

Alatakkari Mika

Toimitusketjun kehittäminen

Opinnäytetyö
Talvi 2014
Tekniikan Yksikkö
Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Mika Alatalkkari

Työn nimi: Toimitusketjun kehittäminen

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 44

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyö käsittelee alumiinisia Hyxal-sähkökaapelikouruja sekä niiden lisälaitteita valmistavan A&M Välilehto Oy:n tuotantoketjun kehittämistä. Kehitysprojekti on osa JärviseuTu-Töysä-Ähtäri alueella tehtävää Alunno-hanketta, jonka tarkoitus on parantaa alueen alumiiniteollisuuden kilpailukykyä. Yritys toimi aiemmin Tampereella, mutta omistajanvaihdoksen myötä toimipaikka sekä henkilöstö vaihtuivat. Uuden sijainnin luomat toimitusketjun haasteet sekä järjestelmällisen tuotannonohjauksen puute aiheuttivat toimitusten venymistä ja varaston kasvua. Tätä varten yritykselle suunniteltiin lean-periaatteita hyödyntävä imuohjausjärjestelmä.

Lean-filosofia pyrkii poistamaan arvoa tuottamattoman toiminnan. Opinnäytetyössä kehitettiin kappaletuotannossa toimivan yrityksen tuotannonohjausta. Kehittämisessä hyödynnettiin joitakin lean-toimintatapoja. Suunniteltu järjestelmä ulottaa imuohjauksen sekä puskurivarastot alihankintaketjuun, jolloin osa- ja valmisvarastojen täydennysaika on nopea. Järjestelmä minimoi profiilin pitkästä valmistusajasta johtuvan pullonkaulan synnyttämiä toimitusketjun kustannushäviöitä. Kehittämistoimenpiteillä saavutetaan parempi toimitusvarmuus pienemmillä varastoinnin kustannuksilla. Tämä tuottaa yritykselle lisäarvoa asiakastyytyväisyyden muodossa ja kustannussäästöjä asiakasreklamaatioiden vähenemisen myötä. Samalla yrityksen kannattavuus ja kilpailukyky kasvaa.

Avainsanat: tuotannonohjaus, alumiini, alihankinta, varastointi, lean, imuohjaus, kanban

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Mika Alatakkari

Title of thesis: Development of the delivery chain

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2014

Number of pages: 44

Number of appendices: 2

This thesis reviews the development of the supply chain of A&M Vällilehto Oy, which manufactures aluminium Hyxal-cable channels and their accessories. The development project is a part of the Järviseuutu-Töysä-Ähtäri regions Aluinno-project, whose aim is to improve the competitiveness of the regional aluminium industry. The enterprise was formerly located in Tampere, but as a result of the company acquisition the location and personnel of the enterprise were changed. The new location-based challenges of the delivery chain and lack of the systematic production control caused the inventory growth and delay of deliveries. For this reason a new pull control production system, which applied the lean-principles, was designed.

The lean-philosophy aims at removing all the non-value adding activities. In this thesis a production system of an enterprise operating in the piece good production was developed. The development utilized some lean principles. The developed system extends the pull control and buffer inventories to the subcontractor chain, when filling of the part and complete product inventories is fast. The system minimizes the expenses of the delivery chain by reducing the hindrance of the profile production. By these improvements a better reliability of delivery with the smaller inventory expenses is attained. This adds the value of the enterprise in form of the better customer satisfaction and lowers the expenses by cutting of the consumer complaints. At the same time the profitability and competitiveness of the enterprise grow.

Keywords: production control, aluminium, subcontracting, inventory, lean, pull control, kanban

SISÄLTÖ

SISÄLLYS

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta, tavoitteet & rajaukset	8
1.2 Yritys	8
2 TUOTANNONOHJAUS.....	10
2.1 Klassinen tuotannonohjaus	10
2.2 LEAN.....	13
2.2.1 Resurssitehokkuudesta virtaustehokkuuteen.....	13
2.2.2 Leanin määritelmä	14
2.3 Imuohjaus ja kanban	15
2.4 5S.....	19
2.5 Ulkoistaminen.....	21
3 TOIMITUSKETJUN ESITTELY	24
3.1 Toimitusketju kehitysprojektin alussa	24
3.2 Toimitusketjun ongelmat	25
3.3 Toimitusnopeutta varastoimalla.....	27
3.4 Kapasiteettiin investoiminen.....	27
3.5 Prosessien optimointi ja läpimenoaika	28
4 OHJAUSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN	29
4.1 Kehitys pilottituotteen avulla.....	29
4.2 Pilottituote	30
4.3 Eräkokojen määrittäminen.....	32
4.4 Alihankintayhteistyön kehittäminen	33
4.4.1 Mäkelä Alu Oy.....	34

4.4.2 An-La Oy.....	34
4.4.3 E.S. Lahtinen Oy.....	36
4.4.4 Tarvikeosien toimittaja	36
4.5 Varastoinnin kehittäminen.....	37
5 YHTEENVETO.....	41
LÄHTEET	43
LIITE 1: Alkuperäinen materiaalivirta.....	45
LIITE 2: Välilehdon osa- ja valmisvarasto.....	46

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Taulukko 1. Ulkoistuksen kohteet ja määrä teollisuuden yrityksissä 2000–2006.	22
Taulukko 2. Ulkoistamisen motiivit teollisuusyrityksissä.....	22
Taulukko 3. Ote seinäkannakkeiden todellisesta tilauskoosta.	26
Taulukko 4. Kannakkeiden tuoteperhe.....	30
Taulukko 5. Anlan vaakapalkkien hyllypaikat.	38
Kuvio 1. Esimerkki tuotantolaitteiden käyttötehokkuuden vertailemisesta.	11
Kuvio 2. Työntöohjauksen periaate.....	12
Kuvio 3. Imuohjauksen periaate.....	16
Kuvio 4. Yksinkertainen kanban-ketju.....	18
Kuvio 5. Kahden kortin kanban.	19
Kuvio 6. Tilaus-toimitusprosessi.....	24
Kuvio 7. SK12 kannake.....	30
Kuvio 8. SK620-660 kannake.....	31
Kuvio 9. Seinäkannake SK220.....	32
Kuvio 10. Valmiin seinäkannakkeen osoitelappu.	39
Kuvio 11. Kannatinpalkin osoitelappu.	39

Käytetyt termit ja lyhenteet

ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
TPS	Toyota Production System, Toyotalla kehitetty tuotantojärjestelmä. Leanin perusta.
Kanban	Japaninkielinen sana, joka tarkoittaa korttia. Lean-järjestelmissä tavanomainen merkinantotekniikka
VMI	Vendor Managed Inventory, hyllyynkantopalvelu. Palvelu, jossa varaston ylläpidosta huolehtii varastoitavien artikkealien toimittaja
EOQ	Economic Order Quantity, tasamenekkisen varaston optimiostoerän määrittämiseen käytetty laskutapa.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta, tavoitteet & rajaukset

Tämä opinnäytetyö käsittelee Hyxal-kaapelikouruja sekä niiden kiinnitinlaitteita valmistavan yrityksen A&M Vällilehto Oy toimitusketjun kehittämistä. Kehitystyö on osa Alulnno-projektia, joka pyrkii parantamaan JärviseuTu-Töysä-Ähtäri-alueen alumiini- ja metallialan yritysten kilpailukykyä kiristyvässä ja globalisoituvassa teollisuuden haarassa. (Järvi-Pohjanmaa 2013.)

Omistajan sekä toimipaikan vaihdoksen myötä yrityksen toimitusketjussa oli vakavia resursseja kuluttavia puutteita, joita tässä työssä pyritään kartoittamaan sekä ratkaisemaan. Tavoitteena on kehittää lean-työkaluja käyttäen joustava imuohjausjärjestelmä, joka kykenee vastaamaan asiakaskunnan vaihtelevaan tilauskantaan joustavasti ilman korkeita varastointikustannuksia. Jotta nämä tavoitteet saavutetaan, perehdytään työssä yrityksen toimintamalliin, sen puutteisiin ja kehitysmahdollisuuksiin. Tämän tueksi työssä käsitellään erilaisia tapoja ohjata tuotantoa, ja teoreettisen tarkastelun pohjalta muodostetaan yrityksen tarpeisiin soveltuva imuohjautuva tuotantoketju.

Työssä tarkastellaan toimitusketjun kehittämistä joustavaksi lean-menetelmillä, jonka toimitusvarmuus on korkea. Koska A&M Vällilehdon tuotanto sisältää yli 500 eri nimikettä, kehitystyö on projektin yksinkertaistamiseksi rajattu käsittämään ainoastaan seinäkannakkeiden tuoteperhe. Järjestelmä laaditaan ja pilotoidaan näillä nimikkeillä. Koska tuotteiden mekaaninen prosessointi teetetään alihankintana, valmistusprosessien kehitys ei ole työn piirissä. Myös tuotekehitys on rajattu työn ulkopuolelle.

1.2 Yritys

Hyxal Oy (jatkossa Hyxal) oli tamperelainen vuonna 1986 perustettu yritys, jonka päätuotteena olivat alumiiniset kaapelikiskot sekä niiden asennukseen liittyvät lisä-

laitteet. Alumiinista valmistetut kaapelikiskot ovat suosittuja etenkin prosessi- ja kaivosteollisuudessa niiden keveyden sekä paloturvallisuuden vuoksi. Yrityksen asiakaskunta koostuu kotimaisista ja eurooppalaisista asiakkaista. Toimiessaan Tampereella Hyxalilla ei ollut käytännössä minkäänlaista dokumentoitua toiminnanohjausjärjestelmää, vaan toiminta perustui pitkälti toimitusjohtaja Matti Pentin intuitioon. Kokemuksensa avulla hän kykeni ennustamaan varsin mallikkaasti profiilien ja osavalmisteiden tarpeen. Näin toimitusvarmuus oli hyvä. Tampereella toimiessaan Hyxal vastasi itse kotimaan myynnistä. Keski-Euroopan myynnin sen sijaan hoiti itävaltalainen teknisten tuotteiden jälleenmyyntiin erikoistunut Rowa-Moser Productions GmbH (jatkossa Rowa-Moser). (Haastattelut 2012.)

Vuoden 2011 alussa omistajapariskunta, Matti ja Eevaliisa Pentti, luopui liiketoiminnastaan. Tämän seurauksena Hyxalin tuotteiden Keski-Euroopan jälleenmyyntiä pitkään hoitanut Rowa-Moser osti kaapelikiskojärjestelmien tuoteoikeudet, materiaalit sekä tuotantolaitteet itselleen. Hyxal-tuotenimen käyttö jatkuisi edelleen. Rowa-Moser oli kuitenkin aiemmin toiminut ainoastaan tukkukauppiaana, eikä sillä ollut aikaisempaa kokemusta tuotantotyöstä. Sen sijaan, että tuotanto olisi siirretty Itävaltaan, toiminta siirrettiin Alajärven Luoma-Ahon kylässä toimivan A&M Vällilehto Oy:n (jatkossa Vällilehto) tehtäväksi. Tuotanto uudessa toimipaikassa alkoi toukuussa 2011. (Haastattelut 2012.)

2 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan toimintaa, joka tuottaa informaatiota tuotannon tilasta ja pyrkii sovittamaan toisiinsa markkinoiden tarpeet ja tuotannon mahdollisuudet. Tähän tavoitteeseen päästäkseen ohjausjärjestelmä valvoo jatkuvasti tuotanto-, tuote-, tilaus- ja varastotietoja. Näiden tietojen pohjalta yrityksen eri toiminnot, kuten valmistus, myynti, osto sekä yritysjohto, voivat luotettavasti suorittaa omaa tehtäväänsä. Valmistukselle tuotettavan tiedon päämääriä ovat taloudellinen valmistus sekä tuotantoaikataulut. Myynti vuorostaan tarvitsee informaatiota valmistuskustannuksista ja mahdollisuuksista tarjouslaskennan tueksi. Osto tarvitsee informaatiota tuotannon materiaaltarpeesta. Yritysjohdolle tärkeää informaatiota on yrityksen yleistilanne sekä kokonaiskustannukset. (Airas 1985; Hokkanen 2010.)

Voidakseen tuottaa tarkoituksenmukaista tietoa, ohjauksen on tiedettävä mitä tietoja tarvitaan toimintojen suorittamisessa, missä muodossa tiedot on esitettävä ja kuinka usein tiedot tulee esittää. Jalostaakseen nämä tiedot käyttökelpoiseksi ohjauksen on saatava tarkkailtavilta toiminnoilta riittävästi perustietoa. (Airas 1985.)

2.1 Klassinen tuotannonohjaus

Nykyaikaisen teollisuustuotannon juuret juontavat 1800-luvun alun teolliseen vallankumoukseen. Tekniikan kehittymisen vuoksi tuotanto siirtyi pienistä sepänpajoista suuriin tehtaisiin, joissa valmistettiin yksittäiskappaleiden sijaan valtavia määriä valmiotuotteita. Nopeasti muodostui tavaksi, että tuotetta valmistettiin valmiiksi asti kooltaan ennalta määrätty sarja tuotteita. Teollinen sarjatuotanto sai näin alkunsa. (Modig 2012, 9-11.)

