

KANBAN-OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN VOLYYMI- JA PIENSARJATUOTTEILLE

Jouni Hytönen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2013

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) HYTÖNEN, Jouni	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 16.12.2013
	Sivumäärä 100	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi KANBAN-OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN VOLYYMI- JA PIENSARJATUOTTEILLE		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Lehtori PARVIAINEN, Miikka Lehtori ALAKANGAS, Juhani		
Toimeksiantaja(t) LH Lift Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Laukaassa sijaitsevalle LH Lift Oy:lle. Tehtävänä oli kehittää toimiva ohjausjärjestelmä suuren kysynnän omaaville tuotteille. Erilaisten ohjausjärjestelmien tutkimisen jälkeen yrityksessä päädyttiin jatkamaan ja laajentamaan aiemmin yrityksessä kokeiltua kanban-järjestelmää. Lisäksi tehtävänä oli luoda selkeät toimintaohjeet valitun ohjauksen käyttöönotolle.</p> <p>LH Lift Oy valmistaa volyymituotteiden lisäksi tuotteita piensarjoina, joita se ei voi ohjata kanban-järjestelmän avulla. Tämän johdosta tarkoituksena oli tutkia mahdollisia ohjausperiaatteita, joiden avulla piensarjavalmistukseen soveltuvia tuotteita olisi mahdollista hallita. Yrityksen vaatimuksena oli, ettei sähköisiä ohjausjärjestelmiä käytettäisi tuotannon työntekijöiden keskuudessa. Sen sijaan toiveena oli ottaa käyttöön yksinkertainen ohjausperiaateratkaisu tuotannonohjaukseen.</p> <p>Työ aloitettiin perehtymällä erilaisiin ohjausmenetelmiin. Kun yrityksessä päädyttiin kanban-järjestelmän kehittämiseen, aloitettiin korttien valmistus eri tuotteille ja tuotantopisteitä sekä varastotiloja muokattiin kanban-ohjaukselle soveltuvaksi. Piensarjavalmistuksen tuotteille tutkittiin ja kehitettiin kanban-aulun periaatteita, jotta se soveltuisi LH Liftin käyttöön tuotannossa.</p> <p>Työn tuloksena kanban-järjestelmä saatiin toimimaan suurimassa osassa imuohjaukselle soveltuvista tuotteista. Lisäksi varastojen määrittämiseen kehitettiin Excel-työkalu, joka antaa kahdella vaihtoehdoisella kaavalla suosituskoon varastoille. Jatkoa ajatellen yritykselle kehitettiin toimintaohjeet, joiden avulla yrityksen tuotteita voidaan liittää kanban-järjestelmään. Vähäisen kysynnän tuotteille valmistui ohjaustaulu, jonka avulla on mahdollista seurata sekä ohjeistaa eri tuotteiden valmistumisia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuotannonohjaus, imuohjaus, kanban, ohjaustaulu		
Muut tiedot		



Author(s) HYTÖNEN, Jouni	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 16122013
	Pages 100	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title DEVELOPMENT OF THE KANBAN SYSTEM FOR THE HIGH DEMAND AND SMALL SERIES PRODUCTS		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) Senior Lecturer PARVIAINEN, Miikka Senior Lecturer ALAKANGAS, Juhani		
Assigned by LH Lift Ltd.		
Abstract <p>Thesis was made for LH Lift Ltd in Laukaa. The aim of the thesis was to develop a workable control system for the products, which are in high demand. After exploring different control systems it was decided to continue and enlarge the kanban system, which was already known for the company. Also the purpose was to prepare a clear manual for the introduction of the chosen control system.</p> <p>The company produces also products in small series, which are not possible to control with the kanban system. That is why the purpose was to explore potential control principles that can help to control small series manufacturing. In January 2013 the company required that the electronic control systems are not used by production workers. Instead of that, it was wished to have a simple control principle-solution for the production control.</p> <p>The work was started by studying various control methods. When the decision was made to develop the kanban system for the company, first cards for various products were made and the production sites and storage facilities were modified to be suitable for the kanban system. For small series manufacturing the principles of the kanban board were explored and developed in order to make it more suitable for the use in the production of LH Lift.</p> <p>The result of the project was a workable kanban system for most of the products suitable for the pull production control. Also an Excel tool was developed to determine the stocks and this tool provides two alternative formulas of the recommended size of the stocks. Thinking about the future, the manual will help include the products of the company into the kanban system. A control panel, which makes it possible to follow as well as control the completions of the various products, was completed for the low demand products.</p>		
Keywords Production management, pull production control, kanban, control panel		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

SANASTO	5
1 JOHDANTO	7
2 LH LIFT OY	8
2.1 Toiminta.....	8
2.2 Tuotteet.....	9
2.3 Yrityksen layout-malli.....	10
3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	11
3.1 Lähtötilanne.....	11
3.2 Tavoitteet	12
3.3 Menetelmät ja rajaukset	13
4 TUOTANNONOHJAUS	14
4.1 Tuotannonohjauksen tavoitteet	14
4.2 Tuotannonohjausjärjestelmä.....	15
4.3 Toiminnanohjausjärjestelmä	16
5 LEAN-TUOTANTOMALLI	17
5.1 Lean production	17
5.2 JIT-toiminta.....	18
5.3 Toyotan tuotantojärjestelmä.....	18
5.4 Benchmarking	22

5.4.1	Benchmarkingin merkitys ja käyttötarkoitus	22
5.4.2	Yleisimmät benchmarking-tyypit	23
6	TOIMINTAPROSESSIT	24
6.1	Tuotantomallit	24
6.1.1	Massatuotanto	24
6.1.2	Työntöohjaus	24
6.1.3	Imuohjaus	25
6.2	Ohjausperiaatteita	27
6.2.1	Visuaalinen valvonta	27
6.2.2	Kahden laatikon menetelmä	27
6.2.3	Polca-ohjaus	27
6.2.4	3C-järjestelmä	29
6.2.5	Kapeikkoajattelu	29
6.2.6	Kanban-järjestelmä	30
6.2.7	Scrumban- ja kanban-taulu	35
6.2.8	Tuotannonohjausohjelmistot.....	37
7	OHJAUSPERIAATTEEN KEHITTÄMINEN LH LIFT OY:SSÄ	39
7.1	Ohjausperiaatteen määrittäminen LH Lift Oy:ssä	39
7.2	Kanban-järjestelmä LH Lift Oy:ssä	41
7.2.1	Kanban-järjestelmän lähtötilanne yrityksessä 2012.....	41
7.2.2	Tuotteiden ja korttien kulku yrityksessä.....	41

7.2.3	Korttityypit.....	42
7.3	Benchmarking-vierailu yrityksessä Moventas Gears Oy.....	43
7.4	Kanban-järjestelmän laajennus ja kehittäminen	47
7.5	Kanban-taulu piensarjatuotteille	57
7.6	Mielipidekyselyn laatiminen.....	61
8	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET JA POHDINTA	65
8.1	Opinnäytetyön tulokset.....	65
8.2	Pohdinta opinnäytetyön suorituksesta ja kohdatuista ongelmista.....	66
8.3	Toiminnan kehittäminen jatkossa.....	67
8.4	LH Lift Oy:n saama hyöty opinnäytetyöstä	69
	LÄHTEET	71
	LIITTEET	74
	Liite 1. Päivitetty versio yrityksen Layout-mallista.....	74
	Liite 2. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-tuotantokortista	75
	Liite 3. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-ostokortista	76
	Liite 4. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-varastokortista	76
	Liite 5. Tarkastettavien tuotteiden selvityslomake	77
	Liite 6. Ohjeet kanban-korttien valmistukseen.....	78
	Liite 7. Kyselylomakkeen tulokset kanban-ohjauksen käytettävyydestä.....	93

KUVIOT

KUVIO 1. LH Lift Oy:n valmistama vetovarsi.....	9
KUVIO 2. LH Liftin kääntyvä etunostolaite	10
KUVIO 3. Tuotannonohjauksen tavoitetekijät.....	15
KUVIO 4. Keinot JIT-toiminnan saavuttamiseksi.....	18
KUVIO 5. TPS:n talokaavio.....	21
KUVIO 6. Työntöohjauksen periaate	25
KUVIO 7. Imuohjauksen periaate.....	26
KUVIO 8. Polca-korttien kulku tuotannossa	28
KUVIO 9. Esimerkki kanban-kortin ulkoasusta	32
KUVIO 10. Korttien kulku ohjaustaululla.....	36
KUVIO 11. Scrumban- ja kanban-taulu.....	37
KUVIO 12. Vetovarren työvaihekaavio.....	50
KUVIO 13. Korttien käyttöönottoprosessi järjestelmässä.	52
KUVIO 14. Excel-työkalu eräkokojen määrittämiseen.	53
KUVIO 15. LH Lift Oy:n ulkovaraston korttihilly.....	56
KUVIO 16. Tuotannon ohjaustaulu LH Lift Oy:ssä.	59

SANASTO

ABC-analyysi	Menetelmä, jonka avulla luokitellaan eriarvoisia varastoitavia tuotteita tärkeysjärjestykseen.
Andon-järjestelmä	Toyotan talokaavioon kuuluva termi, jonka periaatteena on löytää ja poistaa heti tuotannossa ilmenevät ongelmat.
ERP-järjestelmä	Enterprise Resource Planning. Yritysten käyttöön suunnattu toiminnanohjausjärjestelmä.
FIFO	First in, first out-peraate. Ensimmäisenä varastoon tai tuotantoon saapunut tuote myös lähtee ensimmäisenä.
Heijunka	Toyotan periaatteiden termi, jolla tarkoitetaan tuotannon aikataulun tasapainottamista niin volyymin kuin valikoiman suhteen.
Iteratiivinen prosessi	Menetelmä, jossa työtä suoritetaan aikarajatun toiston avulla pyrkien aina kerta kerralta parantamaan lopputulosta.
Jidoka	Toyotan periaatteiden termi, joka merkitsee viallisen tuotteen pääsyn estämistä seuraavan työvaiheeseen sekä työvaiheiden automatisointia "inhimillisellä kosketuksella".
JIT	Just In Time. Juuri oikeaan tarpeeseen-periaate, jonka mukaan valmistetaan tuotetta vain tilattu määrä sovittuun eräpäivään mennessä. JIT:n tavoitteena ovat varastojen minimointi ja lyhyet läpäisyajat.
MRP	Material Requirements Planning. Ohjelma, jonka avulla määritellään tuotantoaikataulu tilausten ja myyntiennusteen perusteella.

Muda	Japanilainen termi hukalle, joka määritellään lisäarvoa tuottamattomaksi toiminnaksi.
OPT	Optimized Production Technology. OPT:n periaatteiden avulla pyritään yhdistämään MRP:n ja JIT:n tuotannon selkiyttämisen ja turhan eliminoimisen periaatteita.
PDCA-ympyrä	Jatkuvan parantamisen kehä. Tunnetaan myös nimellä Demingin laatuympyrä. Kehitysmenetelmän avulla pyritään kohti parempia toimintatapoja.
PDM	Product Data Management. Tuotetiedon hallinta-ohjelma, jolla voidaan hallita tuoterakenteiden muutoksia.
5S	Työpaikkojen tuottavuutta, työturvallisuutta sekä työhyvinvointia edistävä järjestelmä.
RFID-kanban	Radio Frequency IDentification. Radioaaltoihin perustuva etätunnistusjärjestelmä, joka viestii osien tarpeesta suoraan toimittajalle.
TOC	Theory of Constraints. Menetelmä, jolla pyritään kapasiteetin, toimitusvarmuuden ja joustavuuden parantamiseen tunnistamalla ja hallitsemalla kapeikkoa tuotantoprosessissa.
Virtaus	Toyotan termi puhuttaessa Kanban-järjestelmän tavoitteesta, jossa pyritään kanban-korteista eroon yksi kerrallaan. Tällöin välivarastojen merkitys pienenee töiden siirtyessä suoraan edelliseltä työvaiheelta seuraavalle linjamaiseen tuotantolayoutin tavoin.
WIP	Work In Process. Termi, jolla tarkoitetaan keskeneräistä tuotantoa.

1 JOHDANTO

Nykyisin tuotannonohjauksen kehittäminen on kasvattanut merkitystään. Yleisen taloustilanteen vuoksi varsinkin taantuma-aikoina on laadittava ratkaisuja, joilla voidaan parantaa omaa toimintaa taloudellisemmaksi ja vakaammaksi. Tuotannonohjauksessa tämä tarkoittaa tuotteiden täsmällistä valmistusta periaatteella oikea määrä oikeaan aikaan. Vuosikymmenien takaiset massatuotannon periaatteet eivät enää sovellu käyttöön valtaosalle kilpailevista yrityksistä, kun valmistusprosessin vaatimuksena on laadukas ja hukkaa ehkäisevä menetelmä.

Uusien ohjausperiaatteiden käyttöönotto yrityksissä vaatii usein soveltamista toimia halutunlaisella tavalla. Tällöin käytössä olevista menetelmistä on löydettävä parhaiksi todetut ratkaisut, joita voitaisiin kehittää eteenpäin. Parhaimmillaan yritykseen saadaan omaan käyttöön räätälöity ohjausmenetelmä, joka palvelee niin yrityksen toimihenkilöitä kuin tuotannon työntekijöitäkin. Lisäksi tuotannonohjausjärjestelmän ylläpitäminen vaatii aika ajoin kehittämistä ja päivittämistä, jotta taataan sen toimivuus ja hyvä käytettävyys tuotteiden ohjattavuuden hallitsemisessa myös tulevaisuudessa.

Ohjausperiaatteita tutkittaessa on otettava myös huomioon, mitä tuotantomallin muotoa ne edustavat parhaiten. Yrityksen tuotteiden vaatiessa käytännöllisimmällä tavalla joko imu- tai työntöohjausta on joskus luotava kompromisseja tietyn ohjausperiaatteen kohdalla. Joskus taas toimivin ratkaisu on valita useampi kuin yksi ohjaustapa hyvin erilaisilla volyyymeilla kuluville tuotteille. Haasteen tehtävään voi tuoda tällöin se, ettei tuotannon henkilöstön keskuudessa tahdota käytettävän sähköisiä ohjausmenetelmiä. Näin ollen täytyy siis mahdollisesti hyödyntää ja soveltaa olemassa olevia ohjausperiaatteita, jotta saavutettaisiin asetetut kriteerit.

2 LH LIFT OY

2.1 Toiminta

LH Lift Oy on Laukaan kunnassa, Keski-Suomessa sijaitseva metallialan yritys, joka on erikoistunut traktoreiden kolmipistekiinnikkeiden ja niiden osien valmistukseen. Alkujaan yhden miehen yritys on noin 40 vuoden aikana kasvanut kehittyväksi, nykyaikaiseksi ja kilpailukykyiseksi konepajaksi. Yrityksen suurin asiakas Valtra Oy sijaitsee noin kuuden kilometrin päässä toimitiloista. Tämä on antanut hyvät edellytykset kuljetuksille sekä yritysten väliselle yhteistyölle. (LH Lift yritysesittely n.d.)

Vuonna 1975 Paavo Viikki perusti yrityksensä ostamaansa maatilnan navettaan Laukaassa. Ennen yrityksen perustamista Viikki työskenteli Tourulan Valmetin tehtaalla seitsemän vuoden ajan. Perustaessaan Laukaan Hitsaustyön, nykyisen LH Lift Oy:n, hän aloitti alihankintatöinä traktorin nostolaitteiden osien valmistuksen Valmetille. Valmetin ohella alihankintatöitä tehtiin varsin runsaasti muihinkin yrityksiin. Alihankintatöiden lisäksi Viikki valmisti muun muassa kiukaita sekä korjasi autoja. (Pentti 2009.)

1990 – luvulle tultaessa alkoi tasaisesti jatkuneiden alihankintatöiden rinnalle tulla suunnittelu- ja kehitystyötä, jolloin yritys alkoi kasvaa hiljalleen ulos alihankkijan roolista markkinoiden avautuessa. Nykyisin LH Lift on suunnitellut lukuisia tuotteita yhteistyössä Valtran kehitystyön kanssa. (Pentti 2009.)

Nykyään LH Lift Oy panostaa omaan tuotekehitykseensä vuosittain noin kuusi prosenttia liikevaihdosta. Yritys työllistää nykyään noin 40 henkilöä. (LH Lift yritysesittely n.d.) Vuonna 2012 LH Lift Oy:n liikevaihto oli 7,8 miljoonaa euroa. (Kauppalehti 2013)

LH Lift Oy:llä on myös tytäryhtiö Kiinan Ningbossa, jossa työskentelee 15 työntekijää. Tehdas toimittaa muun muassa vetolaitteiden valuosia Suomen tehtaalle sekä valmistaa tuotteita suoraan ulkomaan markkinoille. (Viikki 2013.)

2.2 Tuotteet

Nykyään LH Lift Oy:n tuotanto keskittyy traktoreiden kolmipistekiinnityslaitteiden ja niiden osien ja valmistukseen. Yrityksen tuotevalikoimiin kuuluvat muun muassa nostotangot, työntövarret, vetovarret sekä pikakytkentäkourat. (LH Lift yritysesittely n.d.) Kuviossa 1 on esitetty eräs malli yrityksen valmistamista vetovarsista.



KUVIO 1. LH Lift Oy:n valmistama vetovarsi. (LH Lift, yritysesittely n.d.)

Tuotteet suunnitellaan pääosin itse sekä yhteistyössä Valtran kanssa. Esimerkiksi yrityksen suunnittelema ja valmistama sivuille eturenkaiden mukaan kääntyvä tai erikseen säädettävä etunostolaite LH Link on saanut tunnustusta voittamalla hopeisen mitalin Agritechnicassa vuonna 2007. Kuvion 2 mukainen etunostolaite kehitettiin yhteistyössä Valtran sekä Afcon Oy:n kanssa, missä Afcon antoi oman asiantuntemuksensa hydrauliiikan ja elektroniikan osalta. (Pentti 2009.) Vuonna 2013 Valtra otti LH Linkin tuotevalikoimiinsa N-sarjan traktoreissa. (Viikki 2013)

LH Liftin valmistamien tuotteiden vuosittaiset kappalemäärät vaihtelevat piensarjavalmistuksen noin muutamasta kymmenestä kappaleesta suuren kysynnän tuotteiden yli 10 000 kappaleeseen. (Viikki 2013)



KUVIO 2. LH Liftin kääntyvä etunostolaite. (LH Lift yritysesitys n.d.)

2.3 Yrityksen layout-malli

LH Lift on lähes 40 vuotta vanha yritys, joten se on vuosikymmenien saatossa kokenut rakenteellisia muutoksia kasvaessaan alun navettaan sijoitetusta yhden miehen yrityksestä nykyaikaiseksi konepajaksi. Toimitilojen kasvaessa yritys on päätenyt solulayoutratkaisuun, jolloin se toimivuudeltaan tukee niin tuotetyyppien määrää kuin tuotteiden valmistusmäärää yrityksessä. Koneet ja työpaikat on ryhmitelty LH Lift Oy:ssa työtehtävän samankaltaisuuden perusteella liitteen 1 mukaisesti.

3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

3.1 Lähtötilanne

Vuonna 2011 LH Lift Oy päätti käynnistää toiminnan kehitysprojektin. Ideana oli kehittää tuotannonohjausta sekä erilaisia mittareita, jotka käyttöön otettuina antaisivat tarpeellista tietoa yrityksen toiminnasta ja kuluista.

Tuotannonohjauksen kehittämisen vaatimuksena oli yleisen järjestyksen parantaminen muun muassa 5S:n periaatteiden mukaisesti. Tuotannonohjauksen järjestelmää suunniteltaessa vaatimuksena oli myös, ettei yritykseen oteta käyttöön ohjelmistoja vaan jokin yksinkertainen ja selkeä menetelmä, jolla materiaalinohjaus jatkossa onnistuisi. (Toiminnan kehitysprojekti 2011.)

LH Lift Oy:ssä tuotannonohjaukseen ei ollut selkeää toimintatapaa, vaan työntekijät saattoivat osin itse päättää, mitä tuotetta valmistavat. Työskentely oli hyvin muistinvaraista, joten toiminta näkyi kiireenä, toimitusten epävarmuutena sekä valmisvarastojen tyhjyytenä. Lisäksi työpisteet ja varastot täyttyivät ajoittain epämääräisestä tavarasta, mikä vei tilaa tarpeellisilta ja toimitettavilta tuotteilta. Materiaalin etsimiseen kului aikaa, koska tuotteille ei oltu määritelty hyllypaikkoja sen kummemmin välivarastoissa kuin valmisvarastoissakaan. (Toiminnan kehitysprojekti 2011.)

Vuonna 2012 yritys päätti ottaa yhtenäiseksi ohjaustavaksi kanban-ohjauksen, jonka mukaan tuotetta valmistetaan vain seuraavan työvaiheen tai valmisvaraston tarpeesta. Tällöin myös tuotteille määritellään selkeät varastopaikat tuotannossa. Toiveena olikin, että kiiretilanteet vähenisivät ja toiminta olisi ennakoivaa, jolloin ei juostaisi "tulipalojen" perässä. (Toiminnan kehitysprojekti 2011.)

Kesällä 2012 yritys oli tehnyt kanban-kortteja joihinkin tuotteisiin, ja toimintatapa todettiin onnistuneeksi tuotannon työntekijöiden keskuudessa. Myöhemmin loppuvuodesta korttiohjausta laajennettiin yrityksen kaikkiin vetovarsituotteisiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun kolmen opiskelijan projektiryhmän avustamana.

Vuoden 2013 alussa oli tultu tilanteeseen, jossa kanban-ohjaus ei hallinnut kunnollisesti materiaalin kulkua tuotannossa. Kesällä 2012 valmistetut kortit eivät enää olleet käytössä, sillä korttiohjaukseen liitetyt tuotteet olivat poistuneet tuotannosta. Lisäksi loppuvuodesta valmistetut kanban-kortit eivät enää hallinneet vetovarsien ohjausta, sillä välivarastojen hyllypaikkojen muutokset tekivät korteista osittain toimimattomia.

Koska piensarjojen sekä vähäisen kysynnän tuotteiden ohjaus ei kanbaneilla ole käytännön syistä mahdollista, jäivät kyseiset tuotteet vaille yhteisesti sovittua, järjestelmällistä ohjaustapaa. Tämän johdosta piensarjat valmistuivat sarjatuotteiden lomassa lähestyvien eräpäivien lisäessä kiirettä työpisteillä.

3.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön konkreettisena tavoitteena oli laatia LH Lift Oy:lle mahdollisimman käytännöllinen ohjausjärjestelmä yleisimmille imuohjauksen mahdollistaville tuotteille tuotannossa sekä laatia hyvin toimiva menetelmä vähäisen kysynnän tuotteille. Lisäksi tarkoituksena oli luoda selkeä menetelmä ohjausperiaatteen käyttöönotolle uusien tuotteiden saapuessa tuotantoon sekä parantaa tuotantopisteiden toimintaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia erilaisia yrityksen käyttöön soveltuvia ohjausmenetelmiä, valita niistä toimivin ja laajentaa ohjausmenetelmä yrityksen kaikille senhetkisille tuotteille, joihin se vain soveltuu. LH Liftin valmistuksessa on volyymituotteiden lisäksi useita traktorin kolmipistekiinnitteiden osia, joihin imuohjaus ei yksinkertaisesti sovellu vähäisen menekin vuoksi. Tällaiset tuotteet ovat joko varaosia, prototyyppituotteita tai harvemmin tilattuja alihankintatöitä. Näille tuotteille ei ole järkevää luoda välivarastoja tuotantoon, sillä yrityksen varoja sitoutuisi liikaa tuotteiden varastointiin sekä keskeneräinen tuotanto lisääntyisi merkittävästi. Välivarastot olisivat nopeasti täynnä tuotteita, joille ei olisi riittävää kysyntää.

Tarkoituksena oli imuohjausperiaatteiden ohessa tutkia muita ohjausmenetelmiä, jotka eivät ole riippuvaisia tuotteiden kysynnästä vaan soveltuisivat parhaimmillaan myös yksittäistuotantoon. Toisaalta suotavaa olisi, että ohjausmenetelmät pystyisivät toimimaan imuohjausmenetelmän rinnalla, mistä LH Lift oli halukas pitämään kiinni suuren volyymin omaavien tuotteiden ohjauksessa.

3.3 Menetelmät ja rajaukset

Ennen opinnäytetyön toteutusta tehtiin LH Lift Oy:lle nykytila-analyysi, jonka avulla pystyttiin määrittämään lähtökohdat sekä tarvittavat työkalut tuotannonohjauksen kehittämiseksi. Yrityksen tuotteille tehtiin tuoteanalyysi, jonka avulla kartoitettiin mahdollisia vaihtoehtoja ohjausperiaatteen valitsemiseksi. Tuoteanalyysissä keskityttiin erilaisten tuotteiden rakenteisiin, kysyntään ja tätä kautta niiden tilatarpeisiin varastoinnille.

Työn toteutuksessa hyödynsin muun muassa PDCA-ympyrää, jonka periaatteiden avulla pystyin saavuttamaan parempia tuloksia ohjausperiaatteen käyttöönotossa. Lisäksi Lean-menetelmän työkaluista käytin hyväkseni benchmarking- eli esikuva-analyysia, jolloin yritysvierailun avulla saatiin kehityskelpoisia ideoita LH Liftin toimintaan.

Tiedonhankinnassa hyödynsin koulutusohjani oppimateriaalia, jonka avulla etsin suureksi osaksi muista lähteistä alaansa erikoistuneiden ammattilaisten aineistoa. Kirjallisuuden lisäksi käytin niin sähköisiä julkaisuja kuin LH Lift Oy:n sisäistä materiaalia. Aineistoa pyrin etsimään työhöni laajalta alueelta, jotta mahdollisuutena olisi löytää uusia vaihtoehtoisia ratkaisuja työn toteutusta ajatellen. Lähdemateriaalin lisäksi käytin hyväkseni tuotannon henkilöstön haastatteluja ja mielipidekyselyä, jonka avulla määriteltiin ohjausperiaatteen käytettävyyttä.

Opinnäytetyön laajuudeksi rajattiin erilaisten ohjausperiaatteiden tutkiminen sekä niistä parhaiten soveltuvan periaatteen käyttöönotto volyymi- ja piensarjatuotteille LH Lift

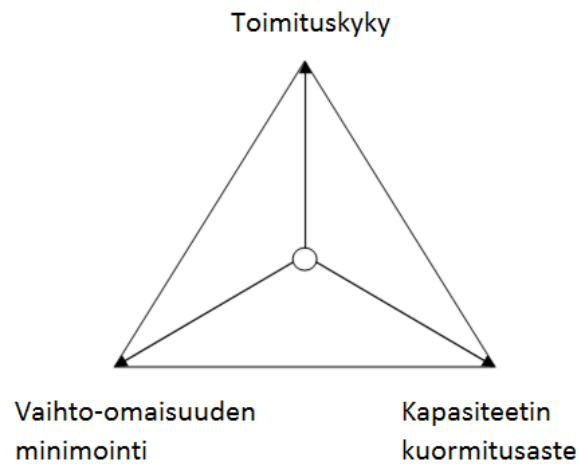
Oy:ssä. Käyttöönottoon kuuluvia toimia olivat esimerkiksi tuotteiden liittäminen ohjausperiaatteeseen, tuotekohtaiset päivitykset ohjauksen parantamiseksi, henkilöstön kouluttaminen sekä muutostyöt yrityksen varastoihin. Lisäksi tehtävänä oli laatia käyttöohjeet valitulle ohjausperiaatteelle. Tehtävään ei kuulunut valmistusprosessien kehitystyöt vastaamaan näin entistä paremmin ohjausperiaatteen vaatimuksia. Tällöin vastuu valmistusprosessien kehitystehtävistä kuului yritykselle.

4 TUOTANNONOHJAUS

4.1 Tuotannonohjauksen tavoitteet

Tuotannonohjaus on yrityksen päivittäistä toimintaa, jolla pyritään selkeyttämään työn kulkua, tehokkuutta ja hallintaa. Tuotannonohjaus on työnjohdolle väline, jolla hallitaan käytössä olevia resursseja, kuten henkilö- tai konekapasiteettia. Tuotannonohjauksella on suuret vaikutukset tuottavuuteen, kapasiteettiin, kappalemääräiseen tuotantomäärään ja resurssien tehokkuuteen. (Waters 1996, 291.)

Tuotannonohjauksella pyritään parantamaan toimitusvarmuutta, vähentämään vaihto-omaisuutta sekä nostamaan käyttöaste mahdollisimman korkeaksi. Kuviossa 3 on kuvattu näiden kolmen asian sidonnaisuutta toisiinsa. Jos kolmion sisällä olevaa painopistettä muutetaan, niin yksi osa-alue voi parantua, mutta samalla toinen alue kärsii. Tämän vuoksi yrityksissä joudutaan hakemaan parasta toimintamallia, jolla voidaan optimoida kulut, mutta samalla saada tehtyä kaikki vaadittavat tehtävät. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 402- 404.)



