

Petteri Saarinen

KUPARIVALSSAAMON OPTIMAALISEN MYYNTIERÄKÖÖN
MÄÄRITYS

Konetekniikan koulutusohjelma
2019

KUPARIVALSSAAMON OPTIMAALISEN MYYNTIERÄKOON MÄÄRITYS

Saarinen, Petteri Eerik
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2019

Ohjaaja: Nolvi, Leena
Sivumäärä: 42

Liitteitä: 3 (Kolmatta liitettä ei julkaista Aurubis Finland Oy:n pyynnöstä)

Asiasanat: Lean, tuotannosuunnittelu, myyntierätkoko, kustannuslaskenta, optimointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää tuotesegmenttien optimaaliset myyntieräkoot. Tulosten pohjalta luotiin laskentaohjelma myyjien käyttöön. Työ toteutettiin Aurubis Finland Oy:n kuparivalssaamon tuotesegmenteistä. Lisäksi määritettiin myös eri rakennuksissa pintakäsiteltävien arkkitehtuurituotteiden optimaaliset myyntieräkoot. Määritettäviä tuotesegmentejä oli yhteensä 12. Osa tuotesegmenteistä yhdistettiin ohjelmassa.

Työn tavoitteena oli määrittää jokaisen tuotesegmentin optimaalinen myyntierätkoko. Optimaalisten myyntierätkokojen avulla myyjät pystyvät määrittämään helpommin tilausten kannattavuuksia. Määritteenä käytettiin, kuinka paljon lähtölaatasta saadaan valmista tuotetta kilogrammoina tilauskoon mukaan. Työn toteutus painottui pääsääntöisesti laskennallisten saantien määrittämiseen. Mahdolliset tuotantoprosessista johtuvat materiaalihäviöt otettiin huomioon saaduissa tuloksissa prosenttikertoimella. Optimaalisten myyntierätkokojen määrittelyssä hyödynnettiin muun muassa lähtölaattojen millimetripainoa, koneiden kapasiteetteja sekä tuotteiden mittoja.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin Lean-johtamisfilosofiaa, jossa tuotettavan tuotteen optimaalisen myyntierätkoon määrittäminen on oleellista. Tuotteiden optimaalisilla myyntierätkoilla kyetään vähentämään ylimääräistä tuotantoa sekä varastointia, jotka ovat Lean-johtamisfilosofian perusajatuksia. Lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin tuotannosuunnittelua, kustannuslaskentaa sekä optimaalista myyntierätkokoa.

DETERMINING THE OPTIMAL SALES BATCH SIZES FOR COPPER ROLLING MILL

Saarinen, Petteri Eerik

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical Engineering

April 2019

Supervisor: Nolvi, Leena

Number of pages: 42

Appendices: 3 (The third appendix are not published on request of Aurubis Finland Oy)

Keywords: Lean, production planning, sales batch size, cost accounting, optimizing

The purpose of this thesis was to determine the optimal sales batch sizes. A calculation program based on the results was created into the salespersons use. The calculations were made of Aurubis Finland Oy copper rolling mill's product segments. Architect products from another building were also included in the calculations. There were total of 12 product segments to be determined. Some of the product segments were combined in the program.

The aim of this thesis was to determine the optimal sales batch sizes of every product segments. Using the optimal sales batch sizes, the salespersons can determine profitability of order more easily. Unit used was how much material was obtained in kilograms from the starting plate. This thesis concentrated on determining the optimal sales batch sizes by calculation. Possible material defeats caused by manufacturing process were taken into consideration by determining the percentage coefficient. In the determination of the optimal sales batch sizes weight of start plates (kg/mm), capacities of machines and measures of product was utilized.

The theoretical part of the thesis focused on the Lean management philosophy, were determining the optimal sales batch sizes of products is essential. The optimal sales batch sizes of products can be used to reduce over production and storage, which are basic ideas of Lean management philosophy. Production planning, cost accounting and optimal sales batch size were also included in theoretical part.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PROJEKTIN TOIMEKSIANTAJA JA TAVOITE	6
2.1	Aurubis AG.....	6
2.2	Aurubis Finland Oy.....	7
2.3	Työn tavoite sekä rajaukset.....	7
3	LEAN	9
3.1	Virtaus.....	9
3.2	Hukka	11
3.3	Viisi avainsääntöä	13
3.4	Imuohjaus.....	15
3.4.1	Kanban	16
3.4.2	Just In Time	16
3.5	Kaizen	17
3.6	Lean Six Sigma	18
4	TUOTANNONSUUNNITTELU	19
4.1	S&OP-menetelmä	20
4.2	Materiaalinohjaus.....	21
5	MYYNTI.....	22
5.1	Kustannuslaskenta.....	22
5.2	Optimaalinen myyntierä.....	23
6	KUPARIVALIMO JA VALSSAAMO.....	25
7	YLÄVIRTA.....	27
8	TAHDISTIN.....	29
9	ALAVIRTA.....	32
10	PROJEKTIN TOTEUTUS	35
10.1	Pyörylät.....	36
10.2	Nauhat.....	36
10.3	Kelat ja arkkitehtuurituotteet	37
10.4	Levyt.....	38
11	POHDINTA JA YHTEENVETO	41
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää optimaaliset myyntieräkoot Aurubis Finland Oy:n kuparivalssaamon tuotteista. Optimaalisten myyntieräkokojen pohjalta luotiin laskentaohjelma myyjien käyttöön. Työssä määriteltiin tuotteiden optimaaliset eräkoot laskennallisesti ja niitä verrattiin todellisiin saatuihin eräkokoihin vanhoja tilauksia tutkimalla. Näin ollen yhdessä tuotannosuunnittelun kanssa saatiin selville todelliset ja ajankohtaiset optimisaannit jokaiselle tuotesegmentille.

Pääasiassa optimaalisia myyntieräkoja hyödynnetään tilausmäärien kannattavuuden arvioinnissa. Ajankohtaisilla ja paikkansapitävillä optimisaanneilla saadaan selville organisaation kannalta järkevät tilauskoot ja niitä voidaan hyödyntää tuotteiden hinnoittelussa.

Työssä keskitytään kuparivalssaamon tuotteisiin. Ohjelmassa olevia tuotesegmenttejä on yhteensä kaksitoista kappaletta. Aurubis Finland Oy:n tuotesegmentit on esitetty liitteessä 1. Nämä tuotesegmentit sisältävät lukuisan määrän erilaisia lopputuotevariaatioita, mikä määrittää minkälaisen tuotantoprosessin tuote kulkee ennen asiakkaalle toimittamista. Aikataulullisesti tarvittava data kerättiin ja ohjelma toteutettiin kevään 2019 aikana.

2 PROJEKTIN TOIMEKSIANTAJA JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii maailmanlaajuiseen Aurubis AG konserniin kuuluva Aurubis Finland Oy. Yritys sijaitsee Kokemäenjoen varrella Porin metallikylän Kupariteollisuuspuistossa, joka on esitetty kuvassa 1. Alueella sijaitsee useita metallialan yrityksiä sekä niiden yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita työllistäten noin 1400 henkilöä. Näin ollen Kupariteollisuuspuisto on yksi merkittävimmistä ja suurimmista teollisuusalan työllistäjistä Porissa. (Kupariteollisuuspuiston www-sivut 2019.)



Kuva 1. Porin kupariteollisuuspuisto (Aurubis www-sivut 2019).

2.1 Aurubis AG

Vuonna 1866 perustettu saksalainen kuparialan yritys Aurubis AG on maailman suurin kuparin kierrättäjä. Yritys tuottaa kuparikatodia romukuparista, kierrätetystä raaka-aineesta sekä kuparirikasteesta yli miljoona tonnia vuosittain. Kuparikatodeista valmistetaan erilaisia kuparituotteita, kuten levyjä, laattoja, nauhoja, lankoja, kaapeleita, profiileja ja keloja. (Aurubis AG:n www-sivut 2019.)

Maailmanlaajuinen yritys työllistää noin 6300 henkilöä ympäri maailmaa. Tuotantolaitokset sijaitsevat Euroopassa ja Yhdysvalloissa, mutta varasto-, myynti- sekä

palvelutoimintaa on edellä mainittujen lisäksi myös Aasiassa. (Aurubis AG:n www-sivut 2019.)

2.2 Aurubis Finland Oy

Aurubis Finland Oy sijaitsee Porin metallikylän Kuparipuistossa Kokemäenjoen varrella. Kuparipuistossa sijaitseva yritys työllistää yhteensä noin 250 työntekijää erilaisissa asiantuntijatehtävissä, kuparivalssaamossa sekä omassa valimossaan. Aurubis Finland Oy:n päätuotteita ovat erilaiset valssatut kuparituotteet: laatat, levyt, pyörylät ja nauhat, joista noin 90 prosenttia valmistetaan ulkomaanvientiin. Yritys on myös tunnettu pohjoismaisesta arkkitehtuuristaan sekä laajasta kuparilaatujen valikoimasta teollisuuskäytössä. Yrityksen pääajatus on vahvistaa liiketoimintaansa tuottamalla joustavasti ja mahdollisimman laadukkaasti asiakkaiden tarvitsemia tuotteita. (Aurubis Finland Oy www –sivut 2019.)

2.3 Työn tavoite sekä rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on määrittää Aurubis Finland Oy:n kuparivalssaamon tuotesegmenttien optimaaliset myyntieräkoot. Tässä opinnäytetyössä optimaalisella myyntieräkoolla tarkoitetaan tuotteen tuotannossa saatavaa maksimi saantikokoa kilogrammoina mitattuna. Yrityksellä on jo joistakin tuotesegmenteistä olemassa optimaalisia myyntieräkoon arvoja. Olemassa oleva data on kuitenkin hyvin rajallista ja päivityksen tarpeessa, joten työn tavoitteena on selvittää kuparivalssaamon jokaisen tuotesegmentin optimaaliset myyntieräkoot. Optimisaannit kerätään yhteen tiedostoon ja niiden pohjalta luodaan laskentaohjelma, jolla erikokoisten tilauksien kannattavuus saadaan arvioitua.

Käytännössä optimaalisen myyntieräkoon selvittäminen tietylle tuotteelle on melko hankalaa. Kuparivalssaamossa valmistettavat tuotteet kulkevat tilauksen mukaan niin monen erilaisen prosessin läpi, että mahdollisten lopputuotteen saantikokoon vaikuttavien tapahtumien summa on melko suuri.

Opinnäytetyön kannalta edellä mainitut prosessitapahtumat jätetään pienemmälle huomiolle ja keskitytään pääasiassa laskennallisiin optimisaantehin. Jokaisen tuotesegmentin optimaalisen saannin määrään vaikuttaa: koneiden ominaisuudet ja rajoitukset, valimosta tilatun lähtölaatan koko, tilatun lopputuotteen mitat, reunaromutuksessa huomioon otettavat seikat sekä erityisesti asiakkaan tilauksen määrä suhteessa lähtölaatasta valmistuneeseen materiaalmäärään.

Tuotekohtaisesti työn ulkopuolelle rajattiin ainoastaan yli 6 mm paksut ja yli tuhannen kilon levyt. Edellä mainitut tuotteet rajattiin pois, sillä käytössä olevilla laattavariaatioilla lähes minkä kokoinen tilaus tahansa saadaan optimoitua saannin suhteen. Edellä mainittujen tuotteiden valmistuksen ja myynnin suunnittelusta vastaa Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelu.