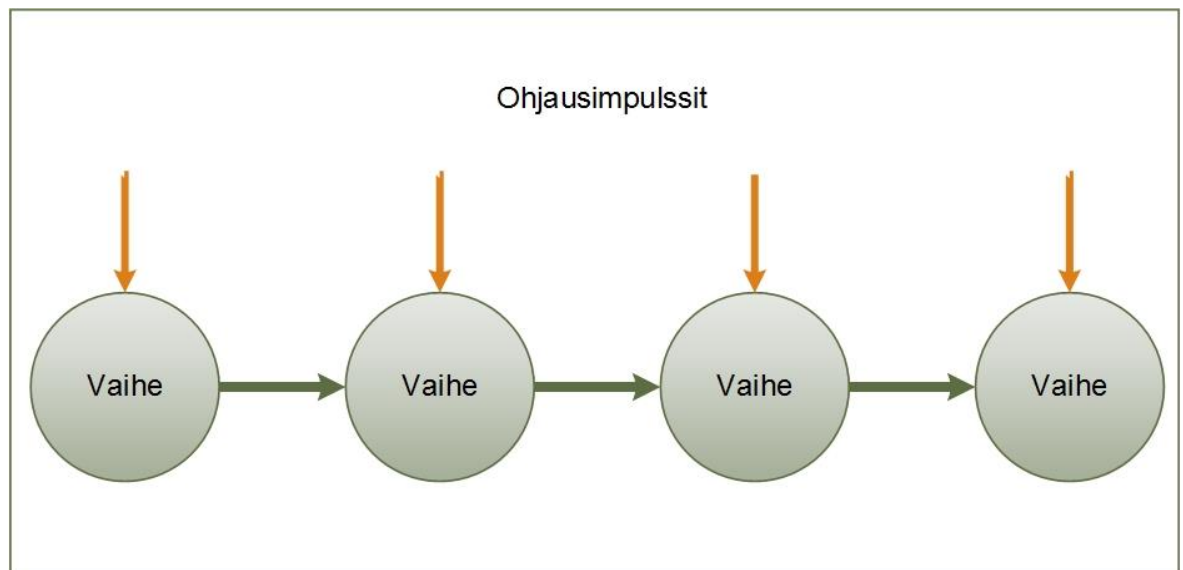
Sarjatuotannon myötä valmistusprosessia alettiin jakaa erillisiin työvaiheisiin. Näissä vaiheissa tuotteelle tehtiin aina sama jalostustoimenpide, jonka jälkeen se siirrettiin seuraavaan vaiheeseen. Tämän vuoksi tehtaiden henkilöstö- ja laitemäärä kasvoi huomattavasti. Uusi valmistustapa kuitenkin vaati aiempaa tehokkaampaa tuotannon koordinoitua ollakseen tehokas. Kuviossa 1 on esimerkki kahden tuotan-

tolaitteen ajallisesta käytöstä työpäivän aikana. Huomataan, että sorvia on tarkastelujaksona käytetty 12,5 prosenttiyksikköä enemmän kuin sahaa. Täten sorvin ajankäytön tehokkuus on korkeampi. Tarkasteltava asia voi ajan lisäksi olla esimerkiksi raha, materiaali, tila yms. Tämän kaltaista tehokkuutta nimitetään resurssitehokkuudeksi, ja se näyttää kuinka hyvin käytössä olleet resurssit on hyödynnetty. (Modig 2012, 9-11.)

	Sorvi	Saha
Tarkastelujakson pituus	8 h	8 h
Käytetty aika	4 h	3 h
Tehokkuus	$4/8=50\%$	$3/8=37,5\%$

Kuvio 1. Esimerkki tuotantolaitteiden käyttötehokkuuden vertailemisesta.

Resurssitehokkuuden parantamiseksi kehitettiin työntöohjaus. Työntöohjaus on perinteinen ja eniten käytetty tuotannonohjausmenetelmä. Sen periaatteena on, että nimensä mukaisesti valmistuserä ”työnnetään” tuotantoprosessin läpi. Kun tuote on käynyt läpi prosessin vaiheen, se siirretään suoraan seuraavaan vaiheeseen. Vaihetta ohjaa erillinen tuotantosuunnitelma, joten pelkkä erän saapuminen uuteen vaiheeseen ei ole impulssi aloittaa valmistuserän jalostamista. Mitä tarkemmin tuotanto on suunniteltu, sitä vähemmän erälle tulee odotusaikaa vaiheiden välissä. Tuotantokerä valmistetaan kokonaisuudessaan tuoteprosessin lopputuotteeksi, joka saattaa olla valmis tuote tai esim. kokoonpanoon siirtyvä puolivalmiste. Kuviossa 2 on havainnollistettu työntöohjausta. (Hokkanen 2010, 209-212.)



Kuvio 2. Työntöohjauksen periaate.

Työntöohjaus on tavanomainen ohjaustyyppi vakiovolyymisille tuotteille, tai ainutlaatuisille, projektinomaisille tuotteille. Tuotantomääriä ei ohjaa todellinen asiakas-tarve, vaan eräkoot suunnitellaan aiemman menekin sekä ennusteiden pohjalta. Usein kuitenkin näiden ennusteiden laatiminen on hankalaa, mikä johtaa tuotantomäärien ja todellisen tarpeen ristiriitaan. Tuotantomääriä suunnitellessa eräkoot usein arvioidaan todellisuutta suuremmiksi. Usein tämä johtuu liian optimistisista ennusteista. Toisaalta ylisuuri tuotantoerä parantaa toimitusvarmuutta, sillä pitkät läpäisyajat ovat työntöohjaukselle ominaista. Ylisuurilla erillä pystytään vastaamaan nopeaan kysynnän kasvuun. Kysynnän laskiessa varastot kuitenkin täyttyvät nopeasti. Yleinen syy ylisuuriin eräkokoihin on myös halu parantaa resurssitehokkuutta, sillä perinteisessä ajattelumallissa kalliin tuotantolaitteen pitäisi tehdä työtä mahdollisimman suuren osan ajasta. Työntöohjaus asettaa haasteita myös laadulle. Suurehkoista eristä johtuen tuotteen laatu poikkeama tai suunnitteluvirhe havaitaan usein liian myöhään, mistä aiheutuu tarpeettomia lisäkustannuksia. (Modig 2012; Haverila 2009; Hokkanen 2010, 209-210.)

2.2 LEAN

LEAN Manufacturing, tai lyhyesti lean, on Toyotan tuotannonohjausjärjestelmään perustuva tuotantofilosofia. Leanin perusajatus on poistaa tuotannosta kaikki lisäarvoa tuottamaton toiminta, hukka. Lean pyrkii kohdistamaan resursseja nopean, joustavan ja laadukkaan tuotannon ylläpitämiseksi.

2.2.1 Resurssitehokkuudesta virtaustehokkuuteen

Toisen maailmansodan jälkeen Japanin talous oli heikossa tilassa. Maa oli valtaviin tuhojen takia uudelleenrakennuksen edessä, mutta rahoitus rakentamiselle oli heikkoa. Teollisuus tarvitsi uutta teknologiaa, mutta länsimaisen laitteiston hankkiminen oli kannattamatonta. Maa tarvitsi jälleenrakennukseen monenlaisia ajoneuvoja, joille ei ollut kuitenkaan juuri kysyntää Japanin ulkopuolella. Siksi länsimaiset massatuotantotekniikat eivät soveltuneet japanilaisten tarpeeseen. Vuonna 1937 perustettu Toyota Motor Corporation kamppaili samassa puutetalouden ongelmassa. Selvitäkseen ongelmista Toyotan pääinsinööri ja leanin isänä pidetty Taiichi Ohno (1912-1990) kehitti uuden tavan ohjata tuotantoa. Tämä tapa oli TPS, Toyota Production System. (Modig 2012, 70-74.)

Sodanjälkeisessä Japanissa oli pulaa kelvollisesta maa-alasta, raaka-aineista, tuotantoteknologiasta sekä taloudellisista resursseista. Tämän vuoksi ensiaskeleet kohti TPS:sää olivat hyvin käytännönläheisiä. Yksinkertainen, ja kuitenkin mullistava lähestymistapa tuotantoon oli, että tehdään oikeita asioita. Länsimainen autoteollisuus oli rakentunut massatuotannon varaan, jossa samaa tuotetta saatettiin rakentaa vuosien ajan riippumatta asiakastarpeesta. Toyotalla ymmärrettiin, että tuotannon tehostamiseksi täytyi selvittää japanilaisen asiakkaan tarpeet. Tarpeeseen vastattiin kolmella kysymyksellä: (Modig 2012, 72.)

- Mitä asiakas haluaa?
- Milloin asiakas haluaa?
- Kuinka paljon tarvitaan?

Vastaaminen näihin kysymyksiin johti nopeasti sarjakokojen pienenemiseen. Sarjakokojen pienentymisestä seurasi, että tuotantokoneiden asetuksia jouduttiin muuttamaan huomattavasti useammin. Tämä johti tuotantolaitteiston kehittämiseen joustavammaksi. Aiemmin jopa päivän vaatineen muotinvaihdon sijaan aikaa kului enää pari tuntia. Pian huomattiin, että oli halvempaa tehdä pieniä sarjoja suurerien sijaan. Syynä tähän pääosin oli huomattavasti pienentynyt raaka-ainevarasto. Pienentyneiden erien vuoksi myös laaturvirheet huomattiin nopeammin, mikä laski valmistusvirheistä aiheutuvia kustannuksia. Näiden seikkojen vuoksi Toyotalla päädyttiin johtopäätökseen, että pienerien valmistaminen joustavassa tuotannossa on tavanomaista massatuotantoa nopeampaa ja laadukkaampaa, ja täten myös taloudellisempaa. Toyota kykeni valmistamaan tuotteita nopeammin, joustavammin, laadukkaammin ja kilpailukykyisempään hintaan kuin kilpailijansa. Toyota oli ensimmäinen yritys joka alkoi järjestelmällisesti antaa painoarvoa resurssien käyttämisen sijaan virtaustehokkuudelle. (Modig 2012.)

Toyotan toimintatapa hyödynsi ihmisresursseja aivan uudella tavalla. Aikaisemmassa joukkotuotannossa suorittava työntekijä oli ”pakollinen paha”, resursseja kulluttava osa tuotannossa jota ei voitu korvata koneella. Koska TPS rakentui matalaan varastoarvoon sekä joustavaan ja laadukkaaseen työhön, täytyi henkilöstön olla ammattitaitoista ja motivoitunutta. Työntekijän piti tuntea oma panoksensa yritykselle tärkeäksi, jolloin laatu ja menetelmien jatkuva kehittäminen siirtyi yrityksen johdon tavoitteista koko henkilöstön tavoitteeksi. (Koenigsaecker 2009, 10-11.)

2.2.2 Leanin määritelmä

Lean on Toyotan mallin pohjalta syntynyt johtamisfilosofia. Taiichi Ohno määritteli TPS:n (ja siten leanin) kahdella tavalla. Toinen määritelmä on, että lean on kaksi yritystä kannattelevaa pilaria: (Koenigsaecker 2009, 10)

- jatkuvan parantamisen konsepti ja käytäntö
- ihmisten kunnioituksen merkitys.

Tämä tarkoittaa yritykseen rakennettavaa kulttuuria, joka arvostaa yksittäisen ihmisen panosta. Tällä tavalla ihminen vapaaehtoisesti tahtoo parantaa ja kehittää. Toinen tapa, jolla Ohno määritteli leanin, on käytäntö jolla toiminnasta poistetaan kaikki hukka. Yksinkertaistaen hukkana voidaan pitää kaikkea mikä ei tuota lisäarvoa. Ohnon seitsemän avainhukkaa ovat: (Koenigsaecker 2009, 11; Modig 2012, 75.)

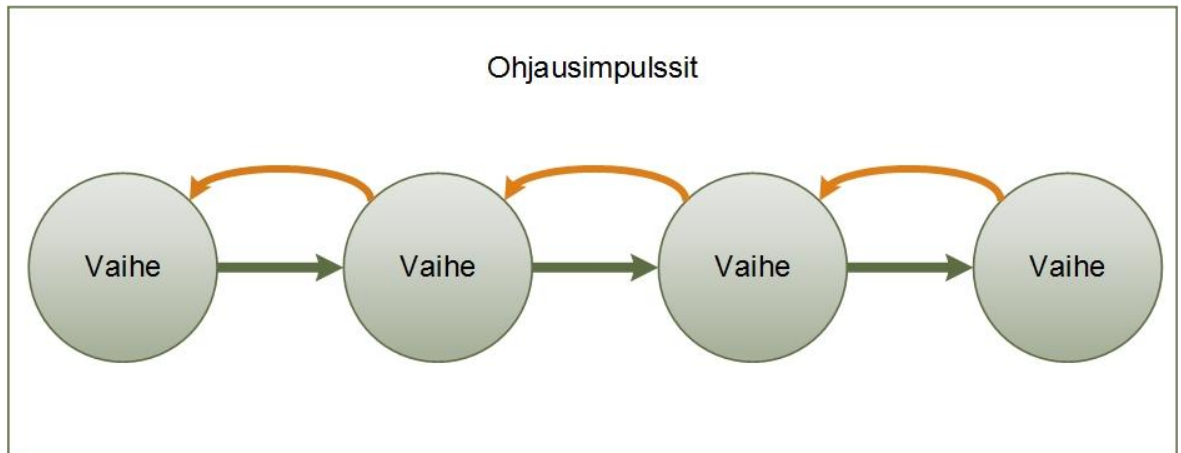
- ylituotanto, tuotetaan enemmän kuin on tarpeen
- viat, aiheuttavat asiakasreklamaatioita
- kuljetus, mikäli tämä ei tuo tuotetta lähemmäs asiakkaan toivetta
- tarpeeton varastointi, seurausta ylituotannosta
- yliprosessointi, jalostetaan tuotetta enemmän kuin asiakas toivoo
- odotus, tuote joka odottaa seuraavaa käsittelyä haaskaa resursseja
- tarpeeton liike, huonosti järjestelty toimitila tai solu hidastaa toimintaa.