KUVIO 3. Tuotannonohjauksen tavoitetekijät. (Haverila ym. 2009, 404. muokattu)

4.2 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjaukseen voidaan käyttää monenlaisia tapoja. Yksinkertaisimmillaan tuotannonohjaus on niin sanotussa jatkuvassa tuotannossa, jossa tuotetaan jatkuvasti samaa tuotetta, samanlaisella volyymilla. Kun tuotevariaatiot ja tuotantoon liittyvät resurssit kasvavat ja työvaiheet lisääntyvät, tulee ohjaamisesta huomattavasti hankalampaa.

Tuotantoa voidaan ohjata monella tapaa riippuen valmistettävien kappaleiden volyymista, toistuvuudesta, modulaarisuudesta ja läpimenoajasta. Ohjattavuuteen vaikuttaa suoraan tuotantomalli, eli onko kyseessä linjamalli, solumalli vai funktionaalinen malli. Useissa tapauksissa tuotanto voi olla näiden kaikkien kolmen mallin sekoitus. (Haverila ym. 2009, 405.)

Tuotannonohjausjärjestelmän tehtävä on olla tietopankki tuotannonjohdolle ja työntekijöille. Järjestelmän avulla johto saa selville kapasiteettitarpeen ja kuormitusasteen. Työntekijät puolestaan saavat selvää että mitä pitää tehdä ja onko töihin tarvittavat tarvikkeet olemassa. (Haverila ym. 2009, 405.)

4.3 Toiminnanohjausjärjestelmä

Vuosikymmenten ajan toiminnanohjauksen kenttä on kokenut laajentumista, minkä vuoksi liikkeenjohdollisesti toiminnanohjaus on kannattavaa nähdä hyvin kokonaisvaltaisesti. Toiminnanohjausjärjestelmät tukevat etenkin yritysten tilaus- ja toimitusprosesseja sekä niitä edeltäviä tarjous- ja myyntiprosesseja helpottaen päätöksentekoa. ERP-järjestelmien (Enterprise Resource Planning) nostaessaan päätään on esimerkiksi tarvelaskenta kokenut käänteen. ERP-järjestelmien lisäksi on olemassa toiminnanohjausjärjestelmien rajapintoja lähenteleviä ohjelmistoja, jotka tukevat tuotekehitysprosesseja. Esimerkiksi PDM:llä (Product Data Management) eli tuotetiedon hallinnalla voidaan hallita tuoterakenteiden muutoksia. (Karjalainen, Blomqvist & Suolanen 2001, 6.)

Karjalaisen mukaan toiminnanohjausjärjestelmällä ei aina tarkoiteta pelkästään yrityksen käytössä olevaa ERP-ohjelmistoa. Esimerkiksi johtamisen näkökulmasta katsottuna toiminnanohjausjärjestelmällä tarkoitetaan tiettyjen prosessien ohjaukseen käytettäviä periaatteita ja menetelmiä sekä niitä tukevaa tietotekniikkaa. (Karjalainen ym. 2001, 7.)

Toiminnanohjauksen tietojärjestelmään voi kuulua parhaimmillaan useita eri ohjelmistoja, jonka ytimen muodostaa yleensä jokin perus ERP-ohjelmisto. Oheisjärjestelmät voivat muodostua esimerkiksi jostain yrityksen vanhan järjestelmän osista, jotka ovat jääneet vielä käyttöön uuden järjestelmän tullessa yritykselle. (Karjalainen ym. 2001, 7.)

ERP-ohjelmiston tai oheisjärjestelmän rakenteesta voidaan erotella sovellukset ja tietokannat. Sovellukset muun muassa hoitavat tarvittavat tietojenkäsittelytapahtumat, kun taas tietokannat muodostavat tietovaraston eri sovellusten datan hakuun sekä datan tallentamiseen. (Karjalainen ym. 2001, 7.)

5 LEAN-TUOTANTOMALLI

5.1 Lean production

Leanilla tarkoitetaan yleisesti kevyttä ja joustavaa toimintatapaa. Käsite Lean-production syntyi, kun MIT:n, eli Massachusettsin teknillisen korkeakoulun, organisoima International Motor Vehicle Program -tutkimusohjelma analysoi globaalien autoteollisuuden tehokkuutta ja toimintamalleja. Tällöin havaittiin japanilaisilla auto-tehtailla olevan toimintaperiaatteiltaan edistyksellisiä ratkaisuja, joiden ansiosta niiden toimintansa oli muita tuottavampaa, taloudellisempaa ja laadukkaampaa. Tämän lisäksi niiden tuotantonsa pystyi tarjoamaan asiakkailleen runsaammin malli- ja varustevaihtoehtoja kuin muut kilpailevat valmistajat. Lisäksi tuotteiden suunnittelu sekä uuden teknologian käyttöönotto hoitui kilpailevia valmistajia nopeammin. (Haverila ym. 2009, 362.)

Toiminnaltaan Leania voidaan pitää jatkuvan kehittymisen ja oppimisen prosessina. Lean koostuu periaatteista, jotka pyrkivät kehittämään yritysten toimintaa muun muassa erilaisten työkalujen avulla. Lean-tuotantomallin voidaan katsoa perustuvan keskeisesti kahteen periaatteeseen:

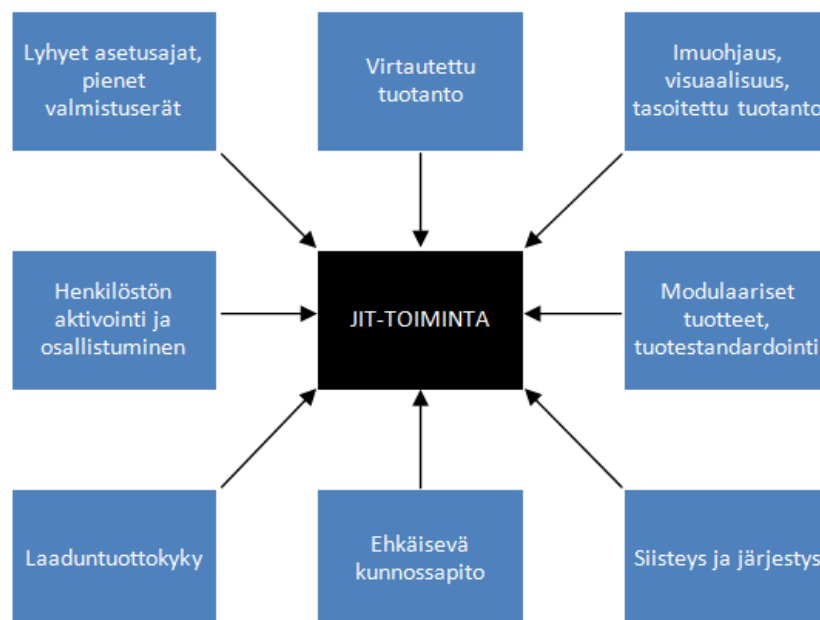
- materiaalin, tiedon ja tuotteiden keskeytymättömän virtauksen luomiseen yrityksen kaikissa liiketoimintaprosesseissa,
- johdon sitoutumiseen edistämään jatkuvaa parantamista sekä investoimaan jatkuvasti työntekijöihin.

(Tuominen 2010a, 6-7.)

Leanin tuotantomallia voidaan pitää JIT-tuotantomallia laajempänä käsitteenä (Haverila ym. 2009, 362). Lean-tuotantomallin ponnahtaessa yritysmaailman tietoisuuteen on sen periaatteita kehitetty, analysoitu ja viety eri yrityksiin ympäri maailman. (Liker 2006, 15.)

5.2 JIT-toiminta

JIT lyhenteenä tarkoittaa käsitettä ”Just In Time”, joka voidaan suomentaa muotoon ”Juuri Oikeaan Tarpeeseen”. JIT:n tavoitteena ovat varastojen minimointi sekä lyhyet läpäisyajat, jotka pyritään saavuttamaan kehittämällä toimintaa järjestelmällisesti. Imuohjaus ja visuaalinen ohjaus ovat menetelmiä, joita pidetään JIT:n tuomina uudistuksina tuotannonohjaukseen. Kuviossa 4 esitetään keinoja saavuttaa tuotannonohjaus vastaamaan JIT:n periaatteita. (Karjalainen ym. 2001, 11.)



KUVIO 4. Keinot JIT-toiminnan saavuttamiseksi. (Karjalainen ym. 2001, 12. muokattu)

5.3 Toyotan tuotantojärjestelmä

Toyotan tuotantojärjestelmää pidetään tänä päivänä yleisesti esimerkillisenä ja jatkuvasti kehittyvänä menetelmänä ja sitä voidaan pitää myös Leanin periaatteiden kantaisänä. Toyotan tuotantojärjestelmässä painotetaan erityisesti johdon jatkuvaa sitoutumista investoimaan työntekijöihin sekä jatkuvan parantamisen edistämiseen. Sitoutumista tähän toimintaan pidetään koko järjestelmän voimana ja avaimena,

minkä avulla Leanin työkalujen ja menetelmien toimivuutta voidaan kehittää ja ylläpitää. (Liker 2006, 15.)

Toyota omaksui amerikkalaisen W. Edwards Demingin opetukset laadusta tämän pitäessään seminaareja Japanissa. Tätä kautta Toyota alkoi arvostaa muun muassa PDCA-ympyrän eli jatkuvan parantamisen kehän ideologiaa, jolla on samaista periaatetta kuvaava japanilainen käsite Kaizen, jatkuvan parantamisen periaate kohti täydellisyyttä. (Liker 2006, 23.)

Yhtenä Toyotan tuotantojärjestelmän ytimenä voidaan pitää hukkan, eli japanilaisittain *mudan* eliminointia. Hukkaa pidetään lisäarvoa tuottamattomana toimintana, josta aiheutuu vain kustannuksia yritykselle. Toyota on tunnistanut seitsemän päätyyppiä hukalle liiketoiminta- sekä valmistusprosesseissa, mitä voidaan soveltaa tuotantolinjan lisäksi tuotekehityksessä, tilausten vastaanottamisessa ja toimistossa. Hukkatyyppejä sekä niiden aiheuttajia ovat;

- ylituotanto
 - tilaamattomien osien valmistaminen
 - tarpeettomat varasto- ja kuljetuskustannukset
- odottelu
 - kapasiteetin pullonkaulat
 - koneiden automatisointi
- tarpeeton kuljettelu
 - pitkät välimatkat keskeneräisillä tuotteilla
 - osien ja valmiiden nimikkeiden siirtely varastoon ja takaisin prosessiin
- ylikäsittely tai virheellinen käsittely
 - tarpeettomat työvaiheet osien käsittelyssä.
 - liian laadukkaan tuotteen valmistaminen
 - tehoton käsittely kehnon työkalun tai tuotesuunnittelun johdosta.
- tarpeettomat varastot
 - liiallinen raakamateriaalin määrä
 - keskeneräiset tuotteet
 - yleisesti syynä esimerkiksi tuotannon epätasapaino tai myöhästyneet toimitukset alihankkijoilta

- tarpeeton liikkuminen
 - kaikki työaikana suoritettu turha liike
 - myös kävely lasketaan hukaksi
- viat
 - viallisten osien tuottaminen ja korjaaminen.
 - tarpeeton käsittely, turha työ ja hukattu aika vikojen ilmetessä.

(Liker 2006, 28-29.)

Jeffrey K. Likerin mukaan on olemassa myös kahdeksas hukkaa edistävä käsite: työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Tässä hukkatyyppissä jätetään ottamatta huomioon työntekijän taidot, ideat ja oppimismahdollisuudet. (Liker 2006, 28-29.)

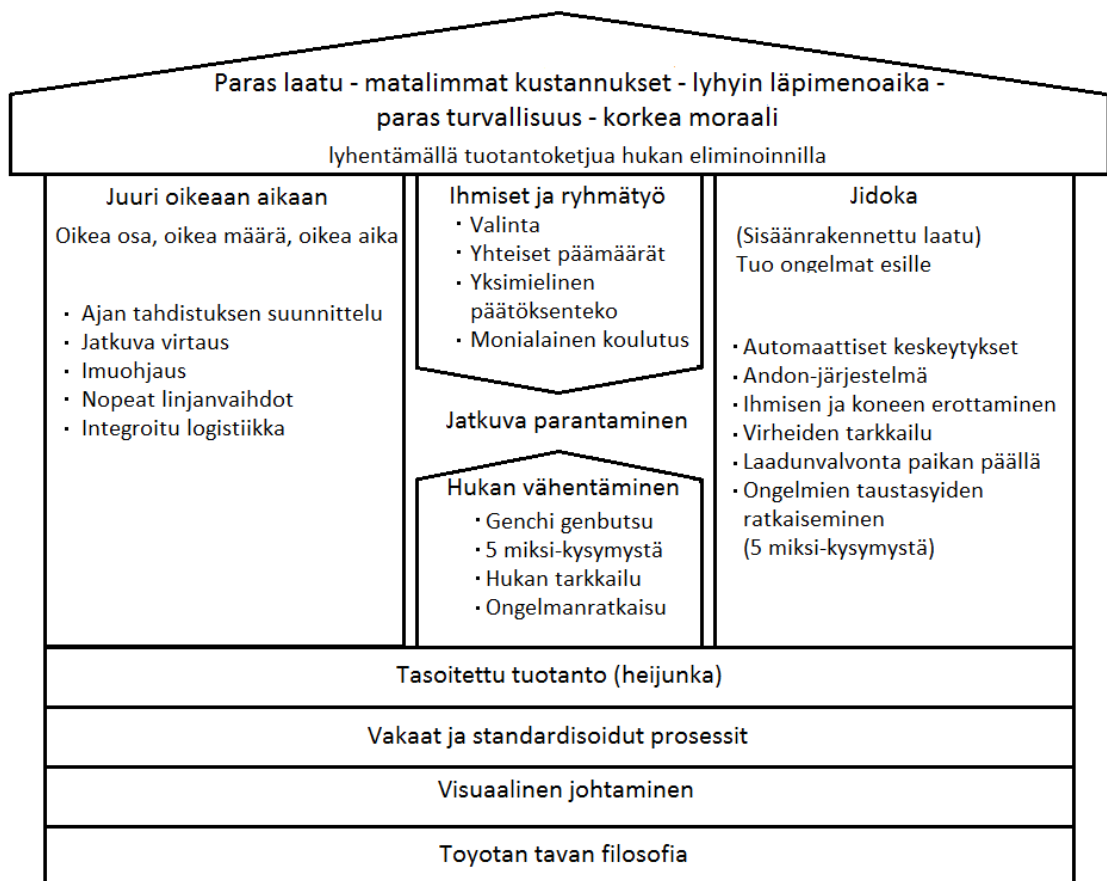
Toyotalla pidetään ylituotantoa pahimpana hukan aiheuttajana, sillä sen johdosta aiheutuu suurin osa muusta tuhlauksesta. Liian suuriksi paisuneet välivarastot ja työntekijöiden motivaation heikentyminen aiheuttavat tällöin jatkoseuraamuksia.

"Miksi pitäisi murehtia ennaltaehkäisevästä huollosta tai välineistöstä, kun seisokit eivät välittömästi vaikuta lopulliseen kokoonpanoon kuitenkaan? Miksi pitäisi liiojia välittää muutamista laaturvirheistä, kun vialliset osat voi vain heittää menemään? Koska siinä vaiheessa, kun viallinen osa löytää tiensä myöhempään käsittelyvaiheeseen, jossa työntekijä yrittää koota tuon osan, käsittelyssä ja varastoissa voi odottaa viikkojen verran viallisia osia." (Liker 2006, 29.)

Toyotan tuotantojärjestelmän sisällön ja toiminnan kuvaamiseksi on kehitetty kuvion 5 mukainen talokaavio, jossa erottuvat järjestelmän eri periaatteet. Kaavio muodostuu lattiatasosta, seinistä ja katosta. Ulkoisen olemuksen lisäksi talokaavion nimitys tulee siitä, että kaavion heikoin lenkki heikentää koko järjestelmää. (Liker 2006, 32.)

Katto muodostuu parhaasta laadusta, matalimmista kustannuksista ja lyhimmän läpimenoajan periaatteista. Talokaavion kaksi seinäpilaria muodostuu Just In Time -periaatteesta sekä Jidokasta, joka tarkoittaa viallisen tuotteen pääsyn estämistä seuraavan työvaiheeseen sekä ihmisten vapauttamista koneiden ääreltä. Tällöin tahdotaan automatisoida työvaiheita "inhimillisellä kosketuksella". Kaaviossa järjestelmän keskiöön on sijoitettu ihmiset, jotka sitoutuneella työskentelyllään ylläpitävät järjestelmän toimintaa. Pohjaelementit koostuvat muun muassa standardoidusta proses-

sista ja heijunkasta. Heijunkalla tarkoitetaan tuotannon aikataulun tasapainottamista niin volyymin kuin valikoiman suhteen. Heijunkan avulla pystytään puuttumaan esimerkiksi tuotannossa suuren kysynnän tuotteisiin, jotka luovat muiden tuotteiden kustannuksella vajetta järjestelmän varastoihin. Jokainen osa järjestelmässä on itsessään olennainen, jolloin osat tukevat toisiaan omalla toiminnallaan ja luovat vakauden tunnetta. (Liker 2006, 32-33.)



KUVIO 5. TPS:n talokaavio. (Liker 2006, 33. Muokattu)

Likerin mukaan yksiosaisen virtauksen ihanteena on valmistaa tuotetta yksi yksikkö kerrallaan asiakkaan kysynnän mukaisesti. Käyttämällä pieniä puskureita varastoissa mahdolliset laatuvirheet tulevat nopeasti esille, jolloin työntekijöiden täytyy ratkaista ongelmat välittömästi toimivan tuotantoprosessin jatkamiseksi. Käytännössä ihanteen mukainen toiminta on kuitenkin mahdotonta, sillä aina vian ilmetessä tuotan-

nossa toiminta keskeytyy, mikä puolestaan luo työntekijöiden keskuudessa kiireen tunnetta ja epävakautta. (Liker 2006, 33-34.)

Vaikka Toyotan tuotantojärjestelmässä hyödynnettyjä työkaluja käytettäisiin laajalti muissa yrityksissä, ei se takaa niiden toimivuutta sellaisenaan tuotantoprosesseissa. Työntekijöiden kielteisyys, ymmärtämättömyys ja sitoutumattomuus uutta prosessia kohtaan tekevät siitä todennäköisesti toimimattoman. Tällöin työntekijät eivät anna täyttä panostustaan prosessin toiminnalle, jolloin jatkuva parantaminen on lähes mahdotonta. Jeffrey K. Liker painottaa, että toisin kuin oletetaan, käsite Toyotan tapa vaatii yleensä suurempaa riippuvuutta ihmisistä. Ongelmien löytäminen ja niiden korjaaminen vaatii työntekijöiden motivoitunutta toimintaa ja omistautumista tuotantojärjestelmän toiminnalle. (Liker 2006, 36.)

5.4 Benchmarking

5.4.1 Benchmarkingin merkitys ja käyttötarkoitus

Lean-menetelmän työkaluihin kuuluvalla benchmarkingilla eli esikuva-analyysillä tarkoitetaan prosessia, jonka avulla verrataan omien tuotteiden, palvelujen ja prosessien suorituskykyjä toisten yritysten parhaisiin menetelmiin. Jatkuvana ja järjestelmällisenä menetelmänä se auttaa kehittämään omaa toimintaa sekä panostamaan tärkeisiin kehittämiskohteisiin. (Tuominen 2010b, 82.)

Benchmarkingin avulla saadaan luotua mielikuva parhaista ratkaisuista, jolloin se ulkopuolisten esimerkkien johdattelmana helpottaa tavoitteiden määrittelyä. Alussa esikuva-analyysi voi antaa mahdollomalta tuntuvan tavoitteen kehittämiseksi, mutta esteet ovat kuitenkin ylitettävissä Benchmarking-työkalun avulla. Prosessina se antaa järjestelmällisen ja koulutettavan kehitysmallin, joka auttaa ymmärtämään omia prosesseja. (Tuominen 2010b, 83.)

Ennen esikuva-analyysia luodaan yleensä benchmarking-ryhmä, joka valmistelee yritysvierailun sekä laatii kysymykset vierailuisännälle. Samalla ryhmä laatii yrityksen omat kehittämistavoitteet, jotta se olisi valmis ottamaan selvää benchmarking-yrityksen heikkouksista ja vahvuuksista. (Tuominen 2010b, 23.)

Taloudenhallinto, johtaminen ja tuotannonohjaus ovat esimerkiksi yleispäteviä ja vertailua kestäviä toimintaprosesseja kaikilla aloilla. Esikuva-analyysin toteuttamisen ei tarvitse tapahtua omaa alaa edustavassa yrityksessä, vaan parhaiden käytäntöjen oppiminen laajemmasta joukosta organisaatioita voi olla merkittävästi hyödyllisempää toimintaa. (Benchmarking – Mitä tarkoittaa Benchmarking? n.d.)

5.4.2 Yleisimmät benchmarking-tyypit

Robert J. Boxwell jakaa benchmarkingin kolmeen eri osa-alueeseen: Kilpailevaan, osallistuvaan sekä yhteistyö-benchmarkingiin. (Boxwell 1994, 30)

Competitive eli kilpaileva benchmarking koetaan haastavimmaksi esikuva-analyysin muodoksi. Kohdeyritykset ovat usein kilpailevia yrityksiä, jotka eivät tahdo jakaa omaa tietouttaan toisten yritysten käyttöön, minkä vuoksi tiedon keruu muodostuu usein vaikeaksi prosessiksi. Kilpaileva benchmarking tarkoittaa omien prosessien, toimintojen, tuotteiden sekä palveluiden vertailua ja mittaamista kilpaileviin yrityksiin nähden. Tällöin tunnistetaan oman yrityksen vahvuudet sekä kehittämiskohteet tietyillä osa-alueilla, minkä ansiosta pystytään parantamaan omaa toimintaa. (Boxwell 1994, 30.)

Cooperative eli osallistuvaa benchmarkingia voidaan pitää järjestönä, joka haluaa parantaa tiettyä toimintaa käyttämällä hyväkseen kontaktiansa parhaimpia menetelmiä. Tässä tapauksessa kohdeyritykset ovat halukkaita jakamaan tietouttaan myös muiden yritysten hyödyksi. Keskeinen tekijä yhteistyöhön pyrittäessä on, etteivät yritykset olisi keskenään kilpailevassa asemassa. (Boxwell 1994, 31.)

Collaborative eli yhteis-benchmarkingissa yritysryhmä jakaa keskenään tietoja tutkimuskohteesta, jolloin jokaisen osakkaan toiveena on parantaa toimintaansa jakami-

ensa tietojen avulla. Joskus ryhmässä toimii kolmas osapuoli tietojen koordinaattorina, keräilijänä sekä jakelijana. Kuitenkin yhä useammat yritykset hoitavat itse omat tutkimuksensa, eivätkä delegoi tietojen käsittelyä toiselle osapuolelle. Internal eli sisäinen benchmarking on puolestaan eräs yhteis-benchmarkingin muoto, jota monet suuryritykset hyödyntävät tunnistaessaan parhaimpia käytäntöjä omista toimintatavoistaan ja levittävät niitä muihin organisaation ryhmiin. (Boxwell 1994, 32-34.)

6 TOIMINTAPROSESSIT

6.1 Tuotantomallit

6.1.1 Massatuotanto

Massatuotannon periaatteena voidaan pitää tuottavuuden maksimointia suurilla tuotantoerillä ja työtehtävien optimoinnilla pieniin osatehtäviin sekä työn erikoistumiseen. Toimintamallin periaatteet syntyivät jo 1800-luvulla, mutta alkoivat kokea ikääntymisen merkkejä 1920-luvun taitteessa kysynnän laajetessa eri ominaisuuksilla varustettuihin tuotteisiin esimerkiksi autoteollisuudessa. (Haverila ym. 2009, 360-361.)

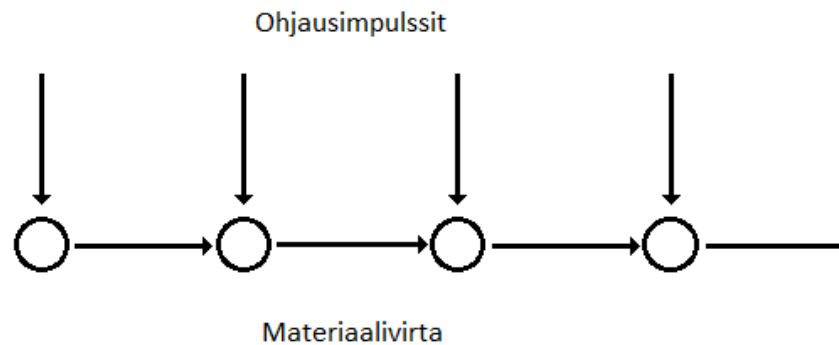
Massatuotanto on melko joustamaton tuotteen tai volyymin muutoksille. Myöskin laadun hallinta on ongelmallista, sillä virheiden löytäminen ja niiden syiden korjaaminen on hyvin vaikeaa massatuotantoympäristössä. (Haverila ym. 2009, 360.)

6.1.2 Työntöohjaus

Työntöohjauksessa tuotteita valmistetaan ennalta suunnitellun aikataulun mukaan, jolloin aikataulun perusteella ajoitetaan myös varastoon täydennykset sekä materiaalityöt. Ohjausperiaate vaatii ennakoitua niin työnjohdolta kuin työntekijöiltä.

täkin. Työntöohjaus on varteenotettava vaihtoehto silloin, kun materiaalia tai kapasiteettia on rajoitettu määrä. (Työntöohjaus ja imuohjaus 2013)

Kuviossa 6 esitetään työntöohjauksen toimintaperiaate, jossa jokainen ohjausimpulssi tulee erikseen jokaiselle työvaiheelle. (Haverila ym. 2009, 423)



KUVIO 6. Työntöohjauksen periaate. (Haverila 2009, 423. Muokattu)

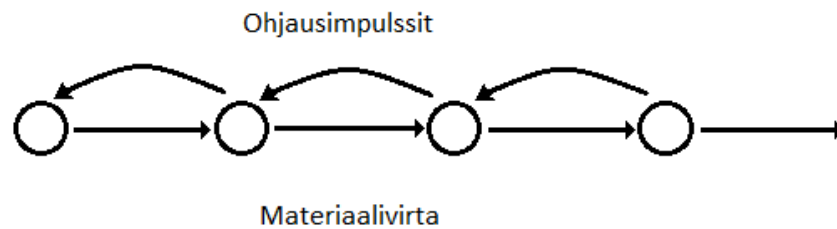
Työntöohjauksen ongelmaksi koetaan mahdollinen ylituotanto, joka voi johtaa suuriin varastoihin. Ylituotanto muodostuu etukäteen suunnitellun aikataulun liian täsmällisestä noudattamisesta, jolloin ohjausperiaate ei ota huomioon mahdollisia kysynnän muutoksia. Tuotannon käynnistyessä oletetun kysynnän mukaan on tällöin suuri riski valmistaa hukkaa. Toisaalta menekki voi arvaamattomasti myös kasvaa, jolloin tuotanto ei pysy kysynnän mukana. (Liker 2006, 106.)

Ohjausmenetelmänä työntöohjaus on hyvä, mutta toimiakseen edellyttää se selkeää ja hallittua valmistusprosessia sekä hyvää laatua. (Haverila ym. 2009, 422)

6.1.3 Imuohjaus

Imuohjauksessa materiaalivirta ohjautuu tulevan tarpeen mukaan. Tällöin tehdään tiettyä tuotetta vain se määrä mitä seuraava toimipiste tarvitsee. Tarveohjattavuuden mukaisesti voidaan toimia silloin, kun materiaaleja ja kapasiteettia riittävä määrä tai kun vaihtelu on vähäistä eri vaiheiden välillä. (Työntöohjaus ja imuohjaus 2013)

Tarvetta tuotteen teolle syntyy vasta silloin, kun tuotetta kuluu tietty määrä. Tällöin valmistusketjussa tilausimpulssit etenevät lopusta alkuun päin. Imuohjaus voidaan toteuttaa pienten nopeasti kiertävien välivarastojen avulla. Kuviossa 7 hahmotetaan imuohjauksen periaatetta. (Haverila ym. 2009, 422-423)



KUVIO 7. Imuohjauksen periaate. (Haverila ym. 423. Muokattu)

Imuohjaus on tuotantoon soveltuessaan erittäin toimiva tuotannonohjausmenetelmä. Käytännön tasolla toimiakseen se edellyttää ainakin seuraavien määreiden toteutumista:

- tuotteet ovat suhteellisen vakioita
- valmistuksen läpäisyajat ovat pieniä
- volyyymi on suurta suhteessa tuotevariaatioihin
- kokoonpanon kombinaatioiden määrä on laaja

(Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen & Söderström 1997, 221–223.)