3 LEAN

Lean on asiakaslähtöinen kehittämis- ja johtamisfilosofia, joka on ollut suuressa roolissa menestyvien yritysten kehittäessä toimintaansa kaikkialla maailmassa. Pääideana on virtauksen (throughput) maksimoiminen ja hukan (waste) poistaminen. (Logistiikkamaailman www-sivut 2019.) Käytännössä pyritään luomaan prosessi, jossa vaadittava tuotantoaika, sidottu pääoma, tila, tarvittava ihmisvaiva sekä mahdolliset tuotantohäviöt minimoidaan niin alhaiseksi kuin mahdollista pyrkien samalla tuottamaan asiakkaalle mahdollisimman laadukkaita tuotteita. (Lean Enterprise Institute www-sivut 2019.)

Yleinen oletus on, että Lean on kehitetty vain tuotannon parantamiseksi. Todellisuudessa ajatusmallia voidaan kuitenkin hyödyntää jokaisessa yrityksessä ja prosessissa, sillä se ei ole kiveen hakattu toimintatapa, vaan ajattelun ja toiminnan keino, jonka toimimiseen tarvitaan koko organisaatiota. (Lean Enterprise Institute www-sivut 2019.)

Termi Lean on kehitetty 1980-luvun lopulla perustuen Taiichi Ohnon Toyotan tehtaissa jo 1940-luvulla kehittämään ajatusmalliin. Lean termi vakiintui kuitenkin vasta 1990-luvulla julkaistun James P. Womackin, Daniel Roosin ja Daniel T. Jonesin kirjoittaman kirjan *The Machine That Changed The World* (1990) myötä. Kirjassa selvitetään, kuinka Toyotan luoma toimintamalli autoteollisuudessa kykenee tuottamaan laadukkaammin, nopeammin ja tehokkaammin tuotteitaan, kuin esimerkiksi siihen aikaan maailman johtavin ja massatuotannostaan tunnettu Ford. (Lean Enterprise Institute www-sivut 2019.)

3.1 Virtaus

Virtausta pidetään Lean-organisaation tärkeimpänä periaatteena. Virtaus tarkoittaa prosessissa keskeytymätöntä materiaalien ja tiedon virtaa ilman turhaa varastointia. Virtaus käynnistyy aina asiakkaan tilauksesta, joka käynnistää valmistusprosessin ja päättyy tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Toimiva virtaus mahdollistaa pienissä sarjoissa ja juuri asiakkaan tarpeiden mukaan valmistamisen ilman välivarastoja. Näin

ollen turhan työn tarve sekä varastoihin sidotun pääoman määrä saadaan vähäiseksi. (Tuominen 2010. (A), 72.)

Muita virtauksella saavutettavia hyötyjä ovat:

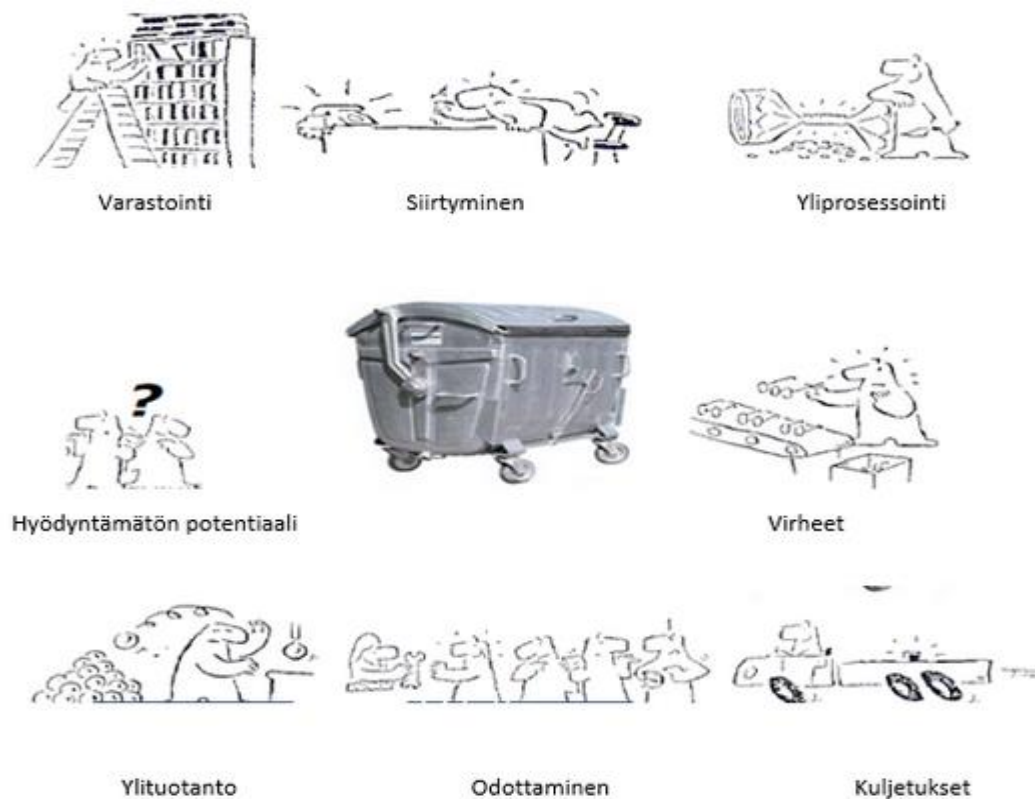
- **Laadun paraneminen**
Pienissä sarjoissa valmistaminen mahdollistaa virheiden helpomman ja nopeamman havaitsemisen. Sen ansiosta virhe voidaan analysoida ja korjata välittömästi. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)
- **Joustavuuden lisääntyminen**
Kun prosessin läpimenoaika lyhenee, reagointi asiakkaan tarpeisiin nopeutuu. Myös tarvittavat muutokset voidaan toteuttaa välittömästi esimerkiksi tuotteiden tai kysynnän määrän muuttuessa. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)
- **Tuottavuuden nousu**
Hyvin virtaavassa prosessissa hukkaa aiheuttavien toimintojen määrä on onnistuttu hävittämään kokonaan tai asetettu minimiin. Parhaimmassa tapauksessa jokainen prosessin vaihe on asiakkaalle arvoa tuottavaa toimintaa. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)
- **Vapautuva lattiatila**
Varastoitavien materiaalien vähentäminen synnyttää lisää tilaa. Vapautunut tila voidaan hyödyntää esimerkiksi kapasiteetin lisäämiseen. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)
- **Turvallisuuden paraneminen**
Valmistaminen pienissä erissä takaa turvallisemman virtauksen sekä vähentää mahdollisia nosteluja ja siirrettäviä tavaraeriä. Pienempien erien virtaaminen suunniteltuja reittejä pitkin takaa sen, ettei yllätyksiä synny prosessissa tai sen ulkopuolella työskenteleville. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)

- Varastokustannusten pieneneminen

Varastojen pieneneminen vähentää varastointi- ja kuljetuskuluja sekä vapauttaa ennen varastoiduissa materiaaleissa kiinni olevan pääoman esimerkiksi uusien investointien hankintaan. (Tuominen 2010. (A). 72-73.)

3.2 Hukka

Hukka eli japaniksi Muda tarkoittaa työhön kulunutta aikaa, joka ei tuota asiakkaalle mitään lisäarvoa (Mflow www-sivut 2019). Lean-filosofian pääideana on maksimoida yrityksen tuottavuus. Tuottavuus ei kuitenkaan ole tarkoitus maksimoida nopeuttamalla prosessia, vaan poistamalla turhat ja tuottamattomat toiminnot mahdollisimman tehokkaasti ja nopeasti. Sen lisäksi pyritään pienentämään kustannuksia ja parantamaan samanaikaisesti laatua. (ARROW Engineering www – sivut 2019.) Lean filosofian ja Ohnon mukaan hukka jaetaan kuvan 2. tavoin kahdeksaan eri osa-alueeseen seuraavasti:



Kuva 2. Lean filosofian kahdeksan hukan jaottelu (Mflow www – sivut 2019).

- Ylituotanto

Ylituotantoa eli liiallista tuottamista syntyy, kun tuotetaan tarpeetonta, enemmän kuin on tarpeen tai ennen kuin on tarpeen (ilman tilausta), sitoen turhaan resursseja. (Tuominen 2010. (B), 16.) Ohnon mukaan keskeisin kahdeksasta hukan aiheuttajasta on ylituotanto, koska sen seurauksena syntyy helposti lisää erilaisia hukkia. Ylituotanto sitoo yrityksen pääomaa ja henkilöstöä, sekä vie varastotilaa synnyttäen hukkaa. Ylituotannon ajatellaan vaikeuttavan todellisten ongelmien havaitsemista sekä lieventävän niiden vaikutusta. (ARROW Engineering www – sivut 2019.) Ylituotannon vastakohtana pidetään JIT-tuotantoa (Just In Time). (Tuominen 2010. (B), 16.)

- Tarpeeton varastointi

Tuomisen (2010. (B), 18) mukaan ylituotanto johtaa kasvaneisiin varastoihin. Keskenäinen tuotanto, valmiiden tuotteiden tarpeeton pitkäaikainen varastointi, suuret eräkoot eli tilaukset sekä materiaalien ylimäärä aiheuttavat lisäkustannuksia yritykselle. Lisäksi ylimääräiset varastot kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä heikentävät ongelmien ja tuotannon heilahtelujen että myöhästyneiden tavaran toimitusten ja vikatilanteiden havaitsemista. (ARROW Engineering www – sivut 2019.)

- Turha liike ja kuljettaminen

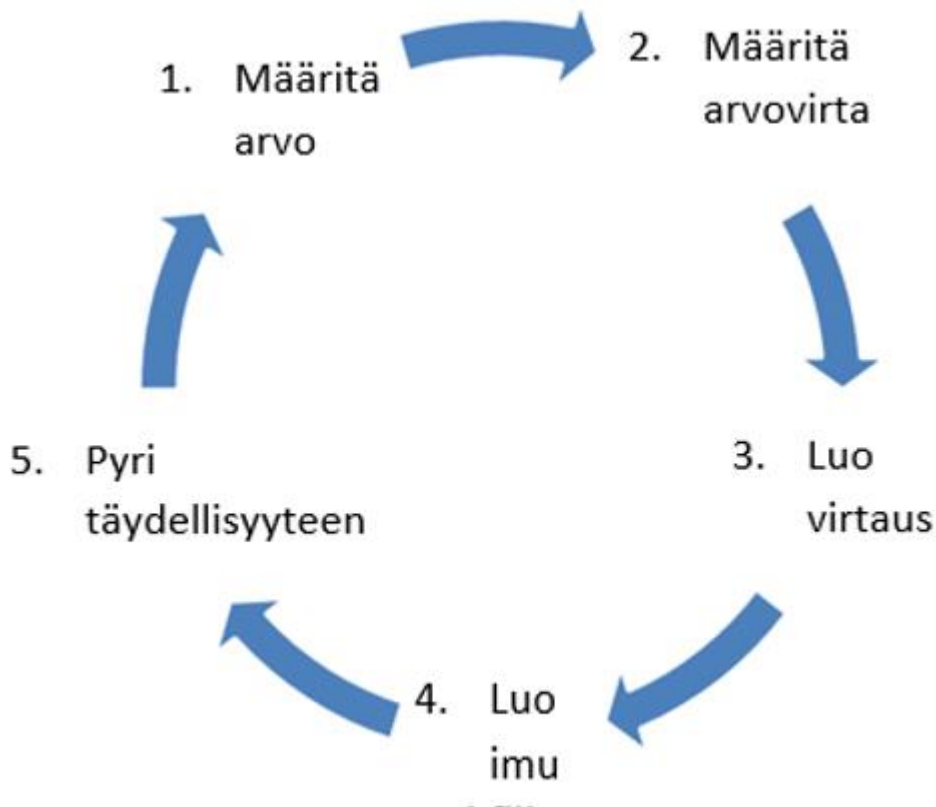
Turhat liikkeet ja kuljetukset eivät tuo asiakkaalle tai itse tuotteeseen lisäarvoa. Ohnon mukaan kaikenlainen ylimääräinen liike työn aikana, kuten tarvittavien välineiden etsiminen ja keräily sekä tuotteiden edestakainen kuljettaminen työvaiheiden ja varastojen välillä aiheuttavat hukkaa. (ARROW Engineering www – sivut 2019.)