Lean on siis tuotantofilosofia, mikä pyrkii jatkuvasti parantamaan arvoa tuottavia prosesseja ja poistamaan arvoa lisäämättömiä toimintoja ihmisen vapaan tahdon kautta. (Koenigsaecker 2009, 10.)

2.3 Imuohjaus ja kanban

Imuohjaus on vahvasti leaniin ja virtaustehokkuuteen kytköksissä oleva ohjaustyyppi. Vaikka ensimmäiset virtausta parantaneet imuohjausmenetelmät ovat olleet käytössä jo Venetsian telakalla 1500-luvulla, hyödynsi Toyota tätä ohjaustapaa ennennäkemättömällä tavalla ja teki imuohjauksesta yhden käytetyimmistä leanin työkaluista. Siinä missä työntöohjaus perustuu aiemman menekin ja ennusteiden pohjalta laadittuun tuotantosuunnitelmaan, imuohjaus perustuu todelliseen asiakastarpeeseen. Ideaalitulanteessa asiakastilaus käynnistää toimitusprosessin, jossa valmistusketjun viimeinen vaihe, usein kokoonpano, aloittaa prosessinsa tilauksen täyttämiseksi. Saadakseen tarvittavat materiaalit tämä vaihe ”imee” edeltävistä työvaiheista tarvitsemansa osat. Esimerkiksi kokoonpano tilaa koneistuksesta, hitsauksesta sekä sähköjohtojen esivalmistuksesta tarvitsemansa osat. Vastaavasti nämä työvaiheet tilaavat edeltävältä vaiheelta tarpeellisen materiaalin täyttääkseen kokoonpanon tarpeet. Valmistusimpulssit kulkevat siis kohti tuotannon alkupäätä tar-

peen mukaan, ei ennalta määrättyä ajankohtana kuten työntöohjauksessa. Imuohjausta on havainnollistettu kuviossa 3. (Haverila 2009; Modig 2012, 13; Hokkanen 2009, 212.)



Kuvio 3. Imuohjauksen periaate.

Imuohjaus on työntöohjaukseen verrattuna kustannustehokas ja sillä on hyvä toimintavarmuus. Itseohjautuvana se ei vaadi erillisen työsuunnittelijan työpanosta, toisaalta sen toiminta ei häiriinny mahdollisista tuotannonohjauksen häiriöistä (järjestelmäviat, johdon sairastumiset). Koska imuohjauksessa tuotetta valmistetaan vain todellisen tarpeen mukaan, ei ylituotantoa synny. Varastosaldojen pieneneminen onkin imuohjauksen merkittävin etu työntöohjaukseen nähden. On kuitenkin yleistä, että yrityksen ohjausjärjestelmä on imu- ja työntöohjauksen yhdistelmä. Esimerkiksi pitkälle räätälöityjä automaattioratkaisuja toimittava yritys saattaa ohjata vakio-osien riittävyttä imuohjaustekniikalla, kun taas erikoissovelluksia vaativat osiot toteutetaan työntöohjauksella. (Haverila 2009; Hokkanen 2009, 213.)

Imuohjauksessa ideaalitalanne on, että vain yksi kappale kerrallaan liikkuu tuotannon läpi. Todellisuudessa tähän pääseminen on kuitenkin käytännössä mahdotonta, sillä monet ennustamattomat tekijät, kuten materiaalin saatavuus, konerikot, koneoperaattorien sairastumiset ym. voivat pysäyttää kappaleen virtauksen pitkäksikin aikaa. Yleinen ratkaisu on rakentaa eri tuotantovaiheiden väliin puskurivarastot. Puskurivarastojen tehtävänä on täyttää materiaalia tarvitsevan vaiheen tarpeet ilman odotusaikaa. Oikein mitoitettu puskurivarastolla onkin mahdollista parantaa virtausta puhtaaseen imuohjaukseen nähden ilman kustannusten merkittävää nou-

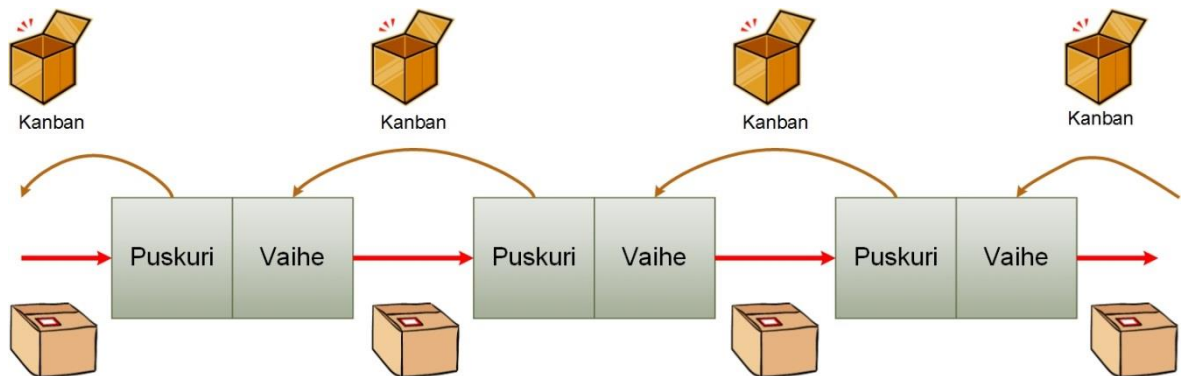
sua. Tavanomainen puskurivarasto on nk. kaksilaatikkojärjestelmä. Kaksilaatikkojärjestelmässä puskurivarasto on jaettu kahteen yhtä suureen erään, jotka tavanomaisesti sijoitetaan kahdelle kuormalavalle tai laatikolle. Asiakasvaihe kuluttaa ensin materiaalia toisesta laatikosta. Laatikon tyhjeneminen toimii impulssina vaiheelle aloittaa puskurivaraston täydennys. Täydennyksen aikana asiakasvaiheen tarpeet voidaan täyttää toisesta laatikosta. Näin toimittavalta vaiheelta ei lopu tuote täydennyksen aikanaan. (Hokkanen 2009, 206, 212-214.)

Puskurivarastolla varustetun imuohjauksen itseohjautuvuus on tehokkainta silloin, kun peräkkäiset toiminnot sijaitsevat lähellä toisiaan, jolloin visuaalinen hallinta on mahdollista. Koska tuotantolaitokset usein ovat laajoja tai osa tuotteista teetetään alihankkijoilla, pelkkä visuaalinen hallinta ei välttämättä ole mahdollista. Tämä ongelma huomattiin jo Toyotalla, johon Taiichi Ohno kehitti ratkaisuksi merkinantosignaalit, kanbanit. Kanban on yksinkertainen merkinanto, että jokin tuote on loppumassa ja sitä tarvitaan lisää. Yksinkertaisimmillaan signaalina voi olla tyhjä laatikko, johon tuotetta tulee valmistaa. Varsin usein kanban on erillinen kanban-kortti, jossa käy ilmi mm. osanumero, valmistusmäärä sekä varastopaikka. (Johannessen 2009, 192-193.)

Kanban muistuttaa työntöohjausta, sillä kummassakin ennalta arvioidun menekin perusteella on määriteltä tietynsuuruinen valmistuserä, joka ei vastaa välitöntä asiakastarvetta. Erona työntöohjaukseen on kuitenkin se, ettei kanban-järjestelmä seuraa ennakkoon laadittua tuotantosunnitelmaa, vaan valmistusimpulssina toimii edelleen asiakastarve. Eräkoot on myös mitoitettu vastaamaan huomattavasti lyhyemmän ajan tarvetta. Toisin kuin puhdas imuohjaus, kanban-järjestelmä kuluttaa resursseja. Se vaatii määrätyn henkilön valvomaan eräkokojen riittävyttä ja tarpeen tullen päivittämään ne. Kanbanien käyttöönotossa on tärkeää muistaa, ettei se tee viallisesta järjestelmästä toimivaa. Siksi onkin tärkeää saada ohjausjärjestelmä toimivaksi ennen kuin kanbaneita liitetään osaksi järjestelmää. (Koenigsaecker 2009, xxiv-xxv; Johannessen 2009, 193.)

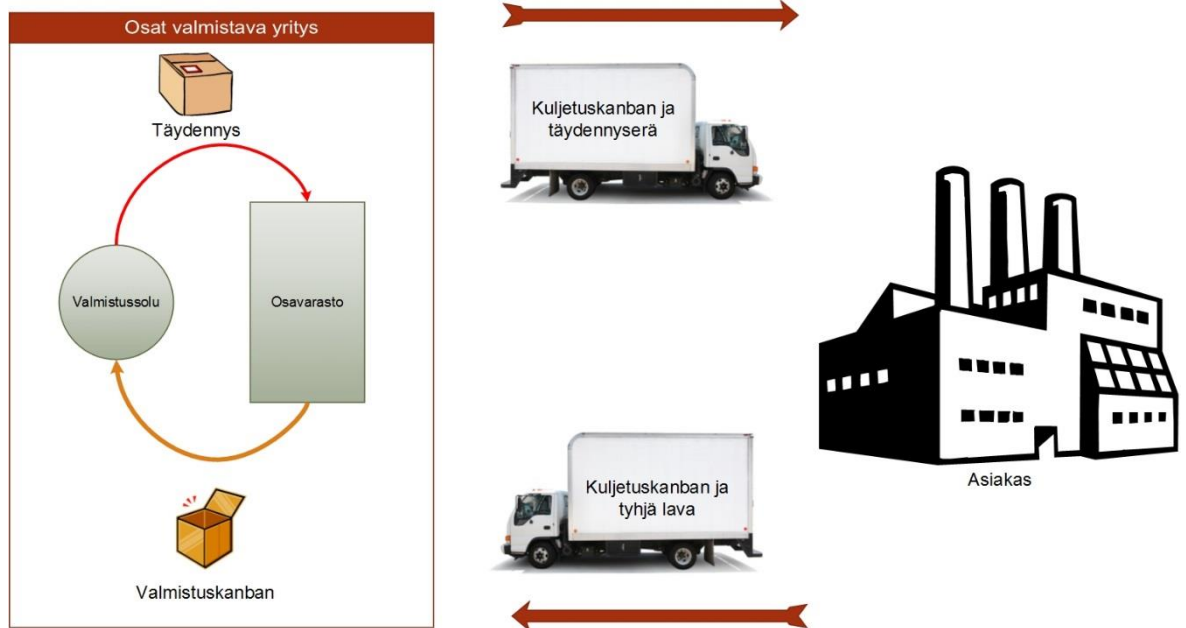
Yksinkertaisessa kanban-järjestelmässä työvaiheen puskurivarastosta kulutetaan materiaalia. Kun puskurivaraston taso laskee määritetylle hälytysrajalle, edeltävälle työvaiheelle generoituu kanban-signaali joka kertoo täydennystarpeesta. Tällaisesta signaalista käytetään nimitystä valmistuskanban. Signaalin myötä edeltävä

vaihe valmistaa ennalta määrätyn suuruisen täydennyserän. Mikäli tämänkin vaiheen puskurivarasto laskee täydennyserän valmistamisen aikana hälytysrajalle asti, generoituu tätä edeltävälle vaiheelle signaali täydennystarpeesta. Hälytysrajat on yleensä mitoitettu siten, että puskurivarasto riittää täydennyserän valmistumiseen asti (Kuvio 4). (Haverila 2009.)



Kuvio 4. Yksinkertainen kanban-ketju.

Yksinkertainen kanban-järjestelmä toteutetaan tavanomaisesti kaksilaatikkojärjestelmänä, jossa tyhjä laatikko toimii kanban-signaalina. Tällainen järjestelmä toimii lyhyillä matkoilla, jolloin työvaiheet näkevät toistensa puskurivarastot ja tyhjien laatikoiden kuljetukset voidaan toteuttaa pumppukärryillä tai trukeilla. Usein kuitenkin tuotteita teetetään alihankkijoilla, jolloin visuaalinen ohjaus ei riitä. Siksi usein käytetään kahden kanbanin järjestelmää. Kahden kanbanin järjestelmässä on erilliset kuljetus- ja valmistuskanbanit. Kuljetuskanban antaa luvan siirtää välivarastosta täydennyserän sitä tarvitsevalle työvaiheelle, ja valmistuskanban antaa luvan täydentää välivarastoa. Tämä menetelmä on yleinen monituotevalmistuksessa sekä tilanteissa jossa toimittajien etäisyydet ovat pitkiä (Kuvio 5). (Haverila 2009.)



Kuvio 5. Kahden kortin kanban.