Jos tuotteilla ei ole suhteellisen tasaista kysyntää, on mahdotonta muodostaa optimaalisia imuohjauspuskureita ja saada täten ohjausmenetelmästä toimivaa ratkaisua. (Haverila ym. 2009, 422)

6.2 Ohjausperiaatteita

6.2.1 Visuaalinen valvonta

Visuaalinen valvonta perustuu materiaalin määrän seurantaan varastopisteillä. Kun varasto alittaa ennalta sovitun tason, syntyy tilausimpulssi. Kahden laatikon menetelmä on esimerkkikäytäntö visuaalisesta valvonnasta. Menetelmä sopii parhaiten halvoille tuotteille, joiden laskentaa pidetään työläänä. (Haverila ym. 2009, 452.)

6.2.2 Kahden laatikon menetelmä

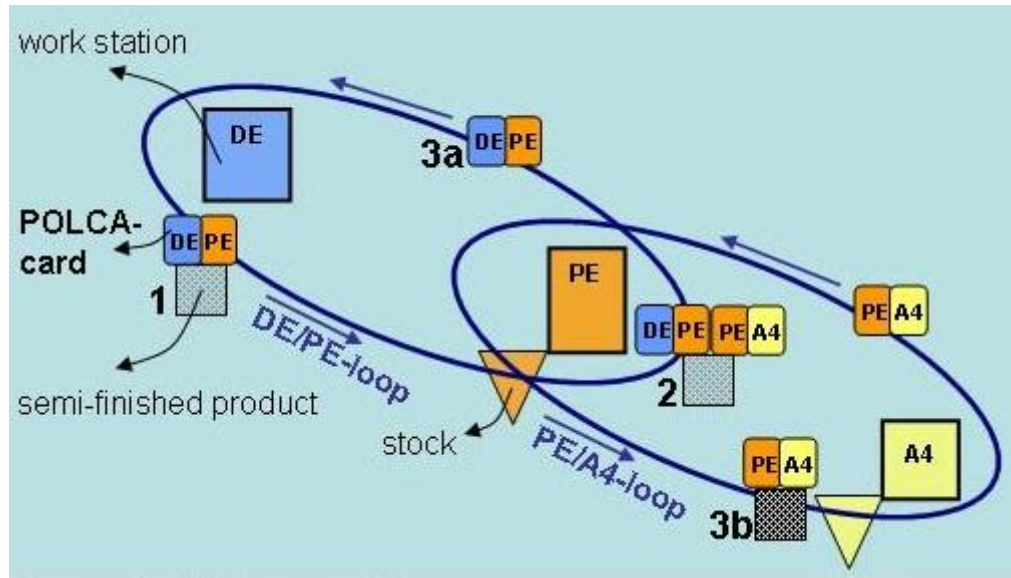
Kahden laatikon menetelmä on yksi imuohjauksen ohjauskeino, joka soveltuu hyvin tasaisesti kuluviin tuotteisiin. Tuotteille lasketaan tai määritetään tilauspiste, jota vastaava tavaramäärä sijoitetaan erilliseen tilaan tai laatikkoon. Kyseistä tavaramäärää aletaan käyttää vasta sitten, kun muu varasto on loppunut. (Sakki 1999, 122.)

Yleensä viimeiseen laatikkoon on laitettu tilauskortti, jonka perusteella hankitaan tuotetta täydentämään tyhjentynyt varasto. Tuotteen saavuttua valmistuksesta erilleen sijoitettu tila tai laatikko täytetään ja loppuosa tuotteista sijoitetaan normaaliin varastoon. (Sakki 1999, 122.)

6.2.3 Polca-ohjaus

Karjalaisen mukaan polcaa voidaan pitää eräänlaisena työntö- ja imuohjauksen yhdistelmänä. Töille määritellään sallittu aloituspäivämäärä karkean tason MRP-ohjauksella. Lattiatasolla töitä ohjataan taas solupareittain määritellyillä korteilla. Korttien määrää säädellään kuormitustilanteen mukaan. Koska polca-kortit eivät ole riippuvaisia nimikkeistä, vaan solujen välisistä reittivaihtoehdoista, sopivat ne hyvin myös yksittäisten kappaleiden tuotannonohjaukseen. (Karjalainen ym. 2001, 69.)

Polcan ohjaukortit liittyvät työpisteiden välisiin reittivaihtoehtoihin kuvion 8 mukaisella tavalla.



KUVIO 8. Polca-korttien kulku tuotannossa. (Introduction POLCA 2010)

Polca-korteissa lukee edellinen ja seuraava työvaihe kirjainkoodeina, joilla kuvastetaan töiden etenemisreittejä oikeille työpisteilleen. Jotta työvaihe voidaan aloittaa, tarvitsee se sekä edellisen että seuraavan työvaiheen reittiä kuvastavat Polca-kortit. Korttien rajoitetun lukumäärän avulla pyritään täten rajoittamaan keskeneräisen tuotannon määrää.

Kun työ on valmis kuvion 8 solussa DE, siirretään tuote solun PE jonotusalueelle työjonoon. Tällöin tuotteeseen on liitetty siirtoa merkitsevä Polca-kortti DE/PE ja työtä aloitettaessa siihen kiinnitetään lisäksi PE/A4 -kortti. Korttia DE/PE ei saa palauttaa solulle DE ennen kuin työ on valmis solussa PE. Valmistuttuaan työ taas siirretään solulle A4, joka vaatii vastaavalla tavalla työn siirtoon ja aloitukseen omat korttinsa. Työvaiheiden korttien lisäksi työlle määritetty sallittu aloituspäivä täytyy olla käsillä, jotta työ voidaan aloittaa. (Karjalainen ym. 2001, 70.)

6.2.4 3C-järjestelmä

3C on imuohjaukseen perustuva menetelmä, jonka toimitusketjussa on imupuskureita, joita täydennetään kulutuksen mukaan. Puskureiden koko on mitoitettu todennäköisen myyntiennusteen sijaan pahimman tilanteen varautumisen perusteella. Tässä tapauksessa pahin tilanne tarkoittaa puskuroitavan nimikkeen osalta sellaista lopputuotteiden päivittäisen menekin yhdistelmää, joka on toimitusketjun kapasiteetin puitteissa tuotettavissa päivässä ja joka johtaa suurimpaan nimikkeen päivätarpeeseen. Tällöin puskureiden määrittämisessä otetaan huomioon toimitusketjun kapasiteetti sekä mahdolliset pullonkaulat. (Karjalainen ym. 2001, 68-69.)

Täydennysimpulsseja tulee ennalta suunnitelluin välein. Puskurin suurin sallittu koko saadaan kertomalla pahimman tilanteen mukainen päiväkulutus täydennysaikavälin pituudella. Täydennyserän koko määritetään vähentämällä suurimmasta sallitusta koosta puskurin saldo ja tulossa olevia täydennyseriä vastaava määrä. (Karjalainen ym. 2001, 69.)

3C-järjestelmän laskutoimitukset ovat yksinkertaisia, mutta nimikkeitä ollessa paljon myös laskutoimitusten määrä vastaavasti kasvaa. Tästä syystä suunnitteluun tarvitaan usein tietokoneohjelma. Ohjausmenetelmän edut tulevat parhaiten esille, kun tuotteiden menekki on huonosti ennustettavissa ja lopputuotteet käyttävät paljolti yhteisiä puolivalmisteita. (Karjalainen ym. 2001, 69.)

6.2.5 Kapeikkoajattelu

Eliyahy M. Goldrattin kehittämä Theory of Constraints eli kapeikkoajattelu on johtamisfilosofia, jossa keskitytään systeemin kehittämiseen optimoimalla koko tuotantosysteemiä. Nopeasti Amerikassa sekä ympäri maailmaa levinnyt ohjausperiaate on otettu käyttöön niin autotehtaissa, elektroniikkateollisuudessa kuin lääketehaissa-kin. Kotimaisista yrityksistä ehkäpä tunnetuin soveltaja on ABB, joka TOC-sovelluksia (Theory of Constraints) hyödyntäen ohjaa tuotantoaan maailmanlaajuisesti. (Procreo Oy n.d.)

Kapeikkoajattelu on ohjausperiaate, joka sopii kehitysvaiheesta riippumatta piensarjavalmistuksen tuotteille. Tuotannon pullonkaulan valmistussuunnitelma määrää toiminnan rytmin, minkä johdosta pullonkaulaa edeltävät työvaiheet ohjataan yleisesti imuohjauksella ja jälkeiset työvaiheet työntöohjauksella. Puskurilla kapeikko-ohjauksessa tarkoitetaan rullaavaa aikapuskuria, jolloin kapeikon edellä pidetään aina tietyn määritetyn ajan vastaavaa tuotantoa puskurina. (Karjalainen ym. 2001, 13.)

Päämääränä kapeikkoajattelussa on poistaa tuloksen tekemistä rajoittavat kapeikot ja lisätä tätä kautta yrityksen tulosta. Kapeikko-ohjausta varten on suunniteltu OPT-tietokoneohjelmisto, jolla hallitaan töiden ajoittamista tuotannossa. OPT edellyttää kuitenkin pullonkauloihin liittyvien suunnitelmien täsmällistä noudattamista sekä perustietojen paikkaansa pitävyyttä. (Karjalainen ym. 2001, 13.)

6.2.6 Kanban-järjestelmä

Toyotan kanban-järjestelmä otettiin käyttöön tehtaassa tuotteille, joille ei ollut mahdollista luoda virtausta tuotannossa. Ohjaustapa kehitettiin tuotteille, jotka omasivat valmistuksessa varsinkin seuraavanlaisia ominaisuuksia:

- prosessien väliset pitkät etäisyydet toisistaan
- operaatioiden vaihtelevat suoritusajat
- katkonainen tiedonsiirto työpisteiden välillä

Kanban-järjestelmä toimii osana imujärjestelmää, jota edesauttaa työvaiheiden välillä olevat pienet puskurivarastot. Kun puskurivarastossa alitetaan tietty sovittu raja tuotteen määrässä, lähtee kanban viestiksi materiaalin loppumisesta. (Liker 2006, 108.)

Kanban voi tarkoittaa korttia, lavaa, merkkiä tai koria. Osan tai tuotteen loppuessa lähtee kanban loppunutta tuotetta tarvitsevalta työpisteeltä edelliselle työpisteelle, joka ryhtyy täydentämään osapuutetta. (Liker 2006, 108.) RFID-teknologiaa (Radio Frequency IDentification) hyödyntämällä signaali osien loppumisesta lähetetään ra-

dioaaltojen avulla etätunnistuksena suoraan osatoimittajalle. Parhaimmillaan järjestelmä pystyy hoitamaan itse tilaus-toimitustapahtuman, jolloin asiakas saa tarvitsemansa osat ilman erillistä tilausprosessia. Menetelmän eduiksi koetaan reaaliaikaisuus, varmuus sekä manuaalisen työn vähentyminen. (Härkönen 2010, 1.)

The Productivity Press Development Team on listannut muun muassa seuraavanlaisia yritykselle tuomia etuja kanban-järjestelmän käytöstä:

- ylituotannon eliminointi
- joustavuuden kasvaminen vastaamaan paremmin asiakkaan vaatimuksia
- hankintaprosessien yksinkertaistuminen
- keskeneräisen tuotannon väheneminen
- piilossa olevien ongelmien löytäminen tuotantoprosesseista
- tuotannonohjauksen yksinkertaistuminen

(The Productivity Press Development Team 2002, 7-8.)

Kanban soveltuu parhaiten tuotteille, joiden kysyntä suhteellisen suurta, mutta vaihtelevaa, jolloin kanban-kortit pystyvät kulkemaan tuotannossa imuohjauksen mukaisesti. Vähäisen kysynnän tuotteisiin ohjausjärjestelmä aiheuttaa toimiessaan hankaluuksia ja lisäkustannuksia turhien puskurivarastojen syntymisen vuoksi. (Liker 2006, 106-108.)

Likerin mukaan Toyota kokee kanbanien käytön heti virtauksen jälkeen seuraavaksi parhaana järjestelmänä. Toisaalta Toyotan oppien mukaan kanbanien käyttö koetaan taakaksi ja järjestelmäksi, josta tulisi pyrkiä kortti kerrallaan eroon saavuttaen tuotannon täydellinen virtaus. (Liker 2006, 106-108.)

Kanban-kortti

Kanban-järjestelmässä Kanban-kortti on yleisimmin käytetty signaali työpisteiden välillä. Korttiin on liitetty informaatiota, jonka avulla edistetään varastointia, työnte-

koa sekä korttien kulkua tuotannossa. Kanban-kortti voi pitää sisällään esimerkiksi seuraavanlaisia tietoja tuotteesta:

- materiaali tai kokoonpanon numero
- kuvaus piirustuksina tai valokuvana
- edellinen työprosessi
- seuraava työprosessi
- sisäinen tai ulkoinen prosessi
- asiakkaan tai tehtaan tilausnumero
- mitä, milloin ja kuinka paljon tuotetta valmistetaan

(The Productivity Press Development Team 2002, 55.)

Hyödyllistä informaatiota sisältäessään kortti antaa tarvittavat ohjeet tuotteen valmistamiselle eikä vaadi kanbanin käyttäjältä muistinvaraista toimintaa. Kuviossa 9 on esimerkki kanban-kortin ulkoasusta.

Part Description				Part Number	
Smoke-shifter, left handed.				14613	
Qty	20	Lead Time	1 week	Order Date	9/3
Supplier	Acme Smoke-Shifter, LLC			Due Date	9/10
Planner	John R.		Card 1 of 2		
			Location	Rack 1B3	

KUVIO 9. Esimerkki kanban-kortin ulkoasusta (Velaction n.d.)

Haverila, Uusi-Rauva, Kouri ja Miettinen (2009, 423) jakavat kortit kahteen osaan: kuljetus- ja valmistus-kanbaneihin. Kuljetus-kanban kulkee laatikon kyljessä saapuesaan kokoonpanopisteeseen. Kun laatikko otetaan käyttöön, viedään kuljetuskortti

merkinä komponenttien tarpeesta valmistajalle, joka täyttää tuotetta laatikkoon kanbanin ilmoittaman määrän.

Osavalmistajalla on omat valmistus-kanbaninsa, jotka antavat tarvittaessa signaalin tuotteen valmistamisesta. Kortit toimivat samalla periaatteella kuin kuljetus-kanbanitkin: kun tuotteita lähtee varastosta kokoonpanoon, vapautuu kyseisen varaston laatikosta kanban merkiksi tuotteen valmistamisesta tuotannon alkupäähän tai vaihtoehtoisesti edelliseen työvaiheeseen. (Haverila ym. 2009, 423-424.)

Kuljetus- ja valmistus-kanban-kortteja tehdään tarvittaessa useampia yhdelle tuotteelle tai komponentille, jotta osien riittävyys taattaisiin varastoissa. (Haverila ym. 2009, 424)

Kanbanien ja eräkokojen määrittäminen

Järjestelmänä kanban tukee tuotannon ohjattavuutta ja auttaa edistämään vakaata ja tehokasta toimintaa. Määrittämällä ja optimoimalla kanbanien määriä ja välivarastojen kokoja pystytään pienentämään varastointiin sitoutuneen pääoman määrää minimiin. (Haverila ym. 2009, 406.)

Usein kanban-järjestelmää perustettaessa nousee esille kysymys, kuinka monta kanbania tarvitaan työvaiheiden ja varastojen välille. Jos tehdas valmistaa tuotteita enimmäkseen vakiona toistuvaan tahtiin, voidaan käyttää tällöin The Productivity Press Development Teamin (2002, 30) mukaisesti kaavaa 1:

$$\text{Kanbanien määrä} = \frac{D(l + s)}{p}$$

1)

Missä: $D = \text{päivittäinen tuotanto (daily output)}$

$l = \text{läpimenoaika (lead-time)}$

$s = \text{varmuusmarginaali (safety margin)}$

$p = \text{lavakapasiteetti (pallet capacity)}$

(The Productivity Press Development Team 2002, 30)

Päivittäinen tuotanto saadaan laskettua kaavalla 2:

$$\text{Päivittäinen tuotanto} = \frac{\text{Kuukausituotanto}}{\text{Työpäiviä kuukaudessa}}$$

2)

Läpimenoaika koostuu valmistusajan, odotusajan ja kanbanien hakuajan summasta.

(The Productivity Press Development Team 2002, 30)

Kaava 1 ei välttämättä sovellu aina sellaisenaan yritysten eräkokojen määrittämiseen, jolloin eri sovellusmuotoja kaavasta on kannattavaa kokeilla. Kaavaa tarkastelemalla voidaan todeta, että esimerkiksi päivittäisen tuotannon sijaan voidaan käyttää myös kulutusvauhtia kpl/h arvona, jolloin aikayksikkönä käytetään päivien sijaan tunteja. Tällöin esimerkiksi arvojen ollessa $D = 20\text{kpl/h}$, $l = 6h$, $s = 2h$ ja $p = 60\text{kpl}$ saadaan kaavalla seuraavanlainen tulos:

$$\text{Kanbanien määrä} = \frac{\frac{20\text{kpl}}{h} * (6h + 2h)}{60\text{kpl}} = 2,66, \text{ eli } 3 \text{ kpl.}$$

Kaavassa 1 varmuusmarginaali annetaan päivinä. Jollei varmuusmarginaalia tahdota käyttää aikayksikköön pohjautuen, voidaan kaavaa soveltaa muotoon, jossa varmuusmarginaali annetaan lavamäärinä kaavan 3 mukaisesti:

$$\text{Kanbanien määrä} = D * l + s$$

3)

Missä: D = kysyntä (lavaa/päivä)

l = Erän valmistukseen kuluva aika (päivinä)

s= haluttu varmuusvarasto (lavaa)

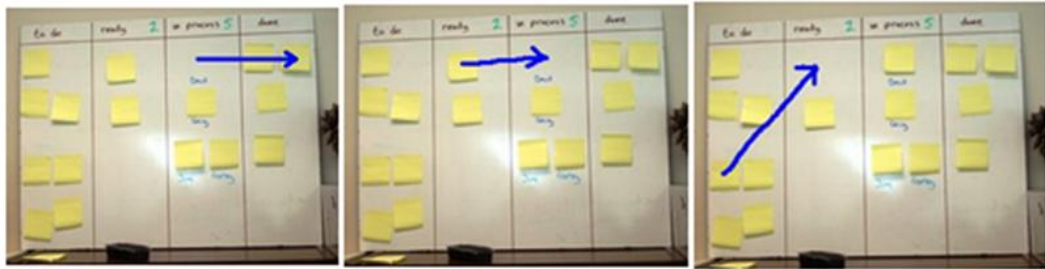
Huomioitavaa on, että kaavassa 3 varmuusmarginaalia ei määritellä laskemalla vaan arvioidun tarpeen mukaan. Esimerkiksi The Productivity Press Development Team (2002, 30) määrittelee varmuusmarginaaliksi aikayksikköä käytettäessä 0-2 päivää mahdollisuuksien mukaan.

6.2.7 Scrumban- ja kanban-taulu

Scrumban

Leanin periaatteita sovelletaan nykyisin myös toimisto- ja projektitöissä, joissa ei suoraan ohjata materiaalia, vaan töiden etenemistä. Esimerkkinä tästä toimii scrumban-järjestelmä, joka perustuu kuvion 10 mukaisesti taululla siirrettäviin kortteihin tai lappuihin työn edetessä vaiheesta toiseen. Scrumban-järjestelmää ehdittiin hyödyntää aluksi useita vuosia, ennen kuin ohjausmuodossa havaittiin jonkin verran yhtäläisyyksiä Leanin kanban-järjestelmään. (Ladas n.d.)

Scrumban-taulu on jaettu työn etenemisen mukaisiin vaiheisiin. Selkeää sääntöä taulun ulkoasusta ei ole muodostettu, mutta ihanteena pidetään vähäistä taulukon jaottelua. Yleensä taulu on jaettu odottavien töiden lokeroon, työn alla oleviin lokeroihin sekä valmistuneiden töiden lokeroon. Scrumbanin hyötyinä pidetään sen yksinkertaista tekniikkaa sekä visuaalista ohjausta. Menetelmän yksinkertaisuuden ansiosta sitä on helppo hallita eikä se vaadi toimiakseen sähköisiä työkaluja tai ohjelmistoja. (Ladas n.d.)



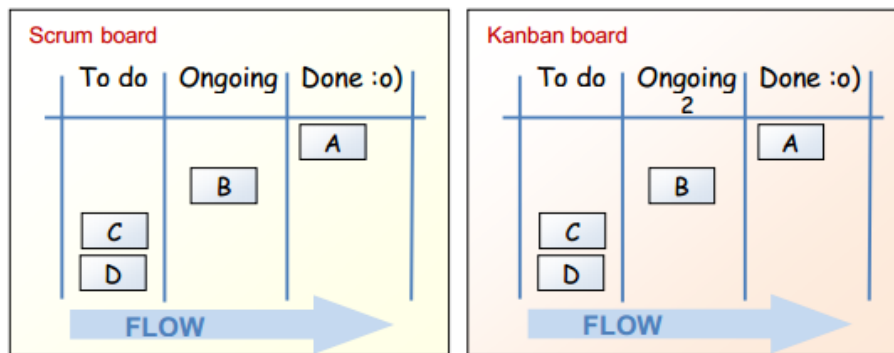
KUVIO 10. Korttien kulku ohjaustaululla. (Ladas n.d.)

Scrumbanissa työt etenevät iteratiivisen prosessin avulla, mitä käytetään usein ohjelmistokehitystehtävissä. Toisin sanoen scrumban perustuu aikarajattuun toistoon. Aikaraja määritetään itse, mutta ideana on pitää aikamäärä samanmittaisena jokaisella jaksolla, jotta tahti saadaan ylläpidettyä tasaisena virtauksena. (Kniberg 2009, 12.)

Kanban-taulu

Ulkoisesti sekä toiminnaltaan kanban-taulu muistuttaa hyvin paljon scrumban-taulua. Toimintaperiaatteiltaan kanban-taulu antaa kuitenkin vähemmän rajoituksia työskentelyyn. Yksinkertaisuudessaan sen tehtävät rajoittuvat visualisoimaan työnvirtausta sekä rajoittamaan keskeneräistä tuotantoa. (Kniberg 2009, 9.)

Kun scrumban antaa aikamäärään työn valmistumiselle sekä mahdollisesti ohjeistaa käyttämään tiettyä ryhmää tulosten saavuttamiseen, kanban-taulu rajoittaa ainoastaan työjonojen kasvua. WIP:tä (Work in Process) eli keskeneräistä tuotantoa rajoitetaan taulun lokeroissa olevien numeroiden avulla. Kun kortit kuvastavat tiettyä työtä tai työvaihetta taululla, rajoittavat numerot korttien sallittua määrää taulujen lokeroissa kuvion 11 mukaisella tavalla. (Kniberg 2009, 7-15.)



KUVIO 11. Scrumban- ja kanban-taulu. (Kniberg 2009, 14)

6.2.8 Tuotannonohjausohjelmistot

Sähköiset tuotannonohjausjärjestelmät ovat olleet käytössä osassa teollisuusyrityksiä jo vuosikymmenien ajan ja ovat mielenkiintoisia vaihtoehtoja, kun tarpeena on huolehtia muun muassa materiaalin optimaalisesta riittävydestä ja sen valmistumisesta. Tuotannonohjauksessa ilmeneviin ongelmatilanteisiin ratkaisuja tarjoavat esimerkiksi seuraavat ohjelmistot:

- Necom Adjutant
- Visma Nova-tuotannonohjaus (Nova C/S Pro)
- Delfoi Planner

Adjutant on visuaalinen tuotannonohjaukseen tarkoitettu tuoteperhe, jolla pyritään kustannustehokkaaseen työvaiheiden ja projektien hallintaan. Windows-pohjaisella järjestelmällä onnistuu esimerkiksi työjonojen ja dokumenttien hallinta, jälkilaskenta ja toimitusvarmuusseuranta. Ohjelmistoa on mahdollista laajentaa ja linkittää myöhemmin useisiin muihin järjestelmiin. Necomin verkkosivuilla Adjutantille luvataan etukäteen sovittu aikataulun mukainen suunnittelu- ja käyttöönottoprosessi. Lisäksi ohjelmistotoimituksiin sisältyy koulutukset kaikille eri käyttäjärooleille sekä niin kutsuttu jälkihoito, jolla taataan ohjelmiston tarkoituksenmukainen toimivuus yrityksessä. (Necom ohjelmistoratkaisut n.d.)

Visma Nova-tuotannonohjaus on puolestaan saatavilla Visma Nova C/S Pro tuoteperheeseen. Tuoteperheen muita ohjelmia ovat muun muassa työpistenäyttö-, työajan seuranta- ja ostotilausohjelmat, joilla voidaan täydentää kokonaisuutta perusohjelmien lisäksi. Tuotannonohjaus-ohjelmalla hallitaan yrityksen materiaalit, resurssit ja tuotteiden valmistus. Osa toiminnoista saadaan näkymään haluttaessa myös graafisesti. Ohjelman toimintoja Visman verkkosivuilla luetellaan kattavasti työajan käsitte-lystä aina erilaisiin raportointimahdollisuuksiin. (Visma n.d.)

Delfoi Planner on web-pohjainen ohjelmisto, joka on integroitavissa toiminnanohjausjärjestelmiin tuoden näin lisäarvoa valmistuksen ja toimituksen hallinnalle reaaliajassa. Plannerin verkkosivuilla ohjelman kerrotaan soveltuvan etenkin ihmiskeskeisiin työtehtäviin sekä prosessien ohjaukseen. Ohjelmisto aikatauluttaa automaattisesti tuotantoprosessin vaiheketjun verkottuneessa ja hajautetussa tuotantoympäristössä ja näin ollen materiaalipuutteiden, myöhästymisten ja töiden edistymisten suhteen aikataulutettuja suunnitelmia voidaan myös tarkistaa ja todentaa visuaalisesti. Kuten muillakin ohjelmilla, Plannerilla pystytään välittämään aikataulutetut työlistat tuotantoon ja tuotannosta taas pystytään välittämään töiden kuittaukset tuotannon suunnitteluun. (Hienokuormitus ja tuotannonohjaus n.d.)

7 OHJAUSPERIAATTEEN KEHITTÄMINEN LH LIFT OY:SSÄ

7.1 Ohjausperiaatteen määrittäminen LH Lift Oy:ssä

Tuotannonohjauksen avustamiseksi on saatavilla tänä päivänä useita eri ohjausperiaatteita. Osa tutkituista ohjausperiaatteista soveltuu niin imuohjaukseen kuin myös piensarjatuotteiden ohjaukseen. LH Liftin toimintaan soveltuvan ohjausperiaatteen lähtökohtaisena tarkoituksena oli olla yksinkertainen ja helposti omaksuttava järjestelmä, joka ei tulisi aiheuttamaan ylimääräisiä ongelmia tuotannonohjauksessa. LH Liftin käytössä on ollut keväästä 2012 lähtien kanban-järjestelmä muutamille tuotteille. Tämän johdosta erilaisten ohjausperiaatteiden toimintojen lisäksi täytyi arvioida pinnalle nousutta kysymystä siitä, onko kannattavaa suunnitella Kanban-järjestelmän tilalle uutta ohjausperiaatetta, jolloin tuotannon työntekijät joutuisivat opettelemaan jälleen uuden menettelytavan yrityksen tuotteiden ohjattavuudelle.

Tutkituista ohjausperiaatteista 3C-järjestelmä tukee imuohjausta, minkä ansiosta varastoja täydennetään täsmällisesti kulutuksen mukaan. Varastojen optimaaliseen täydentämiseen joudutaan kuitenkin käyttämään usein laskutoimituksia, mikä LH Liftin laajan tuotevalikoiman tapauksessa tarkoittaisi mittavaa työmäärää, kun jokaisen tuotteen tuote-erä määriteltäisiin aina laskemalla.

Kapeikkoajattelu puolestaan soveltuisi kehitysvaiheesta riippumatta piensarjavalmistuksen tuotteille. LH Liftin tuotannosta löytyy työvaiheita, joihin pullonkaula-periaatetta voitaisiin tarvittaessa soveltaa. OPT-tietokoneohjelman sekä täsmällisen järjestelmän noudattamisen johdosta kapeikkoajattelu olisi kuitenkin todennäköisesti liian raskas ohjausmenetelmä LH Liftin toimintaan tällä hetkellä. Yrityksen ollessa valmis ottamaan askeleen kohti sähköisiä tuotannonohjausjärjestelmiä voisi kapeikkoajattelu olla hyvä vaihtoehto tuotannon hallintaan.

Polca-ohjaus puolestaan vaikuttaa lupaavimmalta vaihtoehdolta syrjäyttämään kanban-järjestelmän LH Liftillä. Polca-korttien avulla voidaan ohjata yksittäisiä kappalei-

ta tuotannossa, sillä kortit ovat nimikkeiden sijaan riippuvaisia reittivaihtoehdoista. Ohjausmenetelmä herättää kuitenkin epäilyksiä sen toimivuudesta LH Liftillä varastoinnin ja työn aloittamisen signaalin suhteen. Polca-ohjauksessa voidaan todennäköisesti törmätä vastaavanlaisiin ongelmiin töiden aloittamisen kohdalla kuin kanban-järjestelmässäkin, jolloin jonon perällä olevista töistä osa on kiireisempiä, kuin edellä olevat työt.