- Yliprosessointi

Useimmiten yliprosessoinnin aiheuttaa puutteellinen suunnittelu. Yliprosessoinnilla tarkoitetaan turhia tuoteosia ja -ominaisuuksia, turhia menetelmiä sekä tarpeettomia työvaiheita valmistusprosessissa. Myös ylimääräiset tarkastusvaiheet ja tarpeettomat koneet luokitellaan yliprosessoinniksi. (Tuominen 2010. (B), 24.)

1. Arvo määritellään asiakkaan tarpeiden mukaan tiettyyn tuotteeseen/tuotteisiin. Arvon määrittämisen kannalta välttämättömiä ovat esimerkiksi valmistus- ja toimitusaikataulut, hinnoittelu sekä asiakas-kohtaiset odotukset ja vaatimukset. (Crawford 3.2016.)
2. Arvovirta sisältää kaikki vaiheet, jotka liittyvät tietyn tuotteen valmistusprosessiin raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi toimitettuna asiakkaalle. Tavoitteena on tunnistaa arvoa tuottavat vaiheet ja poistaa arvoa heikentävät vaiheet. (Crawford 3.2016.)
3. Virtaus. Arvoa tuottavat vaiheet on tehtävä tiukassa järjestyksessä niin, että tuote tai palvelu virtaa sujuvasti kohti asiakasta ilman keskeytyksiä, viiveitä tai pullonkauloja. (Crawford 3.2016.)
4. “Vetäminen”. Paremman virtauksen ansiosta tuotteita voidaan valmistaa nopeammin ja juuri silloin, kun on tarve, eikä tuotteita seiso-teta enää varastossa luomassa hukkaa. Virtauksen ansiosta asiakas voi tehdä tilauksia aiempaa lyhyemmällä varoitusajalla. (Crawford 3.2016.)
5. Täydellisyys. Neljän ensimmäisen vaiheen toteutuminen on hyvä alku, mutta viidennettä vaihetta pidetään kaikkein tärkeimpänä. Lean-ajattelu ja prosessin kehittäminen on otettava osaksi yrityksen kulttuuria ja prosessi aloitetaan niin kauan uudelleen kohdasta yksi, kunnes täydellinen tilanne saavutetaan. (Crawford 3.2016.)

Kuvasta 3. nähdään, että edellä mainitut viisi avainsääntöä muodostavat “loputtoman” kierron. Täydellinen Lean-filosofian sääntöjen ja periaatteiden noudattaminen sekä toteuttaminen vaatii jatkuvaa kehittymistä. Sen takia viidennen vaiheen jälkeen tulee aina siirtyä takaisin vaiheeseen yksi.



Kuva 3. Lean-filosofian viiden avainsäännön kiertokulku (Muokattu, Crawford 3.2016).

3.4 Imuohjaus

Imuohjauksen taustalla on ajatus varastojen aiheuttamien kustannuksien ja niiden myötä piiloon jäävien prosessiongelmien minimoiminen. Ideaalitulanteessa tuotteita voitaisiin valmistaa äärimmäisen nopeasti yhden kappaleen erissä täsmälleen asiakkaan tarpeiden mukaan ilman välivarastoja. Todellisuudessa se ei kuitenkaan ole mahdollista, joten paras vaihtoehto on Lean-ajattelun mukaan imuohjaus. Imuohjaus on tuotannonohjausmenetelmä, jossa asiakkaan tekemä tilaus käynnistää valmistusprosessin ja jossa varastojen sekä keskeneräisen tuotannon määrä on rajoitettu. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

Kuten edellä mainittiin, täydellinen nollavarastotilanne on lähes mahdotonta saavuttaa. Syitä nollavarastotilanteen mahdottomuudelle ovat esimerkiksi kysynnän voimakas vaihtelu, pitkät ja vaihtelevat täydennysajat sekä eri tuotantoprosessien

suoritusaikojen vaihtelut. Sen takia imuohjaus toteutetaan usein Kanban-ohjauskorttien avulla. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

3.4.1 Kanban

Termi Kanban tulee Japanista ja tarkoittaa “visuaalista signaalia” tai “korttia”. Tämän JIT-menetelmässä (Just In Time) käytettävän varastonhallintajärjestelmän tarkoituksena on seurata työn kulkua ja aikatauluja läpi koko valmistusprosessin. (Planviewin www – sivut 2019.)

Kanban menetelmän tavoitteena on välivarastojen nollatoleranssi, joten työ etenee prosessissa pull-mekanismin mukaisesti: uusi työ alkaa vasta, kun edellinen prosessi on saatu valmiiksi. Oikein käytettynä, mekanismi helpottaa kysynnän ja tarjolla olevan materiaalin tasapainon ylläpitämistä. (Hyttiälä, 1.6.2011.)

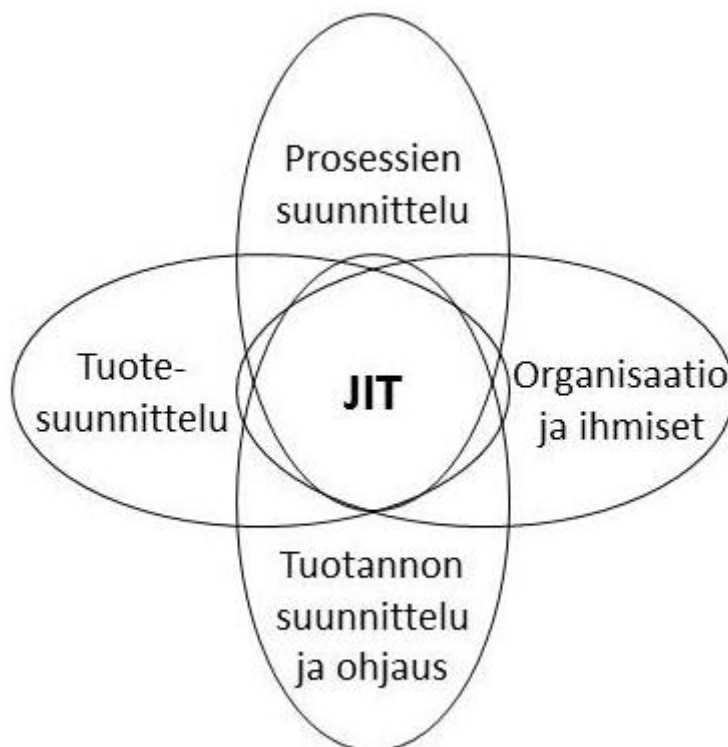
Toimiessaan Kanbanista tulee jatkuvan parantamiskulttuurin kulmakivi. Kun virtaus, laatu, läpimenoajat, tuotantomäärät sekä tuotantoprosessia hidastavat tekijät ovat jatkuvassa tasapainossa Kanban ohjaa prosessia kuin itsestään. Se puolestaan johtaa taloudellisiin ja ajallisiin säästöihin, jolloin yrityksellä jää aikaa enemmän esimerkiksi toimintansa kehittämiseen. (Planviewin www – sivut 2019.)

3.4.2 Just In Time

Usein Lean-ajattelun kanssa puhutaan rinnan JIT-periaatteesta (Just In Time). Nimensä mukaisesti JIT-menetelmän ajatuksena on valmistaa tuotteita mahdollisimman nopeasti, joustavasti ja virheettömästi juuri sen hetkisen todellisen tarpeen mukaan. Todellinen tarve määräytyy asiakaskysynnän mukaan. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

Perinteisiin toimintamalleihin verrattuna JIT-menetelmän tuotantoprosessit ovat myös lyhyempiä ja eräkoot pienempiä mahdollistaen nopeammin ja joustavammin toistuvan tuotannon. Näin ollen menetelmä vähentää kustannuksia minimoimalla varastotarpeet sekä helpottaa suunnittelemaan raaka-aineiden hankinnat tilausten mukaan.

Menetelmän täydellinen onnistuminen edellyttäisi kuitenkin tuotannosuunnittelun kykyä ennustaa kysyntä täydellisesti. (Kenton 2019.) Kuvassa 4. on esitetty JIT-menetelmän keskeisimmät vaikutusalueet.



Kuva 4. JIT:n keskeiset vaikutusalueet (Logistiikkamaailman www – sivut 2019).

3.5 Kaizen

Kaizen (“continuous improvement”) on toimintasuunnitelma, jolla pyritään jatkuvaan parantamiseen ja kehitykseen. Sen päätavoitteena on parantaa organisaatiossa tapahtuvia prosesseja, sillä epätäydelliset prosessit eivät takaa parasta ja laadukkainta tuotosta. Toimiviksi koetut toimintatavat ja prosessit pyritään standardisoimaan jokaisen työntekijän käyttöön. Menetelmä ei koske vain tiettyä organisaation ryhmää, vaan jokaista työntekijää toimitusjohtajasta lattiatasontyöntekijöihin. Kaizen-menetelmä on vahva ja olennainen osa Lean-filosofiaa. (Kanbanchin www – sivut 2019.)

3.6 Lean Six Sigma

Six Sigma on työkalu, jonka keskeisenä ajatuksena on keskittyä prosessin vaihteluihin tieteellisin ja tilastollisin menetelmin. Pienten parannusten sijaan menetelmällä pyritään saamaan aikaan radikaaleja muutoksia prosesseihin. Vaihtelut prosessissa aiheuttavat virheitä, jotka puolestaan aiheuttavat vikoja ja viat synnyttävät hukkaa. Kuten aiemmin opittiin, Lean-menetelmä keskittyy hukkan poistamiseen, kun taas Six Sigma keskittyy vaihtelun minimoimiseen. (Lean Six Sigman [www-sivut](#) 2019.)

Asiakkaiden tarpeiden ja odotusten ylittäminen ovat keskeisiä sovellettaessa Lean Six Sigman työkaluja, joista tunnetuimmat ovat koesuunnittelu DOE (Design of Experiments) ja niin kutsuttu DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä. Koesuunnittelun tavoitteena on löytää prosessin kannalta tärkeimmät vaihtelun lähteet sekä korjata ne suunnitelmallisesti ja tehokkaasti. DMAIC on puolestaan järjestelmällinen menetelmä ongelmien ratkaisuun sekä liiketoiminnan kehittämiseen. (Lean Six Sigman [www-sivut](#) 2019.) DAMAIC-menetelmä koostuu viidestä vaiheesta: määritelmästä (define), mittaamisesta (measure), analysoinnista (analyze), parannuksesta (improve) sekä ohjauksesta (control). (Lintula 2015.)

4 TUOTANNONSUUNNITTELU

Aurubis Finland Oy:n tuotannonsuunnittelu koostuu tuotannonsuunnittelun esimiehestä, kolmesta tuotannonsuunnittelijasta sekä tuotannonohjaajasta. Tuotannonsuunnittelun esimies vastaa raaka-aineiden tilauksista, tuotannonsuunnittelun toiminnasta sekä tuotteiden toimittamisesta asiakkaalle. Jokainen tuotannosuunnittelija puolestaan vastaa tietyistä tuotesegmenteistä ja niiden tuotannonsuunnittelusta. Tuotannonsuunnittelijat toimivat tiiviissä yhteistyössä myyntiosaston kanssa.

