytysjärjestelmän myötä tämä tutkimus loi jatkotutkimusmahdollisuuden myös kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton laajentamiselle. Tässä tutkimuksessa suurin haaste oli kohdeyrityksen tuotevalikoima, joka oli tuotantokapasiteettiin nähden melko laaja. Tutkimus saavutti tavoitteitaan, mutta myös jätti jälkeensä merkittäviä jatkotutkimuskohteita.

LÄHTEET

Haverila, M. Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs johtamistekniikka Oy. 509 s.

Hokkanen, S. Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy. 443 s.

Inkiläinen, A. Ritvanen, V. Santala, J. Relander, S. & von Bell, A. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen huolintaliikkeiden liitto ry & Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. 252 s.

Koukila, S. 2017a. Tuotantopäällikkö, Mense Oy. Aloituspalaveri 3.3.2017. Haastattelijana Juho Pekkanen.

Kylmä, M. 2017a. Koneistuksen ja tuotannonkehityksen vastuuhenkilö, Mense Oy. Aloituspalaveri 3.3.2017. Haastattelijana Juho Pekkanen.

Koukila, S. 2017b. Tuotantopäällikkö, Mense Oy. Palaveri 24.3.2017. Haastattelijana Juho Pekkanen.

Kylmä, M. 2017b. Koneistuksen ja tuotannonkehityksen vastuuhenkilö, Mense Oy. Palaveri 24.3.2017. Haastattelijana Juho Pekkanen.

Koukila, S. 2017c. Tuotantopäällikkö, Mense Oy. Palaveri 31.3.2017. Haastattelijana Juho Pekkanen.

Logistiikan Maailma 2017. Toiminnanohjausjärjestelmä. [Viitattu 28.9.2017]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/>

MenSe Oy. Etusivu. 2017. [MenSe Oy:n www-sivuilla]. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavissa: <http://www.mense.fi>

RFIDLab Finland ry. 2017. RFID-teknologia. [Viitattu 29.9.2017]. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/>

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Digitalisoitumisen haasteet. 8. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki. 161

LIITTEET

Liite I,1

Valmiit leikkurit ja asennustarvikkeet (A)			
A30	A31	A32	A33
RP6 sylinterit	RP8 sylinterit	RP10 sylinterit	letkut yms.
A20	A21	A22	A23
RP6 terät		RT lisälaitteet	RP lisälaitteet
A10	A11	A12	A13
RP8 terät			
A00	A01	A02	A03
RP 10 terät			

Leikkureiden osat, ei valmiit (B)			
B40	B41	B42	B43
RP puomien osat ja kiinnikkeet			
B30	B31	B32	B33
RP6 osat			
B20	B21	B22	B23
RP8 osat			
B10	B11	B12	B13
RP10 osat			
B00	B01	B02	B03
RP terät, rungot ja jigrit (ei koneistettu)			

Liite I,2

Koneistettavat ja koneistetut ©		
C50	C12	C13
C40	C22	C23
Soirot		
C30	C32	C33
Soirot		
C20	C42	C43
Rivat		
C10	C11	C12
Rivat		
C00	C01	C02
Rivat		

RP-aihiot ja työtökoneiden kiinnityslaitteet (D)			
D20	D21	D22	D23
RP8 ja RP10 terät, rungot ja jiggit (ei koneistettu)			
D10	D11	D12	D13
RP6 terät, rungot ja jiggit (ei koneistettu)		Työtökoneiden kiinnityslaitteet	
D00	D01	D02	D03
Työtökoneiden kiinnityslaitteet		Singon puhallusrae	

Liite I,3

Laipat (E-F)						
E40	E41	F40	F41	F42	G40	G41
		Johon deere				
E30	E31	F30	F31	F32	G30	G31
		Johon deere				
E20	E21	F20	F21	F22	G20	G21
Ponsse		Johon deere			Afm	
E10	E11	F10	F11	F12	G10	G11
Charlier		Valmet			Tiger cat	
E00	E01	F00	F01	F02	G00	G01
Sekalaista		Valmet			Sp	

Putket ja puolivalmiit rullat (H-I)							
H30	H31	H32	H33	I30	I31	I32	I33
H20	H21	H22	H23	I20	I21	I22	I23
H10	H11	H12	H13	I10	I11	I12	I13
Putkiaihiot							
H00	H01	H02	H03	I00	I01	I02	I03
Putkiaihiot							

Liite I,4

Kunnostettavat rullat/ Pakkaustarvikkeet (J)		
J30	J31	J32
Pakkaustarvikkeet		
J20	J21	J22
Kunnostettavat rullat		
J10	J11	J12
Kunnostettavat rullat		
J00	J01	J02
Kunnostettavat rullat		

Putket ja puolivalmiit rullat (K-L)					
K30	K31	K32	L30	L31	L32
K20	K21	K22	L20	L21	L22
K10	K11	K12	L10	L11	L12
K00	K01	K02	L00	L01	L02
			Koneistettu/karkaistut Rivat		

Valmiit rullat (M-N)				
M30	M31	N30	N31	N32
M20	M21	N20	N21	N22
M10	M11	N10	N11	N12
M00	M01	N00	N01	N02