Eri ohjaustapoja vertaillen kanban-järjestelmä koettiin edelleen parhaimmaksi ohjausmenetelmäksi LH Liftillä, kun otetaan huomioon yrityksen lähtövaatimukset edullisesta, sähköttömästä ja yksinkertaisesta järjestelmästä. Vaikka kanban-järjestelmä ei korttien avulla pystykään hoitamaan yksittäiskappaleiden ohjausta tuotannossa, on sen edut suurten tuotantoerien ohjauksessa merkittävät syrjäyttämään kilpailevat ohjausmenetelmät. Laajentamalla ja kehittämällä kanban-järjestelmää entisestään LH Liftin tuotteille vältetään samalla uuden ohjausperiaatteen tuomiselta ja käyttöönotolta tuotannon työntekijöille, jotka ovat ilmaisseet kiinnostuksensa kanban-järjestelmää kohtaan. Kanban-taulua hyödyntämällä pystytään puolestaan keksimään ratkaisu piensarjatuotteiden ohjaukselle.

Käytännön työn toteutus aloitettiin LH Liftillä tammikuussa 2013, jolloin kanban-ohjausta alettiin laajentaa uusille tuotteille. Kesällä 2012 valmistetut kanban-kortit eivät olleet enää käytössä, mikä johtui tuotteiden poistumisesta tuotannosta sekä hyllyrivien ja varastopaikkojen muutoksista. Tämän johdosta myöskään osa tuotannon työntekijöistä ei enää noudattanut viimeisten toimivien kanban-korttien ohjausta, koska menetelmän koettiin olevan kaukana toimivasta ohjaustavasta. Järjestelmä kaipasi päivitystä, jotta kanban-ohjaus saataisiin jälleen toimimaan yrityksessä.

7.2 Kanban-järjestelmä LH Lift Oy:ssä

7.2.1 Kanban-järjestelmän lähtötilanne yrityksessä 2012

Ensimmäiset kanban-kortit otettiin käyttöön LH Liftillä kesällä 2012. Ennen sitä tuotantotilojen varastopaikoille ei ollut merkitty lavapaikkoja tuotteille, vaan osien ja valmiiden tuotteiden sijainnit lavapaikoilla olivat työntekijöiden muistinvarassa. Kanban-järjestelmän laajettua yrityksen useampaan tuotteeseen merkittiin tuotantotilojen hyllypaikkoja tunnuksilla, joista ilmeni hyllypaikan sijainti tarkasti ja loogisesti. Yrityksen tuotantotilojen ilmoitustaululla olevasta layoutpiirustuksesta työntekijät saivat tarpeen tullen selville, missä merkintöjä edustava tuotantotilan hyllyrivi sijaitsi.

Kanban-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä oli sovittu työntekijöiden kesken yhteiset säännöt, joiden mukaan ohjaustavan kanssa tulisi toimia. Ohjeet koskivat pääasiassa korttien täsmällistä noudattamista, jolloin esimerkiksi tuotetta valmistetaan vain kortin osoittama määrä. Lisäksi kanban-järjestelmän toimivuuden edellytyksenä on merkittyjen hyllypaikkojen noudattaminen. Hyllypaikoille sijoitetaan vain niihin kuuluvat tuotteet, jotta täsmällinen järjestys olisi taattua.

7.2.2 Tuotteiden ja korttien kulku yrityksessä

LH Liftin tuotantotiloista on tunnistettavissa kuusi selkeää työvaihetta: sahaus, koneistus, karkaisu, hitsaus, maalaus ja kokoonpano. Kanban-ohjaus toimii pääasiassa näiden työvaiheiden välillä, ja pienemmät ja vähemmän aikaa vievät työvaiheet on yleensä yhdistetty kanban-kortissa johonkin suurempaan ja pidempikestoiseen edeltävään työvaiheeseen.

Eri työvaiheet LH Liftillä on eroteltu selkeästi toisistaan tuotantotiloissa, mikä osaltaan helpottaa korttien ja materiaalin kulkua työvaiheiden välillä. Kun korteilla on selkeät määränpäätt, ne löytävät todennäköisemmin perille viestinä materiaalin tarpeesta eivätkä eksy väärille työpisteille. Kun signaali materiaalin tarpeesta lähtee

liikkeelle tuotantotiloissa, menee kortti LH Liftin tapauksessa aina edelliselle työvaiheelle eikä tuotantoketjun alkupäähän.

Valmistettaville tuotteille on LH Liftin tuotantotiloissa välivarastopaikat aina jokaiselle työvaiheelle. Välivarastojen hyllypaikat sijaitsevat yleensä työpisteiden läheisyydessä. Kevään 2013 aikana materiaalin kulkua on pyritty edistämään varsinkin hitsausrobotin ja maalaustyövaiheen välillä. Robotilla hitsattavat vetovarret kulkivat ennen maalaukseen kuormalavoilla välivaraston kautta. Koska materiaalin kulku robotilta maalaukseen on lähes jatkuvaa, päätti yritys luopua välivarastosta ja muodostaa virtauksen työvaiheiden välille. Tällöin hitsausrobotin työpisteellä valmiit vetovarret ripustettiin valmiiksi maalaustelineisiin ja kuljetettiin sellaisenaan maalaustelineille rakennetulla kuljetuskärryllä suoraan maalauskeskelle. Ratkaisu vähensi huomattavasti työntekijöiden kuormitusta materiaalin liikuttelussa sekä paransi tuotannonohjattavuutta, sillä kanban-kortteja pystyttiin vähentämään tuotteista yhden hävitetyin välivaraston osalta.

7.2.3 Korttityypit

Siinä missä Haverila, Uusi-Rauva, Kouri ja Miettinen (2009) jakavat kanban-kortit valmistus- ja kuljetus-kanbaneihin, jaetaan puolestaan LH Liftillä kanban-kortit kolmeen osa-tyyppiin: tuotantokortteihin, varastokortteihin ja ostokortteihin. Kortit erottaa toisistaan väritunnuksella, joka sijaitsee kortin ylälaudassa. Tuotantokortti on väritunnukseltaan keltainen, varastokortti sininen ja ostokortti vihreä.

Liitteen 2 kaltainen tuotantokortti antaa signaalin materiaalinvalmistuksesta yrityksen työvaiheiden välillä. Tuotantokortit kulkevat siis vain valmistusvaiheiden ja väli- tai valmisvaraston välillä. Tuotantokortissa voi olla yhdistetyn työvaiheen merkintä, jolloin samalla kortilla voidaan hallita yhden sijaan kahta tai useampaa työvaihetta. Yhdistetty työvaihe näkyy kortissa punaisena sarakkeena, johon on merkitty tekstillä kaikki kortilla ohjattavat työvaiheet. Yhdistettyjen työvaiheiden avulla ehkäistään ylimääräisten välivarastojen kertymistä, kun jokaisen työvaiheen jälkeen ei nähdä tarpeelliseksi muodostaa välivarastoa.

Liitteen 3 kaltaisilla ostokorteilla hallitaan osto-osien hankintoja. Kun ostettavan tuotteen saldo alittaa varastossa ennalta määrätyn rajan, vie osia kuluttava tuotannon työntekijä kortin materiaalinhankinnoista vastaavalle toimihenkilölle. Ennalta määrätty ostoraja lukee tällöin ostokortissa, joka voi olla esimerkiksi puolet täydestä kuormalavasta.

Liitteen 4 kaltaiset varastokortit toimivat pääasiassa ostokorttien apuna tuotteita varastoidessa puskuriin. Tällöin tuotannon työntekijät kuluttavat varastokortilla merkityn lavan tuotteita. Kun lava tyhjenee, hakee työntekijä varastokortin merkintöjen avulla ostokortilla merkityn täyden lavan samaa tuotetta varastosta. Varastokortit toimivat myös apuna valmisvarastossa, johon puskuroidaan yrityksen ulko-varastosta tuotuja, tytäryhtiön valmistamia valmisosia. Tällöin korttien avulla haetaan aina uusi lava ulko-varastosta, kun vanha saadaan myytyä valmisvarastosta.

Jokainen korttityyppi pitää sisällään tärkeimmät tiedot ohjattavista tuotteista. Kortteihin on merkitty ohjattavan tuotteen nimi, tunnusnumero, tuotteen hakupaikka sekä varastointipaikka. Tuotantokorteissa lukee lisäksi edellinen ja seuraava työvaihe. Lisäksi kaikkiin kortteihin on sijoitettu lisätiedot-osio, jossa voi lukea tarkentavia ohjeita kortin ja tuotteen ohjattavuuteen liittyen.

7.3 Benchmarking-vierailu yrityksessä Moventas Gears Oy

Benchmarking-vierailun tarkoitus

Moventas on yksi maailman johtavista vaihdevalmistajista, joka tarjoaa tuuli- ja teollisuusvaihteratkaisuja. Lisäksi yritys tarjoaa vaihteille kattavia huolto-, ylläpito- ja etähallintapalveluita. Yhtiön valmistamat tuotteet ovat usein yksilöllisiä, jolloin sarjatuotanto ei ole mahdollista osien valmistukselle.

24. kesäkuuta otin yhteyttä Moventas Gears Oy:n kehitysinsinööri Iiro Pekkolaan ja sovimme tutustumiskierroksen yhtiön vuonna 2008 valmistuneeseen Keljon tehta-

seen. Vierailun tarkoituksena oli tutustua tehtaan tuotannonohjauksen hallintaan materiaalin tilausten, osien valmistuksen sekä sisäisten kuljetusten osalta ja hankkia näin tulevaisuuden kannalta kehityskelpoisia ideoita LH Liftin toimintaan. Mukanani tutustumiskäynnillä olivat LH Liftiltä tuotantopäällikkö Eero Viikki sekä ulkomaan materiaalilauksista vastaava Seppo Raivio. Tutustumiskierroksen Moventaksella pitivät liro Pekkola, tuotannonsuunnittelija Olli Kivelä sekä verstpäällikkö Jukka Paananen.

Moventas Gears Oy:n toiminnanohjausjärjestelmä

Moventas Gears Oy:n käytössä on ollut Lean-toiminnanohjausjärjestelmä helpottamassa yhtiön toimintaa vuodesta 2003 lähtien. Samaa versiota käytetään Keljon tehtaan lisäksi myös yhtiön muissa yksiköissä. Tuotantojärjestelmä laskee materiaaleille oikean tarvepäivämäärän sekä jokaiselle työvaiheelle valmistuspäivämäärän. Järjestelmä esimerkiksi ilmoittaa automaattisesti tarpeen aihioasteelle asti kokoonpanon kuormitushetkestä lähtien. Järjestelmään on asetettu tuotteille tietyt ohjausparametrit, jotta ilmoitus tarpeesta tulee ilmi oikein ja täsmällisesti tietyille vastuhenkilöille. Toisin sanoen raaka-aineiden ja osien hankintoja tehdään tehtaassa vain, jos järjestelmä ilmoittaa niiden tarpeesta. Pelkkien kuulopuheiden varassa ei yhtiössä tehdä koskaan hankintoja.

Tuotannon kuormituksen ja materiaalien tilausten varmentamisen suhteen Moventaksella on luotu avuksi moniportainen aikataulusprosessi, jota ylläpidetään toiminnanohjausjärjestelmän ja palaverien avulla. Esimerkiksi kerran viikossa pidettävän Jyry-tuotantopalaverin avulla ajoitetaan tarkasti valmistusprosessi tuotteille, joiden tuoterakenne on jo tiedossa. Kokoonpanon toimintaohjelma suunnitellaan samalla 0 - 9 viikon päähän saakka. Tuotteen toimituspäivämäärän lähestyessä tuotannon ajoitusta tarkennetaan toiminnanohjausjärjestelmän avulla, minkä seurauksena esimerkiksi materiaalien tarve ajoitetaan viikkoa ennen vaihteen valmistumista.

Lean-toiminnanohjausjärjestelmän lisäksi Moventas hyödyntää muutamia yhtiön käyttöön räätälöityjä ohjelmia. Esimerkiksi Motus on vihivaunujärjestelmä, joka kes-

kustelee yhdessä Leanin kanssa. Ohjelmiston avulla hallitaan valmistettavien tuotteiden liikuttelua automaattisesti tuotantotiloissa. Lisäksi apuna toimii LoST-logistiikan sisäinen tilausjärjestelmä, joka edesauttaa logistiikan henkilökuntaa tehtaan sisäisten yksiköiden välisessä toiminnassa.

Töiden ohjaamisen parantamiseksi yhtiön työtiloissa työntekijät hyödyntävät tuotannon ohjaustaulua. Taulu on jaettu työvuoroittain ja -soluittain sekä lisäksi siihen on merkitty erilliset lokerot työjonoille ja -tavoitteille. Tuotannon ohjaustaulun avulla työntekijät ja työnjohtajat viestivät keskenään työn tavoitteista sekä aikataulutuksista. Lisäksi joillakin työpisteillä on käytössä oma viikkotuntitaulu, joka on jaettu työpäiviin ja -tunteihin. Viikkotuntitaululla on pyritty tarkentamaan työpisteiden töiden aikataulutusta, mutta ajoittain menetelmä on koettu varsin orjalliseksi noudattaa.

Visuaalinen seuranta ja RFID-Kanban Moventas Gears Oy:ssa

Pienten, nopeasti kuluvien osien suhteen Moventaksella on luotu tilausprosessia yksinkertaistavia ratkaisuja. Visuaalista seuranta hyödynnetään esimerkiksi joissakin putkitusosissa. Tällöin visuaalisen seurannan alla olevia tuotteita tarkkailee joko osien toimittaja tai itse työntekijä ja tekee kulutuksen mukaisesti tilauksen tuotteista.

RFID-kanban on perinteisten signaalina toimivien kanban-korttien sijaan radiotaajuinen etätunnistusjärjestelmä, jolloin varastossa osien lähestyessä loppuaan lähtee tilaus suoraan toimittajalle. RFID-kanban toimii kahden laatikon menetelmällä, jolloin tyhjennettyään toinen laatikko toimitetaan hyllyyn, jossa RFID-tunniste laukaisee tilaushälytyksen. Hälytyksen myötä toimittaja tuo uuden, täyden laatikon varastoon. Moventaksella kyseinen menetelmä toimii esimerkiksi pulttien, mutterien ja prikkosten kaltaisilla osilla, joiden täsmällisen tarkalla lukumäärällä varastossa ei ole merkitystä.

Materiaalin varastointi ja liikuttelu

Tuotannossa materiaalin liikuttelu ja varastointi on suurimmaksi osaksi muutamia trukkipuskeja lukuun ottamatta automatisoitua toimintaa. Esimerkiksi Motus-ohjelmistolla voidaan tehdä tilaus tarvittavista valmistettavista kappaleista, joita miehittämättömät vihivaunut tuovat määrätyille työpisteille. Järjestelmä on lähinnä kehitetty planeettapyörien ja hammasakselien liikutteluun. Kokoonpanossa käytetään myös vihipöytiä, joille komponentit keräillään ja siirretään kokoonpanopisteestä toiseen.

Valmistettavat kappaleet on lastattu teräsrakenteisiin kuljetustelineisiin, ahkioihin, joissa on lokeroidut paikat esimerkiksi vaihteiston rattaille. Ahkioilla on puolestaan aina tarkat, ennalta määrätyt paikat hyllyissä, jotta vihivaunut osaavat tuoda oikean tilatun kappaleen varastosta. Sekaantumisten välttämiseksi kappaleiden mukana kulkevat työkortit, mittapöytäkirjat sekä piirustukset. Työkortti pitää sisällään esimerkiksi tiedot työn vaiheesta ja tuotteen revisiosta. Informaatiota työstä kulkee mukana, jotta jokaisella olisi tuotannossa oikea käsitys valmistettavien kappaleiden tiedoista.

Benchmarking-vierailun hyödyntäminen

Keljon Moventas Gears Oy:n toimintatavat edustavat varmasti tällä hetkellä nykyaikaisimpia menettelytapoja Keski-Suomessa. Yrityksen kapasiteetti ja tuotteet poikkeavat merkittävästi LH Liftin toiminnasta, joten kaikkein edistyksellisimpiä menetelmiä ei voida LH Liftillä suoranaisesti hyödyntää aivan lähitulevaisuudessa. Mahdollisena vaihtoehtona voidaan kuitenkin pitää RFID-kanbanin hyödyntämistä myös LH Liftin pienosien tilauksissa, kun yritys on valmis ottamaan seuraavan askeleen tilaus-signaalien kehittämisessä. Lisäksi kiinnostusta herättivät Moventaksen liikuteltavat työpisteet, joita voidaan yksinkertaisin ratkaisuin kehittää palvelemaan myös LH Liftin toimintaa.

Vierailu antoi lisäksi tukea tuotannon ohjaustaulun kehittämiseen LH Liftin piensarja-valmistuksen tuotteille, mitä ollaan harkittu toimivaksi vaihtoehdoksi yrityksen toiminnalle. Yksinkertaisella toimintaperiaatteella taululla pystytään viestimään töiden etenemistä sekä kertomaan tulevien töiden saapumisesta tuotantoon. Taulua voidaan soveltaa nopeasti yrityksen käyttöön, eikä sen perustamiseen vaadi suuria investointeja.

7.4 Kanban-järjestelmän laajennus ja kehittäminen

Varastotilojen ja kanban-korttien päivitykset

Opinnäytetyön tavoitteena oli laajentaa kanban-järjestelmää kaikille sille soveltuvilla LH Liftin valmistamille tuotteille. Työ aloitettiin tutustumalla ensiksi yrityksen tuotteisiin, jotka tulisivat ohjautumaan kanban-korteilla. Lisäksi syksyllä tapahtuneiden yrityksen tuotantotilojen ja hyllypaikkojen muutosten myötä oli tehtävä päivityksiä varastopaikkojen merkintöihin, jotta kanban-järjestelmä saataisiin toimimaan halutulla tavalla. Tämän johdosta tuotantotilojen ja valmisvaraston jokainen hyllypaikka oli merkittävä tunnisteella, josta ilmeni sen täsmällinen sijainti tuotannon työntekijöille.

Hyllyrivien muutosten myötä päivitettiin yrityksen layoutpiirustus vastaamaan nykyistä liitteen 1 kaltaista kuvaa, joka toimii tarpeen tullen karttana tuotannon työntekijöille hyllypaikkojen sijainnin suhteen. Layout päivitettiin Microsoft Office Vision-ohjelmalla, joka tässä tapauksissa riitti täyttämään kriteerit pohjapiirroksen tarkkuudesta. Hyllypaikkojen merkinnällä ja Kanban-järjestelmän käyttöönotolla pystyttiin yleisesti parantamaan tuotteiden paikoitusta ja yleistä järjestystä.

Hitsausrobotia käyttöönotettaessa sekä kokonaisten hyllyrivien vaihtaessaan järjestystään vanhat kanban-kortit eivät enää tällöin ajaneet kunnolla asiaansa. Tämän johdosta noin 60 kappaletta vanhoja kortteja oli päivitettävä pitämään paikkaansa niin työvaiheiltaan kuin hyllypaikkojen osoitetiedoiltaan. Korttien uusimisen het-

kellä päätettiin tehdä samalla muutoksia muun muassa kortin selkeämmän ulkoasun suhteen.

Viallisten tuotteiden sijoittelu tuotantotiloissa

LH Liftin tuotantotilojen läheisyydessä olevassa mittaushuoneessa on tutkittu ja tarkastusmitattu yleisesti tuotteet, jotka vaativat laatutarkastuksen. Laatuvirheet voivat johtua esimerkiksi valuvioista tai hitsausvirheistä. Tarkastettavat tuotteet olivat vielä alkuvuodesta varastoituna aivan mittaushuoneen viereen kuormalavahyllylle tai lattiatasolle. Paikkana mittaushuoneen viereinen tila oli kehno, sillä lattiatasolla olevat lavat tukkivat nopeasti tuotannon hyllyille pääsyn. Tällöin oli olemassa myös riski sekoittaa tarkastettavat tuotteet sekä kunnolliset osat toisiinsa, jos tarkastettavien tuotteiden lavaa ei merkitty huolellisesti.

Tarkastettavien tuotteiden varastointiongelman ratkaistiin merkitsemällä tuotannon toisesta tilasta pylväsväli viallisten tuotteiden varastointiin. Nykyisin tarkastettavat tuotteet sijaitsevat vähemmän ruuhkaisessa tilassa, johon tuotteet on yksinkertaista viedä ja sijoittaa kuuluvalla paikalleen. Pylväsväliä käyttöönotettaessa tuotannon työntekijöille ilmoitettiin samalla sen käyttötarkoituksesta. Jos työntekijät havaitsevat jatkossa tuotannossa kiertävän viallisia tai tarkastusta vaativia osia, tuotteet vietään silloin tarkastettavien tuotteiden hyllyyn ja lavalle jätetään tuotteesta täytettyinä selvityslomake, joka antaa ilmi tarkastuksen syyn. Selvityslomake on esitetty kuvana liitteessä 5. Siitä käy ilmi tuotteen nimi, tunnusnumero sekä eri vaihtoehtoisista ruksattuna tarkastuksen syy. Lomakkeen ansiosta tuotteen merkintä ja vian ilmoittaminen on nopeampaa ja antaa näin myös laadunvalvojille tarpeellista informaatiota.

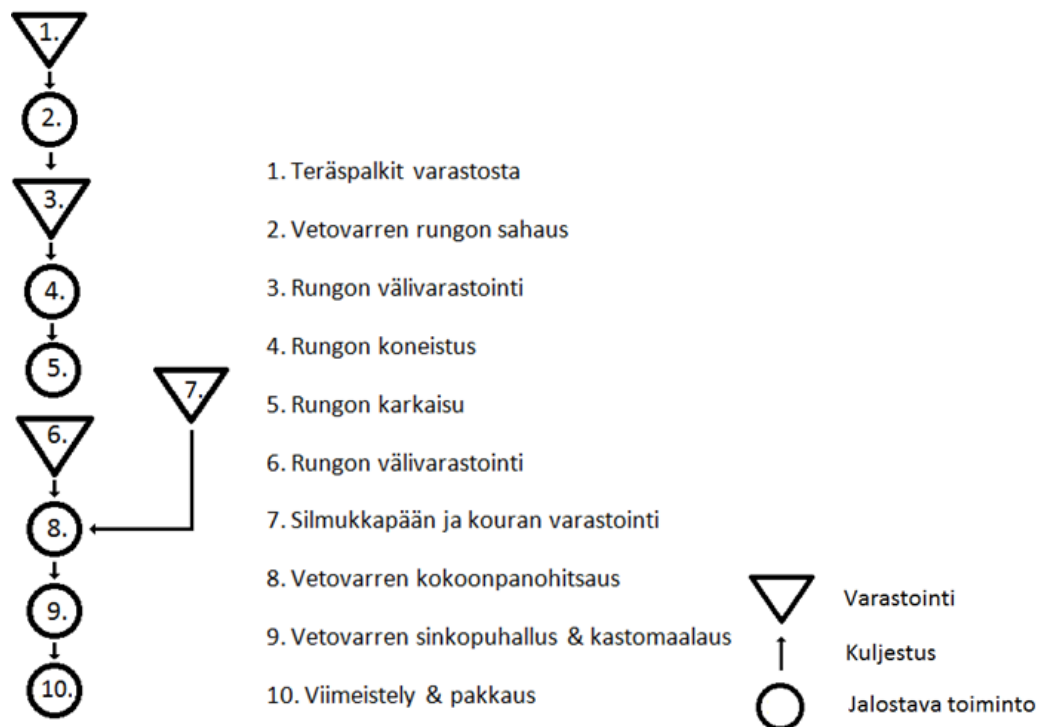
Tuotteiden valinta Kanban-ohjaukseen

Kanban-ohjauksella kulkeutuvien tuotteiden on oltava lähtökohtaisesti soveltuvia imuohjaukselle. Tällöin tuotteen kysyntä on oltava suhteellisen tasaista sekä runsas-

ta, jotta välivarastojen muodostaminen olisi mahdollista. Lisäksi etuina nähdään tuotteiden lyhyet läpäisyajat sekä kokoonpanon kombinaatioiden suuri määrä. Tuotteiden valitsemiseksi Kanban-järjestelmään on joissakin yrityksissä käytetty ABC-analyysiä. Esimerkiksi Hujala (2012, 16) määrittelee volyymituotteet ABC-analyysin avulla, jotta saataisiin selville, mitkä tuotteet ansaitsevat kiinteät varastopaikat tuotantolinjojen läheisyydestä.

LH Liftin kohdalla ei kuitenkaan koettu ABC-analyysin hyödyntämistä tarpeelliseksi. LH Liftin tuotteista oli usein tiedossa ja selkeästi erotettavissa kanban-ohjaukseen soveltuvat volyymituotteet. Rajoittavia tekijöitä tuotteiden valintaan saattoivat olla vähäisen kysynnän lisäksi esimerkiksi monimutkainen ja laaja tuoterakenne. Tuoterakenteen sisältäessä runsaasti osia havaittiin korttien teon olevan haasteellista niiden toimiakseen kunnollisesti signaalien annossa. Haasteeksi koitui varsinkin valmistuksen ajoittaminen korttien avulla silloin, kun tuotteen vähäisemmän kysynnän vuoksi välivarastoilta edellytettiin niukkaa kokoa. Kanban-järjestelmä ei ole taloudellisesti kannattava ratkaisu, jos se sitoo välivarastoihin runsaasti piensarjatuotannon osia.

LH Liftillä kanban-ohjaukseen valituista tuotteista vetovarret soveltuivat parhaiten ohjausperiaatteen käyttöön, sillä kaikilla vetovarsimalleilla on samankaltainen kierto tuotannossa ja ne kuluttavat hitsauskokoonpanossa usein samoja osia. Tällöin vain runko-osien valmistuksessa tapahtuvat suurimmat eroavaisuudet. Kuviossa 12 on esitetty erään yrityksessä valmistettavan vetovarren työvaihekaavio. Työvaihekaavioon kaltaisesti kulkeutuvat tuotteet soveltuivat hyvin kanban-ohjaukseen, jolloin esimerkiksi myös vetokoukut, vetolaitteet sekä yksinkertaiset ja runsaasti kuluvat tuotteet soveltuivat kanban-ohjaukseen. Valmistettavien tuotteiden lisäksi yrityksen ulkovarastosta valmisvarastoon ohjautuvien valmistustuotteiden liittäminen kanban-ohjaukseen onnistui yksinkertaisesti, sillä valmiita tuotteita on lähes aina odottamassa ulkovarastossa.



KUVIO 12. Vetovarren työvaihekaavio.

Kortteja valmistettaessa huomioitiin, että kun tuotetta kului useampi kuin yksi tilaus-erä viikossa, pystyttiin sille luomaan kanban-ohjaus pienien välivarastojen ja yhdistettyjen työvaihekorttien avulla. Vetovarsia valmistettaessa yrityksessä useita tuhansia kappaleita vuodessa oli kortti-ohjaus taas itsestään selvä ratkaisu, jonka mukauttaminen tuotteille ei aiheuttanut lainkaan ongelmia.

Korttien valmistus tuotteille

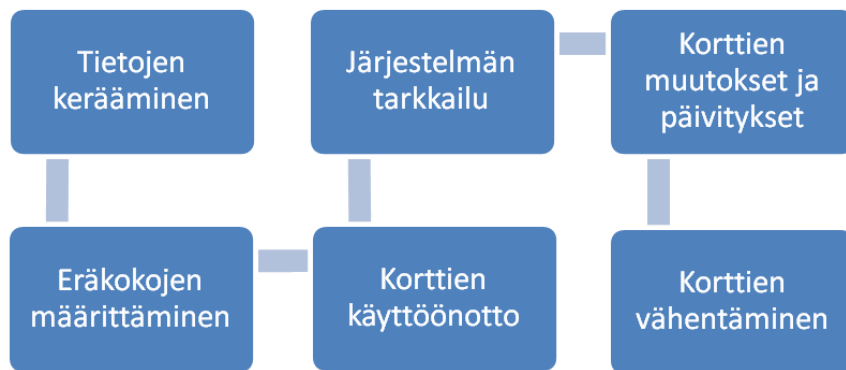
Kanban-korttien valmistus alkoi kuvion 13 mukaisesti keräämällä kaikki tarpeellinen tieto tuotteen rakenteesta, varastoinnista, valmistusmenetelmistä sekä myyntimääristä. Tiedot tuotteista kerättiin niin toiminnanohjausjärjestelmän avulla kuin haastattelemalla toimihenkilöitä sekä tuotannossa työntekijöitä työvaiheittain. Usein parhaaksi menetelmäksi koettiin valita hyllypaikat tuotteille työntekijöiden tottumusten mukaisesti, jolloin kanban-ohjaukseen opettelu olisi ollut helpompaa. Lisäksi työntekijät arvioivat itse, mikä olisi alustavasti optimaalinen valmistuserä sekä lava-

määrä välivarastoissa. Työntekijöiden eräkokojen arviolla oli merkitystä, sillä eräkokojen määrittämiseen käytetyt kaavat eivät ottaneet huomioon esimerkiksi työkoneiden toimintavarmuutta tai ajoittain kertyneiden töiden työjonoja.