Kysyntä luo perustan tuotannonsuunnittelun toiminnalle. Tuotannonsuunnittelun tärkeimpänä tehtävänä on suunnitella ja ohjata asiakastilausten pohjalta materiaalien ja kapasiteettien tarpeita. ”Yhteisesti sovitun kysyntäsuunnitelman perusteella luodaan yleensä karkean tason tuotannosuunnitelma, josta lasketaan materiaalit tarpeet huomioiden olemassa olevat varastot ja toimitusputkessa olevat tulevat toimitukset.” (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.) Näin ollen materiaalit tarpeiden lisäksi pystytään suunnittelemaan kapasiteettitarpeet tuotannolle. Prosessissa voi ilmetä mahdollisia pullonkauloja, jolloin tuotannonsuunnittelu voi joutua harkitsemaan joko koneiden käytön tai henkilöstön määrään lisäämistä. Joissain tilanteissa voidaan joutua tai on jopa kannattavaa hyödyntää alihankintaa. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

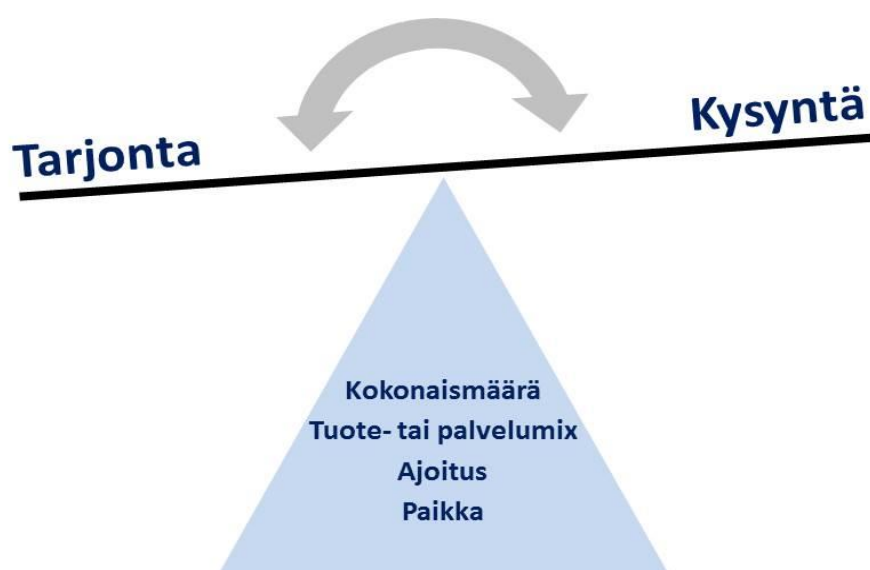
Useimmiten tuotannonsuunnittelu ja tuotannonohjauksen alkupää toimii jossain tietojärjestelmässä/järjestelmissä. Lattiatason ohjaus tapahtuu kuitenkin useimmiten kasvokkain paikan päällä tai visuaalisen ja tietojärjestelmä peräisen ohjaamisen yhdistelmänä. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

Tulevaisuuden kysyntää pyritään aktiivisesti suunnittelemaan yhdistäen laskennalliset ennusteet sekä olemassa oleva asiantuntijatieto. Tulevaisuuden ennustaminen on kuitenkin vaikeaa, mutta hyvän asiakaspalvelun ja toiminnan tehokkuuden turvaamiseksi tulevaisuuden kysynnän ymmärtäminen ja varmistaminen on todella tärkeää. Tätä ennustamismenetelmää kutsutaan S&OP-menetelmäksi, joka tulee englannin kielen sanoista Sales and Operation Planning. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

4.1 S&OP-menetelmä

S&OP-menetelmä eli Sales and Operation Planning on kuukausittain tai jopa viikoittain läpivietävä prosessi, jolla pyritään tasapainottamaan kysyntä ja tarjonta tähdäten kannattavaan liiketoimintaan. Käytännössä prosessi koostuu kuvassa 5. näkyvistä kolmesta elementistä: kysynnän ennustamisesta ja suunnittelusta, tarjonnan suunnittelusta ja mikäli nämä eivät kohtaa, tehdään erilaisia tasapainottavia toimenpiteitä. Usein kysynnän vaihtelu on voimakasta ja siitä johtuvat saatavuus- ja toimitusaikapaineet ajavat yrityksen kehittämään S&OP-prosessiaan. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

Parhaimmillaan prosessissa yhdistetään talous- ja operatiivinen suunnittelu asettamalla strategiset tavoitteet konkreettisesti päivittäisiin operaatioihin. Prosessi on toimiva, jos samaa tietoa pystytään käyttämään läpi koko prosessin. Myös epäilykset esimerkiksi myyntiennusteista pystytään purkamaan yhdessä konsensusta tavoitellen välittömästi, eikä vasta myöhemmin prosessissa. Näin ollen varmistutaan siitä, että kysyntään pystytään vastaamaan olemassa olevilla resursseilla. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)



Kuva 5. S&OP-prosessin kolme keskeistä elementtiä (Logistiikkamaailman www – sivut 2019).

Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelun toiminta perustuu juuri tähän. Toiminta on tehokasta monipuolisen tiedonkulun ansiosta. Tuotannon suunnittelu laskee tämänhetkisen materiaalitarpeen myyjiltä saatujen tilausten ja omien ennusteiden perusteella, jolloin pyritään siihen, että raaka-ainetta on käytössä aina vain juuri tarvittava määrä. Näin ollen myös välivarastojen määrä ja varastointiaika saadaan mahdollisimman alhaiseksi, jolloin resursseja saadaan käytettyä muuhun. Joskus välivarastoja kuitenkin syntyy esimerkiksi yllättävän konerikon seurauksena. (Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelu.)

4.2 Materiaaliohjaus

Materiaaliohjaus on yksi tuotannosuunnittelun kulmakivistä. Ymmärrys kysynnän luonteesta sekä mahdollisimman hyvä reagointikyky kysyntään ja sen vaihteluihin tukee hyvää materiaaliohjausta. Materiaaliohjauksen tavoitteena on huolehtia siitä, että asiakkaalla sekä koko tuotantoprosessiin kuuluvilla toimijoilla on käytettävissään oikeat materiaalit oikeaan aikaan, oikeassa paikassa, tarvittavissa määrissä sekä oikein kustannuksin. Materiaaliohjauksen tavoitteena on siis saavuttaa mahdollisimman hyvä tasapaino kustannusten ja saatavuuden välillä. Sujuvaa materiaaliohjausta hankaloittavia seikkoja on monia, esimerkiksi kysynnän vaihtelu ja ennakoitavuus sekä toimitus- ja täydennysaikojen vaihtelut. (Logistiikkamaailman www – sivut 2019.)

5 MYYNTI

”Myynnin päätehtävänä on tuotepolitiikan mukaisten ja asiakastarpeet täyttävien tuotteiden myynti valituille markkinoille” (Lahti & Tuominen 2010, 82). Myynti välittää informaatiota tilauksista, tarjouksista ja mahdollisista asiakkaiden tulevaisuuden tarpeista yrityksen muille toiminnoille. (Lahti & Tuominen 2010, 82.) Aurubis Finland Oy:llä myynti lähettää hyväksymänsä tarjoukset tuotannosuunnittelulle, jolloin tuotantosuunnittelu voi antaa oman mielipiteensä tarjouksesta ja esittää omat muutosehdotuksensa takasin myynnille. Useimmiten tilaukset kuitenkin hyväksytään ja tuotantoprosessin suunnittelu aloitetaan. (Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelu.)

Myyjällä on oltava tuotteesta tarvittavat ja mahdollisesti muokattavissa olevat tiedot tarjousta tehdessään. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi saatavuustiedot, suunnittelijan tiedot sekä kate- ja kannattavuustiedot. Nopeasti tehdyillä tarjouksilla voidaan saada merkittävä kilpailuetu. (Lahti & Tuominen 2010, 83.) Kaksi ensimmäiseksi mainittua tietoa myyjä saa selville tuotannosuunnittelulta. Kate- ja kannattavuustiedon myyjä saa selville esimerkiksi optimaalisia myyntieräkokoja sekä kustannuslaskentaa hyödyntämällä.

5.1 Kustannuslaskenta

”Kustannukset muodostavat tuotteen hinnan ja sen kannattavuuden arvioinnin perustan” (Laitinen, E 1990, 122). Yksi tärkeimmistä yrityksen kilpailukyvyyn ja kustannustehokkuuden kehitystavoista on pyrkimys tuotteiden kustannusten jatkuvaan alentamiseen samalla huomioiden asiakkaiden vaatimukset. (Ikäheimo, Laitinen, Laitinen & Puttonen 2011, 97.)

Kustannuslaskenta tuottaa tärkeää perustietoa yritysjohdon päätöksentekoa sekä toiminnan suunnittelua ja valvontaa varten. Keskeinen mitta tehokkaalle toiminnalle on voitto, joka määritellään sisäisessä laskennassa tuottojen ja kustannusten erotuksena. (Ikäheimo, Laitinen, Laitinen & Puttonen 2011, 82.) Kustannuslaskennassa määritetään jokaiselle tuotteelle omakustannushinta. Laskennan tulisi olla niin luotettava ja tarkka, että tuotteille saataisiin laskettua jo tarjousta tehdessä tarkka ja yksiselitteinen

kustannus- ja myyntihinta. (Lahti & Tuominen 2010, 88-89.) Luotettavan kustannuslaskennan avulla yritys voi karsia tuotevalikoimaansa ja pitää kannattavuutensa vähintään minimitasolla. (Laitinen, E 1990, 122-123). Jotta omakustannushinnan määrittäminen olisi paikkansapitävä, on tiedettävä tuotteen koko prosessiin kuluvat kustannukset sekä raaka-aineen vaikutukset.

Määrittämällä tuotteiden optimaaliset myyntieräkoot, myyjät pystyvät niitä sekä kustannuslaskentaa hyödyntäen hyväksymään organisaation tuotannon ja talouden kannalta kannattavat tilaukset. Kun tuotteiden optimaaliset myyntieräkoot tiedetään, ylimääräinen tuottaminen saadaan ehkäistyä ja ylimääräinen varastointi saadaan asetettua minimiin. Samalla sellaiset tilauskoot, jotka ennen aiheuttivat yritykselle liikaa tuotantokustannuksia verrattuna saatuun liikevoittoon, saadaan poistettua tai ainakin vähennettyä. Näin ollen koko yrityksen tuotantokustannuksia saadaan alennettua.

5.2 Optimaalinen myyntieräkkö

Nimensä mukaisesti eräkkö tarkoittaa lukumäärää, jonka kerrannaisissa tuotetta myydään tai ostetaan. Joissain yhteyksissä eräkköä kutsutaan myyntieräksi tai pakkauskooksi siitä huolimatta, ettei sillä yleensä ole suoraa yhteyttä fyysisen pakkauskoon kanssa. Optimaalinen myyntieräkkö on mahdollista laskea matemaattisesti, jos tiedetään koko toimitusketjun erivaiheiden kustannukset. Välttävään lopputulokseen päästään myös yksinkertaisemmilla analyyseillä, kuten tarkastamalla ettei eräkkö johda liialliseen varastointiin, eikä sen tuotantokustannukset ole liian suuret. (Supermind [www-sivut](#) 2019.) Ihannetilanteessa varastot ja niiden kustannukset saadaan pidettyä mahdollisimman pieninä, kuitenkin varmistaen tuotanto- ja asiakastoimitusprosessien keskeytymättömän toiminnan. Joissakin määrin ihannetilanteen ehdot ovat ristiriidassa keskenään, mutta tavoitteiden sopivan suhteen löytämiseen voidaan käyttää kuvassa 6. esitettyä optimaalisen tuotantoerän laskentakaavaa ja siinä huomioon otettavia arvoja. (Pellinen 2006, 234-235.)

$$OEK = \sqrt{2KA / V}$$

K = kysyntä vuodessa
 A = yhden tuotantoasetuksen kustannukset
 V = varastoinnin yksikkökustannus

Kuva 6. Optimaalinen tuotantoerän/myyntierän koon määrittämisen kaava (Pellinen. 2006, 238).

