

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Tuomas Jäppinen

2008

LEAN-MANAGEMENTIN TOTEUTTAMINEN
PROSESSIPOHJAISSA YRITYKSESSÄ

Tekniikka Rauma
Tuotantotalouden koulutusohjelma

LEAN-MANAGEMENTIN TOTEUTTAMINEN PROSESSIPOHJAISSA YRITYKSESSÄ

Jäppinen, Tuomas

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Helmikuu 2008

Yritys: Sormat Oy

Työn valvoja: Tuotantopäällikkö Jukka Huikkonen

Ohjaaja: Yliopettaja Jarmo Karinen

UDK: 658.5

Asiasanat: Tuotannonohjaus, läpimenoaika, tuotannosuunnittelu

Opinnäytetyö toteutettiin ruskolaisessa Sormat Oy:ssä, jonka toimialana on kiinnittämiseen tarkoitettujen tuotteiden suunnittelu, valmistus ja markkinointi. Sormatin Ruskon tehdas on erikoistunut kiila-ankkurien valmistukseen ja opinnäytetyöni tarkoitus on tarkastella kiila-ankkurien läpivirtausta. Läpivirtauksen tarkasteluun liittyi läpimenoaikojen ja taloudellisten eräkokojen laskemista, pullonkaulatekijöiden poistamista ja Lean-managementin saavuttamista.

Erityistä huomiota kiinnitettiin läpimenoaikoihin ja välivarastojen minimointiin. Aineistoa kerättiin seuraamalla 10:n eri tuotevariaation läpimenoaikoja ja keskustelemalla läpivirtauksen ongelmakohdista henkilökunnan kanssa. Asiaa lähestyttiin myös alan kirjallisuutta lukemalla.

Tutkimuksen perusteella havaittiin, että muutamiin toimintatapoihin tarvittaisiin muutoksia, jotta kiila-ankkurien läpimenoaikaa saataisiin lyhennettyä. Tuotantoprosessien virtauttaminen ja tuotannon oikea-aikainen ohjaaminen ovat yrityksen tavoitteita. Opinnäytetyön ehdotukset toimivat tulevien parannusten ja tutkimusten pohjana asetettujen tavoitteiden saavuttamisessa.

LEAN MANAGEMENT IN PROCESS-BASED COMPANY

Jäppinen, Tuomas

Satakunta University of Applied Sciences

School of Technology Rauma

Industrial Management

Commissioned by Sormat Ltd

Supervisor: Jukka Huikkonen, Production Manager

February 2008

Tutor: Jarmo Karinen, Principal Lecturer

UDC: 658.5

Keywords: production management, lead time, production planning

Sormat Ltd is a Finnish company based in Rusko. Sormat's branch of industry is to plan, manufacture and market high-quality fixing solutions. The company specializes in the manufacture of metal anchors and Sormat is one of the biggest manufactures of products for installations in building industry.

The purpose of my thesis was to observe the lead time of metal anchors, including the calculation of the lead time, removing bottlenecks of production and achieving lean-management. Material was collected by following the lead time of 10 different metal anchors, from the company's database and discussions with the personnel and administration.

A few flaws were noted in production, and a few improvements are required in some operations and processes. Utilizing the suggestions that are recommended in this project should improve the production operations and processes in the company. The examinations of this study serve as a basis for future improvements.

ALKUSANAT

Suoritin opinnäytetyöni minulle ennestään tuntemattomassa yrityksessä ja huomasin, miten vaikeaa on lähestyä tuntematonta yritystä sekä laajaa ja monta eri tasoa käsittävää aihealuetta. Oli vaikeaa hahmottaa, miten asiaa todellisuudessa kannattaa lähestyä ja miten työ tulisi aloittaa. Tietojen etsintä ja yrityksen toiminnan seuraaminen vaativat oma-aloitteisuutta ja avarakatseisuutta. Olen kuitenkin hyvin tyytyväinen opinnäytetyöni antamaan opetukseen ohuttuotannolla saavutetuista eduista.

Haluan kiittää opettajaani Jarmo Karista, joka on antanut suuntaa antavia vinkkejä. Suuret kiitokset kuuluvat myös tuotantopäällikkö Jukka Huikkoselle, SOP-päällikkö Pertti Tammiselle ja muille Sormat Oy:n työntekijöille, jotka ovat auttaneet minua tiedon keruussa ja ottaneet projektini avoimin mielin vastaan.

Toivon, että ratkaisujani hyödynnetään ja tulevaisuuden parannussuunnitelmat pyritään ottamaan vakavaan harkintaan. Uskon vahvasti, että ne helpottavat työntekoa ja auttavat yritystä saamaan sujuvamman ja joustavamman tuotantoketjun.