Kortit valmistettiin Eero Viikin laatimalla Excel-pohjalta muokatulla ohjelmalla. Tuotteen nimiketunnuskoodin syöttämällä ohjelma pystyy hakemaan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä kanban-korttipohjalle tuotteen nimen, rakennetiedot sekä työvaiheet. Tämän jälkeen korttiin täydennettiin itse tuotteen valmistusmäärä, tuotteen osien hakupaikat, varastointipaikka sekä mahdolliset lisätiedot, joilla opastetaan kortin tai tuotteen kulkua. Tiedot syöttämällä kortti oli ulkoasultaan valmis. Kortteja tehdessä päivitettiin samalla tuotteiden tietoja yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään.

Korttien ollessa valmiita vietiin ne välivarastoihin kyseisten tuotteiden lavoilta tai työpisteiden korttihyllyille työjonoihin. Tämän jälkeen seurattiin tuotannon tilannetta sekä ajoittain tiedusteltiin työntekijöiltä mahdollisia parannusehdotuksia korttien kulkuun ja toimintaan. Usein parannusehdotukset koskivat korttien lukumäärää työvaiheiden välillä tai valmisvarastossa. Myös varastopaikkojen vaihdokset olivat yleisiä muutoksia korttien tietoihin. Päivitykset ovat välttämättömiä, sillä ilman niitä kanban-järjestelmästä tulee ennen pitkää toimimaton menetelmä.

Toyotan oppien mukaan kanban-järjestelmässä on tavoitteena kehittää tuotannonohjausta lähemmäs virtauksen omaista ohjaustapaa, missä välivarastojen merkitys pienenee töiden siirtyessä suoraan edelliseltä työvaiheelta seuraavalle linjamaisen tuotanto-layoutin tavoin. Tämän johdosta kortteja pystyttäisiin hiljalleen vähentämään yksi kerrallaan. Tällöin esimerkiksi yhdistämällä tiettyjä työvaiheita toimimaan yhdessä saumattomasti voidaan välttyä välivarastojen ylläpidoilta, jolloin niin kortit kuin sidottu pääoma vähenevät huomattavasti.



KUVIO 13. Korttien käyttöönottoprosessi järjestelmässä.

Eräkokojen määrittäminen LH Lift Oy:ssä

The Productivity Press Development Team määrittä eräkoot kaavalla 1, joka käytiin lävitse sivuilla 33 ja 34. Tulos eräkoolle saatiin läpimenoajan, varmuusmarginaalin, lavakapasiteetin ja päivittäisen tuotannon avulla. Kaavaa kokeiltiin kolmella eri veto-varsi tuotteella, joiden vuotuiset tuotantomäärät eroavat merkittävästi toisistaan. Lisäksi varastojen kokoja määritettiin tuotteille alkuperäisestä muokatulla kaavalla, jossa varmuusmarginaali määritellään ajan sijaan lavamäärien avulla. Läpimenoajat sekä lavakapasiteetit olivat suhteellisen lähellä toisiaan kaavoja testaamalla veto-varsi tuotteilla. Päivittäinen tuotantomäärä erosi ainoastaan selkeästi keskenään veto-varsi tuotteissa. Veto-varsi A:n vuotuinen kysyntä on noin 11 000 kappaletta, B:n noin tuhat kappaletta ja C:n noin 300 kappaletta.

Kaavoja hyödynnettäessä luotiin kuvion 14 kaltainen Excel-työkalu, joka tarvittavat tiedot merkittyihin soluihin täyttämällä antaa korttimäärien tulokset kaavan 1 sekä kaavan 3 avulla. Tällöin kahden eri kaavan antamat tulokset ovat suoraan keskenään vertailtavissa.

1					Jouni Hytönen
2	Varastokokojen määrittäminen				Jamk, LH Lift Oy
3					11.7.2013
4					
5					
6	Tuote	Tuotteen nimi	Värikoodit:		
7	Volyymi (kpl/vuosi)	1000	Muokattavat osuudet		
8	Työpäiviä vuodessa	220	Tulokset, Kanbanien määrä		
9	Työmäärä työtunteina (1-vuoro, 8h)	1760			
10	Päivittäinen tuotanto (kpl/päivä)	4,5			
11	Tuotantomäärä tunneissa (kpl/h)	0,6			
12					
13					
14	Kappaleajat ja eräkoot / työvai	Aikakertoimet:	60	60	
15		Kappale-aika (Kappaleaika (mi	Kappaleaika (H	Kappalemäärä/lava
16	NC-Sahaus	0	0,000	0,000	1
17	Koneistus	0	0,000	0,000	1
18	Karkaisu	0	0,000	0,000	1
19	Vakomet	0	0,000	0,000	1
20	Hitsaus	0	0,000	0,000	1
21	Hitsausrobotti	0	0,000	0,000	1
22	Sinkopuhallus/Kastomaalaus	0	0,000	0,000	1
23	Kokoonpano	0	0,000	0,000	1
24					
25					
26	Valmistusaikalerä	8 h			
27	NC-Sahaus	0,000	h	0,000	d
28	Koneistus	0,000	h	0,000	d
29	Karkaisu	0,000	h	0,000	d
30	Vakomet	0,000	h	0,000	d
31	Hitsaus	0,000	h	0,000	d
32	Hitsausrobotti	0,000	h	0,000	d
33	Sinkopuhallus/Kastomaalaus	0,000	h	0,000	d
34	Kokoonpano	0,000	h	0,000	d
35	Yhteensä:	0,0		0,000	d
36					
37					
38	Korttimäärät varastoilla	NC-Saha	Koneistus	Karkaisu	
39	Kaava 1. -Varmuuskertoimen lavoina				
40	$N = D * I + s$	Tarkka	Pyöristetty	Tarkka	Pyöristetty
41	N = Kanbanien määrä	0,000	0,000	0,000	0,000
42					
43	D = Keskim. Kysyntä (lava/päivä)	4,545		4,545	4,545
44	I = Erän valmistukseen kuluva aika	0		0,000	0,000
45	s = Varmuusvarasto	0		0	0
46					
47					
48	Kaava 2. -Varmuuskertoimen aikana				
49	$N = D * (I + s) / L$	Tarkka	Pyöristetty	Tarkka	Pyöristetty
50	N = Kanbanien lukumäärä	22,727	23,000	22,727	23,000
51					
52	D = Keskim. Kysyntä (kpl/h) 1-vuoro	0,568		0,568	0,568
53	I = Erän valmistusaika (h)	0,000		0,000	0,000
54	s = Varmuuskertoimen aikana (h)	40		40	40

KUVIO 14. Excel-työkalu eräkokojen määrittämiseen.

Kun kortteja tehtiin LH Lift Oy:n tuotteille, tiedusteltiin aina tuotannon työntekijöiltä heidän mielestään sopivaa väli- ja valmisvaraston kokoa, jolla pärjättäisiin työskennellessä ilman liiallista kiireen tuntua tai ylituotannon määrää. Keväällä 2013 asetettiin tavoitteeksi, että valmisvarasto pitäisi sisällään viikon tarpeet tuotannon sen hetkisten yllätyskäännteiden varalta. Tässä suhteessa The Productivity Press Development Teamin antama kaava 1 antoi hämmäntävän lähelle saman kaltaisia tuloksia, mitä tuotannon työntekijätkin olivat arvioineet varastojen kooksi, kun varmuuskertoimiksi kaavaan sijoitettiin viikon työtuntimäärä.

Lavamääriä varmuusmarginaalina käyttävä kaava 3 osoittautui toimivuudeltaan epämääräiseksi, sillä varmuusmarginaalin koettiin omaavan liian suuren osan yhtälön tuloksessa. Esimerkkinä voidaan pitää tilannetta, jossa valmisvaraston tarve saattoi olla todellisuudessa kymmenen kanban-korttia. Kaava 3 olisi antanut tulokseksi kaksi kanban-korttia, jollei varmuusmarginaaliksi olisi määritelty kaavaan kahdeksaa korttia. Tällöin voidaan todeta, että kaava 3 ei anna näennäistä hyötyä eräkokojen määrittämiseen, kun päästä keksityn varmuusmarginaalin suuruus dominoi kaavasta saatua tulosta.

Kaavat 1 ja 3 määrittävät varastokoot kysynnän ja tuotannon kapasiteetin pohjalta ja antavat näin apua hahmotettaessa kanban-korttien määrää. Kaavat eivät kuitenkaan ota huomioon esimerkiksi työkoneiden toimintavarmuuksia tai työntekijöiden sairastumisia, jotka tällöin täytyy ottaa huomioon varmuusmarginaalin määrittämisessä. Tämän johdosta koettiin yksinkertaisimmaksi tiedustella suoraan työntekijöitä varastomäärien kokoja ja tätä kautta kanban-korttien määrää suurimmassa osassa LH Liftin tuotteista. Työntekijöiden arviot osoittautuivat usein tarkoiksi, sillä heillä oli selkeä käsitys materiaalin kierron nopeudesta sekä mahdollisista tuotantoa hidastavista tekijöistä. Näin ollen LH Liftin tapauksessa eräkokojen määrittämiseen tarkoitettuja kaavoja hyödynnettiin vain muutamiin tuotteisiin.

Korttihyllyt

kanban-korttien ollessa valmiita lähes kaikille imuohjaukseen soveltuville tuotteille, oli kortteja kertynyt yhteensä noin 400 kappaletta. Kortteja kiertäessä runsaasti eri työpisteiden välillä on tärkeää, että jokainen kortti säilyy tallessa eikä katoa varaston ja työpisteen välillä. Kanban-kortin kadotessa varastoa ei välttämättä ymmärretä täyttää tuotteen loppuessa, mikä aiheuttaa sekaannuksen tuotannonkulussa.

Jotta kanban-kortit löytäisivät aina perille tullessa varastosta takaisin työpisteelle, valmistettiin työpisteille kuvion 15 kaltaiset saapumispaikat korteille. Saapumispaikkoina toimivat niin sanotut korttihyllyt, joihin kortti on yksinkertaista ripustaa esille merkiksi tuotteen tarpeesta. Joillakin työpisteillä ei oltu määritelty saapumispaikkaa

tuotantokorteille, jolloin eri työntekijät toivat kortit työpisteille aina omalle suosimalle paikalleen. Tämän johdosta itse työpisteen työntekijältä saattoivat kortit jäädä huomaamatta tai pahimmassa tapauksessa kadota hajanaisten ja sekalaisten korttipaikkojen johdosta. Korttihyllyt sijoitettiin keskeisille ja näkyville paikoille työpisteillä, jotta jokainen tuotannon työntekijä tiedostaisi selkeästi kanban-korttien sijoituspaikan.

Korttihyllyjen avulla edistettiin työpisteiden siisteyttä, kun kortit ovat yhdessä sille tarkoitettussa paikassa. Lisäksi korttihyllyt toivat mukanaan visuaalisen mittarin jokaiselle työpisteelle kanban-ohjauksen tuotteista; korttien määrä hyllyllä antaa viitettä työpisteen kuormitusasteesta. Töitä ollessa jonossa runsaasti tietyllä työvaiheella on tällöin myös kortteja merkittävä määrä korttihyllyssä. Huomioitavaa kuitenkin on, että osa yrityksen tuotteista ei toimi kanban-ohjauksella, jolloin korttihyllyt eivät anna täsmällistä selkoa työpisteiden kuormituksesta, vaan ainoastaan kanban-ohjauksessa olevien tuotteiden osalta.

Korttihyllyjen avulla on tarkoituksena edistää myös kanban-periaatteiden mukaista FIFO- eli first in, first out-periaatetta, jossa ensimmäisenä saapunut signaali työn tarpeesta myös otetaan ensimmäisenä käsittelyyn. Joillakin työpisteillä kyseinen periaate on kuitenkin vielä haasteellista ottaa käyttöön työtehtävien ruuhkautumisen vuoksi, jolloin kiireisempien töiden on ohitettava jonossa vähemmän kiireelliset työt.



KUVIO 15. LH Lift Oy:n ulkovaraston korttihyllly.

Ohjeiden laadinta Kanban-ohjaukseen uusille tuotteille

Opinnäytetyön tehtävänä oli korttiohjauksen laajentamisen ja kehittämisen lisäksi laatia ohjeet kanban-korttien valmistamiseen LH Liftin tuotteille. Ohjeet luotiin yksinkertaisesti Microsoft Wordilla. Ohjeissa kuvastetaan edellä mainitun kuvion 12 mukaisen etenemispolun avulla korttien tekoa askel askeleelta. Liitteen 6 ohjeet sisältävät lyhyen tiivistelmän Kanban-järjestelmän periaatteista, jotta järjestelmään perehtymätönkin saisi itselleen tärkeimmät alustavat tiedot korttien valmistukseen.

Kanban-korttien valmistusosiossa hyödynnetään niin opinnäytetyön teoriapohjaa kuin LH Liftillä työskenneltäessä saatua kokemusta. Ohjeet sisältävät myös tarkentavia ja huomioon otettavia vinkkejä erinäisien tuotteiden korttien valmistukseen. Korttienvalmistusohjelman käytettävyyttä selvitetään ohjeissa vaihe vaiheelta, jolloin selvennyksen helpottamiseksi hyödynnettiin kortinvalmistusohjelmasta otettuja printscreen-kuvia.

Kanban-järjestelmän ylläpito

kanban-korttien valmistuttua LH Liftin tuotteille toukokuuhun 2013 mennessä, jäi tehtäväksi enää tarkkailla sekä ylläpitää kanban-järjestelmää. Ennen varsinaista ylläpito-vaihetta pidettiin yrityksen työntekijöille tiedotustilaisuus kanban-järjestelmästä huhtikuussa 2013. Tiedotustilaisuudessa selvitettiin sen hetkistä tilannetta tuotteiden ohjattavuudesta sekä Kanban-järjestelmän laajentumisesta. Samalla työntekijöille selvitettiin kanban-korttien kiertoa ja toimintaa epäselvyyksien ehkäisemiseksi. Tilaisuuden tarkoituksena oli lisätä työntekijöiden tietoisuutta kanban-ohjauksesta, jotta tulevilta virheilta vältyttäisiin.

Ylläpitovaiheen aikana tarkkailtiin esimerkiksi kanban-korttien kulkua tuotannossa ja varmistettiin, että kortit löytävät aina oikeille paikoilleen. Kevään koettaessa kanban-ohjaus oli ehditty omaksua työntekijöiden keskuudessa, jolloin kortit kulkiivat pääasiassa tarkoituksenmukaisesti työpisteiden ja varastojen välillä.

Korttien lisäksi seurattiin lavojen sijoittumisia oikeille varastopaikoilleen. Lavan ollessa väärällä hyllypaikalla aiheuttaa se häiriötekijän materiaalin haussa. Tähän oli toisinaan osasyynä kanban-korttien väärät hyllypaikkatiedot, jolloin kortteihin oli tehtävä päivityksiä, jotta ne pitäisivät jälleen paikkaansa.

7.5 Kanban-taulu piensarjatuotteille

Kanban-taulun hyödyntäminen piensarjatuotannossa

Kanban-järjestelmä otettiin LH Liftissä käyttöön, jotta suuren kysynnän omaavat tuotteet saataisiin ohjautumaan tuotannon läpi ilman kiireen tuntua tai äkkinäisiä yllätyksiä. Kanban-korttien avulla ei kuitenkaan pystytä ohjaamaan sujuvasti vähäisen kysynnän omaavia tuotteita, jolloin ne kaipasivat oman ohjaustavan tuotannossa. Tämän johdosta tutkin ja vertailin erilaisia ohjausperiaatteita, jotka voisivat olla varheen otettavia vaihtoehtoja LH Liftin toimintaan.

Tuotteiden omatessa vähäisen kysynnän olisivat tällöin työntöohjaus tai työntö- ja imuohjauksen yhdistelmä vaihtoehtoja toimintoprosesseista LH Liftin toimintaan. Tämän johdosta ohjausperiaatteista pinnalle nousivat polca-ohjaus ja kanban-taulu. Polca-ohjauksen on todettu soveltuvan niin yksittäisten kappaleiden kuin sarjatuotteiden tuotannonohjaukseen reittivaihtoehtoista riippuvien ohjauskorttien avulla. LH Liftin toimihenkilöt sekä tuotannon työntekijät kokivat kuitenkin Kanban-ohjauksen mieleisempään tuotannonohjaukseen, jolloin polca-ohjausta käyttöönotettaessa riskinä olisi ollut kahden toisistaan poikkeavan, erilaisilla korteilla toimivien ohjausmenetelmien sekoittuminen. Tämän johdosta yrityksessä päädyttiin ottamaan käyttöön kanban-taulu piensarjojen ja varaosien ohjaukseen. Kanban-taulu muistuttaa toiminnaltaan imuohjausta tukevaa kanban-järjestelmää, mutta poikkeaa sekoittamatta ohjausmenetelmiä keskenään.

Taulun valmistaminen yrityksen käyttöön

Idea kanban-aulun hyödyntämisestä tuotannon-ohjauksessa lähti liikkeelle Ladasin ja Knibergin artikkeleista toimisto- ja projektitöiden ohjattavuudesta. Töiden etenemisiä kuvastetaan taululle lokeroitujen erilaisten lappujen, kylttien tai tarrojen avustamana. Ilmiselvää oli, että ohjausmenetelmä ei sopisi sellaisenaan materiaalin ohjattavuuteen tuotannossa, jolloin menetelmää täytyi soveltaa toimivammaksi. Tukea kanban-aulun toimivuuteen saatiin Moventas Wind Oy:n vierailulta, jossa nähtiin käytettävän samankaltaista taulua työntekijöiden keskinäiseen viestimiseen tulevista töistä ja töiden etenemisestä. Kanban-aulun käyttötarkoitusta soveltaessa ei voida suoranaisesti puhua kanban-aulusta, jolloin LH Liftillä korteilla toimivasta taulusta päädyttiin käyttämään nimitystä tuotannon ohjaustaulu.

Ohjaustaulun tarkoituksena on ilmaista työntekijöille heidän työpisteelleen jonottavista töistä, jotka tulisi hoitaa tiettyyn päivämäärään mennessä. Taulu on kuvion 16 mukaisesti jaettu kolmeen eri osaan: tuleviin töihin, tuotannossa oleviin töihin sekä valmistuneisiin töihin. Tuotannossa olevien töiden sarake on jaettu vielä lisäksi eri työvaiheisiin. Työvaiheiden lisäksi alihankinnalle on jaettu oma lokeronsa, sillä use-

ampi tuote käy valmistumisprosessin aikana LH Liftin tilojen ulkopuolella esimerkiksi pintakäsittelyssä.



KUVIO 16. Tuotannon ohjaustaulu LH Lift Oy:ssä.

Taululla töitä kuvastetaan korteilla, joihin on täydennetty olennaiset tiedot valmistettavista tuotteista. Kortilla lukee tuotteen nimi, tunnusnumero, suoritettavat työvaiheet etenemisjärjestyksessä sekä niiden viimeiset päivämäärät suorituksille. Lisäksi kortissa lukee valmistettavien tuotteiden kappalemäärä sekä hakupaikka varastosta, jonka tuotannon työntekijä täyttää aina suoritettuaan oman työvaiheensa ja vietyään lavan varastoon.

Ohjaustaulu tehtiin yksinkertaisesti jakamalla tuotantotilojen ilmoitustaululle sarakkeet muoviteipillä ja kirjoittamalla käsin sarakkeisiin niiden merkitykset. Ohjaustaulun kortti valmistettiin Microsoft Excelillä, jolloin kortin ulkoasuun otettiin mallia yrityksen kanban-kortista, jotta keskeisimmät tiedot olisivat nopeasti ja totutusti luettavissa. Taulun kortit poikkeavat kuitenkin väritykseltään ja ulkonäöltään riittävästi, ettei niitä voisi sekoittaa Kanban-järjestelmän kortteihin.

Tuotannon ohjaustaulun toimintaperiaate LH Liftillä

Taululla kortit etenevät töiden suoritusvaiheiden mukaisesti. Valmistukseen jonottavat työt odottavat vuoroaan Tulevat työt -sarakeessa. Kortteja tuo taulun ensimmäiselle sarakeelle LH Liftin tuotannonkulusta vastaava toimihenkilö, joka on tässä tapauksessa työnjohtaja tai tuotantopäällikkö. Kun ohjaustaululla on tilaa tuotannossa olevien töiden sarakeessa, siirretään työtä kuvastava kortti ensimmäiseen työvaiheen sarakeeseen mikä kortissa lukee. Tällöin tuotannon kyseisen työvaiheen suorittaja näkee kortin taululla viestinä suoritettavasta työstä ja alkaa valmistaa seuraavaksi taululla merkittyä tuotetta. Kun tuotannon työntekijä on saanut työsuorituksensa valmiiksi, käy hän siirtämässä kortin taululla seuraavaan työvaiheeseen viestiksi seuraavalle työpisteelle ja merkitsee samalla kortille tuotteen hakupaikan varastosta. Kun kortti on edennyt lävitse kaikki siihen merkityt työvaiheet taululla, laitetaan kortti lopulta taululla Valmis -sarakeeseen.

Suosituksena on, että työntekijät kävisivät katsomassa taululta mahdollisia töitä päivittäin esimerkiksi taukojen yhteydessä, sillä taulu sijaitsee aivan taukutilojen läheisyydessä. Tuotannonkulusta vastaavilla toimihenkilöillä on käytettävissä ERP-järjestelmässä saldohälytykset materiaalin tarpeen tiedostamiseksi. Tätä toimintoa hyödyntäen ohjaustaululle voidaan sijoittaa tietoa valmistettavista tuotteista.

Taulun tuotannossa olevien töiden sarakeessa suurinta sallittua töiden määrää kuvastetaan oikeassa yläkulmassa olevalla numerolla, jolla määritellään korttien maksimumimäärä koko työvaiheiden sarakeessa. Tällä tavalla pystytään rajoittamaan yksinkertaisesti keskeneräisen tuotannon kertymistä työpisteillä.

Tuotantotiloissa ohjaustaululla ohjattaville tuotteille varattiin alustavasti yksi pylväs-väli, johon tuotteet tulitaisiin aina varastoimaan työsuorituksen jälkeen. Kortteihin merkitty, työntekijän täyttämä tuotteen hakupaikka toimii tällöin varmistimena, jos tuote olisi varastoitu johonkin muualle, esimerkiksi seuraavan työvaiheen läheisyyteen.

Tuotteiden määrittäminen tuotannon ohjaustaululle

Alustavasti tauluohjaukseen otettiin kokeiltavaksi LH Liftillä valmistettavat varaosat, joiden vuotuiset tuotantomäärät ovat suhteellisen hajanaisia piensarjoja. Tämä tarkoittaa sitä, että eräkoot vaihtelevat noin 1-20 kappaleen välillä. Kesän 2013 aikana ohjaustaulua kokeiltiin muutamalla yksinkertaisella varaosanimikkeellä ja tarkoituksena on jatkaa taulun käyttöä. Varaosien lisäksi on mahdollista, että ohjaustaulun käyttöön otetaan muitakin vähäisessä kysynnässä olevia tuotteita, kunhan taulun käyttö yrityksessä on ehtinyt vakiintua työntekijöiden keskuudessa.

Ohjaustaulun merkitys LH Lift Oy:lle

Ohjaustaulun avulla pystytään viestimään tuotannon työntekijöiden sekä toimihenkilöiden kesken töiden kulusta tuotannossa. Tällöin esimerkiksi LH Liftin työnjohton on helpompaa havaita taululta, jos jokin tietty tuote ei aio valmistua määräaikaan mennessä ja voi näin puuttua tilanteeseen. Taulun käyttäminen vaatii työntekijöiltä sitoutumista korttien siirtoon lokeroista toiseen, jotta taulun toimintaidea toimisi täydellisesti. Tällöin tuotannon ohjaustaulu on käytännöllinen menetelmä tiedottamaan töiden etenemisestä ja toimimaan sen mukaisesti osia valmistettaessa.

7.6 Mieliidekyselyn laatiminen

Mieliidekysely kanban-järjestelmän toimivuudesta

Toukokuuhun 2013 mennessä oli kanban-kortit tehtynä suurimpaan osaan imuohjaukseen soveltuvista tuotteista. LH Liftillä pidetyn tiedotustilaisuuden jälkeen tahdottiin selvittää, miten tuotannon työntekijöiden keskuudessa on suhtauduttu Kanban-järjestelmän toimintaan ja miten sitä voisi työntekijöiden mielestä kehittää edelleen. Tämän johdosta päätettiin työntekijöille laatia nopeasti täytettävä kyselylomake, josta ilmeni heidän mielipiteensä kanban-korttien toiminnasta yrityksessä.

Kyselylomakkeen tulisi olla luonteeltaan luottamusta herättävä kokonaisuus, jolloin vastaajien ei tarvitsisi huolehtia antamiensa tietojen väärinkäyttömahdollisuuksista. Loogisen rakenteen vuoksi helpoimmat kysymykset olisi viisainta sijoittaa ensimmäiseksi ja taustakysymykset sen sijaan viimeiseksi mahdollisten negatiivisten tuntemuksien vuoksi. (Mattila, Paaso, Borg, Alastalo, Ellonen, Sivonen, Keckman, Koivuniemi, Antikainen, Pasanen & Alaterä 2010.)

Kysymysten tarkkuustasoon vaikuttaa olennaisesti se, ovatko kysymykset avoimia vai onko niille laadittu valmiiksi tietyt vastausvaihtoehdot. Avoimia kysymyksiä on syytä sisällyttää harkiten, sillä riskinä voi olla, ettei kysymyksiin vastata. Avoimien kysymysten vastaustavat saattavat olla myös varsin ympäröityjä, jolloin vastauksista saatu informaatio ei täytä tutkijan odotuksia. Monivalintakysymyksissä taas "En osaa sanoa" ja "En tiedä" -kaltaisia vaihtoehtoja kannattaa käyttää harkiten ja yleensä vaihtoehtoista viimeisinä, jolloin ne keräävät vähiten vastauksia. (Mattila ym. 2010.)

Mielipidekyselyssä käydään lävitse vaiheittain kanban-järjestelmän osa-alueet monivalintakysymyksillä, sillä näin uskottiin saatavan tarkemmat ja yksityiskohtaisemmat vastaukset. Vastausvaihtoehtoja laatiessa tahdottiin välttää Neutraaleja vaihtoehtoja, jolloin vastaajan oli täytettävä ruksi lomakkeessa kanban-järjestelmän toiminnan kannalta joko vähemmän tai enemmän positiiviselle tai negatiiviselle puolelle. Monivalintakysymyksien lisäksi laadittiin kylläkin muutama avoin kysymys, jotta vastaajat voisivat vapain sanoin kuvata kehittämisehdotuksia tai ongelmia kanban-korttien toiminnasta.

Mielipidekyselyn tulokset ja johtopäätökset

Vastauslomakkeen täytti 19 tuotannon työntekijää LH Liftin eri valmistusprosesseista. Kysymykset käsittelivät pääasiassa suhtautumista kanban-järjestelmän käyttöön-ottoon sekä sen toimivuuteen tuotannonohjauksessa.

Mielipidekyselyn liitteen 7 tulosten pohjalta Kanban-järjestelmän toiminta sai kyselyyn vastanneilta pääasiassa positiivista palautetta. Kanban-korttien toiminta koettiin

enimmäkseen hyödylliseksi tuotannon- ja varastonohjauksessa. Lisäksi vastaajat antoivat positiivista kaikua kanban-järjestelmän laajentamisesta kaikille sen toimintaan soveltuville tuotteille. Enemmistö vastaajista oli sitä mieltä, että edellisvuoteen nähden kanban-ohjauksessa on edetty parempaan suuntaan. Mielenpitoet ohjausmenetelmän kohentumisesta voivat johtua osin siitä, että kanban-järjestelmän laajennettua lukuisiin LH Liftin tuotteisiin toi se samalla rutiininomaista työskentelyä toimia aina samalla tavalla tuotteiden lähestyessä loppuaan varastosta.

Kanban-järjestelmässä eniten ristiriitaista tai negatiivista palautetta tuli kysymyksissä, jotka liittyivät varastointiin, hyllypaikkoihin tai hyllypaikkojen merkintöihin. Tähän olivat todennäköisesti syynä rajallisesta varastotilasta johtuvat ongelmat, minkä johdosta aika ajoin tuotannossa varastointiin osia hyllypaikoille, jotka oli varattu kanban-ohjauksessa toimiville tuotteille. Tällöin hyllypaikalle kuulumaton lava sekoitti kanban-ohjausta perusteellisesti viemällä varastopaikan tuotteelta, josta sen oletetaan löytyvän. Juurisyynä varastointivirheille saattaa olla välinpitämättömyys hyllypaikkojen noudattamisesta, kun hyllypaikkojen osoitumerkintöjä ei osattu tunnistaa tai merkintäperiaatetta viitsitty opetella, jotta oikeat hyllypaikat löydettäisiin.