Laskennallisesti määritelty optimaalinen eräkoko on aina todellisuuden karkea yksinkertaistus. Sen takia saatuihin tuloksiin on suhtauduttava aina pienellä varauksella. Ongelmana on, ettei kysyntää ja materiaalityötä yleensä voida tietää täysin etukäteen esimerkiksi yrityksessä, jonka tuotanto ei perustu vakioituun massatuotantoon. Silti optimaalinen määrittäminen on laskennallisesti pätevä ja näin ollen täysin käytettävissä oleva keino kustannusten ja taloudellisten tavoitteiden määrittelyssä. (Pellinen 2006, 237-241.)

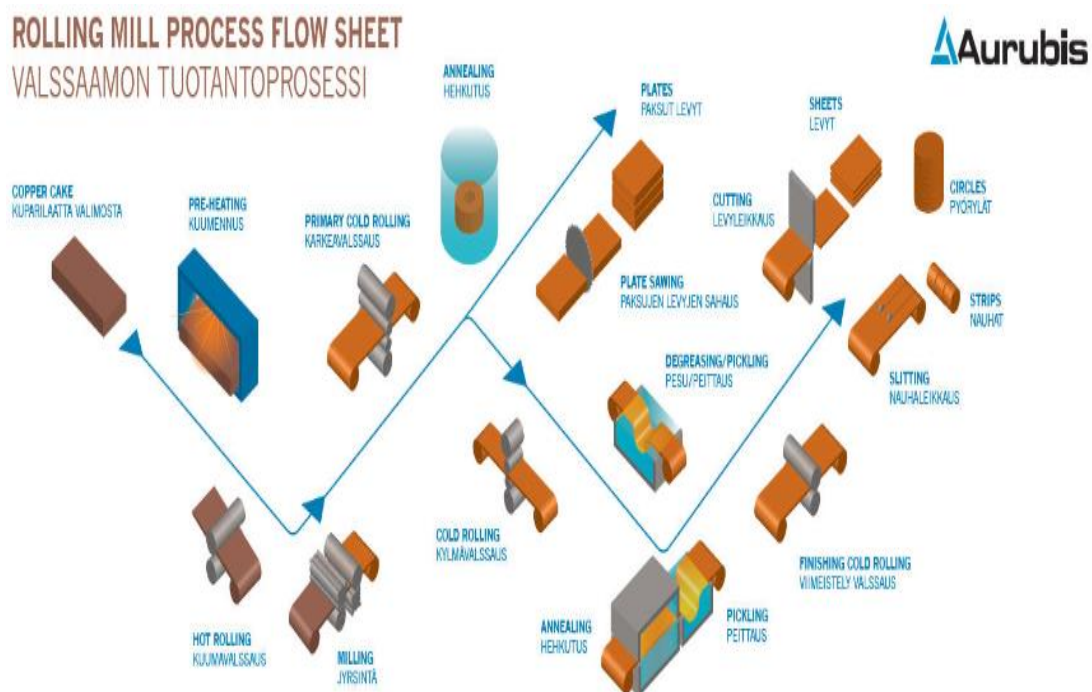
Tässä opinnäytetyöprojektissä tarkoituksena oli määrittää tuotesegmenteille optimaaliset myyntieräkoot pääasiassa optimaalisen tuotantohyödyn näkökulmasta. Tarkoituksena oli määrittää jokaiselle tuotteelle optimaalinen tuotantokoko (kg), niin ettei sen tuottamiseen tarvittavat tuotantokustannukset ja materiaalihäviöt olisi saannin kannalta epäedullisia organisaatiolle. Oikeaoppisella optimaalisten myyntieräkokojen hyödyntämisellä voidaan siis saavuttaa lukuisia hyötyjä oman organisaation sekä asiakkaiden kannalta. Kun organisaatiolla on tiedossa, kuinka paljon sen on kannattavaa tuottaa ja myydä mitään tuotetta, se voi ehdottaa asiakkaalleen tilauskokojen muutoksia optimaalisemmiksi. Näin ollen myyjän tuotantokustannukset tilatun tuotteen valmistamisessa alenevat, mikä puolestaan useimmiten johtaa siihen, että asiakas saa enemmän vastinetta rahoilleen halvemmalla hinnalla.

6 KUPARIVALIMO JA VALSSAAMO

Kupariteollisuuspuistossa on kaksi valimoa, jotka ovat erillään kuparivalssaamosta. Toisessa valimoista valmistetaan OF-, OFE- ja HK-valanteita ja toisessa puolestaan kaikki muut käytössä olevat kupariseokset. OF- ja OFE-seokset ovat hyvin vähän happea sisältäviä kuparilaatuja, mutta OFE on puhtaampaa, eli siinä on vielä vähemmän happea ja muita seosaineita kuin OF-seoksessa. HK-seoksessa kuparin sekaan on sekoitettu pieni määrä hopeaa. Ensimmäiseksi mainitun valimon toiminta perustuu ainoastaan kuparikatodien jalostukseen. Jälkimmäisessä valimossa puolestaan toiminta perustuu kiertoromun eli tuotantoprosesseista syntyvän romun, muualta tulevan romun sekä muilta toimittajilta ostettujen kuparikatodien jalostukseen. Valmiit valanteet toimitetaan valssaamolle tai muille Kupariteollisuuspuiston yrityksille. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamossa valimosta tuodut valanteet käsitellään erilaisilla prosesseilla asiakkaan toivomaksi valmiiksi tuotteeksi. Valssaamo jaetaan kolmeen osaan sen toimintojen mukaan: ylävirta, tahdistin ja alavirta. Aurubis Finland Oy:n kuparivalssaamon materiaalivirrat on esitetty liitteessä 2. Punainen väri kuvaa ylävirran koneita, sininen väri tahdistimen koneita ja vihreä väri alavirran koneita. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Ylävirrassa tuote kuumavalssataan joko rullaksi tai laataksi sekä suoritetaan jyrtsinnät. Alavirta on valssaamoketjun viimeinen vaihe ja siellä tuote leikataan valmiiseen mittaan ja pakataan kuljetusta varten. Tahdistin kattaa kaiken, mitä edellä mainittujen välissä tapahtuu. Tahdistimella tuote voidaan kylmävalssata, pestä, peitata ja hehkuttaa. Asiakkaan tilaus sekä tuotteen seos määräävät tarvittavat tuotantoprosessin vaiheet. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.) Aurubis Finland Oy:n kuparivalssaamon tuotantoprosessi on karkeasti esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Kuparivalssaamon tuotantoprosessi (Aurubis Finland Oy sisäinen verkko 2019).

Luvuissa 7, 8 ja 9 käsitellään kuparivalssaamon jokaisen tuotanto-osan konekantoja sekä niiden asettamia rajoja tuotannon suhteen. Näin ollen saadaan parempi käsitys lukuisista tuotteiden määrästä ja niiden kokovariaatioista. Samalla perehdytään tuotteiden tuotantoprosesseihin karkeasti.

7 YLÄVIRTA

Korkeamuokkauksia suorittavat koneet kuuluvat ns. kuparivalssaamon ylävirran konekantaan. Ylävirran konekantaan kuuluu askelpalkkiuuni, kuumavalssain, jyrsimet, sahat sekä pesulinjasto. Ylävirrassa työstetään huomattavasti paksumpia tuotteita kuin tahdistimella ja alavirrassa, koska lähtökohtaisesti valimosta tilatun lähtölaatan prosessikierto kuparivalssaamossa aloitetaan sieltä. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamon ensimmäinen vaihe on askelpalkkiuuni 1011. Askelpalkkiuunissa kuumennetaan valimosta tilatut laatat ennen kuumavalssaimelle menoa. Aurubiksella tuotannonsuunnittelu laskee tilauskohtaiset laattatarpeet, minkä pohjalta tuotannon esimies laatii listan kuumavalssattavista valanteista. Aurubiksella käytössä olevat lähtölaatat ovat kapeimmillaan 730 mm ja leveimmillään 1150 mm leveitä. Paksuus vaihtelee 110-250 mm välillä ja pituus 1250-3600 mm välillä. 110 mm paksuiset laatat ovat esivalssattuja tai katkaistuja pieniä laattoja. Näitä pikkulaattoiksi kutsuttuja laattoja käytetään yleensä silloin, kun tilauskoko on todella pieni. Pikkulaattoja on tällä hetkellä käytössä ainoastaan ETP, HCP ja DHP seoksille. ETP-seos on elektrolyyttikuparia ja HCP on hyvin happipitoinen, mutta vähä fosforinen suurijohteinen seos. DHP on puolestaan runsasfosforinen seos. Tulevaisuuden tavoitteena on kuitenkin, että edellä mainittuja laattoja voitaisiin hyödyntää kaikkiin käytössä oleviin seoksiin. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Lähtökohtaisesti kaikki alle 1000 kg olevat tilaukset ovat yrityksen kannalta huonoja tilauksia. Suurin osa tilauksista riippumatta sen koosta joudutaan valmistamaan pienimmilläänkin yli 1500 kilon lähtölaatasta, joten tuotantokustannukset ja saantihäviöt verrattuna kannattavuuteen ovat liian korkeat. Sen takia tuotannonsuunnittelun tehtävänä ja tavoitteena on mahdollisuuksien mukaan yhdistää samasta seoksesta ja kovuudesta olevat tilaukset toisiinsa niin, että lähtölaatta saataisiin hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuumavalssaimella askelpalkkiuunissa kuumennetut laatat valssataan tuotannonsuunnittelun suunnittelemiin mittoihin ennen muita käsittelyjä. Pääasiassa lähtötuotteen

paksuus on leveillä laatoilla 155 mm, kapeilla laatoilla 180mm ja OF-laatoilla 210 mm. Pistojen määrä, eli määrä kuinka monta kertaa lähtölaatta ajetaan valssirullien läpi, riippuu lähtölaatan paksuudesta, seoksesta sekä halutusta loppulaatan paksuudesta. Kuumavalssaimella valssataan rullia 10-13 mm paksuisiksi sekä ”pätkiksi” kutsuttuja suoria laattoja 10-200 mm paksuisiksi. Valmis valssattu leveys vaihtelee 660-1150 mm välillä. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Valssaamossa on käytössä kaksi erilaista jyrshintä: yksipuolinen jyrsin 1016 sekä kaksipuolinen jyrsin 1015. Jyrsinän tarkoituksena on poistaa kuparin pinnasta kuumavalssauksen aiheuttama hapettunut oksidikerros. Rullat käsitellään kaksipuolisella jyrsimellä ja levyt yksipuolisella. Yksipuolisella jyrsimellä jyrsitään levyjä. Levyjen leveys voi vaihdella 660-1150 mm välillä ja lopputuotteen paksuus 9-69 mm välillä. Yksipuolisessa jyrsimessä tuote joudutaan ajamaan kahteen kertaan koneen läpi, jotta molemmilta puolilta saadaan hapettunut oksidikerros jyrsimellä pois. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Aivan kuumavalssaimen läheisyydessä sijaitsevalla kaksipuolisella jyrsimellä jyrsitään vain rullia. Yksipuolisesta jyrsimestä poiketen kaksipuolisella jyrsimellä saadaan jyrsimellä rullan molemmat puolet kerralla. Rullien leveys voi vaihdella 660-1150 mm välillä ja lopputuotteen paksuus 10-12 mm välillä. Materiaalia jyrsimen läpi voidaan syöttää enintään 6000 kg kerrallaan. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamon sahalla on katkaisusaha 1131 sekä kaistasaha 1130. Katkaisusahalla levyjen leveys vaihtelee 130 mm ja 1150 mm välillä. Paksuusvaihtelu on todella laaja sisältäen 5-250 mm paksuudet, ottaen huomioon, että lähtötuotteen ja lopputuotteen paksuus ei muutu sahauksen aikana. Kaistasahalla levyistä sahataan kais-toja. Levyjen leveys on laajempi kattaen 130-1150 mm leveydet, mutta paksuus voi olla maksimissaan vain 125 mm. Sahan tuotteita voidaan jatkojalostaa valssaamon muilla koneilla tai pakata ja lähettää asiakkaalle sellaisenaan sahan omalla pakkaus-pisteellä 1130/1131. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