2.4 5S

Yleisesti käytetty lean-työkalu on 5S (tai 6S, missä kuudes askel on turvallisuus). Työpaikkojen siisteyteen ja järjestykseen tähtäävänä menetelmänä se on usein ensimmäinen askel kohti laajempaa lean-tuotantoa. 5S saa nimensä viidestä japaninkielisestä askeleesta: (Koenigsaecker 2009, xxxiii.)

1. Seiri (erottele): Kaiken työlle turhan aineksen eliminointi.
2. Seiton (lajittele): Materiaalien ja työkalujen selvä järjestys
3. Seison (kiillota): Työympäristön ja työkalujen puhtaanapito
4. Seiketsu (vakioi): Kolmen edeltävän vaiheen standardisointi päivittäiseksi rutiniaksi
5. Shitsuke (ylläpidä): 5S-järjestelmän ylläpidon ja jatkuvan kehittämisen askel.

Erottele: Tavanomainen toimintatapa yrityksissä on, että varastoitavan määrän ja laadun määräävä tekijä on tarpeen sijaan tila. Mikäli jollekin tarvikkeelle on tilaa, varastoidaan sitä pahan päivän varalle, vaikka todellista tarvetta olisikaan. Tämä johtaa nopeasti siihen, että varastot täyttyvät ajan kuluessa tuotteista ja materiaa-

leista, joita todellisuudessa ei enää tarvita. Myös turhat varastohyllyt ja kaapit houkuttelevat varastoimaan tarpeetonta ainesta. Erotteluvaiheessa työtiloista ja varastoista poistetaan kaikki toiminnan kannalta tarpeettomat materiaalit ja työkalut. Tarpeettoman aineksen poistaminen selkeyttää työpisteitä ja varastoja, sekä säästää resursseja, kun tarpeettomia laitteita ei tarvitse enää ylläpitää. Materiaalipuutteiden havaitseminen on helpompaa, kun tarpeeton materiaali ei ole häiritsemässä tarkastelua. (Tuominen 2010, 25-28.)

Järjestele: Järjestelyvaiheessa tarpeettomasta aineksesta vapautetun työpisteen työkalut ja materiaalit järjestellään niin, että kaikki tarvittava on tarkoituksenmukaisessa paikassa. Esimerkiksi kokoonpanopisteessä erikoistyökalut sijoitetaan niin, että ne ovat mahdollisimman helposti saatavilla tarvittavassa paikassa. Hyvin järjestelty työpiste vähentää työhön kuluvaan hukka-aikaa, kun työkaluja ja materiaaleja ei tarvitse etsiä eri paikoista. Tärkeää on myös, että kun tavaraa on käytetty, se myös palautetaan sille varatulle paikalle. (Tuominen 2010, 26-30.)

Puhdista: Tämän vaihe tähtää työpisteiden ja laitteiden puhtaanapitoon. Siisti työympäristö vähentää tapaturmien riskejä esim. öljyisestä lattiasta aiheutuneen liukastumisen muodossa, toisaalta puhtaat koneet ja laitteen vähentävät konerikkojen määrää. Puhtaasta materiaalista on myös helpompi havaita mahdolliset vauriot tai laatupoikkeamat. (Tuominen 2010, 49-53.)

Vakioi: Vakiointivaiheen päämääränä on ylläpitää erottelu-, järjestys- ja puhdistusvaihetta päivittäisinä toimenpiteinä, jolloin väliaikaisen vaiheen sijaan niistä muodostuu osa rutiinia. Toimenpiteiden on oltava koko henkilöstölle samat, muutoin eri työvuorojen välillä voi olla hyvinkin erilaisia käytäntöjä toteuttaa näitä vaiheita. On myös vaarana, että rutinoimattomat toimenpiteet jäävät vähitellen pois, mikä ennen pitkää johtaa takaisin alkuperäiseen epäjärjestykseen. Vakioitujen toimenpiteiden ollessa osa rutiinia voidaan ongelmia ehkäistä jo ennakkoon, jolloin epäjärjestyksestä ei pääse syntymään. (Tuominen 2010, 61-70.)

Ylläpidä: Viimeisenä vaiheena on kehitetyn järjestelmän ylläpito, menetelmien sekä vaiheiden omaksuminen ja niiden laajeneminen koskemaan koko henkilöstöä. Merkittävä rooli on tiimien esimiehillä ja yrityksen johdolla esimerkin näyttämisessä. Mikäli johto ei noudata itse laatimiaan vaatimuksia, ollaan ennen pitkää tilanteessa

jossa muukaan henkilöstö ei noudata järjestelmää. Tämä johtaa ennen pitkää sooloihuun, järjestelmän romahtamiseen ja alkutilanteeseen palaamiseen. (Tuominen 2010, 75-77.)

Usein 5S koetaan vähäpätöiseksi keinoksi kehittää toimintaa, mutta todellisuudessa se luo pohjan lean-kulttuurille. Hyvin toteutettuna se luo siistin ja järjestelmällisen työympäristön ja saa oikeat tavarat oikeaan paikkaan, mikä vähentää tavaroiden etsimiseen kuluva aika. Puhdas ja järjestelmällinen työympäristö on työntekijälle myös miellyttävämpi sekä turvallisempi työskennellä. (Koenigsaecker 2009, xxxiii; Modig 2012, 146.)

Lean-kulttuuria rakennettaessa 5S on tehokas ensiaskel. Leania käyttöönotettaessa tavallisen työntekijän voi toisinaan olla vaikea nähdä lean-periaatteista, kuten jatkuvan parantamisen käsitteestä, saatavia hyötyjä. Pahimmassa tapauksessa leanin käytännöt koetaan vain uusina velvoitteina, joka ainoastaan monimutkaistavat työtä. Sen sijaan 5S:stä saatavat hyödyt järjestyksen ja puhtauden kasvussa tuottavat työntekijälleen välitöntä etua parantuneen työviihtyvyyden muodossa. 5S, kuten suurin osa lean-työkaluista, edellyttää toimiakseen kurinalaisuutta ja järjestelmällisyyttä. Tämä kurinalaisuus on helpompi iskostaa henkilöstöön, kun käytäntöjen hyödyt ovat kaikille helposti havaittavissa. 5S:stä saatavat hyvät kokemukset tasoittavat tietä monimutkaisempien lean-työkalujen käyttöönottoon. Kurinalaisen ja järjestelmällisen toiminnan ollessa yrityksen normaalia toimintaa ei esimerkiksi imuohjauksen vaatimus täsmällisyyteen aiheuta käyttöönotettaessa samankaltaista vastareaktiota kuin tapauksessa, jossa ensimmäisenä kehitystoimena esiteltäisiin suoraan imuohjaustekniikan käyttöönotto. (Koenigsaecker 2009, xxxiii.)

2.5 Ulkoistaminen

Ulkoistamisella tarkoitetaan organisaation menettelyä, jossa se siirtää omaan liiketoimintaansa vahvasti liittyviä toimintoja ulkoisen suorittajan, alihankkijan tehtäväksi. Tavanomaisesti yritykset ulkoistettavia toimintoja ovat erilaiset tukipalvelut, kuten laskutus, siivous, kunnossapito sekä vartiointi. Kuitenkin 1990-luvun puolivälissä suuret teknologiayritykset alkoivat ulkoistaa myös valmistukseen liittyviä toimintoja, ja 2000-luvun puoliväliin mennessä yli 30 % yrityksistä on kokonaan jättänyt

valmistuksen alihankinnan tehtäväksi. Osan toiminnoistaan on ulkoistanut yli 60 % (Taulukko 1).

Taulukko 1. Ulkoistuksen kohteet ja määrä teollisuuden yrityksissä 2000–2006. (Ali-Yrkkö 2007.)

	Teknologioteollisuus	Muu teollisuus
Valmistus	33.7 %	31.0 %
T & k -toiminta	32.2 %	23.0 %
Palvelutoiminnot	50.9 %	54.6 %
Osa toiminnoista ulkoistettu	60.9 %	68.4 %

Tavanomaisimpia syitä valmistuksen täydelliselle tai osittaiselle ulkoistukselle ovat kustannussäästöjen, lisäkapasiteetin sekä joustavuuden tavoittelu. Kysynnän vaihdeltaessa yrityksen ei tarvitse merkittävästi lisätä tai vähentää valmistukseen käytettäviä resursseja, jotka siten voidaan tehokkaammin keskittää ydinosaan (Taulukko 2).

Taulukko 2. Ulkoistamisen motiivit teollisuusyrityksissä. (Ali-Yrkkö 2007.)

	Teknologioteollisuus	Muu teollisuus
Kustannussäästöt	83 %	88 %
Joustavuuden lisääminen	81 %	81 %
Fokusointi	79 %	75 %
Lisäkapasiteetin hankkiminen	76 %	77 %
Markkinoillepääsy tai asiakastarpeet	34 %	41 %
Teknologian tai osaamisen hankkiminen	16 %	18 %

Ulkoistaminen ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita kustannuksien alenemista. Hieman alle puolet ulkoistamishankkeista onnistuu täydellisesti. Syitä tähän on vaikea määritellä, mutta on mahdollista, että ulkoistamisesta saavutettavia hyötyjä yliarvioidaan. Toisaalta kaikkia kustannuksia ei välttämättä osata ottaa huomioon. Huomionarvoista kuitenkin on, että vaikka hankkeiden täydellinen onnistumissuhde

on varsin vaatimaton, valtaosa tuottaa edes jonkinlaista hyötyä yritykselle ja on siten kannattavaa. (Ali-Yrkkö 2008.)

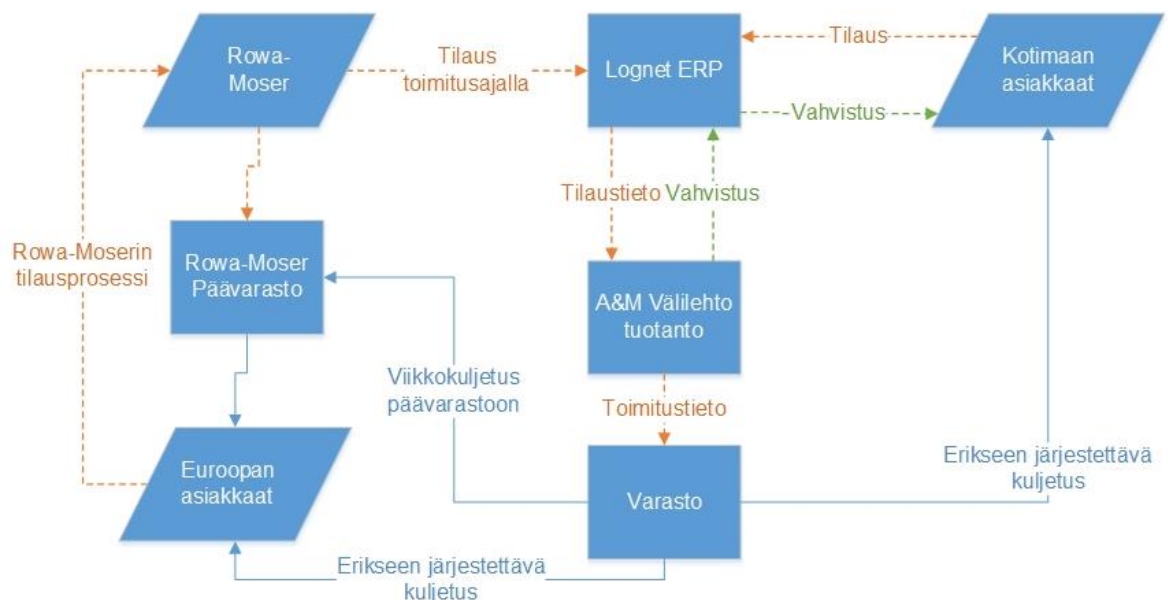
Ulkoistamisen kannattavuutta parantaa hankkeen tehokas suunnittelu. Harkittavia asioita ovat: (Valkokari, Hyötyläinen, Kulmala, Malinen, Möller & Vesalainen 2008.)

- Mitkä ovat vahvuutemme?
 - Mitä sellaista alihankkijalla on mitä meillä ei? Mikä toiminto on ydinosaamisemme?
- Miten vaikutuksia tullaan mittaamaan?
 - Onko ulkoistuksella saavutettu tavoitteet? Miten muutos havaitaan ja mihin verrataan?
- Pystytäänkö ulkoistusta peruuttamaan?
- Luoko ulkoistus uuden kilpailijan?
- Vaatiiko ulkoistus enemmän resursseja kuin säästää?
 - Valvonta, sopimukset, yhteydenpito, reklamaatiot.

3 TOIMITUSKETJUN ESITTELY

3.1 Toimitusketju kehitysprojektin alussa

Kun tuotanto muutti Luoma-Ahon kylään, kotimaan myynti siirtyi samalla teollisuusalueella toimivalle Lognet Team Oy:lle (jatkossa Lognet). Keski-Euroopan myynti jatkui Rowa-Moserilla. Välilehdolla on pääsy Lognetin ERP-toiminnannohjausjärjestelmään, jota kautta se saa tilaukset. Myös Rowa-Moserilta tulevat ulkomaan tilaukset lisätään Lognetin järjestelmään. Kotimaan tilauksissa toimitusajat varmistetaan Välilehdolta ennen tilauksen vahvistamista asiakkaalle, mutta ulkomaan tilauksissa Rowa-Moser määrittelee toimitusajan. Toimitus kotimaan asiakkaille hoidetaan tapauskohtaisesti eri kuljetusliikkeiden avulla. Mikäli tuotetta on valmiina riittävä määrä ja tilaus saapuu ennen klo 12, lähetetään kuljetus vielä samana päivänä. Ulkomaan toimituksissa käytäntö on joko toimittaa Rowa-Moserin Itävallan varastoon menevät tuotteet joka torstai lähtevällä kuljetuksella, tai muualla Euroopassa sijaitseville asiakkaille erikseen järjestettävällä kuljetuksella (Kuvio 6). (Haastattelut 2012)



Kuvio 6. Tilaus-toimitusprosessi.