Korttihyllyt keräsivät pääasiassa myönteisiä vastauksia, mutta sen toimintaa ei oltu täysin sisäistetty edistämään FIFO-periaatetta. Tämä johtui todennäköisesti tuotannon lievästä ruuhkautumisesta, jolloin työpisteiden korttihyllyille oli kerääntynyt useita kanban-kortteja. Kanban-kortteja, ja tämän johdosta töitä runsaasti jonottaessa ei työpisteillä voida antaa kiireisimpien töiden odottaa vuoroaan, jolloin työpisteillä kyseiset työt on suoritettava nopeasti pois alta riippumatta siitä, missä kohtaa työtä kuvastava kanban-kortti jonottaa vuoroaan korttihyllyllä.

Hyllypaikkojen sekä niiden merkintöjen rinnalla kysymykset kanban-järjestelmän toiminnan tiedostamisesta sekä koulutuksen tarpeesta keräsivät varsin ristiriitaista palautetta. Mielenpidekyselyn mukaan työntekijät ymmärsivät suhteellisen hyvin kanban-järjestelmän toimintaperiaatteet. Kuitenkin vastattaessa kysymykseen koulutuksen tarpeellisuudesta vastaukset vaihtelivat puolin ja toisin. Tähän saattoi olla syynä, että vastaajat kokivat ehkä itse hallitsevansa kanban-korttien käytön, mutta tunsivat tarpeelliseksi, että koulutus järjestettäisiin muita työntekijöitä varten.

Työpistekohtaisesti vastauksia tarkastellessa havaittiin, että tietyllä työpisteellä tuli useaan kysymykseen negatiivista palautetta kanban-korttien toiminnasta. Tähän oli todennäköisesti syynä se, että kyseinen työpiste oli ollut jo pidemmän aikaa hyvin ruuhkautunut töiden määrästä, jolloin työpisteen korttihylly oli täynnä odottavia kanban-kortteja. Tällöin kanban-ohjaus oli työpisteellä pikemminkin rasite kuin hyödyke, kun runsaan korttimäärän johdosta töitä ei voitu tehdä korttien perusteella, vaan kiireisimmät työt piti hoitaa työnjohdon ja toimitustarvelistan tietojen perusteella. Työpiste kärsi tuotannon tasapainottomuudesta, jolloin kyseinen työpiste olisi ollut järkevintä toimia päivävuoron sijaan kahdessa vuorossa, jotta työruuhkat saataisiin kumottua.

Ristiriitaiset vastaukset toivat osaltaan tulkinanvaraisia päätelmiä kyselylomakkeita tarkasteltaessa. Kyselyn avulla pystyttiin kuitenkin havaitsemaan, mitkä osa-alueet kanban-järjestelmässä vaativat vielä kehittämistä, jotta menetelmästä saataisiin entistä toimivampi.

Toimenpiteet mielipidekyselyn pohjalta

Osakseen vaihtelevan ja negatiivisen palautteen johdosta saatiin selville, mihin työntekijät eivät olleet tyytyväisiä kanban-järjestelmässä. Hyllypaikkojen merkintöjen aiheuttaessa hämmennystä päätettiin valmistaa ja tulostaa ohjeet yrityksen varastointimerkinnöistä jokaiselle työpisteelle. Lisäksi työpisteille tulostettiin päivitetty layoutpiirustus tuotantotiloista, josta ilmenevät yrityksen kaikkien hyllypaikkojen sijainnit. Ohjeet hyllypaikkojen merkinnöistä sekä layoutpiirustus kiinnitettiin jokaiseen tuotantotilan korttihyllyn seinälevyyn, jolloin ne olivat selkeästi nähtävissä jokaisella eri työpisteellä.

Koulutuksen tarpeellisuudesta saadun ristiriitaisen palautteen vuoksi arvioitiin, onko järkevää järjestää kaikille tuotannon työntekijöille yhteistä koulutustilaisuutta, kun osa tunsivat omaksuvansa kanban-järjestelmän käytön vastausten perusteella hyvin. Tämän perusteella tuotannon henkilöstöltä käytiin työpisteittäin kyselemässä, miten he kokivat osaavansa toimia kanban-korttien kanssa. Jos työntekijät tunsivat tarpeel-

liseksi, opastettiin heitä korttien käytössä sekä Kanban-järjestelmän periaatteiden ja sääntöjen noudattamisessa.

8 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET JA POHDINTA

8.1 Opinnäytetyön tulokset

Opinnäytetyön tehtävänä oli kehittää toimiva ohjausjärjestelmä volyymituotteille sekä laatia myös ohjausperiaate piensarjavalmistuksen tuotteille LH Lift Oy:ssä. Lisäksi tehtävänä oli laatia toimintaohjeet valitun ohjauksen käyttöön. Opinnäytetyön tuloksena päädyttiin jatkamaan kanban-järjestelmän ylläpitoa ja kehittämään sitä entistä soveltuvammaksi LH Liftin käyttötarkoitukseen. Lisäksi ohjausperiaate laajennettiin kaikille imuohjaukseen soveltuville tuotteille, jolloin kanban-kortteja syntyi eri tuotteille yhteensä noin 400 kappaletta. Muutamissa tuotteissa menetelmä koettiin kehnoksi ohjaustavaksi, mikä johtui usein tuotteen laajasta ja monimutkaisesta rakenteesta sekä vähäisestä kysynnästä. Eräkokojen määrittämiseen soveltuvan Excel-kaavion avulla saadaan puolestaan selvitettyä suositeltavat kanbanien lukumäärät tuotteittain jokaiselle välivarastolle sekä valmisvarastolle.

Ohjeet kanban-järjestelmän laajentamiseen uusille tuotteille laadittiin LH Liftin jatkoa ajatellen niin, että asiaan perehtymätönkin pystyisi valmistamaan tarvittaessa kanban-kortteja sekä käsittäisi niiden toiminnan perimmäisen tarkoituksen. Ohjaustavan laajennustöiden ohella tehtiin muun muassa päivityksiä varastotiloihin sekä ehostuksia esimerkiksi korttihillyjen muodossa sekä ylläpidettiin kanban-järjestelmää teemmällä kortteihin päivityksiä.

Työn tuloksena LH Liftin toiminnassa on kanban-korttien lisäksi mahdollista käyttää ohjaustaulua yrityksen piensarjatuotteiden ohjaukseen. Tällöin yrityksen jokainen nimike on mahdollista saada lattiatason ohjaustapojen ohjattavaksi joko korttien tai taulun avustamana.

8.2 Pohdinta opinnäytetyön suorituksesta ja kohdatuista ongelmista

Opinnäytetyö lähti liikkeelle vertailemalla erilaisia tuotannonohjauksessa käytettäviä ohjausmenetelmiä. Vertailun alussa oli kuitenkin lähes varmaa, että ohjausmenetelmistä tultaisiin LH Lift Oy:ssä jatkamaan kanban-ohjausta, joka periaatteiltaan on yksinkertainen ja toimiva menetelmä imuohjauksen edistämiseen. Lisäksi yrityksen kokemukset ohjausmenetelmästä olivat olleet pääosin myönteisiä, eikä näin ollen koettu tarpeelliseksi lähteä tuomaan uutta ohjaustapaa yrityksen työntekijöille, jotka olivat jo sisäistäneet kanban-korttien toimintaperiaatteen.

Käyttöön otettavan ohjausperiaatteen varmistuttua aloitettiin korttien valmistus LH Liftin eri tuotteille, jotka omasivat runsaan kysynnän. Lähes samaan aikaan yrityksen tuotantotiloissa tehtiin kuitenkin päivityksiä varastopaikkojen osalta, jolloin osa jo kerran valmistetuista korteista täytyi tehdä hyllyosoitteiden vuoksi uudelleen. Tilanne toi hetkittäin tunteen puuhun kiipeämisestä selkä edellä, kun liika innokkuus korttien valmistukseen kostautui ylimääräisellä työllä.

Korttien valmistuksen hämöttäessä loppuaan oli seuraavaksi edessä seurata ja päivittää kanban-järjestelmää, jotta se toimisi toivotulla tavalla palvelen materiaalin oikeanlaista kulkua tuotannossa. Tehtävä osoittautui kuitenkin aika ajoin melko työlääksi. Merkittyjen varastopaikkojen täsmällinen noudattaminen vaikutti olevan ajoittain haasteellista, jolloin lavat sijaittivat usein väärillä paikoilla ja materiaalin etsiminen vei toisinaan turhaan aikaa työntekijöiltä. Lisäksi joskus tuotteita valmistettiin ylitse korttien suositteleman määrän, jolloin varastotilat täyttyivät entisestään ylimääräisistä lavoista ja muut työvaiheeseen jonottavat tuotteet jäivät odottamaan kiireelliseksi muuttuvaa työsuoritustaan. Edellä mainittujen ongelmien lisäksi materiaalin täsmällinen saapuminen varastoon oli välillä vaikeaa, sillä LH Liftin muutama työvaihe koki ruuhkautumisen merkkejä. Tällöin työvaiheet kaipasivat Toyotan oppien mukaisesti tuotannon tasapainottamista, mikä Likerin (2006) mukaan oli edellytys kortti-ohjauksen käyttöönotossa. Näin ollen Likerin esittämän Toyotan talokaavion periaatteita tulisi noudattaa tulevaisuudessa entistä täsmällisemmin, jos tuotannonohjauksen tahdotaan toimivan jatkossakin imuohjauksen oppien mukaisesti.

Kokemukset ohjaustaulun käytettävyydestä jäivät vielä varsin vähäisiksi, minkä johdosta LH Liftin työntekijöiltä ei ehditty esimerkiksi kysellä mielipiteitä taulun toimivuudesta. Taulua kehitettäessä yrityksessä muodostettiin kuitenkin palaveri, jossa tiedusteltiin mielipiteitä ohjaustaulun eri toimintavaihtoehtoista. Palaveriin osallistujat koostuivat eri työvaiheiden työntekijöistä ja yrityksen toimihenkilöistä. Palaverin avulla oli mahdollista muodostaa pienimuotoinen aivoriihi, josta parhaimpia ideoita pystyttiin soveltamaan jälkikäteen kokonaiseksi ja toimivaksi ratkaisuksi.

Opinnäytetyöni aihe oli mielestäni laaja-alainen ja toi sitä kautta itselleni uusia näkökulmia erilaisten ongelmien ratkaisuihin. Työtä suorittaessani niin ongelmanratkaisutaidot kuin vuorovaikutustaidot LH Liftin henkilöstön kanssa paranivat työn edetessä. Kanban-kortteja valmistaessani sain lisäksi tutustua perusteellisesti useiden tuotteiden valmistusprosesseihin sekä erilaisiin työtapoihin.

8.3 Toiminnan kehittäminen jatkossa

Tällä hetkellä signaalit materiaalin tarpeesta tapahtuvat pääosin korttien avulla kulkeutumalla varastojen ja työpisteiden välillä. Jatkoa ajatellen on kuitenkin syytä pohdita myös vaihtoehtoisia ratkaisuja tuotannonohjauksen sekä yleisen toiminnan parantamiseen. Kokeilemisen ja kehittelemisen arvoisia menetelmiä osien ja tuotteiden tarpeen viestimiseen voisivat olla esimerkiksi ERP-järjestelmän kehittäminen sekä RFID-kanbanin käyttöönotto. Lisäksi yrityksen sisäiseen logistiikkaan voitaisiin kokeilla toisenlaisia käytäntötapoja.

Tällä hetkellä LH Lift Oy:ssä on käytössä Oscar Pro-toiminnanohjausjärjestelmä, jota on laajamittaisesti hyödynnetty yrityksen eri toiminnoissa. Materiaalintarpeesta huolehtiessa esimerkiksi tuotteiden saldohälytyksiä voitaisiin kehittää jatkossa entistä täsmällisemmiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteiden määrät täytyy pitää tarkasti paikkaansa ohjausjärjestelmässä, jotta järjestelmän nojalla uskallettaisiin toimia. Tällöin esimerkiksi inventaarioilla olisi suuri merkitys säännöllisessä toiminnassa, jotta tulevilta virheiltä aina vältyttäisiin.

Investoimalla tuotannonohjaus-ohjelmistoon voitaisiin järjestelmän avulla viestiä suoraan työpisteelle tulevista töistä, jolloin työpisteellä työt näkyisivät tietokoneen näyttöpäätteellä selkeänä listana. Tuotannonohjaus-ohjelmista Visman versio kuuluu osana ohjelmistokokonaisuuteen, jolloin yrityksen täytyisi muuttaa koko ERP-järjestelmänsä toiseen ohjelmistoon. Promidin työajankirjausjärjestelmästä on LH Lift Oy:llä olemassa aikaisempaa kokemusta, mutta tuolloin ohjelmisto ei soveltunut yrityksen käyttöön. Delfoin Web-pohjainen ohjelmisto voisi olla mahdollinen ratkaisu tuotannonohjauksen hallintaan LH Liftille, jolloin ohjelmistolla voitaisiin kontrolloida yrityksen tuotteiden kulkua. Toimivista ohjelmistoista huolimatta tuotannonohjauksen sähköistäminen voi kuitenkin aluksi aiheuttaa osassa työntekijöistä muutosvastarintaa. Tämän johdosta mahdollisista toimenpiteistä olisi ensiksi viisainta keskustella yrityksen koko henkilöstön kanssa ja ottaa heidät mukaan osaksi prosessia, jotta mahdollisilta yllätystilanteilta vältyttäisiin.

RFID-kanbanin avulla voidaan antaa radioaalloilla signaali osien loppumisesta suoraan osatoimittajalle. LH Liftin tapauksessa toiminto soveltuisi hyvin esimerkiksi pien-tarvikkeille, jotka koostuvat pääasiassa pulteista, muttereista, prikoista ja hydraulikkaliittimistä. Tällä hetkellä yrityksessä kyseisille tuotteille on ollut käytössä hyllytätöpalvelu. Etätunnistuksen hyödyntämisellä toiminnasta saataisiin reaaliaikaisempaa, kun hyllyjen täytöstä vastaavan osatoimittajan ei tarvitse käydä tarkastamassa osien saldoja, vaan tieto puutoksista tulisi osatoimittajalle heti osien loputtua.

LH Lift Oy:n Kanban-järjestelmän toimintaan saataisiin mitä suurimmalla todennäköisyydellä lisää varmuutta sisäistä logistiikkaa kehittämällä. Tällä hetkellä yrityksen tiloissa on useita trukkeja, joiden avulla työntekijät hakevat itse tarvitsemansa osat varastoista työpisteilleen. Välivarastoinnin suhteen tilanne on ongelmallinen, kun työsuorituksen jälkeen osa työntekijöistä ei välttämättä välitä Kanban-korteille merkityistä varastointipaikoista, vaan he sijoittavat tuotteet mielivaltaisesti ensimmäisille tyhjille hyllypaikoille. Antamalla vastuun materiaalin liikuttelusta ja varastoinnista ainoastaan yhdelle, tai työvuorojen mukaisesti muutamalle henkilölle, saataisiin järjestystä pidettyä paremmin yllä, jolloin tuotteet löytyisivät aina oikeilta ja merkityiltä paikoiltaan. Tällöin myöskään tuotannon työntekijöiden ei tarvitsisi keskeyttää työs-

kentelyään hakeakseen osia työpisteelleen, kun trukkikuski toimittaisi osat heille valmiiksi, mikä kasvattaisi työprosessien tuottavuutta.

Osa tuotannon henkilöstöstä kertoi kokevansa hyllypaikkamerkintöjen olevan liian täsmällisiä ja sen vuoksi merkintöjen noudattaminen tuntui henkilöstön mielestä turhauttavalta. Tämä johtaa siihen, että kuormalavan A ollessa kuormalavalle B tarkoitetulla hyllypaikalla, eivät työntekijät viitsi korjata asiaa ja antavat näin vahingon kiertää laittamalla B:n hyllypaikalle kuuluvan kuormalavan myöskin väärälle paikalle. Tapaus voi muodostaa tilanteen, jossa ennen pitkää suurin osa tuotteista sijaitsee väärillä varastointipaikoillaan. Ratkaisuna ongelmaan voisi olla Kanban-korteissa olevien hyllypaikkamerkintöjen yksinkertaistaminen niin, että osoitteena olisi pelkästään varastotilojen hyllyjen pylväsväli. Tällöin tuotteet voitaisiin sijoittaa vapaamuotoisemmin varastotiloihin ja tuotteet olisivat silti nopeasti löydettävissä. Menetelmä toimisi todennäköisesti parhaiten LH Liftin välivarastoissa, joissa materiaalia käy varastoimassa ja noutamassa useampi työntekijä. Seuratessani yrityksen työntekijöiden varastointitottumuksia totesin, että useamman työntekijän pitäessään huolta varastoinnista vastuu jakautuu liian moneen osaan ja näin ollen vastuu usein myös unohdetaan. Tarkemmat hyllypaikkamerkinnät voitaisiin taas pitää edelleen esimerkiksi tuotantoprosessin alkupäässä ja valmisvarastossa, joissa materiaalin varastoinnista vastaa yleensä vain yksi työntekijä. Työntekijöitä kannattaa aika ajoin muistuttaa varastojen järjestyksen ylläpidon tärkeydestä, sillä tehokasta työaikaa kuluu hukkaan etsiessä oikeita tuotteita varastotiloista.

8.4 LH Lift Oy:n saama hyöty opinnäytetyöstä

Tuotannonohjauksen kehittämistä Kanban-järjestelmän sekä tuotannon ohjaustaulun avulla voidaan pitää askeleena eteen päin sitoessa tuotannon henkilöstöä mukaan parempiin menettelytapoihin LH Lift Oy:ssä. On kuitenkin huomioitava, että kanban-järjestelmä on vain yksi Leanin ja Toyotan periaatteiden työkalu, joka ei itsessään ratkaise tuotannonohjauksessa ilmeneviä ongelmia. Kuten Liker (2006) tuo esille,

kanban-järjestelmää otettaessa käyttöön tuo se ilmi tuotannossa olevat ongelma-kohtat, jolloin ne olisi ratkaistava yksitellen parantaen sujuvampaa tuotannon toimintaa.

Kanban-järjestelmä itsessään ei todennäköisesti ole koskaan valmis tuotannonohjausmenetelmä, vaan se vaatii päivitystä niin korttien määrien kuin tuotannon kehittämisen osalta kohti optimaalista toimintaa. LH Lift Oy:llä on kuitenkin käytettävänä kanban-järjestelmän ja ohjaustaulun myötä pohja, jota noudattamalla jokaiselle ohjaukseen liitetyle tuotteelle on olemassa oma varastopaikkansa ja menetelmätapansa. Järjestelmä silti vaatii Toyotan oppien mukaisesti yleistä olettamusta enemmän henkilöstön sitoutumista noudattamaan sen toimintaa. Tällöin jokainen työntekijä pystyy panostamaan itse omalla sitoutumisellaan kanban-järjestelmään sekä ohjaustauluun, jotta yrityksen tuotannonohjauksesta saataisiin mahdollisimman toimiva tämän hetkisillä menetelmillä.

LÄHTEET

Benchmarking – Mitä tarkoittaa Benchmarking? n.d. Sanakirja taloustermeille e-conomic-interenetsivustolla. Viitattu 15.5.2013. <http://www.e-conomic.fi/kirjanpito-ohjelma/sanakirja/benchmarking>

Boxwell, R Jr. 1994. Benchmarking for competitive advantage. United States of America: McGraw-Hill, Inc.

Haverila, M J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Infacs Oy.

Hienokuormitus ja tuotannonohjaus. n.d. Delfoi Planner-ohjelman esittelysivusto. Viitattu 26.9.2013

http://www.delfoi.com/web/products/delfoi_products/fi_FI/plannerlite/

Hujala, H. 2012. Kanban-prosessin määrittäminen sähkötarviketehtaalle. Opinnäyetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Logistiikan koulutusohjelma/ Logistiikan johtaminen. Viitattu 3.10.2013

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40117/Hujala_Henri.pdf?sequence=1

Härkönen, T. 2010. Tuotannon hankinnat on-line. Artikkelin Suomen Osto- ja Logistiikkajulkaisu LOGY ry:n julkaisemasta ammattilehdestä. Viitattu 17.6.2013.

http://www.ferrometal.fi/docs/Ferrometal-Logistiikka-lehti_artikkeli.pdf

Introduction POLCA. 2010. Artikkelin Business-improvement-internetsivustolla. Viitattu 20.3.2013. http://www.business-improvement.eu/qrm/polca_eng.php

Karjalainen, J., Blomqvist, M. & Suolanen, O. 2001. Kehittyvä toiminnanohjaus. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Kauppalehti. 2013. Tulostiedotteet. Julkaisu Kauppalehden internetsivustolla. Viitattu 8.5.2013. <http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/tulostiedote/tiedote>

Kniberg, H. 2009. Kanban vs. Scrum - How to make the most of both. Viitattu 17.5.2013. <http://www.crisp.se/file-uploads/Kanban-vs-Scrum.pdf>

Ladas, C. n.d. Scrum-ban. Artikkelin Lean Software Engineering - Essays on the Continuous Delivery of High Quality Information Systems-internetsivustolla. Viitattu 18.5.2013. <http://leansoftwareengineering.com/ksse/scrum-ban/>

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. & Söderström, W. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY

LH Lift Oy. n.d. Yritysesittely. Artikkelin LH Lift Oy:n internetsivustolla. Viitattu 12.3.2013. <http://www.lhlift.com/fi/yritysesittely>

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. 2. uud. p. Helsinki: Readme.fi.

Mattila, M., Paaso, E., Borg, S., Alastalo, M., Ellonen, N., Sivonen, J., Keckman-Koivuniemi, H., Antikainen, S., Pasanen, T. & Alaterä, T.J. 2010. Kyselylomakkeen laatiminen. Opetusaineistoa KvantimOTV - yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto-internetsivustolta. Viitattu 26.9.2013. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kyselylomake/laatiminen.html>

Necom. n.d. Ohjelmistoratkaisut. Adjutant-ohjelman esittelysivusto. Viitattu 26.9.2013. http://4.promid.fi/necom_wp_site/ohjelmistoratkaisut/adjutant/

Pentti, S. 2009. Linkejä traktorin ja työkoneen väliin. Uutinen Urakointiuutiset-sivustolta. Viitattu 8.5.2013. <http://www.urakointiuutiset.fi/uutiset/linkkeja-traktorin-ja-tyokoneen-valiin/>

Proceo Oy. n.d. Kapeikkoajattelu tuotannossa. Artikkelin Proceo Oy:n internetsivustolla. Viitattu 9.5.2013. <http://www.proceo.fi/kapeikkoajattelu-tuotannossa/>

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. 2. uud. p. Jouni Sakki Oy.

The productivity press development team. 2002. Kanban for the shopfloor. New York.

Tuominen, K. 2010a. Lean - kohti täydellisyyttä. Helsinki: Readme.fi

Tuominen, K. 2010b. Tehoa ja laatua prosessien ja virtauksen kehittämiseen. Helsinki: Readme.fi

Työntöohjaus ja imuohjaus. 2013. Opetusaineistoa Logistiikan Maailma-internetsivustolla. Viitattu 24.1.2013.

http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Ty%C3%B6nt%C3%B6ohjaus_ja_imuohjaus

Velaction. n.d. Kanban card. Esimerkki kanban-kortin ulkoasusta Velaction-internetsivustolla. Viitattu 15.5.2013. <http://www.velaction.com/kanban-card/>

Viikki, E. 2013. LH Lift Oy:n tuotantopäällikkö. Haastattelu 12.2.2013.

Viikki, E. & Tuppurainen, T. n.d. Toiminnan kehitysprojekti 2011. LH Lift Oy:n Power-Point-esitys. Viitattu 14.3.2013

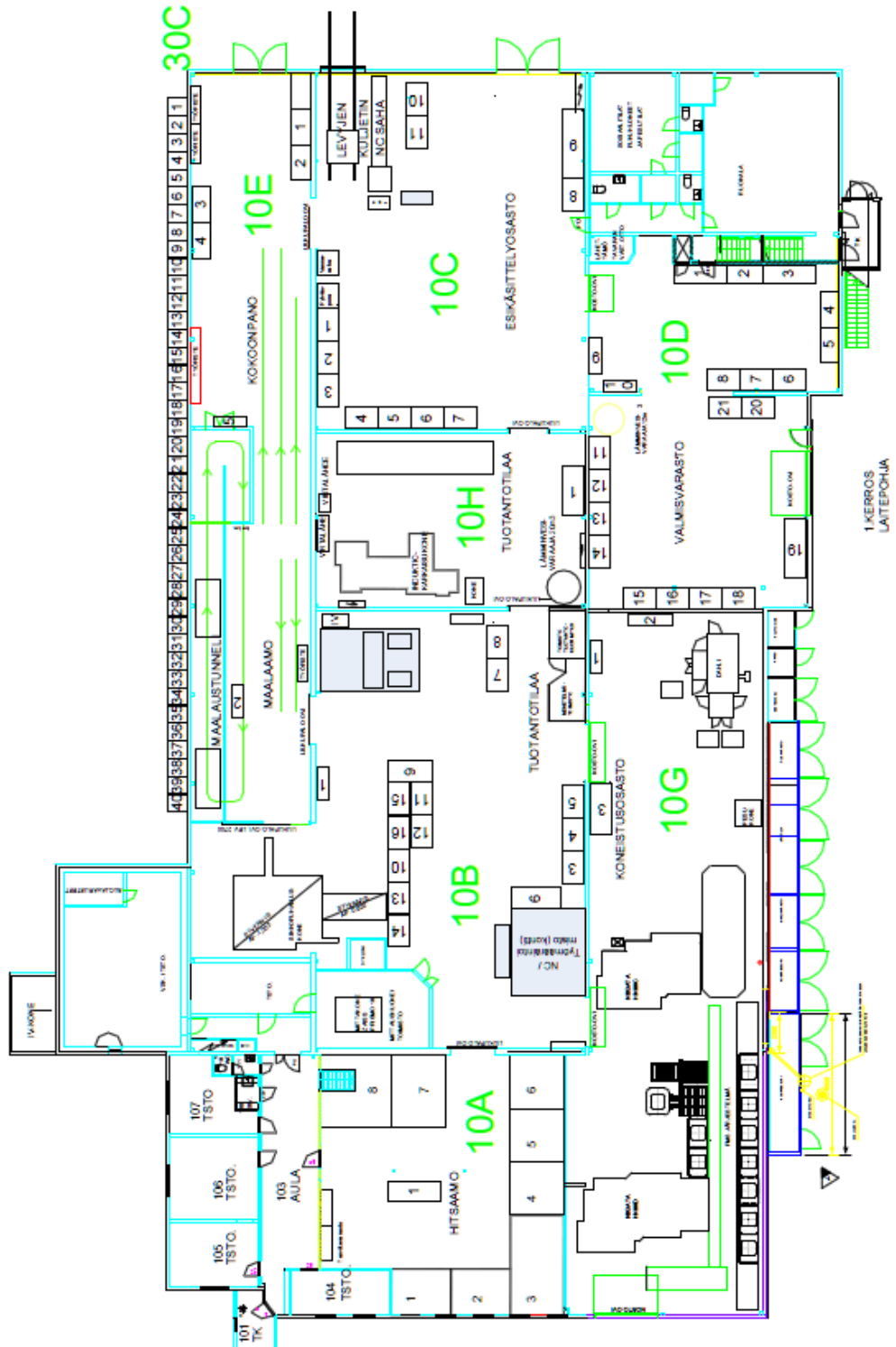
Visma. n.d. Visma Nova-tuotannonohjaus. Esittely ohjelmasta yrityksen internetsivustolla. Viitattu 25.9.2013

http://www.visma.fi/Global/FI/Software/Nova/WTU_tuotannonohjaus.pdf

Waters, D. 1996. Operations management, Producing goods & services. Addison-Wesley Publisher Ltd.