8 TAHDISTIN

Tahdistin on se tuotannon osa-alue, johon kuuluu kaikki ylävirran ja alavirran väliltä. Tahdistimella tehdään viimeiset materiaalin paksuuteen vaikuttavat toimenpiteet. Tahdistin sisältää kuparivalssaamon uunit, kylmä- ja viimeistelyvalssaimet, valssaimen pesukoneen, hitsauskoneen, patinointilinjan (Nordic Center) sekä rasvanpoisto- ja peittauskoneen. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamon tuotteet kulkevat lähes poikkeuksetta uunin kautta. Kuparivalssaamossa sijaitsee kaksi läpivetouunia 1111 ja 1112 sekä kaksi kupu-uunia 1117 ja 1118. Uunissa tuote hehkutetaan eli kuumennetaan haluttuun käsittelylämpötilaan tietyksi ajaksi riippuen siitä, mitä materiaalille halutaan tehdä. Lämpökäsittelyllä voidaan parantaa muissa käsittelyissä, kuten kylmävalssauksessa muodostuneita epäedullisia ja ei toivottuja raerakenteita ja jännitystiloja. Hehkutusprosessin jälkeen tuote jäähdytetään hallitusti. (Niemi 2010. Lämpökäsittely, 3.) Läpivetouuneilla ajetaan pääasiassa ohuita alle 1,8 mm paksuisia rullia. Jos tuotteesta halutaan hapetettu, mattapintainen tai seos on messinkiä, se kulkee läpivetouunin 1111 kautta. Hehkutusaluistoihin ”panostetut” levyt tai kuparirullat jännityksenpäästö- ja pehmenyshehkutetaan puolestaan kupu-uuneilla. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalimossa on käytössä kolme kylmävalssainta. Kylmävalssain 1101 ja 1102 ovat karkeavalssaimia, joista ensimmäisen pääpaino on paksujen tuotteiden ja jälkimmäisen ohuiden tuotteiden valssaus. Valssain 1105 on viimeistelyvalssain. Varsinkin sahan tuotteet kylmävalssataan aina tarvittaviin mittoihin ennen leikkaus- tai sahausvaihetta. Suurin osa kuparivalssaamon tuotteista kulkee valssaimen 1101 muokkauksen kautta. Valssattavat rullat ovat 660-1150 mm leveitä ja paksuus vaihtelee 0,14-13 mm välillä. Laattojen paksuudet puolestaan vaihtelevat 4,87-50 mm välillä. Koneen keskimääräinen muokkausprosentti on noin 30 % per pisto, mutta seoksesta, aineen paksuudesta sekä loppumittojen mukaan se voi vaihdella molempiin suuntiin. Vääränlainen muokkausprosentti ilmenee materiaalissa usein venymisenä. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kylmävalssaimella suoritetaan laatan ajoa, jyrittyjen tuotteiden valssausta loppumittaan, välivaihevalssausta, uudelleenalssauksia sekä holkkiajoa. Kylmävalssattava tuote voi siis olla jo kertaalleen valssattu ja uunissa hehkutettu tai tuote voi olla menossa esimerkiksi uuniin, peittäuskoneelle tai kylmävalssaimelle 1102 valssauksen jälkeen. Kylmävalssaimella 1102 valssataan vain kapeita ja ohkaisia rullia, joten koneen kapasiteetti on pienempi kuin valssaimella 1101. Valssaimella saatavan lopputuotteen paksuus vaihtelee 0,12-3,5 mm välillä lähtötuotteen ollessa 3-4 mm paksuista. Lähtörulla saisi olla minimissään 500 mm leveä, mutta koneella on valssattu vain 585-770 mm leveitä tuotteita. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kylmävalssatut 0,14-4 mm rullatuotteet viimeistelyvalssataan oikeaan paksuuteen kylmävalssaimella 1105. Lähtökohtaisesti viimeistelyvalssausta pyritään tekemään yhdellä pistolla hyvän lopputuloksen ja nopean virtauksen aikaansaamiseksi. Viimeistelyvalssattavien rullien leveys on 600-1140 mm ja valmis paksuus 0,12-3,5 mm. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Tuotannosuunnittelun suunnittelemissa kylmävalssausohjelmilla pyritään valssamaan lähtötuote sellaisiin mittoihin, että lopputuotteeseen käytettävä materiaali määrä saadaan optimoitua organisaation kannalta parhaaksi mahdolliseksi. Joissakin tilanteissa tuotannon rajoitteet sekä tilauskoot aiheuttavat kuitenkin suuria materiaali häviöitä. (Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelu.)

Valssaimen 1101 yhteydessä olevalla levypesukoneella 1132 pestään kylmävalssattu levy puhtaaksi hapettumista, emulsioista sekä lastuista. Kone kykenee pesemään 660-1150 mm leveitä ja 5-40 mm paksuja laattoja. Pesukoneen jälkeen laatat pätkitään tilauksen kannalta suotuisiin mittoihin sahalle tai giljotiinileikkurille 1322 pesukoneen yhteydessä olevalla pätkintäleikkurilla. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Hitsauskoneella 1120 kuparirullia hitsataan yhteen, reunataan sekä leikataan nauhoiksi. Koneella pystytään ajamaan 30-1030 mm leveitä tuotteita ja paksuus voi vaihdella 1,5-4 mm välillä. Hitsikoneella suositaan hieman muissa koneissa käytettyä ”normaalia” leveämpää reunaromua katkeamisvaaran takia. Kyse on kuitenkin vain muutamista malleista, joten sen vaikutus on todella vähäinen optimisaantien

määrittämisessä. Todellisuudessa rullien reunaaminen alentaa hieman tuotteen loppusaantia. Reunaamisella tuotteen reunat käsitellään lopulliseen asiakkaalle edulliseen muotoonsa. Reunaamisesta aiheutuvan materiaalihäviön prosentuaalinen vaikutus on kuitenkin sen verran pieni, ettei sitä otettu huomioon optimaalisten myyntieräkokojen määrittelyssä. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Aurubiksen arkkitehtuurituotteista osa patinoidaan kuparivalssaamosta erillään olevassa Nordic Centerissä. Patinalinjalla tuote pintakäsitellään eli patinoidaan asiakkaan haluamalla tavalla. Pääasiassa patinoituja arkkitehtuurituotteita käytetään rakennusten julkisivujen koristeena. RP-linjalla 1150 tai peittauskoneella 1140 käsitellään lähes kaikki kuparivalssaamon rullat. RP-linjalla eli rasvanpoisto ja peittauslinjalla ohuiden 0,12-1,6 mm paksujen rullien pinnalta poistetaan edellisistä vaiheista mahdollisesti jääneet oksidimuutokset ja öljyjäämät. Peittauslinjalla 1140 puolestaan käsitellään rikkihapolla 0,4-6,8 mm paksujen kuparirullien pintaa. Rikkihappo poistaa kuparin pinnalta epäpuhtauksia liuottamatta kuitenkaan itse kuparia. Molemmilla koneilla voidaan keskimääräisesti ajaa noin 630-1130 mm leveitä rullia. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

9 ALAVIRTA

Alavirran leikkurit ja pakkausasemat ovat kuparivalssaamon viimeisimmät vaiheet ennen varastointia ja asiakkaalle toimittamista. Alavirta koostuu yhdestä pyöryläleikkurista, erilaisista nauhaleikkureista, levyleikkureista, kelauskoneesta sekä pakkausasemista. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamon ainoa pyöryläleikkuri 1323 kykenee leikkaamaan 250-1050 mm halkaisijaltaan olevia kupariympyröitä. Kupariympyrät leikataan koneeseen syötettävästä nauhasta, jonka materiaalin paksuus vaihtelee välillä 0,4-2 mm. Keskimääräisesti syntyvä reunaromun määrä on yhteensä 30 mm hieman paksuuden mukaan. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamossa on yhteensä neljä nauhaleikkuria. Jokaisella leikkurilla on omat rajoitteensa nauhan paksuuden ja leveyden suhteen. Karkeasti nauhat voidaan jakaa leveisiin ja kapeisiin nauhoihin. Nauhaleikkuri 1201 sekä nauhaleikkuri 1204 ovat ainoat leikkurit, jotka kykenevät leikkaamaan leveitä nauhoja. Nauhaleikkuri 1201 kykenee leikkaamaan 150-1130 mm leveitä nauhoja. Paksuus voi vaihdella 0,12-2,5 mm välillä ja syntyvän reunaromun määrä on keskiarvoltaan 15 mm per reuna. Nauhaleikkurit 1202 ja 1206 ovat puolestaan tarkoitettu ohuiden nauhojen leikkaamiseen. 1202 nauhaleikkurin kapasiteetti riittää noin 20-750 mm leveille nauhoille paksuusvaihtelulla 0,2-2 mm tai 0,25-2 mm riippuen onko materiaalin seos kovaa vai pehmeää. Nauhaleikkuri 1206 kykenee lähes samoihin leveysrajoihin, mutta paksuuden puolesta jäädään 0,12-1,7 mm. Reunaromun määrä on noin 15mm per reuna. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalimon uusin nauhaleikkuri 1204 on huomattavasti monipuolisempi pystyen tarvittaessa leikkaamaan lähes jokaista valssaamon nauhatuotetta. Kone kykenee leikkaamaan 20-1250 mm leveitä nauhoja, jotka ovat paksuudeltaan 0,2-2,5 mm. Väliromun määrä on myös tällä koneella keskimäärin 15mm per reuna, poissulkien tilanteet, joissa rulla joudutaan halkaisemaan väliromun määrä kasvaa noin 90 mm. Kapeiden nauhojen kohdalla suurissa tilauksissa on otettava huomioon koneen nauharajoitteet. Materiaalin ollessa yli 1,5 mm kone pystyy leikkaamaan maksimissaan 13 nauhaa

kerralla, kun taas kapeampia nauhoja mahtuu maksimissaan 19 kappaletta. Aurubiksen tuotannosuunnittelun käytäntönä on, että nauhamäärän ylittäessä yli yhdeksän kappaletta, nauhat tullaan halkaisemaan puoliksi. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Levyleikkureita kuparivalssaamossa on kaiken kaikkiaan kolme kappaletta. Levyleikkuri 1300 ja oikoleikkuri 1321 ovat automatisoituja leikkureita, mutta giljotiinileikkuri 1322 on ”täysin” manuaalinen leikkuri. Leikkurilla 1300 leikataan 1,65 mm ja sitä ohuimmat levyt 0,3 mm saakka. Levyn leveys vaihtelee 200-1150 mm välillä, jos lähtörulla on valmiiksi reunattu. Reunamattomien rullien on oltava vähintään 425 mm leveitä. Leikkurilla 1300 voidaan reunata vain 350 mm leveyteen minimissään. Levyn pituus voi vaihdella 0,4-6,5 metrin välillä. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Oikoleikkurilla puolestaan leikataan 1,5-6,5 mm paksuiset levyt. Leveys vaihtelee 300-1120 mm välillä, jos lähtörulla on valmiiksi reunattu. Teoriassa levyn pituus voi vaihdella 800-4100 mm välillä, mutta pinnanlaadun kannalta alaraja on noin 1200 mm luokkaa. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Giljotiinileikkurilla leikataan levyjä noin 1 mm paksuudesta 16 mm paksuuteen asti, mutta harvemmin ylitetään yli 12 mm paksuutta. Leikattavien levyjen maksimipituus saa olla 3100 mm. Leveyden suhteen ei suositeta alle 100 mm huonon pinnantasomaisuuden takia ja yli 1100 mm leveitä ei oikein pystytä tuottamaan. Koneen päätuotteita ovat 1000 x 2000 mm levyt eli ”metrikakkoset”, kaistat sekä hopeakuparista eli HK-seoksesta valmistettavat painolevyt. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Kuparivalssaamossa on ainoastaan yksi kelauskone 1220. Muilla koneilla oikeaan leveysmittaan leikatusta lähtörullasta kelataan kelauskoneella joko metri- tai kilometrimittaisesti oikeankokoisia pikkurullia. Kelauskoneella voidaan kelata 160-1100mm levyitä keloja, joiden paksuudet ovat noin 0,12-1,0 mm. Kelauskoneen maksimikapasiteetti on 350 kg, mutta pääasiassa kuparivalssaamon kelattavat tuotteet kelataan aina maksimissaan 300 kg kokoisiksi. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

Jokaisella kuparivalssaamon koneella, vain muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, on oma pakkausasemansa. Useimmat tilaukset pakataan koneeseen joko yhdistetyllä tai koneen välittömässä läheisyydessä olevalla pakkausasemalla. Jos tuotetta ei pystytä pakkaamaan omalla pakkausasemallaan jostakin poikkeuksellisesta syystä tai omaa pakkausasemaa ei ole, tuote kuljetetaan kalvopakkauslinjalle 1402. (Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019.)