Päätoimittaja tuotteisiin käytettäville raakaprofiileille oli niin ikään Luoma-Ahon kylässä toimiva Mäkelä Alu Oy, joka toimitti mm. kiskoihin sekä kannakkeisiin käytettävät profiilit. Joitakin pieniä määriä materiaalia tilattiin myös Purso Oy:ltä. Tampereella toimiessaan yritys käytti osien koneistukseen pääosin kahta alihankkijaa, tamperelaista Mansen Metallin Oy:tä sekä Seinäjoella sijaitsevaa E.S. Lahtinen Oy:tä (jatkossa Esla). Tuotannon siirryttyä näitä käytettiin edelleen pääasiallisina yhteistyökumppaneina, mutta uutena toimijana mukaan tuli Luoma-Ahon kylässä toimiva An-La Oy. Heidän palveluitaan käytettiin kuitenkin lähinnä kuormitushuippujen taasaamiseen ja lyhyen etäisyyden vuoksi joidenkin pienerien valmistukseen. Päärooli säilyi edelleen Eslalla sekä Mansen Metallin Oy:llä. A&M Välilehdon tehtäviksi jäivät eräiden kappaleiden sahaus, kokoonpano, raaka-aine ja osatilausten hoitaminen sekä logistiikan järjestäminen koko tuotantoketjussa (Liite 1). (Haastattelut 2012.)

Tilauksen saapuessa tilaus pyritään ensisijaisesti täyttämään valmisvarastosta. Valmisvaraston saldojen riittäessä kyetään tilaus täyttämään normaalisti yhdessä-kahdessa työpäivässä. Valmisvarastojen ollessa riittämättömiä, täytetään puuttuva tuotemäärä kokoonpanemalla puolivalmisteveraston tuotteita. Pahimmassa tapauksessa, jossa sekä osa- että valmisvarastot ovat tyhjentyneet, joudutaan alihankkijoille puristamaan uutta profiilia ennen kuin kappaleet voidaan valmistaa. Tämä saattaa venyttää toimitusajan jopa 35 työpäivään. Toimitusaika voi siis osien saatavuudesta riippuen olla 1-35 työpäivää. Suurin yksittäinen aikaa pidentävä tekijä on profiilin puristustyö, joka saattaa vaihdella välillä 5-15 työpäivää. (Haastattelut 2012.)

3.2 Toimitusketjun ongelmat

Ennen yrityskauppaa Hyxalin tuotannonohjaus perustui silloisen toimitusjohtaja Matti Pentin kokemukseen ja intuitioon. Omistajanvaihdoksen sekä henkilöstön vaihtumisen myötä järjestelmällisen ja kattavasti dokumentoidun tuotannonohjausjärjestelmän puute aiheutti sen, että usein tilauksen saapuessa osia puuttui huomattavia määriä, ja tilauksen täyttämistä jouduttiin pahimmassa tapauksessa odottamaan aina uuden raakaprofiilin puristusta myöten. Tämä aiheutti vakavia toimitusaikojen venymistä ja tilausten päällekkäisyyttä.

Toiminnan siirtyminen Luoma-Ahoon aiheutti myös haasteita alihankintaketjuun. Tampereella toimiessaan merkittävä yhteistyökumppani Mansen Metallin sijaitseminen Hyytiälän läheisyydessä, jolloin yhteistyö oli joustavaa. Mansen Metallilla ei kuitenkaan ollut käytössään sopivaa sahaa, jota esimerkiksi kaapelikourujen kannakkeiden poikkipalkin sahaamiseen tarvittiin. Aiemmin Hyytiälä itse suoritti tämän sahauksen, jonka jälkeen Mansen Metallin suoritti jatkokoneistuksen. Toiminnan siirtyessä Alajärvelle A&M Välilehto teki kappaleiden sahauksen, jonka jälkeen kappaleet toimitettiin Tampereelle koneistusta varten. Tämä toimintamalli kasvatti kappaleiden kuljetuskustannuksia ja läpäisyäikää.

Ongelmaa aiheutti myös asiakkaiden tilauskäytäntö. Kun esimerkiksi tukkuliikkeen varasto tyhjenee tuotteesta, tukkuliike tilaa toimittajalta lisää tuotteita. Usein toimittajalla tässä tapauksessa oletetaan olevan tuotetta heti valmiina varastossa tai ainakin hyvin lyhyellä toimitusajalla, onhan tukkukauppiaan oman liiketoiminnan edellytyksenä omien asiakkaiden joustava palveleminen. Yrityksen toimintaa voi verrata asiakkaiden silmissä eräänlaiseen supermarkettiin – asiakas saapuu liikkeeseen ja poistuu liikkeestä tarvitsemansa tuotteen kanssa. Taulukossa 3 on esitetty eri nimikkeiden tilausmäärien vaihtelua.

Taulukko 3. Ote seinäkannakkeiden todellisesta tilauskoosta.

Seinäkannakkeiden nimikekohtainen tilauskoko										
SK12	SK220	SK230	SK440	SK450	SK460	SK620	SK630	SK640	SK650	SK660
20	60	10	13	2	10	20	24	50	30	14
100	4	48	400	6	20	10	24	100	15	10
20	30	30	10	4	4	20	30	10	20	50
10	10	15	25	6	40	10	20	70	4	10
20	7	10	20	20	6	45	20	40	10	20
12	3	6	50	20	20	70	15	100	30	20
100	30	50	19	20	30	80	20	150	15	10
30	50	20	30	30	10	300	2	4	40	20

Taulukosta voidaan havaita, että esimerkiksi nimikkeen SK440 tilausmäärät ovat pääosin muutamia kymmeniä kappaleita. Otannan joukossa on kuitenkin yksi 400 kappaleen tilaus, joka on yli kaksi kertaa suurempi kuin muiden tilausten yhteiskoko.

tarkastelujakson aikana. Taulukosta on myös havaittavissa tilauskokojen epäjärjelmällisyys, joitakin tuotteita on tilattu kerralla vain kaksi tai kolme kappaletta. Tämän kaltaiset tilausmäärien vaihtelut ovat tavanomaisia.

Tuotetta valmistavalle yritykselle tämä aiheuttaa haasteen. Koska tilaukset saattavat vaihdella lyhyen aikavälin sisällä hyvinkin paljon, saatetaan ajautua tilanteeseen jolloin varastot ovat pitkiäkin aikoja täynnä tavaraa. Toisinaan taas useat suuret tilaukset tyhjävät varastot nopeasti ja uuden tuote-erän valmistus raakamateriaalista lähtien vie asiakkaan näkökulmasta kohtuuttoman pitkän ajan.

3.3 Toimitusnopeutta varastoimalla

Yksinkertaisimmillaan ratkaisu ongelmaan olisi varastoida valmista tuotetta niin paljon, että varastosta kyettäisiin täyttämään asiakkaiden tarpeet koko valmistusprosessin ajalta. Tällainen toiminta ei kuitenkaan ole järkevää. Vaikka suurilla valmisvarastoilla kyetäänkin vastaamaan nopeasti vaihteleviin tilauskantoihin, on tämä toimintamalli epätaloudellinen. Varastossa makaava tuote ei ole yritykselle tuottavaa, vaan siitä aiheutuu kuluja aina myyntihetkeen ja laskutukseen saakka. Yritys on joutunut tässä vaiheessa sijoittamaan tuotteen valmistukseen huomattavaa rahallista panostusta. Kappaleen materiaalit, alihankkijan veloitukset, työntekijöiden palkat sekä kiinteistön kulut koituvat yritykselle maksettavaksi riippumatta siitä onko tuotteelle menekkiä. On myös huomioitavaa, että varastointi itsessäänkään harvoin on kulutonta, sillä suurten varastojen ylläpitokulut (hyllyt, tilavuokrat) kasvavat varsin nopeasti kohtuuttomiksi. (Airas 1985.)

3.4 Kapasiteettiin investoiminen

Yritys voi parantaa toimitusvarmuuttaan kasvattamalla tuotantokapasiteettia. Käytännössä tämä usein tarkoittaa laitekannan sekä henkilöstön lisäämistä. Kasvava yritys kohtaa ennen pitkää haasteen, jolloin sen kapasiteetti ei prosessien tehostamisen jälkeen kykene nykyisellä laite- ja henkilöstökannalla täyttämään markkinoiden vaatimuksia. Tällöin hyvin suunnitellut investoinnit ovat välttämättömiä. Ka-

kapasiteetin lisäys tuotannon kysynnän vaihtelevuuksien ratkaisemiseksi voi olla harvinaista. Laiteinvestoinnit ja rekrytoinnit ovat hitaita toteuttaa, toisaalta tarpeettoman kapasiteetin kanssa on samankaltainen ongelma kuin ylisuurien varastojen kanssa. Koneiden poistokustannukset tapahtuvat riippumatta siitä käytetäänkö konetta vai ei. Työntekijöiden palkoista aiheutuu kustannuksia, vaikka työtä olisikaan tarjota. Suurimpia haasteita kapasiteettiin liittyvissä investoinneissa onkin rahoitukseen liittyvät riskit. (Simons 2009, 36-38.)

3.5 Prosessien optimointi ja läpimenoaika

Toimitusvarmuutta on myös mahdollista parantaa pienentämällä tuotteen läpimenoaika. Tämä toteutetaan pääosin prosessien optimoinnilla ja automaatiolla. Tehokkaaksi kehitetty tuotantoprosessi minimoi hukka-ajan ja mahdollistaa maksimaalisen kapasiteetin matalilla kustannuksilla. Ongelmana tuotannon optimoinnissa kuitenkin on, että mitä enemmän yritys keskittyy ydinosaamiseensa ja siirtää toimintonsa ulkoisten toimijoiden (alihankintakoneistus, logistiikkayritykset, suunnittelupalvelut) tehtäväksi, sitä suurempi vaara yrityksellä on menettää hallinta koko tuotantoketjuun. Ulkoisilla toimijoilla ei välttämättä ole tarvittavia resursseja riittävän tehokkaan toiminnanohjauksen ylläpitämiseksi. Toisaalta näiden toimijoiden tuotannonohjaus ei välttämättä edes lähtökohtaisesti ole optimaalisin yrityksen tarpeisiin. Yhteistyökumppaneiden tarkka valinta kuuluu tehokkaaseen tuotannonohjaukseen, mutta usein joudutaan tyytymään kompromisseihin hinnan, laadun ja toimitusvarmuuden suhteen. (Simons 2009, 36-38.)

4 OHJAUSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Koska yrityksen toimitusvarmuus ja tehokkuus on systemaattisen tuotannonohjauksen puutteen sekä sijainnin muutoksen vuoksi laskenut radikaalisti, kehitystoimet keskittyvät näiden parantamiseen. Näihin tavoitteisiin pyritään rakentamalla tuotantoketjulle toimiva imuohjausjärjestelmä. Toimiva imuohjausjärjestelmä parantaa toimitusvarmuutta ja laskee varastoon sitoutunutta pääomaa, jolloin resursseja vapautuu yrityksen kannattavuuden parantamiseen. Parantunut toimitusvarmuus lisää myös luottamusta asiakkaiden silmissä, joka kasvavan kilpailun aikana on merkittävä lisäarvoa tuottava tekijä.

Suuren haasteen kehitykselle aiheuttaa saman tuoteperheen eri nimikkeiden keskinäiset erot menekissä ja suurella skaalalla olevien yksittäistilausten luotettava toimitus ilman suurta varastoon sitoutunutta pääomaa. Yksittäistilausten koko on suuri haaste, sillä joillakin nimikkeillä yhden tilauksen koko saattaa käsittää puolet koko edellisvuoden menekistä. Näiden satunnaistilausten ennustus on hankalaa, mutta niihin tulee kyetä vastaamaan tehokkaasti. Tuotantoketjun muiden toimijoiden, kuten alihankinnan ja materiaalitoimittajien sitouttaminen järjestelmälliseen toimintaan on myös tärkeä tavoite.

4.1 Kehitys pilottituotteen avulla

Kehitystyön aloitusvaiheessa A&M oli toimiva yritys, jonka alihankintaketjut sekä asiakaskunta oli muotoutunut vakiintuneeksi. Tämän vuoksi päätettiin, ettei tuotantojärjestelmää laadittaisi kerralla koko valikoimaa käsittäväksi. Tuotannosta valittaisiin yksi tavanomainen hyvämenekkinen tuote, jonka avulla järjestelmä ensin kehitettäisiin. Tämä tehtiin siksi, että normaalia tuotantorytmiä häiritäisiin kehitystyön aikana mahdollisimman vähän.