LIITTEET


Liite 1. Päivitetty versio yrityksen Layout-mallista





Liite 2. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-tuotantokortista

LH Lift		Tuotantokortti		06.09.2013 15:33:49 1	6 /6
Vetovarsi Cat 3 vasen				Pakkaustapa	
051 516 00				Iso eurolava, 2 kaulus, pohjalevy, muovipanta	
Lisätiedot		(354 7 15 20)			
Hitsatut vetovareet vietään robotilla maalaustelineille ripustettuna suoraan sinkopuhallukseen.					
Yhdistetyt työvaiheet Hitsaus + Sinkop./kastomaalaus + kokoonpano					
Työvaihe	1	Varastopaikka			Määrä/Lava
Hitsausrobotti		10-D-13-C-1			30
Seuraava työvaihe					Valmistuserä
Sinkop./kastomaalaus					30
Nimiketunnus	Nimi	Määrä	Hakupakka		
002 003 00	Silmukkapää 108 koottuna	1 kpl	Hitsaamon työiste		
051 381 00	Runko, Vetov. Cat 3	1 kpl	10-H-1-A		
051 498 00	Koura Cat 3 koottuna	1 kpl	Hitsaamon työiste		

Liite 3. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-ostokortista

		Ostokortti	09.09.2013 15:39:03 10492 1 000 000 000 000 000 000	1 / 1
Tappi 052 019 00		Pakkautapa Pieni lava 2 k aulus, pohjalevy		
Lisätiedot Lavan s aldon alittaessa 500 kpl toimita kortti ostoon.				
Yhdistetyt työvaiheet				
Työvaihe 0 Osto Seuraava työvaihe	Varastopaikka 10-B-2-A-1	Määrä/Lava 1000 Ostoerä 1000		

Liite 4. Malliesimerkki LH Lift:n kanban-varastokortista

		Varastokortti	09.09.2013 15:39:46 10492 1 000 000 000 000 000 000	1 / 1
Palkki, Vetokoukun Runko 053 694 00		Pakkautapa Iso eurolava, 2 muovip antaa		
Lisätiedot Tuotteen hakupaikka 10-B-8-A-1				
Yhdistetyt työvaiheet				
Työvaihe 0 Varasto Seuraava työvaihe Hitsaus	Varastopaikka 10-B-8-A-2 Hakupaikka	Määrä/Lava 100		

Liite 5. Tarkastettavien tuotteiden selvityslomake



TARKASTETTAVA TUOTE / SELVITYSLOMAKE

Työntekijä / vian havaitsija täyttää:		
Tuotteen nimi:		
Nimiketunnus:		
Kappalemäärä:	Päivämäärä:	
Tuotteessa ilmennyt vika / puute:		

Työntekijän nimi:		
Tarkastaja täyttää:		
Aiheutunut:		

Raaka-aine vika <input type="checkbox"/>	Virhe valmistuksessa <input type="checkbox"/>	Kuljetuksessa aiheutunut <input type="checkbox"/>
-----	-----	-----
Alihankkija <input type="checkbox"/>	Toimittaja <input type="checkbox"/>	
Päätös:		
Tuote tarkastettu <input type="checkbox"/>	Hyväksytty tuotantoon <input type="checkbox"/>	
-----	-----	
Mittaus / Jatkoimenpiteet <input type="checkbox"/>	Romutetaan <input type="checkbox"/>	
-----	-----	
Korjaukseen, mihin? <input type="checkbox"/>		

Tuotteen tarkastanut:	Päivämäärä:	

Liite 6. Ohjeet Kanban-korttien valmistukseen.

OHJEET KANBAN-KORTTIEN VALMISTUKSEEN LH LIFT OY:SSA

Jouni Hytönen

LH Lift Oy, Laukaa
15.8.2013



Sisältö

1	KANBAN-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖTARKOITUS LYHYESTI.....	2
1.1	Korttien merkitys toiminnassa	2
2	KORTTIEN VALMISTUS LH LIFT OY:SSA.....	4
2.1	Tuotetietojen kerääminen.....	5
2.2	Eräkokojen määrittäminen tuotteelle	5
2.3	Kanban-korttien teko korttiohjelmalla.....	7
2.4	Järjestelmän tarkkailu.....	13
2.5	Korttien muutokset ja päivitykset	13
2.6	Korttien vähentäminen.....	13
3	LISÄTIETOA KANBAN-JÄRJESTELMÄSTÄ.....	14

KUVIOT

Kuvio 1	Esimerkki tuotantokortin ulkoasusta.	3
Kuvio 2	Korttien käyttöönottoprosessi yrityksessä.	4
Kuvio 3	Varastokokojen määrittämiseen tarkoitettu työkalu.....	6
Kuvio 4	Tuotantokortit - ohjelman sijainti LH työjohto - ohjelmassa.	7
Kuvio 5	Tuotantokortit - ohjelma.	8
Kuvio 6	Tuotantokortit, vaihe 2.	10
Kuvio 7	Esikatselu/tulostus-painikkeiden sijainnit korttiohjelmassa.	10
Kuvio 8	Rakenne- valikko Oscar:ssa.....	11
Kuvio 9	Paikka-solun sijainti Oscar:ssa.	11
Kuvio 10	Valmis kortti Esikatselu/tulostus-tilassa.	12

1 KANBAN-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖTARKOITUS LYHYESTI

Kanban-järjestelmän tarkoituksena on palvella yrityksessä käytettyä imuohjausta, jolloin kanban-korttien avulla viestitään materiaalin kulusta työvaiheiden ja varastojen välillä. Tällöin yksi kanban-kortti kulkee vain tietyn työvaiheen ja varaston väliä: Kun tuote loppuu varastosta tai lava otetaan välivarastossa käyttöön, viedään lavan kyljessä ollut kanban-kortti varastoa edeltävälle työvaiheelle viestiksi täyttää varastopaikka uudelleen kyseisellä tuotteella.

1.1 Korttien merkitys toiminnassa

Kanban-kortissa lukee oleelliset tiedot siitä, mitä, mihin ja kuinka paljon tuotetta täytyy valmistaa. LH Lift Oy:n tapauksessa kanban-kortti pitää sisällään seuraavanlaisia tietoja tuotteesta:

- valmistettavan tuotteen nimi
- nimiketunnus
- työvaihe
- seuraava työvaihe
- osien hakupaikat yrityksen varastoista
- valmiin työn varastopaikka
- valmistusmäärä
- tuotteen pakkaustapa
- yhdistetyt työvaiheet
- mahdolliset lisätiedot

LH Liftillä kanban-kortit on jaettu lisäksi kolmeen osa-alueeseen: tuotantokortteihin, varastokortteihin ja ostokortteihin. Kortit erottaa toisistaan väritunnuksella, mikä sijaitsee kortin ylälaudassa. Tuotantokortti on väritunnukseltaan keltainen, varastokortti sininen ja ostokortti vihreä.

- Tuotantokortti antaa signaalin materiaalinvalmistuksesta yrityksen työvaiheiden välillä. Tuotantokortit kulkevat siis vain valmistusvaiheiden ja väli- tai valmisvaraston välillä. Tuotantokortit saattavat kuvion 1 mukaisesti sisältää yhdistettyjen työvaiheiden merkinnän, jolloin kyseisten työvaiheiden välissä ei käytetä välivarastoja, vaan valmistunut tuote viedään kortin mukana edelliseltä työvaiheelta suoraan seuraavalle kortin merkintöjen mukaisesti.

LH Lift **Tuotantokortti** 6 /6

Vetovarsi Cat 3 vasen

051 516 00 Pakkausstapa
Iso eurolava, 2 kaulus, pohjalevy, muovipanta

Lisätiedot (354 7 15 20)

Hitsatut vetovaret viedään robotilla maalaustelineille ripustettuna suoraan sirkopuhallukseen.

Yhdistetyt työvaiheet		
Työvaihe	Varastopaikka	Määrä/Lava
Hitsausrobotti	10-D-13-C-1	30
Seuraava työvaihe		Valmistuserä
Sirkop./kastomaalaus		30

Nimiketunnus	Nimi	Määrä	Hakupaikka
002 003 00	Silmukkapääli 108 koottuna	1 kpl	Hitsaamon työkoite
051 391 00	Runko, Vetov. Cat 3	1 kpl	10-H-1-A
051 498 00	Keura Cat 3 koottuna	1 kpl	Hitsaamon työkoite

KUVIO 1. Esimerkki tuotantokortin ulkoasusta.

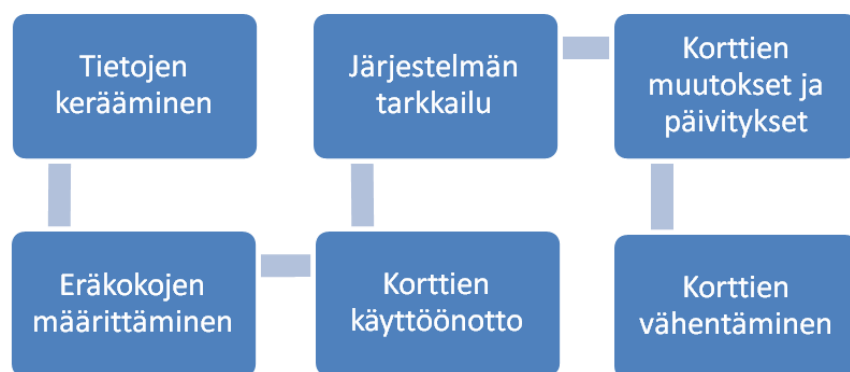
- Ostokorteilla hallitaan osto-osien hankintoja. Kun ostettavan tuotteen saldo alittaa varastossa ennalta määrätyn rajan, vie osia kuluttava tuotannon työntekijä kortin materiaalinhankinnoista vastaavalle toimihenkilölle. Ennalta

määrätty ostoraja lukee tällöin itse ostokortissa, joka voi olla esimerkiksi puolet täydestä kuormalavasta.

- Varastokortit toimivat pääasiassa ostokorttien apuna tuotteita varastoidessa puskuriin. Tällöin tuotannon työntekijät kuluttavat varastokortilla merkityn lavan tuotteita. Kun lava tyhjenee, hakee työntekijä varastokortin merkintöjen avulla osto- tai tuotantokortilla merkityn täyden lavan samaa tuotetta varastosta. Varastokortit toimivat myös apuna valmisvarastossa, johon puskuroidaan yrityksen ulkovarastosta tuotuja tuotteita. Tällöin korttien avulla haetaan aina uusi lava ulkovarastosta, kun vanha saadaan toimitettua asiakkaalle valmisvarastosta.

2 KORTTIEN VALMISTUS LH LIFT OY:SSA

Kanban-korttien valmistus alkaa kuvion 2 mukaisesti keräämällä kaikki tarpeellinen tieto tuotteen rakenteesta, varastoinnista, valmistusmenetelmistä sekä myyntimääristä. Tuotteen myyntimääriä tarkastelemalla voidaan selvittää, onko tuote yleensä soveltuva imuohjaukselle. Lisäksi on otettava huomioon tuotteen rakenne ja pohdittava, kannattaako kaikille valmiin tuotteen alanimikkeille laatia kanban-kortteja.



KUVIO 2. Korttien käyttöönottoprosessi yrityksessä.

2.1 Tuotetietojen kerääminen

Selvitä tuotteen menekki, rakenne ja kaikki alanimikkeet. Tietoja saa niin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä kuin työpiirustuksista. Lisäksi yrityksen toimihenkilöt ja tuotannon työntekijät osaavat yleensä neuvoa ja määritellä esimerkiksi oikeanlaisen valmistusmäärän, pakkaustavan ja varastointipaikan tuotekohtaisesti eri työvaiheille.

2.2 Eräkokojen määrittäminen tuotteelle

Varastokokojen määrittämiseen on valmistettu Excel-pohjainen työkalu, joka perustiedot täyttämällä merkittyihin vihreisiin soluihin antaa suositukseen kahdella eri kaavalla. Suositellut korttimäärät näkyvät perustietojen syöttämisen jälkeen vaaleanpunaisella pohjalla merkityissä soluissa. Kaavassa 1 varmuusmarginaali annetaan varaston lavamäärinä, kaavassa 2 taas työtunteina. Suositus varmuusmarginaalille kaavassa 2 on noin 40 tuntia. (Suositus puskurivarastojen koosta annettu huhtikuussa 2013) Excel-työkalu löytyy tarvittaessa yrityksen tiedostoista kanban-kansiosta.

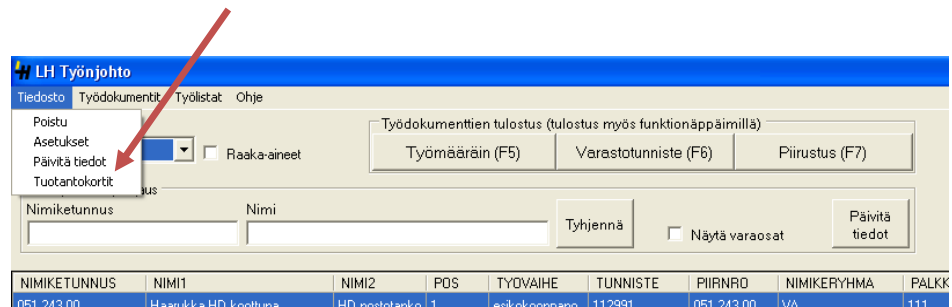
6	Tuote	Tuotteen nimi	Värikoodit:			
7	Volyyymi (kpl/vuosi)	1000	Muokattavat osuudet			
8	Työpäiviä vuodessa	220	Tulokset, Kanbanien määrä			
9	Työmäärä työtunteina (1-vuoro, 8h)	1760				
10	Päivittäinen tuotanto (kpl/päivä)	4,5				
11	Tuotantomäärä tunneissa (kpl/h)	0,6				
12						
13						
14	Kappaleajat ja eräkoot / työt	Aikakertoimet	60	60		
15		Kappale-aika [s]	Kappaleaika [min]	Kappaleaika [h]	Kappalemäärä/lava	
16	NC-Sahaus	0	0,000	0,000	1	
17	Koneistus	0	0,000	0,000	1	
18	Karkaisu	0	0,000	0,000	1	
19	Vakomet	0	0,000	0,000	1	
20	Hitsaus	0	0,000	0,000	1	
21	Hitsausrobotti	0	0,000	0,000	1	
22	Sinkopuhallus/Kastomaalaus	0	0,000	0,000	1	
23	Kokoonpano	0	0,000	0,000	1	
24						
25						
26	Valmistusaika/erä		8 h			
27	NC-Sahaus	0,000 h		0,000 d		
28	Koneistus	0,000 h		0,000 d		
29	Karkaisu	0,000 h		0,000 d		
30	Vakomet	0,000 h		0,000 d		
31	Hitsaus	0,000 h		0,000 d		
32	Hitsausrobotti	0,000 h		0,000 d		
33	Sinkopuhallus/Kastomaalaus	0,000 h		0,000 d		
34	Kokoonpano	0,000 h		0,000 d		
35	Yhteensä:	0,0		0,000 d		
36						
37						
38	Korttimäärät varastoilla	NC-Saha	Koneistus	Karkaisu		
39	Kaava 1. -Varmuusmarginaali lavoina					
40	N = D * I * s	Tarikka	Pgöristetty	Tarikka	Pgöristetty	Pgöristetty
41	N = Kanbanien määrä	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
42						
43	D = Keskim. Kysyntä (lavoapäivä)	4,545		4,545		4,545
44	I = Erän valmistukseen kuluva aika	0		0,000		0,000
45	s = Varmuusvarasto	0		0		0
46						
47						
48	Kaava 2. -Varmuusmarginaali aikana					
49	N = D*(I+s)/Lava kapasiteetti	Tarikka	Pgöristetty	Tarikka	Pgöristetty	Pgöristetty
50	N = Kanbanien lukumäärä	22,727	23,000	22,727	23,000	22,727
51						
52	D = Keskim.Kysyntä (kpl/h) 1-vuoro	0,568		0,568		0,568
53	I = Erän valmistus aika (h)	0,000		0,000		0,000
54	s = Varmuusmarginaali (h)	40		40		40
55						

KUVIO 3. Varastokokojen määrittämiseen tarkoitettu työkalu.

Kaava ei ota suorasti huomioon esimerkiksi työkoneiden käyttövarmuuksia tai mahdollisia työntekijöiden sairastumisia, jolloin ne on määriteltävä kaavassa varmuusmarginaalin avulla. Jollei Excel-työkalua käytetä, voidaan eräkoot määrittää työvaiheilla työskentelevien työntekijöiden tietämyksen avulla. Tällöin he kokemusperäisesti määrittävät puskurivaraston koon, jolla selvittää osien kuluessa seuraavan erän saapumiseen asti.

2.3 Kanban-korttien teko korttiohjelmalla

Kanban-kortit voidaan valmistaa sille tarkoitettulla **Tuotantokortit** -ohjelmalla. Ohjelma löytyy kuvion 4 mukaisesti **LH Työnjohto** -ohjelman valikosta vasemmasta yläkulmasta.



KUVIO 4. Tuotantokortit - ohjelman sijainti LH työnjohto - ohjelmassa.

Ohjelman avattua toimi seuraavasti:

Vaihe 1.

- Paina hiirellä "**Uusi**"-painiketta ja kirjoita nimiketunnus sille tarkoitettuun soluun (muista välit nimiketunnuksen numerosarjojen välissä). Tämän jälkeen painamalla "**Hae Oscar**"-painiketta ohjelma hakee automaattisesti tiedot tuotteen alanimikkeistä sekä työvaiheista. Kuviossa 5 on esitetty tuotantokortit - ohjelman painikkeiden sijainnit sekä nimiketunnuksen solun sijainti.

KBID	NIMIKETUNNUS	RIVINRO	KORTTINRO	KORTTITYYPPI	TYÖVAIHE	LISÄTIETO1
885	051 646 00	1	3	T	Sinkop./kastomaalaus	Tuotteen hakupaikka 10-B-11-B-1.
883	051 783 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata	
882	101 004 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata 1	
881	052 708 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata	
879	050 389 10	1	2	T	Hitsaus	Vetovarsi Tele 940 oikea 050 390 10 kulke
878	050 390 10	1	2	T	Hitsaus	Vetovarsi Tele 940 vasen 050 389 10 kulke
873	050 665 00	1	1	T	Kokoonpano PK-metalli	
872	052 220 00	1	1	T	Kokoonpano	
870	051 525 00	2	1	T	Hitsausrobotti	Runkojen hakupaikat 10-H-1-B-1 ja 10-H-1-
869	051 524 00	2	1	T	Hitsausrobotti	Runkojen hakupaikat 10-H-1-B-1 ja 10-H-1-
868	051 536 00	1	2	T	Hitsausrobotti	Rungon hakupaikat 10-H-1-B-3 ja 10-H-1-

KUVIO 5. Tuotantokortit - ohjelma.

Vaihe 2.

- Määritä ohjelman oikeasta yläkulmasta "**Korttityyppi**" - osiosta merkitsemällä, onko kyseessä tuotanto-, varasto- vai ostokortti.
- Valitse ohjelman valikosta oikea työvaihe, jolle tahdot kanban-kortit valmistaa.
- Kirjoita määrittämäsi eräkoko vasemmalla keskellä oleviin "**Määrä/Lava**" ja "**Valmistus- tai Ostoerä**" soluihin.
- Kirjoita Kuvion 5 alimmaisen nuolen kohdalla "**Pakkaustapa**"- solulle, kuinka tuote pakataan, esimerkiksi: "Iso eurolava, 2 kaulusta, pohjalevy, muovipanta".
- **Lisätiedot**- lokeroihin voit tarvittaessa kirjoittaa merkittäviä tietoja esimerkiksi kortin kulusta tai varastoinnista.
- Jos teet tuotantokortteja ja tahdot muodostaa yhdistettyjä työvaiheita, kirjoita työvaiheet "**yhdistetyt työvaiheet**" -soluun.

Kuviossa 6 on esitetty tuotantokortit - ohjelman vaiheen 2 painikkeiden ja täytettävien osioiden sijainnit.

Ohjauskortti

Perustiedot
 Nimiketunnus 050 019 00 Työväihet 1 - Kon. kesk. Niigata 1 Korttityyppi Tuotanto Varasto Osto
 KanbaniID 887
 Korttimaara 2
 Korttinumero 2

Työväihe Kon. kesk. Niigata 1 Nimi Kotelo,teleskooppi
 Määrä/Lava 250 Varastopaikka 30-C/ 10A1A3 Työnumero
 Valmistus- tai Ostoraä 250 Hakupaikka Työnumerorakenne Tilauskortti
 Seur. työväihe Lisäkortti
 Yhdistetyt työväiheet Uusi Kopioi tiedot
 Lisätiedot Tallenna
 Hae Oscar
 Tulosta Esikatselu
 Poista

Pakkaustapa Pieni lava, 2 kaulus, pohjalevy, muovipanta.

Kortit
 KANBANID Nimiketunnus Nimi

KBID	NIMIKETUNNUS	RIVINRO	KORTTINRO	KORTTITYYPPI	TYÖVAIHE	LISATIETO1
887	050 019 00	1	2	O	Kon. kesk. Niigata 1	
885	051 646 00	1	3	T	Sinkop./kastomaalaus	Tuotteen hakupaikka 10-B-11-B-1.
883	051 783 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata	
882	101 004 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata 1	
881	052 708 00	1	1	T	Kon. kesk. Niigata	
879	050 389 10	1	2	T	Hitsaus	Vetovarsi Tele 940 oikea 050 390 10 kulke
878	050 390 10	1	2	T	Hitsaus	Vetovarsi Tele 940 vasen 050 389 10 kulke
873	050 665 00	1	1	T	Kokoonpano PK-metalli	
872	052 220 00	1	1	T	Kokoonpano	

KUVIO 6. Tuotantokortit, vaihe 2.

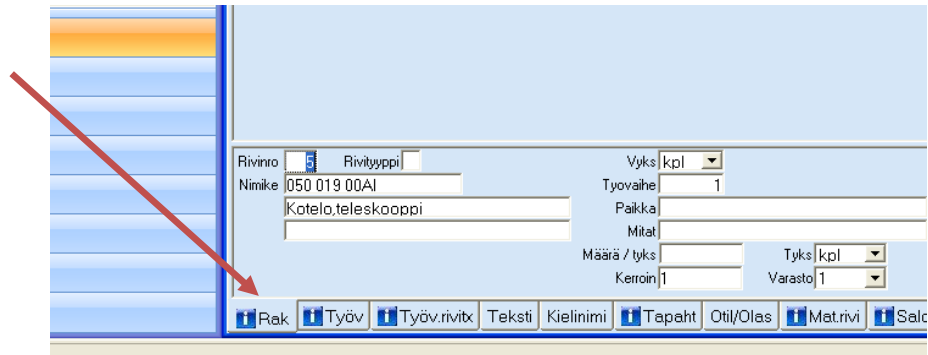
Vaihe 3.

- Paina ruksi "Esikatselu"- kohdasta ja paina "Tulosta"- painiketta, jolloin voit esikatsella valmistamaasi korttia.

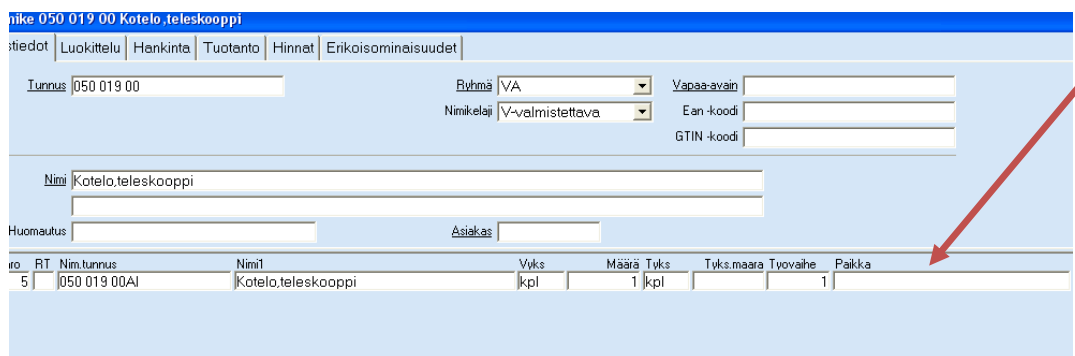
Uusi Kopioi tiedot
 Tallenna
 Hae Oscar
 Tulosta Esikatselu
 Poista

KUVIO 7. Esikatselu/tulostus-painikkeiden sijainnit korttiohjelmassa.

- Jos kortin alaosassa olevissa alanimikkeiden tiedoissa ei lue tuotteen haku-
paikkoja, ja koet tarvitsevasi ne kortin tietoihin, toimi seuraavasti:
 - Avaa tietokoneellasi yrityksen Oscar/Oscar Pro- toiminnanohjausjär-
jestelmä
 - Avaa vasemmasta yläkulmasta pikavalikosta "Nimiketietojen ylläpito"-
osio ja "syötä Nimiketunnus"- soluun kirjoita tuotteen nimiketunnus ja
paina Enter.
 - Paina sivun alaosasta "**Rak**"-painiketta kuvion 8 osoittamasta kohdas-
ta, jolloin tuotteen alanimikkeet tulevat esiin. "Paikka"- soluihin täyt-
tämällä tuotteiden varastopaikkojen osoitteet näkyvät ne tällöin myös
kanban-korteissa. Muista tallentaa tiedot Oscar:ssa.

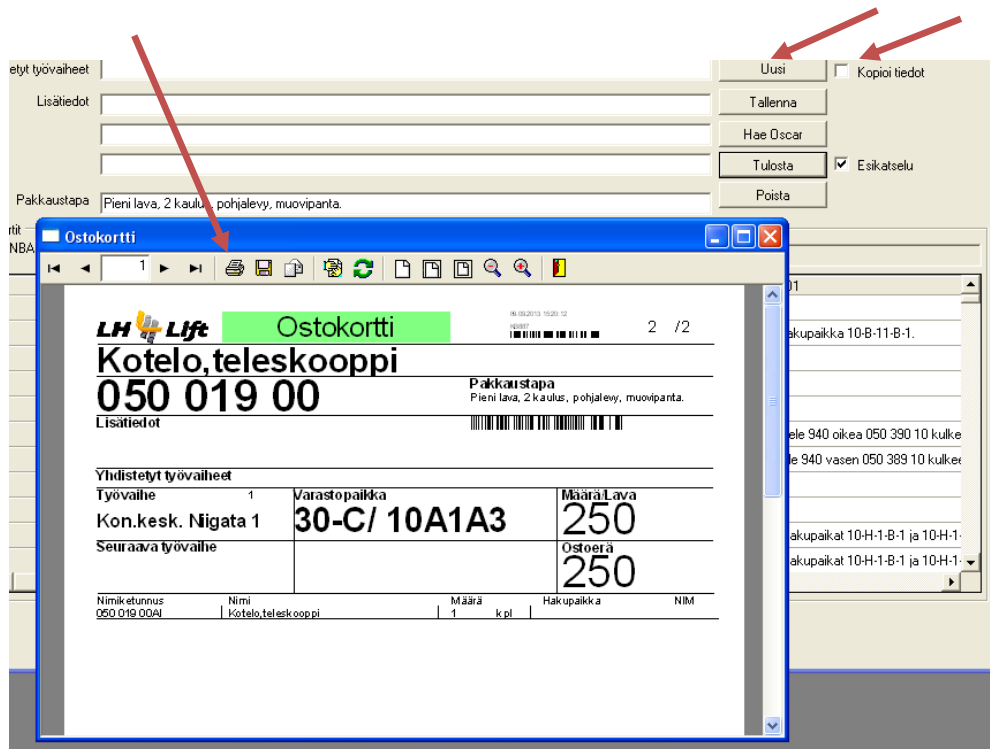


KUVIO 8. Rakenne- valikko Oscar:ssa.



KUVIO 9. Paikka-solun sijainti Oscar:ssa.

- Jos kanban-kortti sisältää kaikki tarpeelliset tiedot, paina esikatselu-sivun Tulosta-painiketta kuvion 10 osoittamasta kohdasta.
 - Muista asettaa tulostusasetuksista värit tulostukseen.
- Jos tahdot tehdä tuotteelle toisen saman työvaiheen kortin, paina kuvion 10 mukaisesti "**Kopioi tiedot**"-kohtaa ja "**Uusi**"-painiketta, jolloin korttiluku tallentuu Kanban-kortin oikeaan yläkulmaan.
- Tulostettuasi kortit taita ne muovitaskuihin ja kiinnitä valmiiden lavojen kylkiin. Jollei varastoissa ole sillä hetkellä tuotetta olemassa, vie kortit työvaiheen korttihillylle työjonoon.



KUVIO 10. Valmis kortti Esikatselu/tulostus-tilassa.

2.4 Järjestelmän tarkkailu

Valmistettuasi kanban-kortit on suositeltavaa tarkkailla korttien toimintaa jonkin ajan, esimerkiksi kahden viikon kuluttua. Tällöin kannatta esimerkiksi laittaa merkille, onko kortteja riittävä määrä ja kulkevatko ne oikein töiden mukana työvaiheen ja varastojen välillä.

2.5 Korttien muutokset ja päivitykset

Esimerkiksi varastopaikkojen hyllyrivien muutosten myötä saattavat hyllyosoitteet muuttaa merkitystään. Tällöin kortit kannattaa päivittää vastaamaan sen hetkistä tilannetta. Muita päivityskohteita voivat olla esimerkiksi tuotteen rakennemuutokset, eräkokojen muutokset tai pakkaustavan vaihtuminen.

2.6 Korttien vähentäminen

Tavoitteena kanban-järjestelmän periaatteissa on vähentää kanban-kortteja yksi kerrallaan pois tuotannon kierrosta, jolloin pyritään pienentämään varastojen kokoja ja edistämään virtausta. Tällöin tuotannon menetelmätapoja on pyrittävä kehittämään sen mukaisesti, että tavoite olisi mahdollista saavuttaa.