10 PROJEKTIN TOTEUTUS

Projektin toteutus aloitettiin tutustumalla Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelun toimintaan, sekä käytössä oleviin ohjelmistoihin ja niiden käyttöön. Opinnäytetyön tekemisen kannalta tärkeimmät eli tuotannosuunnittelun luoman laattakokolaskurin, sekä JOB-ohjelman käyttö opeteltiin huolella. Tuotannosuunnittelun suunnittelemat tilauskohtaiset tuotantovaiheet näkyvät JOB-ohjelmassa työntekijöille. Ohjelmalla myös seurataan kuparivalssaamon tuotantoprosessien vaiheiden kulkua sekä mahdollisesti ilmenneet ongelmat kirjataan ohjelmaan. Myös vanhojen jo valmistuneiden tilausten kollitukset eli pakkaukset näkyvät kyseisessä JOB-ohjelmassa.

Varsinainen optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen aloitettiin perehtymällä Aurubis Finland Oy:llä tuotettaviin tuotesegmentteihin, jotka näkyvät liitteessä 1. Optimaalisten myyntieräkokojen määrittämisessä tuotesegmentit jaettiin taulukon 1. mukaisesti yhdessä tuotannosuunnittelun esimiehen kanssa. Samalla määriteltiin Aurubis Finland Oy:n käytössä olevat valimon lähtölaatat, joiden valinta riippuu pääasiassa valmistettavan tuotteen tilauskoosta ja mitoista. Lähtölaatat jaetaan pikkulaattaan VXP, isoon laattaan VXI, välikoon laattaan VXV, superisoon laattaan VXS sekä OF 210 x 730 seoksesta olevaan erikoispikkulaattaan. OF 210 x 730 eroaa käytännössä tavallisesta OF-seoksen pikkulaatasta VXP ainoastaan sen paksuudessa.

Taulukko 1. Tuotejaottelu optimaalisten myyntieräkokojen laadinnassa (Aurubis Finland Oy Technical Sales Manual. 2017, 8-33).

Tuote	Mitat	Lähtölaatta
Pyörylät	250-1050 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Leveät nauhat	370-1100 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Kapeat nauhat	20-360 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Levyt	200-1100 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Kelat	170-1100 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Arkkitehtuuri (Nordic Center)	Tinapronssit 200-800 mm, muut 200-1000 mm	Tilatut laatat
Kuumavalssatut > 6 mm	150-1100 mm	VXP, VXI, VXV, VXS
Kylmävalssatut > 6 mm	100-1100 mm	VXP, VXI, VXV, VXS

Kun optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen ja tulosten tarkistaminen saatiin tehtyä, pidettiin palaveri yhdessä myyjien kanssa. Saatujen tulosten sekä myyjien vaatimusten ja toiveiden pohjalta luotiin liitteessä 3. oleva optimaalinen myyntieräkokolaskentaohjelma myyjien käyttöön.

10.1 Pyörylät

Optimaalisten myyntieräkokojen laadinta aloitettiin pyörylöistä. Pyörylöiden optimaalisten myyntieräkokojen laadinta aloitettiin määrittämällä lähtölaattojen optimaaliset maksimisaannit yhdessä tuotannonsuunnittelun kanssa. Optimaalinen maksimisaanti eli saanti, joka saadaan lähtölaatasta ottaen huomioon vain prosessista ja koneista johdettava pakollinen romun määrä perustuu laskennallisiin sekä tutkimuksellisiin tuloksiin JOB-ohjelmaa käyttäen.

Optimaalisia maksimisaanteja hyväksikäyttäen saatiin laadittua jokaiselle lähtölaatalle millimetripaino (kg/mm). Jokaisen pyörylän halkaisijakohtainen optimaalinen myyntieräkokoa saatiin näin ollen selvitettyä käyttämällä tarvittavan lähtölaatan millimetripainoa (kg/mm), jota hyväksikäyttäen laskettiin lähtölaatan massan suhde lopputuotteen massaan ja syntyvään romuun. Laskennallinen tulos jaettiin Aurubis Finland Oy:n tuotannonsuunnittelun määrittelemällä optimiarvolla. Laskennallisesti määritelty jakaja kattaa nauhasta ensin leikattujen levyjen ja lopulta levyistä leikattavien pyörylöiden synnyttämän romun keskiarvoollisen määrän. Keskimääräisesti pyörylätuotteiden optimaalinen saanti on noin 65 % lähtölaatan massasta. Lähtökohtaisesti kaikkien muiden paitsi kuuma- ja kylmävalssattujen yli 6 mm paksujen levyjen optimaaliset myyntieräkoot saadaan edellä mainitulla menetelmällä, kuitenkin ilman ”Pyöryläjakajaa”.

10.2 Nauhat

Nauhojen optimaalisten myyntieräkokojen määrittämisessä päädyttiin yhdessä tuotannonsuunnittelun kanssa jakamaan nauhat leveisiin- ja kapeisiin nauhoihin sekä OF 210 x 730 tuotteisiin. Leveiksi nauhoiksi määritellään 370-1100 mm leveät nauhat. Pak-suuden puolesta leveät nauhat jaettiin kolmeen osaan: alle 1,5 mm paksut nauhat, 1,5-4 mm paksut nauhat sekä yli 4 mm paksut nauhat.

Kapeat nauhat sekä OF 210 x 730 nauhat sisältävät 20-360 mm leveät nauhat. Näin kapeissa nauhoissa paksuus vaikuttaa melko paljon optimaaliseen saantiin, joten paksuudet jaettiin ohjelmassa alle 2 mm, 2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm, 4-5 mm ja 5-6 mm paksuihin nauhoihin.

Samoin kuin pyörylöissä, myös nauhojen lähtölaattojen optimaaliset maksimisaannit määritettiin ensin jokaiselle paksuudelle eri nauharyhmissä. Näin ollen saatiin selville myös nauhojen lähtölaattojen optimaaliset millimetripainot (kg/mm), joiden avulla todelliset optimaaliset myyntieräkoot saatiin laskettua jokaiselle nauhaleveydelle aivan kuten pyörylätuotteissakin, mutta ilman ”Pyöryläjakajaa”. Nauha sekä levy tuotteiden prosentuaaliset saantimäärät verrattuna lähtölaatan massaan ovat parhaimmat kuparivalssaamon tuotesegmenteistä.

10.3 Kelat ja arkkitehtuurituotteet

Kela- ja arkkitehtuurituotteiden optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen aloitettiin jakamalla tuotteet laskentaohjelmaan yhdessä tuotannosuunnittelun kanssa. Tuotteet jaettiin keloihin, messinkeihin, tinapronssihin ja Royaleihin. Pintakäsiteltävät mattapintaiset, hapetetut sekä patinoidut tuotteet yhdistettiin myös omaksi tuoter ryhmäkseen.

170-1100 mm leveät kelat ja pintakäsiteltyt tuotteet valmistetaan oman valimon lähtölaatoista VXP, VXI, VXV ja VXS. 200-1000 mm leveät messingit ja Royalit sekä 200-800 mm leveät tinapronssit valmistetaan muualta tilatuista laatoista. Messingille ja Royalille on saatavissa vain kaksi erikokoista lähtölaattaa eli kapea ja leveä laatta, mutta tinapronssit valmistetaan vain yhden koon laatasta.

Kela- ja arkkitehtuurituotteiden paksuudet vaihtelevat 0,3-4 mm välillä. Paksuuksien vaikutus optimaalisiin saanteihin oli kuitenkin marginaalisen pieni, joten jokaiselle tuotteelle määriteltiin ainoastaan yhdet optimaaliset maksimisaannit pienille ja isoille lähtölaatoille. Myös prosessissa syntyvä reuna- ja päätyromun määrä on vaihtelevuudesta riippumatta sen verran vähäistä, ettei sitä otettu huomioon. Laskennallisesti

optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen tapahtui aivan samalla tavalla kuin muidenkin tuotesegmenttien hyödyntäen lähtölaattojen millimetripainoa kg/mm.

Kelatuotteiden optimaaliset saantimäärät ovat prosentuaalisesti hyvin lähellä kela- ja nauhatuotteiden saanteja. Kyseisten tuotesegmenttien valmistamisessa on käytössä samat lähtölaatat ja tuotantoprosesseissa romua synnyttävät toimenpiteet ovat käytännössä aivan samoja. Näin ollen prosentuaaliset yhtäläisyydet eivät tulleet yllätyksenä. Arkkitehtuurituotteiden optimaalisissa saantimäärissä ilmenee suuriakin vaihteluja. Syy suuriin vaihteluihin on vain yhden tai kahden erikokoisen lähtölaatan käyttö materiaalin mukaan kaikkiin mittavariaatioihin. Pääasiassa Aurubis Finland Oy:n myymät arkkitehtuurituotteet ovat kuitenkin kooltaan sellaisia, että prosentuaalinen saantimäärä on todella hyvä.

10.4 Levyt

Levyjen optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen jaettiin kahteen osioon. Optimisaantien määrittämisessä levyleikkurin 1300 ja oikoleikkurin 1321 200-1100 mm leveät levyt yhdistettiin samaan pohjadataulukkoon. Yhdessä tuotantosuunnittelun kanssa laadittiin jokaiselle lähtölaatalle optimaalinen maksimisaanti, kuten aiemmillekin tuotteille. Paksuudet jaettiin nauhojen tapaan alle 2 mm, 2 mm, 2-3 mm, 3-4 mm, 4-5 mm sekä 5-6 mm paksuihin levyihin. Laskennallisesti näiden tuotteiden optimisaannit saatiin samalla tavalla kuin nauhatuotteissa.

Kuuma- ja kylmävalssattujen yli 6 mm paksujen levyjen optimisaantien määrittäminen oli huomattavasti haastavampaa laajan ja vaihtelevan mittaskaalan takia. Sen takia kyseiset levytuotteet yhdistettiin samaan osioon, mutta niiden optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen poikkeaa hieman toisistaan. Näiden tuotteiden kohdalla optimaalisten myyntieräkokojen laadinta aloitettiin käymällä lähes kaikki vuoden vanhat tilaukset läpi JOB-ohjelmaa käyttäen. Todellisuudessa saatuja materiaalimääriä verrattiin tuotannosuunnittelun kehittämän materiaalilaskurin antamiin laskennallisiin arvoihin.