Toisaalta pilottituotteeksi haluttiin tuote, jonka menekki on hyvä ja samalla edustaisi mahdollisimman hyvin yrityksen tavanomaista tuotantoketjua. Kun tuotantoketjun ongelmia saataisiin minimoitua, voitaisiin tuotannonohjaukseen yhdistää askel kerrallaan koko tuotanto.

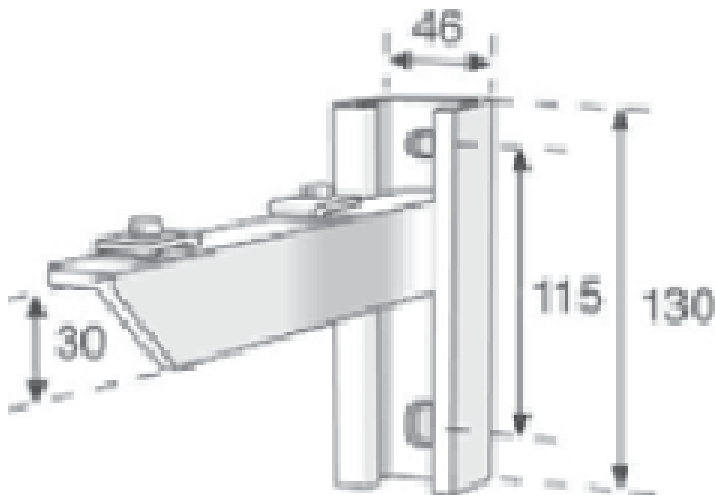
4.2 Pilottituote

Pilottituotteiksi valittiin aikaisemmin mainituista syistä kaapeli- ja putkikiskojen seinäasennuksissa käytettävien seinäkannakkeiden tuoteperhe. Tuoteperhe koostuu yhdestätoista erikokoisesta kannakkeesta, jotka on jaoteltu kantavuuden mukaan neljään ryhmään (Taulukko 4).

Taulukko 4. Kannakkeiden tuoteperhe. (Hyxal 2011.)

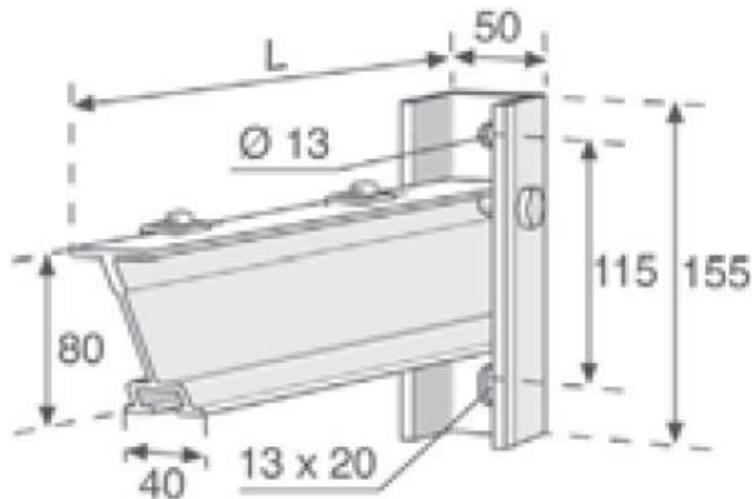
Ryhmä	1 kN	2,5 kN	4 kN	6 kN
	SK 12	SK220	SK440	SK620
		SK230	SK450	SK630
			SK460	SK640
				SK650
				SK660

Perusrakenne eri kannakkeilla on muuten sama lukuun ottamatta ryhmää 1kN, jossa L-profiilinen poikkipalkin liitos on tehty hitsaamalla (Kuvio 7).



Kuvio 7. SK12 kannake. (Hyxal 2011.)

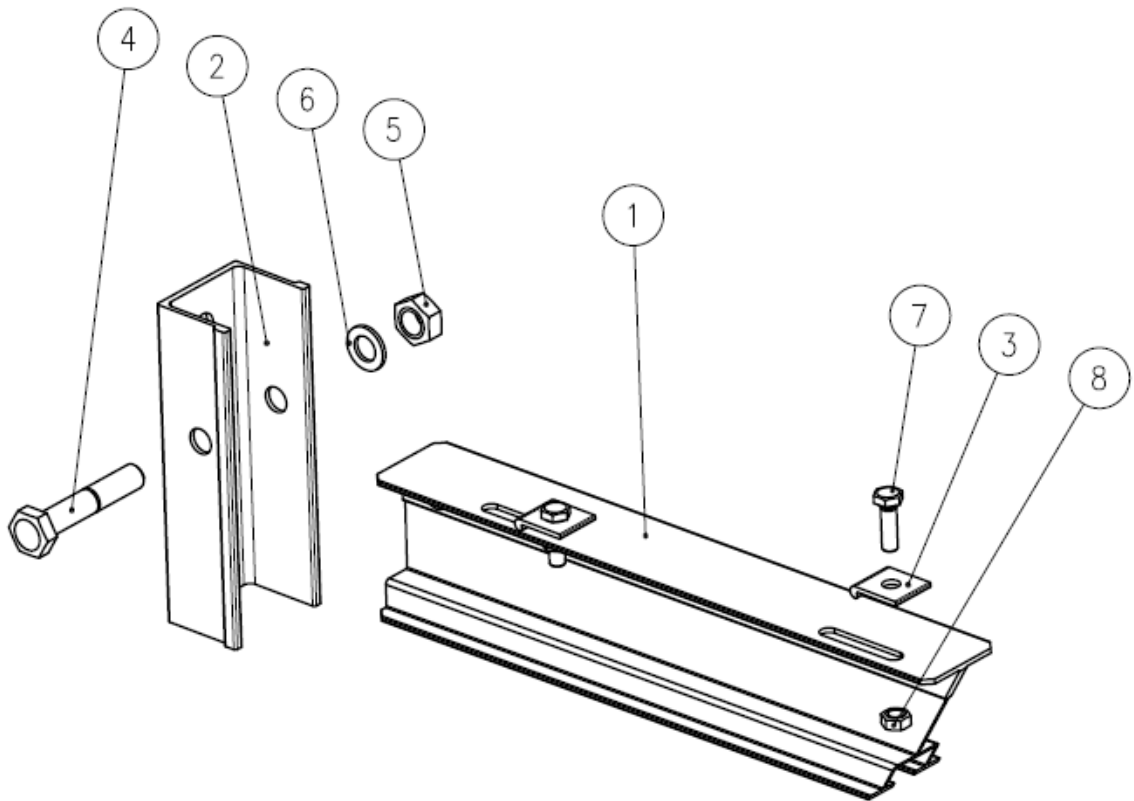
Muissa kannakkeissa on I-profiilinen poikkipalkki pulttiliitoksella (Kuvio 8).



Kuvio 8. SK620-660 kannake. (Hyxal 2011.)

Kuviossa 9 on esitetty kannakkeiden tarkempi rakenne SK220:n piirustuksella. Numeroidut osat ovat:

1. Vaakapalkki (30x20 / 60x40 / 80x40 / 100x40 mm)
2. Pysty/seinäpalkki (45,2x36 / 48,3x48,5 / 50x57 mm)
3. Kiinnitinosa, 2 kpl / seinäkannake
4. Liitospultti (M10 / M12) (Ei SK12)
5. Liitosmutteri (M10 / M12) (Ei SK12)
6. Aluslevy (M10 / M12) (Ei SK12)
7. Kiinnitinruuvi M6x20, 2 kpl / seinäkannake
8. Kiinnitinmutteri M6, 2 kpl / seinäkannake



Kuvio 9. Seinäkannake SK220. (Seinäkannakepiirustukset 2012.)

4.3 Eräkokojen määrittäminen

Sopivia eräkokoja määritettäessä huomioitiin kolme osatekijää, keskimääräinen kuukausimennekki, suuret kertaluontoiset tilaukset sekä kuljetuslavojen rajoitteet. Kuljetuslavoina käytetään standardimittaisia eurolavoja. Enimmäismäärää muutetaan lavakaulusten määrällä. Pohjana eräkokojen määrittämiselle käytettiin vuoden 2011 kevään ja 2012 kevään välisiä menekkejä. Huomioitavaa on, että toiminnan siirtymisestä aiheutuvista häiritsevistä johtuen menekki vuoden 2011 alussa oli tavallista heikompi, mutta jo kesällä tilauskanta alkoi elpyä. Kesästä 2011 kevääseen 2012 asti menekki olikin kasvavaa, joten eräkokoja määriteltessä jätettiin varaa kasvulle korottamalla tarkastelujakson menekkiä luvulla 1,5. Tämä tehtiin siksi, ettei eräkokoja tarvitse heti muuttaa vastaamaan odotettua menekin kasvua. Toisaalta varastojen kokonaissaldo ei vielä kasva kohtuuttomasti kiertoajan ollessa hyvä.

Johtuen käytettävissä olevasta varastointitilasta, enimmäiskorkeus lavoille oli kolme lavakaulusta. Tämän perusteella määritettiin kullekin nimikkeelle valmistuserä koko, joka käsittää yhden lavan. Tasaisella menekillä varustetussa tuotannossa optimaalisten varastokokojen mitoittamiseen käytetään EOQ (Economic Order Quantity) menetelmää. EOQ on menetelmä, jolla lasketaan optimaalisen ostoerän koko. Menetelmää käytetään tasaisen varastokoon karkeasuunnitteluun (Hokkanen 2009, 135.). Johtuen tilauskannan suuresta vaihtelusta lyhyen ajan sisällä, ei tätä menetelmää ole järkevää käyttää. Kaikkien nimikkeiden eräkokojen mitoittaminen orjallisesti samoin ehdoin olisi johtanut tilanteeseen, jossa esimerkiksi jonkin nimikkeen lava olisi vaatinut neljä kaulusta kun toiselle nimikkeelle olisi riittänyt vain kaksi kaulusta. Varastohyllyn säilyttämisen loogisena, laskennallisia monekkeitä pidettiin tavoitearvona eräkoolle, joista voitiin joustaa käytännöllisyyden vuoksi. Kahden viikon menekki laskettiin Alunno-projektin projektipäällikkö Jorma Tajonlahden määrittelemällä kaavalla

$$C_{Inv} = \frac{(C_{tot}/t)}{2} * 1,5 \quad (1)$$

missä C_{Inv} =varastoitava määrä, C_{tot} =tarkastelujakson kokonaismenekki ja t =tarkastelujakson pituus kuukausina. Kerroin 1,5 on jätetty pelivaraksi tilauskannan kasvulle. Tätä määrää pidettiin lähtökohtana varastoitavalle määrälle. Mikäli määrä mahtui kahdelle lavalle, jonka korkeus on kolme kaulusta, määrä varastoidaan lopputuloksen suuruisena. Mikäli määrä ei mahdu kokonaisuudessaan kahdelle lavalle, varastoidaan nimikettä lavojen enimmäiskapasiteetti.

4.4 Alihankintayhteistyön kehittäminen

Alihankintaketjua kehitettäessä ja yhteistyökumppaneita valittaessa tärkeimpinä kriteereinä pidettiin joustavuutta ja kustannustehokkuutta. Käytännössä uusia toimijoita ei otettu mukaan. Sen sijaan vanha yhteistyökumppani Mansen Metall Oy jätettiin pois ensisijaisista alihankkijoista Anlan siirtyessä pääasialliseksi toimijaksi. Pitkäaikaisten yhteistyökumppaneiden Mäkelä Alu Oy:n ja Eslan kohdalla yhteistyötä syvennettiin edelleen.

4.4.1 Mäkelä Alu Oy

Mäkelä Alu Oy (jatkossa Mäkelä Alu) on alumiiniprofiilien valmistukseen, pintakäsittelyyn sekä jatkojalostuspalveluiden toimittamiseen keskittynyt yritys. Yritys aloitti toimintansa vuonna 1937 valmistamalla mm. maitotonkkia, kiukaita sekä kattopeltejä. Toiminta laajentui 1990-luvun alussa nykyiseen päätoimintaan, alumiiniprofiilien valmistukseen. Viennin osuus tuotannosta n. 50 %, josta tärkeimpiä kohteita ovat Pohjoismaat, Saksa sekä Venäjä. Mäkelä Alu toimitti valtaosan alumiiniprofiileista jo ennen toiminnan siirtymistä nykyisiin tiloihinsa Luoma-Aholle. Siksi on luontaista että yhteistyötä jatketaan Mäkelä Alun kanssa. Profiilitoimittajan vaihtaminen olisi ollut kannattamatonta, sillä läheinen sijainti helpottaa logistiikkaa. Toisaalta yrityksen käyttämät profiilit eivät ole standardiprofiileja, joten uuden toimittajan olisi pitänyt suunnitella ja valmistaa kokonaan uudet muotit profiileja varten. (Mäkelä Alu Oy.)