3 LISÄTIETOA KANBAN-JÄRJESTELMÄSTÄ

Lisää tietoa kanban-järjestelmän periaatteista on mahdollista saada esimerkiksi alla olevista teoksista. Likerin teos selventää syvällisemmin kanban-järjestelmän periaatteita ja toimintatapoja sekä pääasiassa Toyotan tavan henkeä. Kanban for the Shopfloor kertoo taas enemmän kanban-järjestelmän teknisistä ratkaisuista, kuten eräkojen määrittämisistä.

Tietoa Kanban-järjestelmästä:

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. 2. uud. p. Helsinki: Readme.fi.

The productivity press development team. 2002. Kanban for the shopfloor. New York

Liite 7. Kyselylomakkeen tulokset kanban-ohjauksen käytettävyydestä.

Kyselylomake LH Lift

Tulokset, kaikki vastanneet

Jouni Hytönen

Kysely suoritettu:

25.4.2013-3.5.2013

Vastaukset katsottu läpi:

12.5.2013-13.5.2013

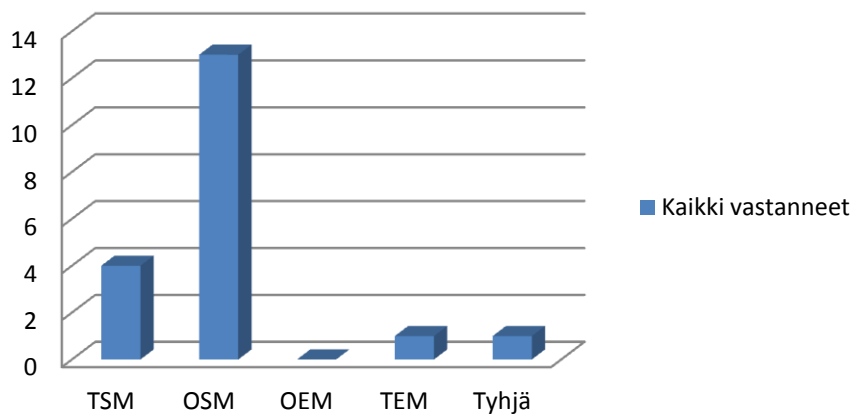
Vastanneita:

19 kappaletta

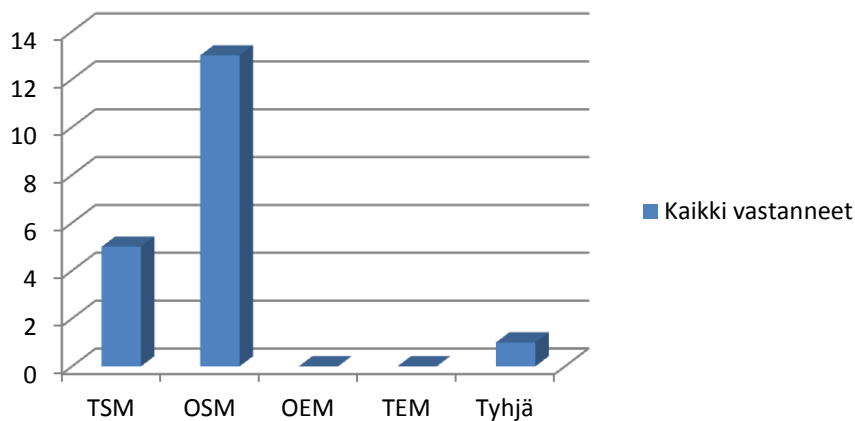
Taulukoiden lyhenteet ja merkitykset:

TSM	Täysin samaa mieltä
OSM	Osittain samaa mieltä
OEM	Osittain eri mieltä
TEM	Täysin eri mieltä
EOS	En osaa sanoa
Tyhjä	Työntekijä on jättänyt vastaamatta kysymykseen

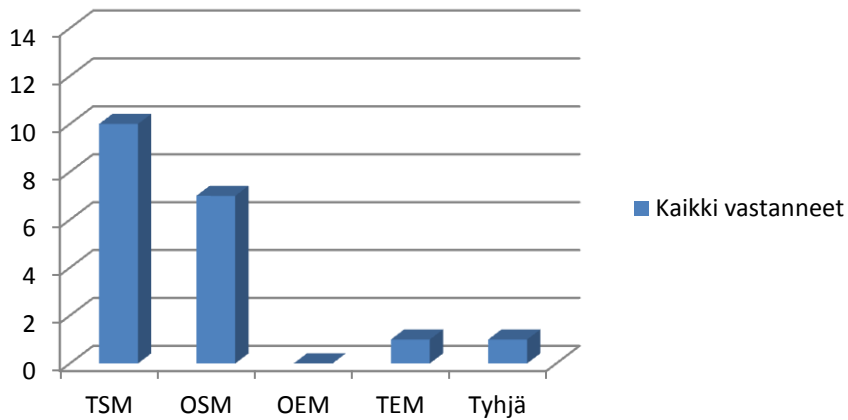
1.1. Olen kokenut korttiohjauksen hyödylliseksi tuotannon- ja varastonohjauksessa.



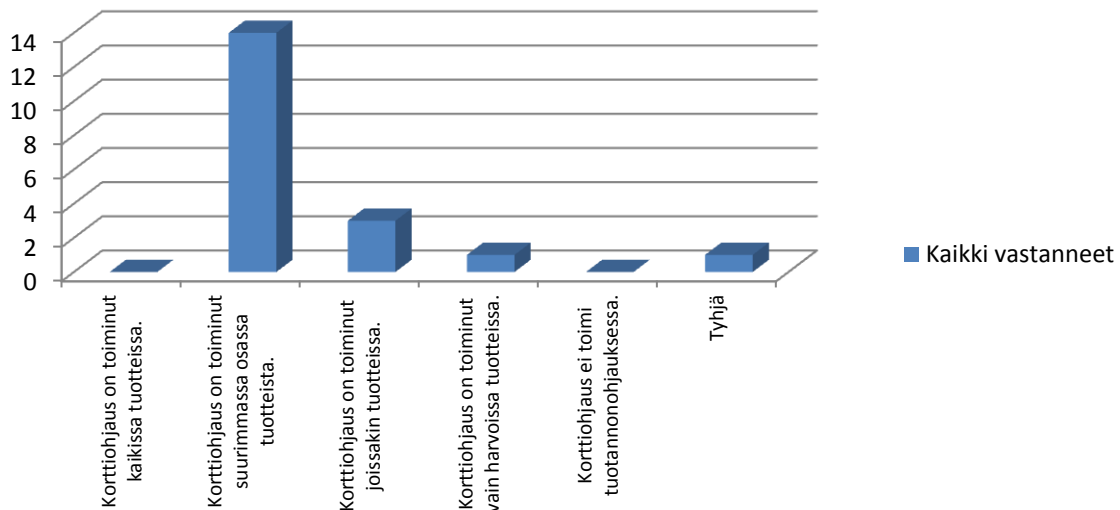
1.2. Korttiohjaus voitaisiin laajentaa jatkossakin kaikkiin sille soveltuviin tuotteisiin.



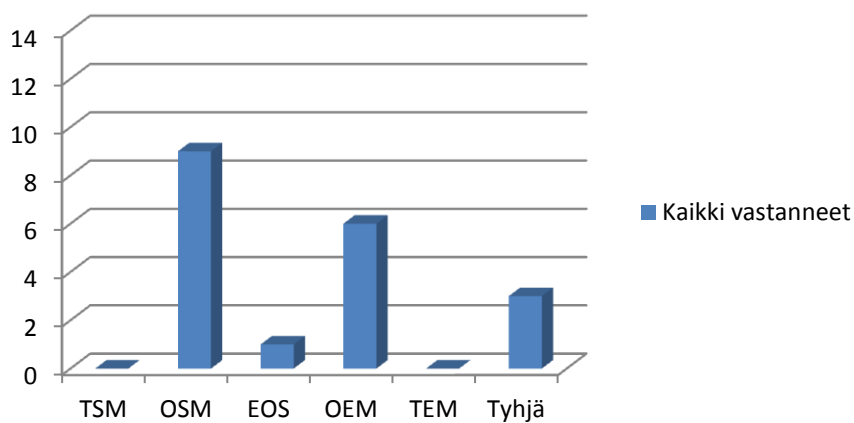
1.3. Ajassa taaksepäin katsottuna korttiohjauksessa on menty parempaan suuntaan.



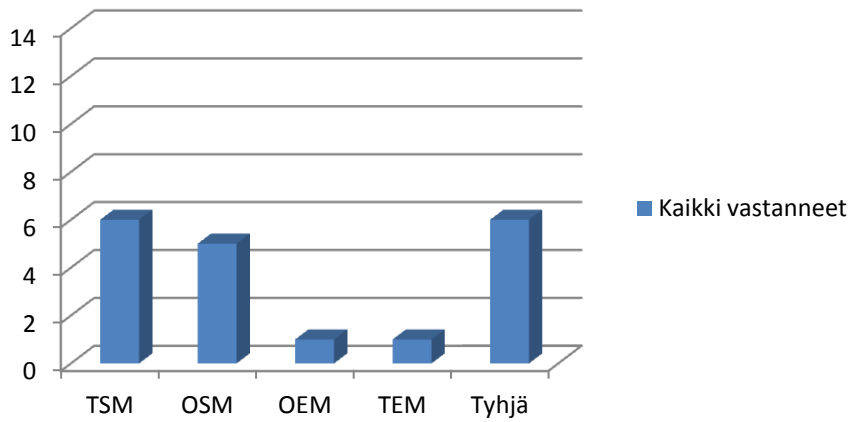
2. Korttiohjauksen toimivuus ohjatuissa tuotteissa



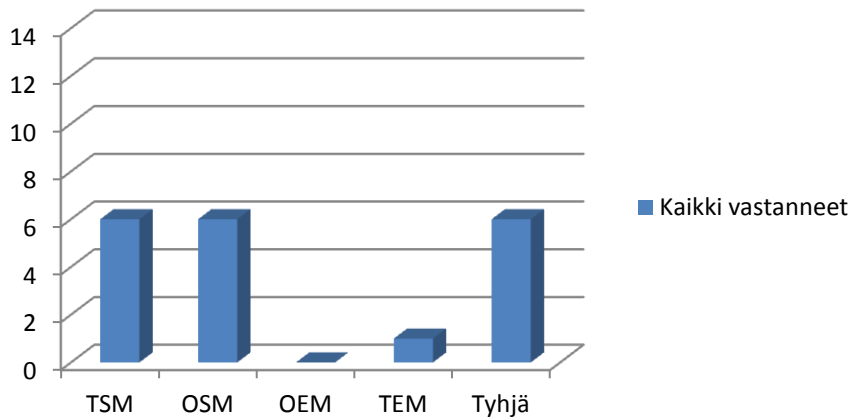
3.1. Korttiohjauksen ansiosta saan oikeaan aikaan tarvitsemäni osat tuotannossa.



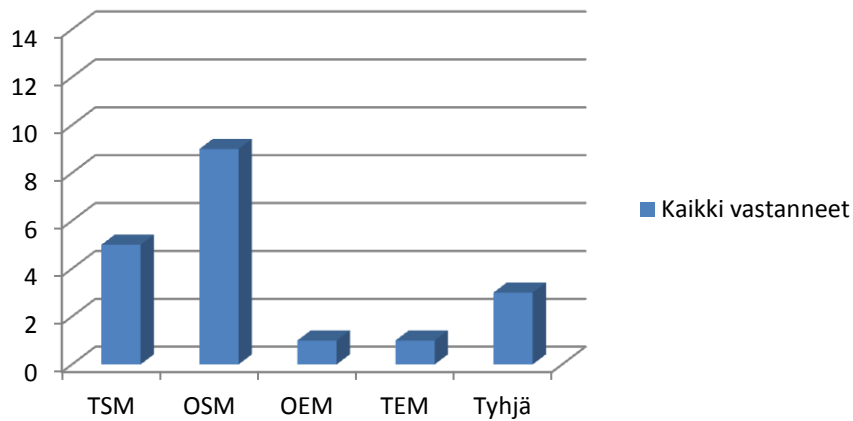
3.2. Varastojen koot ovat olleet riittävät vetovarsissa omaa työtehtävääni koskien.



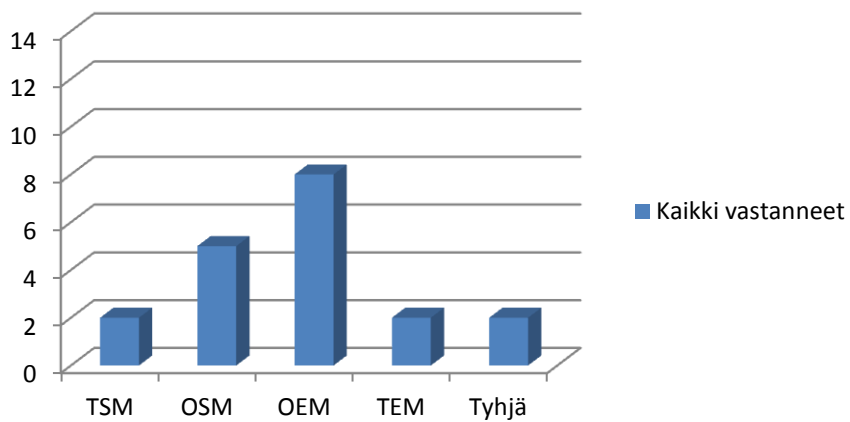
3.3. Varastojen koot ovat olleet riittävät vetokoukuissa omaa työtehtävääni koskien.



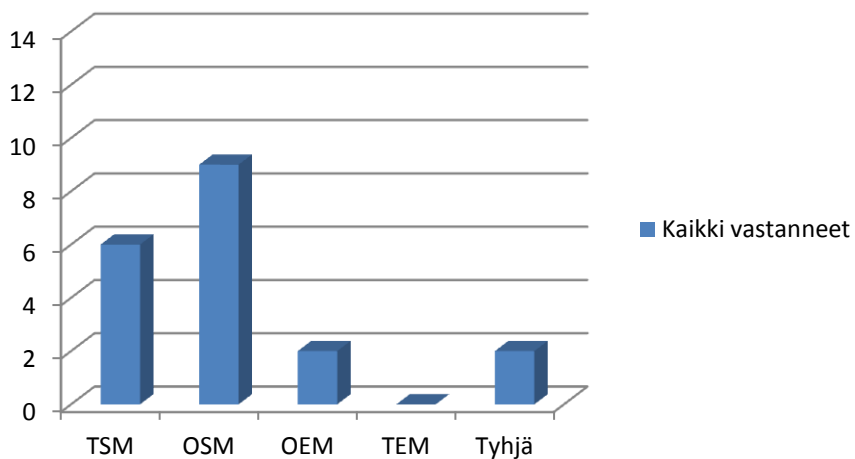
3.4. Varastojen koot ovat olleet riittävät muissa tuotteissa työtehtävääni koskien.



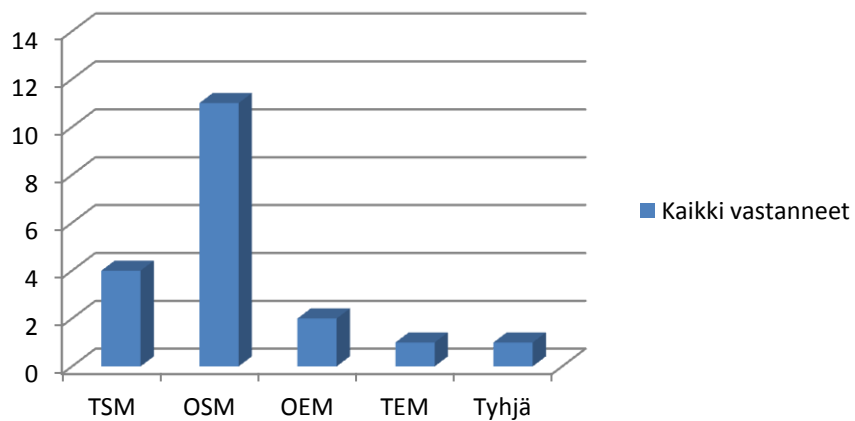
3.5. Tuotteiden haku hyllypaikoilta on selkeää ja tuotteet sijaitsevat korttien osoittamilla paikoilla.



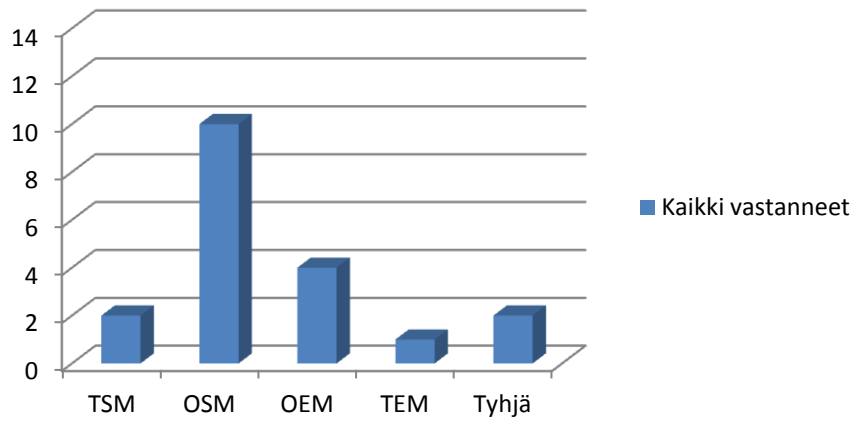
4.1. Korttihilly edistää työpisteeni järjestystä.



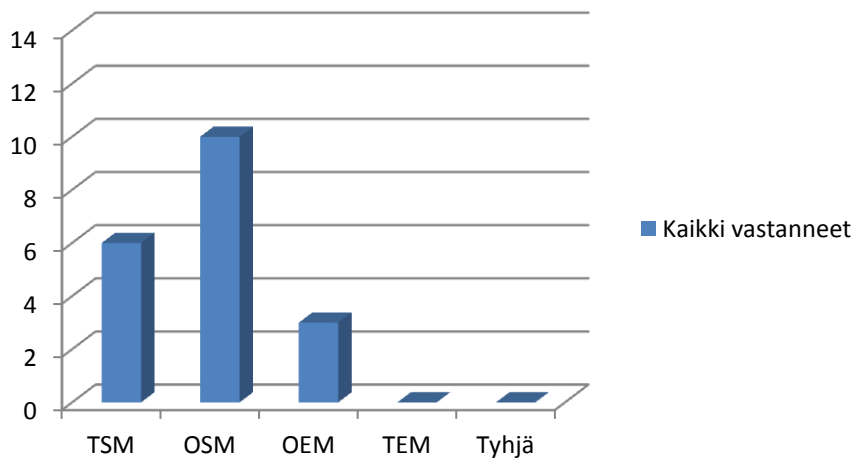
4.2. Korttihilly on auttanut hahmottamaan oman työvaiheeni kuormitusta.



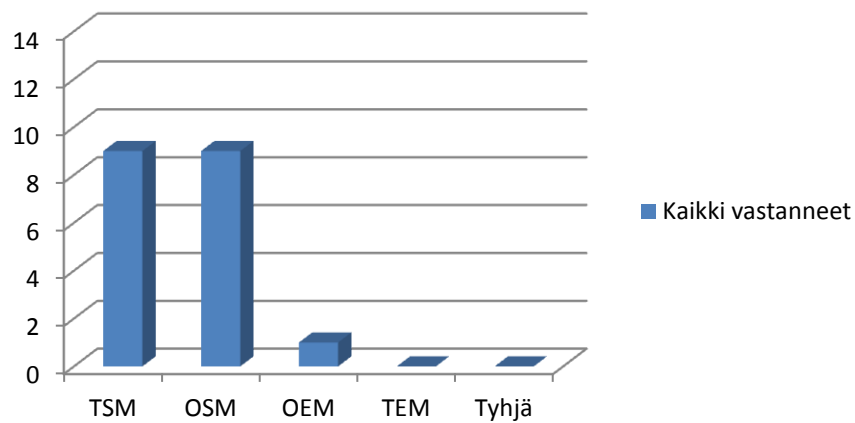
4.3. Korttiryly auttaa hahmottamaan seuraavan työn aloittamista.



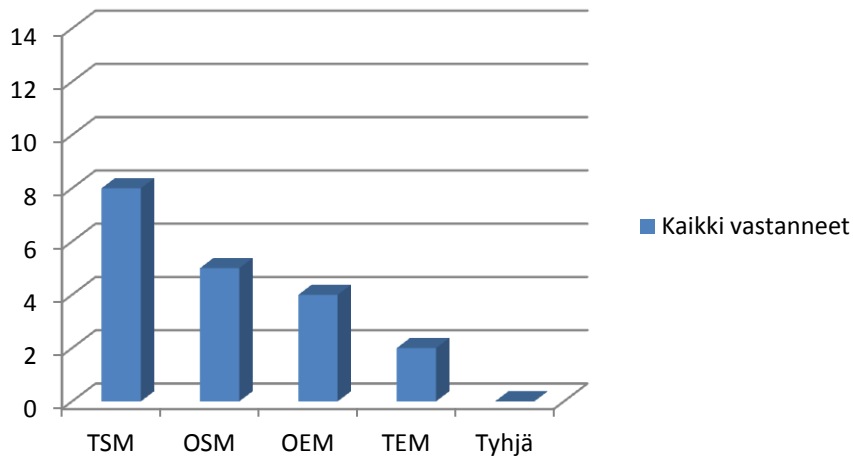
5.1. Korttien ulkoasu on selkeä.



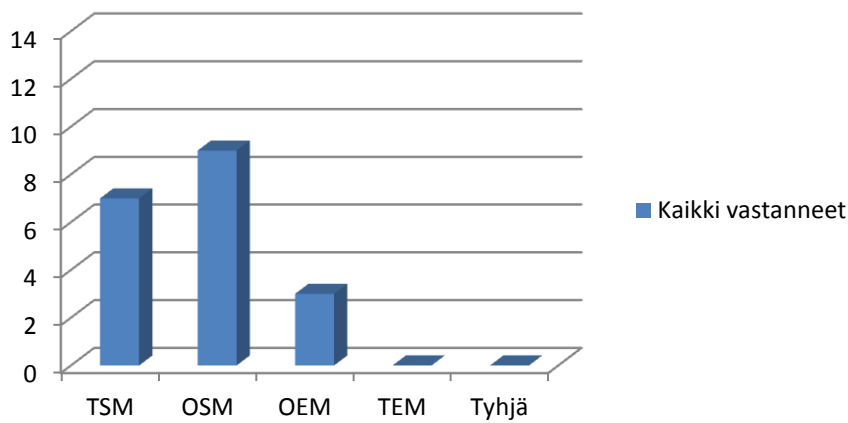
5.2. Kortti sisältää tarpeellisen määrän tietoa työvaiheesta.



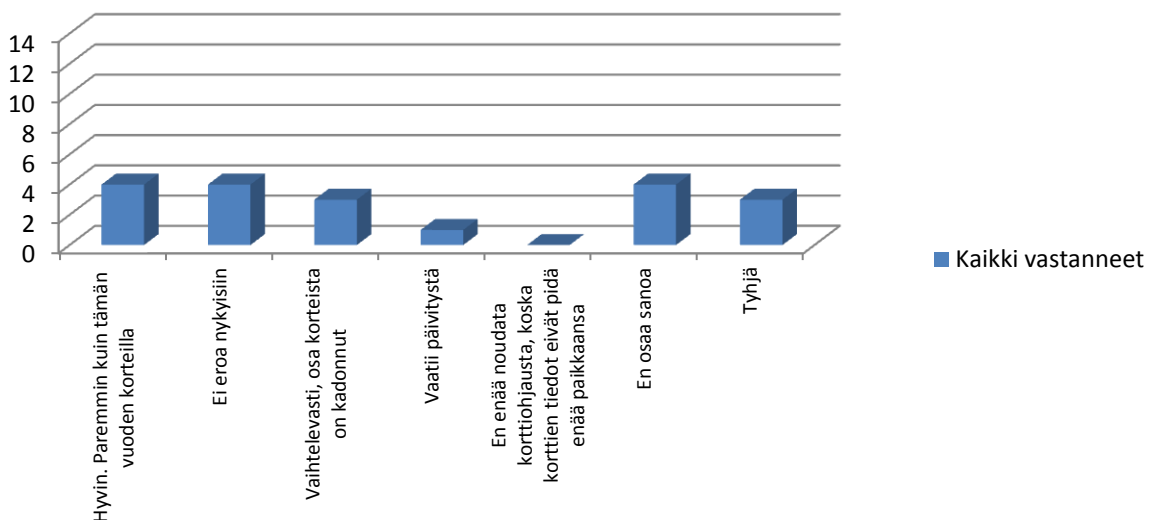
5.3. Hyllypaikkojen merkinnät ovat selkeät.



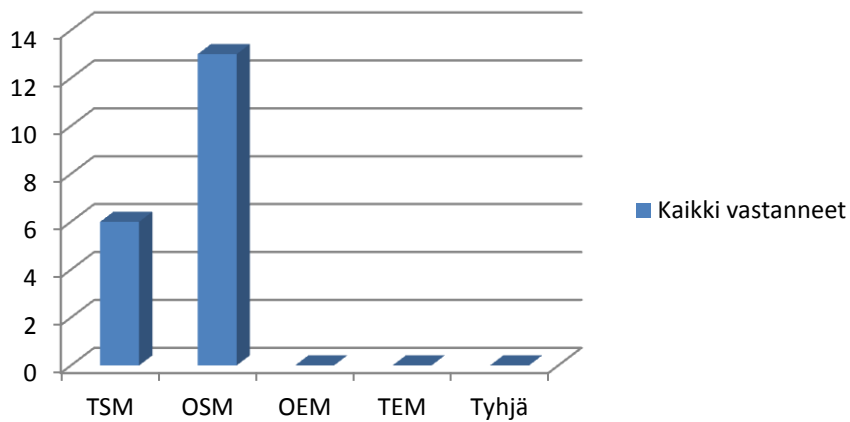
5.4. Löydän kortille merkityn hyllypaikan väli- ja valmisvarastoista.



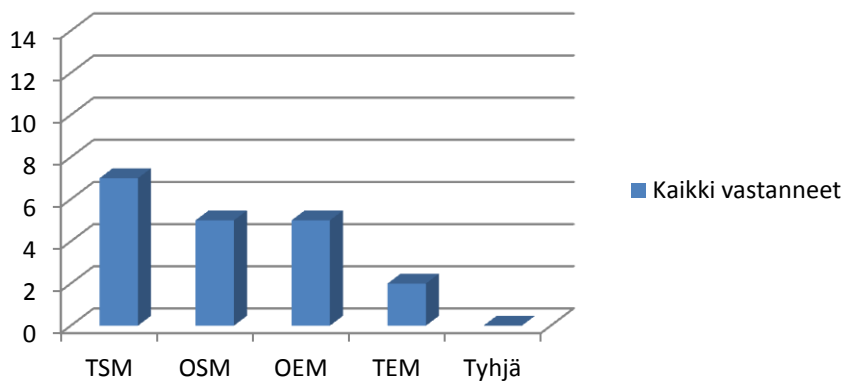
6.1. Miten tänä päivänä korttiohjaus toimii vuosi sitten ohjaukseen siirretyille tuotteille?



7.1. Ymmärrän hyvin korttioshjouksen toimintaperiaatteen ja osaan toimia sen mukaisesti.



7.2. Mielestäni olisi tarpeellista järjestää koulutustilaisuus kerraten korttioshjouksen toimintaa.



Avoimet Kysymykset:

(Numero kommenttien edessä aina samalla vastaajalla.)

8.1. Toivoisin korttioshjausta seuraaviin tuotteisiin:

(1) "Vois olla kaikissa tuotteissa"

8.2. Tuote/tuotteet, jossa korttioshjaus ei toimi, **miksi?** :

(2) "Lähes kaikissa tuotteissa välivarastot nolilla!"

(3) "Vetovarret tulevat kokoonpanosta oikealle alueelle mutta eivät kortin merkitylle paikalle. Johtaa välillä siihen että lavat päätyy väärille hyllyillekin."

(4) "Kääntyvä etunostolaite, liian paljon nimikkeitä --> ei tilaa kokoonpanossa --> Sekamelska"

8.3. Mitä pitäisit suurimpana riskitekijänä korttiosuunnittelussa(miksi korttiosuunnittelu ei toimi)?

- (1) "Kaikki ei noudata sitä"
- (2) "Kts 8.2. Porukka ei sitoudu käyttöön --> halutaan tehdä pidempiä sarjoja."
- (3) "Ei ole aina materiaalia tehdä oikeita tuotteita, jolloin tehdään tavaroita joille ei ole kortteja enään jäljellä."
- (5) "Vapaisiin paikkoihin työnnetään sinne EI kuuluvia tuotteita."
- (6) "-Jos ei tehdä päivityksiä."

8.4. Muutosehdotuksia korttiosuunnitteluun/vapaa sana:

- (5) "Pienen yrityksen joustavuus häviää näillä korteilla."
- (7) "Työpisteessä ei ole korttiosuunnittelusta"