Erikokoisia kuuma- ja kylmävalssattuja yli 6 mm paksuisia tuotteita on kuitenkin niin suuri määrä, että jokaisen tuotekoon optimaalisen myyntieräkoon määrittäminen eri seoksilla olisi ollut todella aikaa vievä prosessi. Sen lisäksi uusia mittatilauksia tulee aina silloin tällöin, joten laskentaohjelmaa olisi joutunut päivittämään jatkuvasti. Sen takia kuuma- ja kylmävalssattujen yli 6 mm paksujen tuotteiden kohdalla päädyttiin hieman muista tuotteista poikkeavaan tyyliin optimaalisten myyntieräkokojen laadinnassa.

Sekä kuuma- että kylmävalssatuista tuotteista voidaan sahata tai leikata levyjä 100-1100 mm leveydeltä. Kuumavalssatut tuotteet ovat paksuudeltaan 12-200 mm ja kylmävalssatut 6-50 mm. Optimaalisten myyntieräkokojen määrittämiseen valittiin lähtölaatoiksi esivalssatut laatat, joiden pituus ja paksuus ovat samat mutta leveydestä on olemassa eri variaatioita. Muista tuotesegmenteistä poiketen kuuma- ja kylmävalssattujen yli 6 mm tuotteiden optimisaanteja ei saada laskettua ja taulukoitua suoraan jokaiselle leveydelle, sillä mahdollisia lopputuotevariaatioita on lukuisia. Käytännössä näistä tuotteista luotiin suoraan laskentaohjelma, joka laskee optimaalisen myyntieräkoon laskentakaavoja hyödyntäen.

Kuumavalssattujen yli 6 mm paksujen tuotteiden optimaaliset myyntieräkoot saadaan määritettyä syöttämällä ohjelmaan tuotteen paksuuden, leveyden sekä pituuden, jolloin saadaan selville lähtölaatasta kuumavalssauksen jälkeen saatava pituus. Sen jälkeen ohjelma osaa laskea, kuinka monta kaistaa kustakin lähtölaatasta saadaan, kun tuotteen leveys otetaan lähtölaatan leveydestä ja tuotteen pituus lähtölaatan pituudesta tai päinvastoin. Ohjelma valitsee sen, kummalla saadaan enemmän kaistoja ja ilmoittaa kyseisen tuotteen optimaalisen myyntieräkoon sekä kaistakohtaisen massan. Näitä arvoja hyödyntäen ohjelma arvioi tilauksen kannattavuuden vertaamalla tilauskokoja, optimisaantia sekä lähtölaatan kokonaismassaa keskenään.

Kylmävalssattujen yli 6 mm tuotteiden optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen saadaan samalla tavoin kuin kuumavalssattujen. Ainoa tärkeä ja optimaaliseen saantiin vaikuttava ero on, että kylmävalssatuissa yli 6 mm tuotteissa joudutaan ottamaan huomioon tuotteen kovuus sekä asiakkaan vaatima murtolujuus. Tuotannon suunnittelu joutuu ottamaan edellä mainitut asiat huomioon suunnitellessaan kuumavalssatun tuotteen kylmävalssausprosessia. Tuotteen kovuus sekä vaadittu

murtolujuus määrittää kuumavalssatun tuotteen paksuuden mahdollisen muokkausprosentin kylmävalssauksessa. Muokkausprosentti puolestaan määrittää kuinka paljon tuotteen pituus kasvaa, kun kuumavalssattu laatta kylmävalssataan ohuemmaksi. Pääsääntöisesti kylmävalssattujen tuotteiden optimaalinen saanti on parempi kuin kuumavalssattujen.

11 POHDINTA JA YHTEENVETO

Optimaalisia myyntieräkokoja ei ollut aiemmin määritelty kuin muutamille kuparivalssaamon tuotesegmentteille. Sen takia optimaalisten myyntieräkokojen määrittämisessä ei voitu vertailla saatuja tuloksia vanhoihin arvoihin, koska niitä ei käytännössä ollut. Tässä opinnäytetyöprojektissä tuotesegmenttien optimaalisten myyntieräkokojen määrittäminen perustui tuotannonsuunnittelijoiden tiedon, vanhojen tilausaantien sekä laskennallisesti saatujen tulosten yhdistämiseen. Toinen huomioon otettava seikka tulosten analysoinnissa oli jo heti projektin alussa tiedostettu tuotantoprosessien monivaiheisuus ja osittain siitä johtuvat vaihtelut aiantien suhteen. Tämä huomioitiin optimaalisten myyntieräkokojen laadinnassa asettamalla saaduille tuloksille 10 prosentin joustamisvara kumpaankin suuntaan.

Kuten saattoi ennen projektin alkua olettaa, nauha-, kela- sekä levytuotteiden optimaaliset aiantimäärät ovat pääsääntöisesti kaikilla tuotemitoilla todella hyvät. Näiden tuotesegmenttien materiaalihäviöt pääsääntöisesti muodostuvat vain reuna- sekä päätyromuista. Pyörylätuotteiden optimaaliset aiantimäärät ovat puolestaan keskimäärin huonompia kuin muiden tuotesegmenttien. Tämä johtuu siitä, että kyseinen ympyränmuotoinen tuote leikataan aina neliön muotoisesta levystä, jolloin romua syntyy muita tuotteita enemmän. Arkkitehtuurituotteiden aiantimäärissä ilmenee suurimmat erot eri leveyksien välillä. Pääasiassa Aurubis Finland Oy myy kuitenkin arkkitehtuurituotteita vain niissä mitoissa, joissa on hyvät aiantimäärät prosentuaalisesti.

Tuotesegmenttien optimaalisten myyntieräkokojen pohjalta luotiin Optimaalinen myyntieräkokolaskuri (liite 3). Laskentaohjelma helpottaa ja nopeuttaa myyjien toimintaa, koska myyjän tarvitsee vain syöttää tilauksen kannalta oleelliset tiedot ja arvot laskentaohjelmaan. Optimaalisten myyntieräkokojen ja syötettyjen arvojen pohjalta laskentaohjelma antaa oleelliset tulokset, joiden pohjalta myyjä pystyy tekemään Aurubis konsernin kannalta järkevän ratkaisun tilauksen suhteen.

LÄHTEET

- ARROW Engineering ”Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa”. 10.5.2010. Viitattu 17.2.2019. <https://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>
- Aurubis AG:n www – sivut. Viitattu 28.1.2019. <https://www.aurubis.com/en>
- Aurubis Finland Oy:n www – sivut. Viitattu 28.1.2019. <https://finland.aurubis.com/aurubis-finland-oy/>
- Aurubis Finland Oy:n sisäiset tiedostot. 2019. Viitattu 25.3.2019.
- Aurubis Finland Oy Technical Sales Manual. 2017. Viitattu 20.3.2019.
- Aurubis Finland Oy:n tuotannosuunnittelu. 2019.
- Crawford, M. 5 Lean Principles Every Engineer Should Know. ASME.org. Maaliskuu 2019. Viitattu 26.2.2019. <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/manufacturing-design/5-lean-principles-every-should-know>
- Hermann Hyytiälä. Kanban auttaa löytämään ongelmakohdat ja parannuskohteet. 1.6.2011. Reaktor.com. Viitattu 28.2.2019. <https://www.reaktor.com/blog/kanban-auttaa-loytamaan-ongelmakohdat-ja-parannuskohteet/>
- Ikäheimo S, Laitinen E, Laitinen T & Puttonen V. 2011. Laskentatoimi ja rahoitus. Vaasan Yritysinformaatio Oy. Viitattu 25.3.2019.
- Kanbanchi. What is Kaizen? 2015. Viitattu 2.3.2019. <https://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>
- Kenton, W. Just In Time (JIT). Investopedia. 8.2.2019. Viitattu 19.2.2019. <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp>
- Kupariteollisuuspuiston www – sivut. Viitattu 28.1.2019. <https://www.kupariteollisuuspuisto.fi/>
- Lahti, S & Tuominen, K. 2010. Lean-Tehoa ja laatua tuotteiden ja tuotantojärjestelmien kehittämiseen. Readme.fi.
- Laitinen, E. 1990. Tehokkuutta hinnoitteluun. Gummerus Kirjapaino Oy.
- Lean Enterprise Institutun www – sivut. Viitattu 14.2.2019. <https://www.lean.org/>
- Lean Six Sigma www – sivut. Viitattu 4.3.2019. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/>
- Lintula R. Lean Six Sigma on prosessien systemaattista ja tuloshakuista kehittämistä! (osa 1). Aalto University Professional Development. 18.5.2015. Viitattu 4.3.2019. <https://www.aaltopro.fi/aalto-leaders-insight/2015/lean-six-sigma-on-prosessien-systemaattista-ja-tuloshakuista-kehittamista-osa-1>

Logistiikkamaailman www – sivut. Viitattu 14.2.2019. Viitattu 18.2.2019. Viitattu 18.3.2019. <http://www.logistiikanmaailma.fi/>

Mflown www – sivut. Viitattu 16.2.2019. <https://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa/>

Niemi, P. 28.3.2010. Lämpökäsittely. Viitattu 11.3.2019. http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/PN_jalkikasittely_I.pdf

Pellinen, J. 2006. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. Talentum Media Oy.

Planview www – sivut. Viitattu 28.2.2019. <https://www.planview.com/resources/articles/what-is-kanban/>

Supermind www – sivut. Viitattu 9.4.2019. <https://supermind.com/fi/artikkelit/>

Tuominen, K. 2010. Lean–kohti täydellisyyttä: itsearvioinnin oppi- ja työkirja. Readme.fi (A)

Tuominen, K. 2010. Lean–tehoa ja laatua hukun vähentämiseen. Readme.fi (B)

LIITE 1

Aurubis Finland Oy:n sisäiset tuotesegmentit (Aurubis Finland Oy Technical Sales Manual 2017, 8-33).

Segmentti	Kuvaus	Paksuus	Käyttökohde
Pyörylät	Nauhasta leikattuja ympyröitä	0,4-2 mm	Boilerit
Ohuet levyt	Nauhasta leikattuja levyjä	0,3-1,65 mm	Elektroniikka, rakennus- ja sähköteollisuus
Kapeat nauhat	20-730 mm leveät nauhat	0,13-2 mm	Elektroniikka ja sähköteollisuus
Leveät nauhat	730-1100 mm leveät nauhat	0,12-2 mm	Elektroniikka ja sähköteollisuus
Kelattavat nauhat	Nauhat, joissa kelakoko alle 300 kg	0,3-1 mm	Julkisivut
Kaapelinauhat	Alle 200 mm leveitä nauhoja, joiden pituus jopa 7200 m	0,4-0,8 mm 0,18-0,45 mm	Meri- ja radiokaapelit
Muuntajanauhat	300-450 mm leveitä usein reunapyöristettyjä nauhoja	0,5-1,5 mm	Muuntajat
Paksut levyt	Nauhasta leikattuja levyjä	2-4 mm	Elektroniikka- ja sähköteollisuus
Suorat levyt	Leikatut reunat	6-12 mm	Painolevyt
Sahatut laatat ja levyt	Sahatut reunat	6-250 mm	Jäähdytys-elementit ja sähköteollisuus

Arkkitehtuuri (Nordic- tuotteet)	Rakennusteollisuus	0,3-4 mm	Julkisivut
Piirikortit	Alle 200 mm leveitä kovia nauhoja	0,2-1,5 mm	Elektroniikkateollisuus

LIITE 2

Kuparivalssaamon materiaalivirtataulukko (Heinilä 2015). Punainen väri kuvaa ylävirran koneita, sininen väri tahdistimen koneita ja vihreä väri alavirran koneita.