Mäkelä Alulla oli projektin alussa Luoma-Ahon alueella toimivilla yrityksillä käytössä kaupintavarasto. Kaupintavarastolla tarkoitetaan varastoratkaisua, jossa tavarantoimittajan varasto sijaitsee asiakkaan tiloissa, mutta asiakas ei omista varastoitavaa tuotetta (Hokkanen 2010.). Omistajuus muuttuu vasta kun asiakas ottaa tuotteen käyttöönsä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että yrityksellä olisi aina tiloissaan raakaprofiilia, johon ei ole sitoutunut pääomaa. Kun materiaali otetaan käyttöön, siitä tiedotetaan Mäkelä Alua laskutusta ja varastotäydennystä varten. Kehitystyönä profiilitoimitukseen kaupintavarasto otettiin käyttöön Luoma-Ahon alueen ulkopuolisissa alihankintakumppaneissa. Kukin alihankkija vastaa siis itse siitä, että profiilivarastossa on riittävästi materiaalia. Tämä johtaa siihen, että Mäkelä Alun ei tarvitse enää sovittaa omaan tuotantoonsa kiireellisiä tilauksia ja tuotannon ennakoiminen on helpompaa. Jalostusta tekevillä alihankkijoilla sen sijaan on aina käytössä raaka-ainetta, joka ei sido niiden omaa pääomaa.

4.4.2 An-La Oy

An-La Oy (jatkossa Anla) on Luoma-Ahon kylässä toimiva vuonna 2001 perustettu alumiinialan yritys. Yrityksen päätoimialana on alumiiniprofiilin jatkojalostus, kuten katkonta, jyräily ja kokoonpano. Kun yrityksen toiminta sijaitsi Tampereella, hoiti

kannakkeiden koneistuksen paikallinen toimitsija. Tuotannon siirtyessä Luoma-Ahoon, heidän kanssaan päätettiin aloittaa yhteistyö. He tekevät kannakkeen poikkikappaleen leikkaus- ja jyräintävaiheen. (An-La Oy.)

Aikaisempaan toimittajaan verrattuna kustannustaso oli varsin korkea. Vaikka mukaan laskettiin kustannukset jotka materiaalin ja valmiiden kappaleiden kuljetuksesta aiheutuisi, olisi koneistus edelleen hieman edullisempaa toteuttaa aiemmalla alihankkijalla. Tästä huolimatta yhteistyöhön päädyttiin Anlan kanssa, sillä hieman korkeampien valmistuskulujen vastapainoksi saatiin nopeammin toimiva alihankintaketju.

Yhteistyömallissa Anlan tuotanto ja varastointi on vahvasti integroitu Välilehdon tuotannonohjausjärjestelmään. Tämä toteutetaan siten, että Anlan tiloihin rakennetaan oma kaksilaatikkoperiaatteella toimiva valmisvarasto. Jokaiselle nimikkeelle määritellään tietty valmistuserä (joka käsittää yhden lavallisen tuotetta, kaksi laatikollista käsittää enimmäisvarastoinnin). Yhden valmislaatikon nouto toimii valmistuskanbana varaston täydennystä varten. Koska yritykset sijaitsevat samalla teollisuusalueella viereisissä halleissa, kuljetus hoidetaan tavallisilla trukeilla. Toimituskykyä parannetaan myös järjestämällä pääsy varastoon päivästä tai kellonajasta riippumatta

Tähänastiset järjestelyt eivät kuitenkaan vielä aiheuta muuta kuin lisäkustannuksia. Koneistettua materiaalia ei laskuteta ennen niiden noutoa joten varaston ylläpito sitoo pääomaa. Vastapainona uusille velvoitteille Anla kykenee tasaamaan omaa tuotantoaan. Alihankintakoneistusta suorittavalla yrityksellä, joiden toimintaa usein ohjaa resurssitehokkuuden maksimoiminen, tuotantopaine voi vaihdella aina kapasiteetin riittämättömyydestä tuotantovälineistön hetkelliseen tarpeettomuuteen (Modig 2012.). Toimitusjärjestelyllä näitä vaihteluita on tarkoitus tasoittaa. Vaikka valmisvarastolle on määritetty enimmäiskoko, saa Anla valmistaa tuotetta rajattomasti omalla kustannuksellaan. Tällä tavalla tuotantoa voidaan hiljaisempina aikoina kuormittaa ennakoivalla valmistuksella, toisaalta taas kiireellisempinä aikoina resursseja voidaan ohjata muualle ilman varaston tyhjenemisen uhkaa.

4.4.3 E.S. Lahtinen Oy

Seinäjoella toimiva E.S. Lahtinen Oy on vuonna 1928 perustettu yritys. Sen toiminta käsitti aluksi moottoripyörien jälleenmyyntiä. Vuonna 1933 se aloitti päätuotteensa, potkukelkkojen valmistuksen. Nykyään liiketoiminta sisältää liikuntavälinetuotannon lisäksi alihankintakoneistusta, joka käsittää noin 50 % liikevaihdosta. (E.S. Lahtinen Oy)

Esla tekee kannakkeen pystypalkin koneistustyöt. Järjestely toteutetaan varsin samankaltaisena kuin Anlallakin, kuitenkin muutamien muutoksin. Koska Esla sijaitsee eri kunnassa, täytyy kappaleiden kuljetus hoitaa ulkoisen kuljetusyrityksen kautta. Tuotteiden kotiinkutsu tehdään perinteisemmin, esim. sähköpostilla tai puhelimella. Kotiinkutsu toimii sekä kuljetus- että valmistuskanbanina. Muutoin järjestelmä mukaillee Anlan vastaavaa kaksilaatikkojärjestelmää, jonka riittävydestä Esla huolehtii. Varastointijärjestelyä ei suoritettu, sillä Eslan oma tuotannonohjausjärjestelmä kykenee seuraamaan oman varastonsa kokoa riittävällä tarkkuudella. Toisaalta varastojärjestelystä saatavat konkreettiset hyödyt olisivat olleet vähäiset.

4.4.4 Tarvikeosien toimittaja

Kehitystoimien alussa Välilehdon tarvikeosien kuten pultit, ruuvit, tiivisteaineet ym. ”ämpäritavaran” toimittamisesta vastasi Würth Oy hyllyynkantopalveluna. Hyllyynkantopalvelu, tai Vendor Managed Inventory (VMI), on palvelu jossa yritys ulkoistaa tarvikeosien varaston ylläpidon. Palvelun toimittaja inventoi varastot määrävälein tai tarpeen vaatiessa, ja tekee varastotäydennykset. Jättämällä tarvikeosien riittävyden ulkoisen toimijan huoleksi, voidaan tarvikevarastojen inventointiin kuluvat resurssit ohjata ydintoiminnan kannalta tärkeämpiin kohteisiin. Hyllyynkantopalvelu on useissa tapauksissa tavanomaista hankintaa edullisempaa. Palvelun tilaaja saa alennusta käsittely- ja toimituskuluista, jotka pahimmillaan voivat olla suurempia kuin tuotteen varsinainen hinta. (Würth Oy 2013; Hokkanen 2010, 81-82.)

Kehitystoimiin ei sisällynyt tarvikeosien toimittajien kilpailutusta. Koska Würth Oy:n tarjoamaa hyllytyspalvelua on mahdollista saada muiltakin toimittajilta ilman merkittäviä eroja, on tulevaisuudessa mahdollista kilpailuttaa hyllyynkantopalvelu matalamman kustannustason saavuttamiseksi.

4.5 Varastoinnin kehittäminen

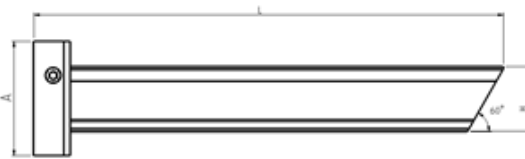

Varastoinnissa sovellettiin 5S:n oppeja mahdollisuuksien mukaan. Vaikka Välilehdon varasto sisälsikin paljon tarpeettomia valmis- ja osavalmisteita, ei kattavaa eroteluvaihetta voitu suorittaa. Tämä johtui siitä, että kaikki laitteet ja materiaalit ovat Rowa-Moserin omaisuutta. Kehitystoimet keskittyvätkin pitkälti varastoinnin järjestykseen. Osa- ja valmisvarastointi on jakaantunut viiteen eri tasoon: profiilitoimittajan profiilivarasto, alihankkijoiden profiili- sekä osavalmistevarastot sekä puolivalmiste- ja valmisvarasto A&M Välilehdon tiloissa. Alihankkijoista sekä tavarantoimittajista ainoastaan Anlan kanssa laadittiin kiinteä hyllyjärjestely (Taulukko 5). Eslan tapauksessa materiaalin kotiinkutsu hoidetaan sähköpostilla. Kotiinkutsu on käsky toimittaa haluttuja palveluja tai tuotteita toimittajalta (The University of Manchester 2010.). Kotiinkutsu toimii kuljetus- ja valmistuskanbanina. Anlan tapauksessa tuotteiden nouto tapahtuu omalla trukilla ilman erillistä ilmoitusta. Etukäteen määritellyn hyllyjärjestyksen ansiosta oikea lava on aina tietyssä paikassa. Tämän vuoksi Anlan oma varastointi säilyy selkeänä, mikä helpottaa varastosaldojen tarkkailua ja järjestyksen ylläpitoa. Hyllyjärjestyksen ansiosta Välilehdon on vaivatonta noutaa täydennyserä ilman oikean lavan etsimistä. Tämä minimoi täydennykseen kuluva liikettä sekä aikaa.

Taulukko 5. Anlan vaakapalkkien hyllypaikat.

		SK460	SK460
SK660	SK660	SK450	SK450
SK650	SK650	SK440	SK440
SK640	SK640	SK230	SK230
SK630	SK630	SK220	SK220
SK620	SK620	SK12	SK12

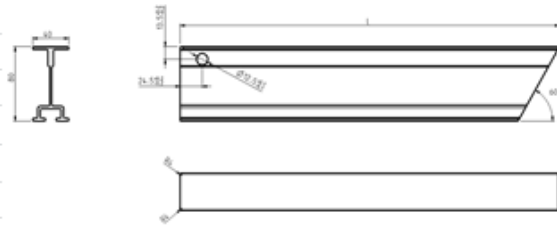

A&M Välilehdon varasto koostuu neljästä eri nimiketyypistä: kannatinpalkit, seinäpalkit, valmiit tuotteet sekä muut nimikkeet. Tässä työssä muihin nimikkeisiin sisältyy vain NR 6-kiinnitin. Varastokokoja määriteltessä päätettiin käytännöstä, jossa kannakkeita on valmiina kaksi lavaa kolmen kauluksen korkeudessa lukuun ottamatta nimikettä SK650, jonka menekki oli huomattavasti muita kannakkeita vähäisempi. Tätä nimikettä varastoidaan vain yksi lavallinen. Lavat on sijoitettu hyllystön ylimpään ja alimpaan kerrokseen, alemman lavan ollessa ensisijainen tilauksia täytettäessä. Vaakapalkkeja varastoidaan Välilehdon tiloissa kutakin nimikettä yhden lavan verran, varastohyllyn keskialueella. Seinäpalkeille määriteltiin varastointimääräksi kaksi lavaa, jotka mahdollisuuksien mukaan on sijoitettu joko keskialueelle tai lattiatasoon. Kaikki lavat on pyritty sijoittamaan niin, että varastosaldojen tarkastaminen visuaalisesti on mahdollisimman helppoa. Varastosaldojen seurattavuuden lisäksi tarkoin määritelty varastojärjestys ehkäisee tahatonta ylituotantoa, sillä tarpeettomalle valmis- tai osavalmisteelle ei löydy järkevää varastointipaikkaa.

Valmisvaraston paikat varustettiin kunkin nimikkeen osoitelapulla, johon on tulostettu kannakkeen nimi, kuva sekä mitat, valmistuserä, hälytysraja sekä lavapaikkojen lukumäärä (Kuvio 10).

SEINÄKANNAKE										
SK 440										
HÄLYTYSRAJA	120									
VALMISTUSERÄ	120	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mitta</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>155</td> </tr> </tbody> </table>	Mitta	mm	L	500	H	80	A	155
Mitta	mm									
L	500									
H	80									
A	155									
PAIKKA	2/2	Päivitetty: 20.7.2012								

Kuvio 10. Valmiin seinäkannakkeen osoitelappu.

Vaakapalkeille laadittiin samankaltainen osoitelappu, joka löytyy myös Anlan varastopaikoista. Lapusta käy ilmi valmiiden kannakkeiden tapaan muun muassa osan kuva, loppukokoonpanon nimike, hyllypaikkojen lukumäärä, mitat, hälytysrajat sekä toimituserän koko (Kuvio 11).

KANNATINPALKKI			
80x40x496 mm			
(Piir.No: HY-103a-3)			
HÄLYTYSRAJA	0		
TOIMITUSERÄ	120		
PAIKKA	KOKOONPANO	Päivitetty: 23.8.2012	
1/1	SK440		

Kuvio 11. Kannatinpalkin osoitelappu.

Valmisvarastot inventoidaan joka perjantai. Hälytysrajalla olevat nimikkeet, eli tuotteet joita on vain yksi lavallinen jäljellä tai ensisijainen lava on lähes tyhjä, merkitään inventointilistaan. Poikkeuksena on nimike SK650, jota on vain yksi lava. Sen hälytysraja on 40 kpl, ja määrä lasketaan käsin. Inventoinnin jälkeen täydennystarve

toimitetaan kokoonpanoon, joka täydentää valmisvaraston mahdollisimman pikaisesti. Inventoinnin tiedot toimitetaan myös varaston tilauslistaan, josta nähdään onko kyseistä tuotetta tilattu kokoonpanosta jo aiemmin. Nimikkeiden hälytysrajat on mitoitettu siten, että hälytysrajalle laskenut varastomäärä riittää keskikulutuksella täyttämään kahden viikon tarpeet.

5 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli kehittää kappaletavaratuotannossa toimivan yrityksen tuotannonohjausta. Työssä hyödynnettiin joitakin lean-työkaluja. Omistajuussuhteiden tuomien muutoksien takia Hyxal-kaapelikouruja valmistavalla A&M Välilehdolla oli vakavia puutteita tuotannonohjauksessa sekä materiaalivirran hallinnassa. Nämä puutteet heikensivät yrityksen toimitusvarmuutta, lisäsivät tuotannossa syntynyttä hukkaa ja kasvattivat varaston arvoa kohtuuttomasti. Työn tavoitteena oli tehokkaan imuohjausjärjestelmän kehittämisen avulla minimoida nämä kannattavuutta laskevat tekijät.

Kehitys aloitettiin tutustumalla yrityksen nykyhetkeen ja siihen johtaneilla tapahtumilla haastatteleamalla henkilöstöä. Näiden haastatteluiden pohjalta saatiin käsitys toimitusketjun nykytilasta, haasteista ja sen puutteista. Nykytilaa analysoitaessa kävi selväksi, että asiakaskunnan koostuminen sekä tukku- että yksityisasiakkaista aiheutti yksittäistilauksiin suuria heikosti ennustettavia kokoeroja. Ennen omistajuuden muutosta aiempi henkilöstö oli kokemuksellaan kyennyt optimoimaan materiaali- ja tuotannonohjausta. Nyt uusien omistajien myötä tämä tietotaito oli menetetty, eikä tilannetta paikkaamaan ollut selkeää tuotannonohjausjärjestelmää. Kun toiminnan ongelmat oli kartoitettu, alettiin kehittää järjestelmää täydentämään näitä puutteita.

Jotta yrityksen toimintaa rajoitettaisiin mahdollisimman vähän kehityksen aikana, rajattiin kehitys käsittämään ainoastaan seinäkannakkeiden tuoteperhettä. Kannakkeet tarjoavat hyvän kuvan yrityksen tavanomaisesta tuotannosta ja sen ongelmista, joten niiden käyttö kehystoimien pilotointiin on perusteltua. Kehystoimet aloitettiin tutustumalla tuoteperheen rakenteeseen, materiaali- ja koneistustarpeeseen sekä nimikekohtaiseen menekkiin. Analysoinnin jälkeen kullekin nimikkeelle laadittiin valmiiden tuotteiden valmistuseräkoko, joka vastaa tuotteen keskimääräistä kahden viikon menekkiä. Kokonaisvarastointi käsittää kaksi valmistuserää, jotka on jaettu kahdelle lavalle. Ensimmäisen lavan, eli valmiste-erän ehtyminen toimii hälytysrajana varastotäydennykselle. Poikkeuksena nimike SK650, jota varastoidaan vain yksi lavallinen, hälytysrajan ollessa 40 kpl. Tämä määrä inventoidaan

käsin. Muiden nimikkeiden kohdalla hälytysrajana toimii ensimmäisen lavan ehtyminen. Valmisvarastojen määrät inventoidaan joka perjantai, jonka perusteella tiedetään täydennystarve. Osavarastot mitoitettiin siten, että yhdestä puolivalmisteerästä voidaan valmistaa yksi erä valmiita kannakkeita. Puolivalmisteverastot inventoidaan niin ikään perjantaisin.

Alihankkijoille suoritettiin vertailu, jonka perusteella valittiin järjestelmään parhaiten soveltuva toimija. Vertailun perusteella yhteistyö Mansen Metall Oy:n kanssa lopetettiin, ja uudeksi toimijaksi sen tilalle tuli Anla. Mäkelä Alun ja Eslan kanssa toimintaa jatkettiin, sillä omistajanvaihdoksesta seurannut sijainnin muuttuminen lähensi näitä toimijoita entisestään. Yhteistyötä etenkin Eslan kanssa kehitettiin entisestään.

Puolivalmisteita varastoidaan kahdessa paikassa, Välilehdon omassa varastossa sekä alihankkijoiden osavarastossa. Välilehdon osavaraston täydennys hoidetaan joko noutamalla vaakapalkit Anlan omasta varastosta, tai kotiinkutsumalla Eslan varastossa olevia kappaleita. Sekä Välilehdon että Anlan varastoille laadittiin mahdollisimman selkeä hyllyjärjestys, jotta varastosaldojen inventointi voitaisiin hoitaa nopeasti visuaalisella tarkastelulla. Anlan toimittamien osien ehtyessä täydennys noudetaan Anlan varastosta, jolloin vaihdossa tuotu tyhjä laatikko toimii valmistussignaalina. Eslan tuotteiden kohdalla kotiinkutsu toimii kuljetus- ja valmistuskanbanina. Profiilivarastojen kaupintavarastojen täydennystilauksista huolehtii kukin toimija itse.

Näiden toimenpiteiden myötä yrityksen toimitusvarmuus kasvaa varastoarvojen pysyessä edelleen kohtuullisena. Hyvä toimitusvarmuus tuottaa yritykselle lisäarvoa parantuneen asiakastyytyväisyyden muodossa. Tyytyväinen asiakas ei koe tarpeelliseksi etsiä uutta toimittajaa tuotetarpeillensa, vaikka toimittajan hintataso ei olisi-kaan absoluuttisesti matalin. Hyvä toimitusvarmuus toisaalta myös vähentää asiakasreklamaatioista aiheutuvia hyvityksiä, jolloin yrityksen toiminta on kannattavampaa ja se kykenee kilpailemaan tuotantokustannuksista kilpailijoiden kanssa.

LÄHTEET

- Airas, M. & Penttilä, R. 1985. Yrityksen tuotannonohjaus. Lappeenranta: Etelä-Saimaan Kustannus Oy.
- Ali-Yrkkö, J. 2007 Tuotannon ja T&K-toiminnan ulkoistaminen: Motiivit ja onnistuminen. [Verkkójulkaisu] Elinkeinoelämän tutkimuslaitos. Saatavilla: <http://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/dp1071.pdf>
- An-La Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Saatavilla: <http://anla.fi/index.php?ID=1017>
- E.S. Lahtinen Oy. Ei päiväystä. Yritys. [Verkkosivu]. Saatavilla: <http://www.esla.fi/fin/yritys.html>
- Haastattelut. Talvi-kesä 2012. A&M Välilehto Oy:n henkilöstö.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.
- Hokkanen, S., Karhunen, J., Luukkainen, M. 2010. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Sho Business Development Oy
- Hyxal. 2011. ALU-Kabelpitschen. [Verkkokatalogi]. Saatavilla: http://rowa-moser.at/kataloge/index_Hyxal2011_1.html#/0
- Koenigsacker, G. 2009. Leading the Lean enterprise transformation. New York: Productivity Press
- Johannessen, S.O., Solem, O. 2009. Logistikorganisationer: Strategi och utveckling. Malmö: Liber AB
- Järvi-Pohjanmaa. 2013. Alumiini- ja metallialan kehittämishanke: Alulnno. [Verkkójulkaisu]. Saatavilla: http://www.jarvi-pohjanmaa.fi/Suomeksi/JARVI-POHJANMAAN_YRITYSPALVELU_OY/JPYP_-_hankkeet/Alulnno_-_paattynyt
- Modig, N. & Åhlström, P. 2012. Detta Är Lean: Lösningen på effektivsparadoxen. Halmstad: Bulls Graphics AB
- Mäkelä Alu Oy. Ei päiväystä. Yritysesittely. [Verkkosivu]. Saatavilla: <http://www.makelaalu.fi/index.php?sivu=Yritys&kieli=fi>
- Simons, M., Hyötyläinen, R. 2009. Keskisuuren yrityksen dynaaminen kasvumalli. Hämeenlinna: Talentum Media Oy

Seinäkannakepiirustukset. 2012. Rowa-Moser Productions GmbH

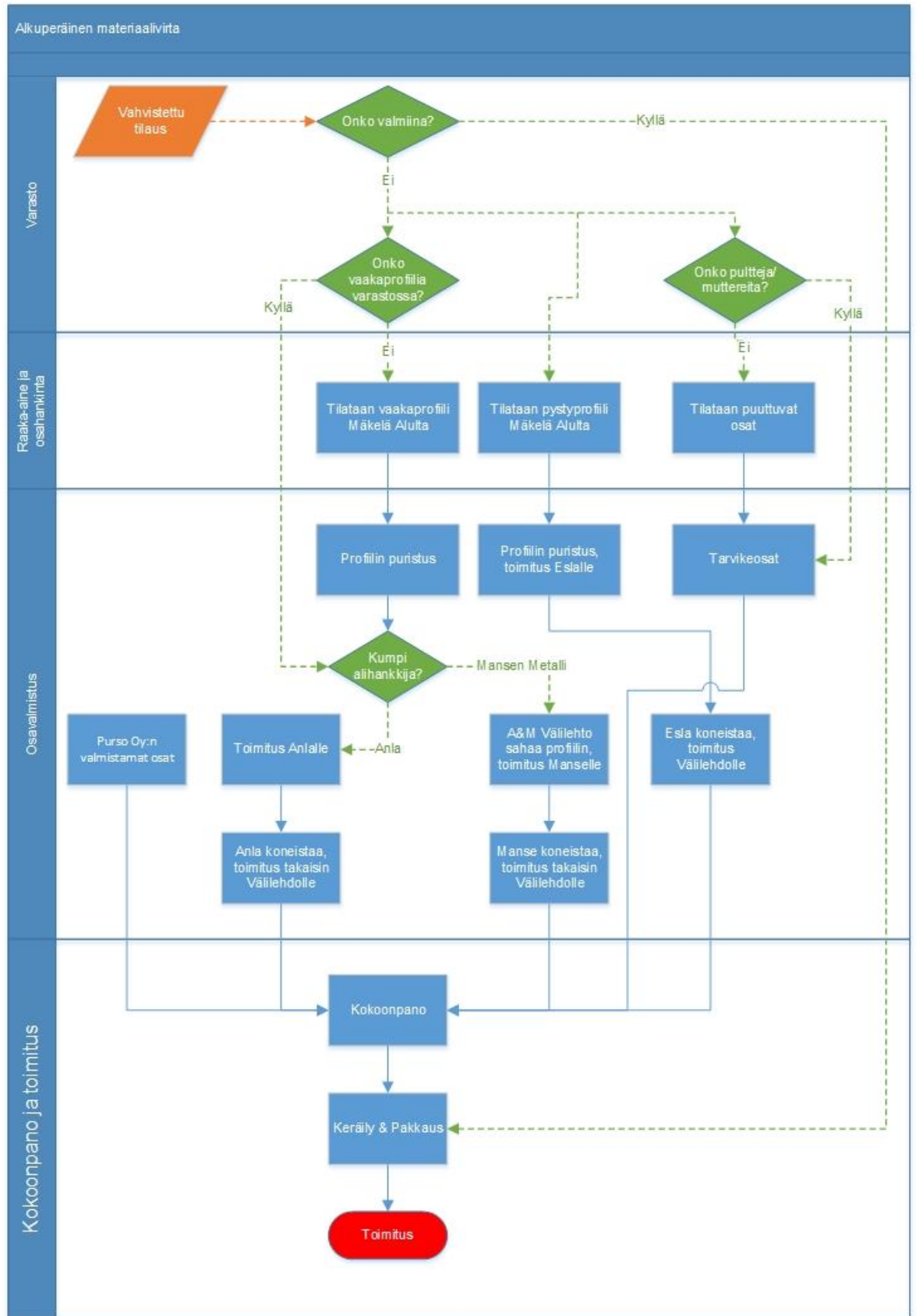
Tuominen, K. 2010. Lean -Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen -5S. Helsinki: Readme.fi.

The University of Manchester. 2010. Call-off Orders: Awareness of call-off orders and their use. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <http://documents.manchester.ac.uk/display.aspx?DocID=8182>

Valkokari, K., Hyötyläinen, R., Kulmala, H.I., Malinen, P., Möller, K., Vesalainen, J. 2008. Verkostot liiketoiminnan kehittämisessä. Helsinki: WSOYPro

Würth Oy. 2013. Yritysesittely. [Verkkosivusto] Saatavilla: http://www.wurth.fi/site/fi/home/wurth_oy/yritysesittely_1.html

LIITE 1: Alkuperäinen materiaalivirta



LIITE 2: Välilehdon osa- ja valmisvarasto

6 kN 2/2	6 kN 1/2	SK 660 1/2	SK 660 2/2	SK 640 2/2	SK 630 2/2	SK 620 2/2	SK 460 2/2	SK 450 2/2	SK 440 2/2	SK 230 2/2	SK 220 2/2	SK 12 2/2
	4 kN 1/2	4 kN 2/2	2.5 kN 2/2	2.5 kN 1/2	NR 6 1/1	100x40x724 1/1	100x40x524 1/1	80x40x596 1/1	80x40x426 1/1	80x40x326 1/1	60x40x282 1/1	
	SK 650 1/1	SK 640 1/2	SK 630 1/2	SK 620 1/2	SK 460 1/2	SK 450 1/2	SK 440 1/2	SK 230 1/2	SK 220 1/2	SK 12 1/2		

Valmiit kannakkeet
Vaakapalkit
Pystypalkit
Muut