Raumalla 1.2.2008

Tuomas Jäppinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1 JOHDANTO	7
1.1 Sormat Oy	7
1.2 Työn lähtökohdat ja tarkoitus.....	7
2 TAUSTATIETOA TUOTANNONOHJAUKSESTA	8
2.1 Tuotannonsuunnittelu.....	8
2.1.1 Kokonaissuunnittelu.....	9
2.1.2 Karkeasuunnittelu	9
2.1.3 Hienosuunnittelu	9
2.2 Tuotannon ennustaminen	10
2.3 Kapasiteettivaraukset	11
3 LEAN MANAGEMENT TUOTANNONOHJAUSMENETELMÄNÄ.....	13
3.1 Asiakaskeskeisyys ja laadukkuus kaikessa toiminnassa	14
3.2 Joustava tuotantojärjestelmä	14
3.3 Imuohjaus	15
3.3.1 Kanban	15
3.3.2 Kapeikkoajattelu	16
3.4 Lyhyet läpäisyajat	17
3.5 ”Learning to see maps”	18
3.6 Lyhyet asetusajat.....	19
3.7 Virtautettu tuotanto	19
3.8 Pienemmät eräkoot.....	20
3.9 Toimiva materiaalin ohjaus.....	22
3.10 Varastot	23
3.11 Matala monitaitoinen organisaatio.....	24
3.12 Benchmarking	24
3.13 Jatkuvan parantamisen periaate (Kaizen).....	24
4 TILANTEEN SELVITYS JA TYÖN RAJAUS	25
4.1 Tilanteen selvitys	25
4.2 Työn rajausta.....	26
4.3 Sormat Oy:n kiila-ankkurien tuoteluettelo.....	26
4.4 Tuotannon kuvaus	27
4.4.1 Kylmävalssaus/sorvaus	27
4.4.2 Päälystysvaihe	28
4.4.3 Kokoonpano ja pakkaus	29

5 TUOTANNON MITTAUKSET JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET.....	30
5.1 Tuotannon muutokset.....	30
5.1.1 Kokoonpano ja pakkausvaiheen muutokset	30
5.1.2 Kuljetukset sinkitykseen ja yhteistyö Auracoat Oy:n kanssa.	31
5.1.3 Eräkokojen pienentäminen.....	31
5.2 Taloudellisempien eräkokojen laskeminen	32
5.3 Lämpimenoaikojen laskeminen.....	33
5.4 Prosessiaikojen laskeminen.....	35
5.4.1 Kylmämuokkausprosessin ajat.....	35
5.4.2 Sähkösinkitysprosessin ajat.....	36
5.4.3 Kuumasinkitysprosessin ajat.....	37
5.4.4 Kokoonpano ja pakkausvaiheen prosessin ajat	38
5.5 Kylmämuokkauksen asetusaikojen muokkaaminen	38
5.6 Varastoimiskustannusten pienentäminen	39
5.7 Lavaseurantajärjestelmä.....	40
5.7.1 Lavaseurantajärjestelmä ehdotus 1	40
5.7.2 Lavaseurantajärjestelmä ehdotus 2	40
6 LEAN MANAGEMENTILLA SAAVUTETTAVAT EDUT.....	41
7 TULOKSET JA TULEVAISUUDEN IDEAT	42
8 YHTEENVETO	43
LÄHDELUETTELO.....	44
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Sormat Oy

Sormat Oy on metallialan yritys, joka on perustettu Turussa vuonna 1970. Yrityksen toimialana on teknisten rakenneosien ja laitteiden kiinnittämiseen tarkoitettujen tuotteiden suunnittelu, valmistus ja markkinointi. Sormat Oy on hallitsevia rakennusosien valmistajia Euroopassa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Suomessa, ja sillä on myyntikonttoreita ja asiakkaita kaikissa Euroopan suurimmissa markkina-alueissa Venäjä mukaan lukien. Sormat ISO 9001-sertifioituna yrityksenä toimii korkeiden laatuvaatimusten mukaisesti pyrkien parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen sekä laadussa että turvallisuudessa. Sormat Oy:n päätuote on kiila-ankkuri, joita valmistetaan Ruskon tehtailla. Yrityksen tuotteilla on useita kansallisia ja kansainvälisiä viranomaishyväksyntöjä, joista tärkeimmät ovat puolueettoman organisaation suorittama laadunvalvonta ja eurooppalainen tekninen hyväksyntä (ETA), joka mahdollistaa CE-merkin käytön. (Sormat Oy 2007.)

1.2 Työn lähtökohdat ja tarkoitus

Työskentelytilanteeni oli lähtökohdiltaan melko huono, sillä en ollut työskennellyt kyseisessä yrityksessä aikaisemmin. Työ kohdistui Sormat Oy:n päätuotteeseen eli kiila-ankkureihin. Kiila-ankkurien valmistusprosessissa on kolme eri vaihetta, kylmävalssaus/sorvaus, ulkoistettu päällystäminen ja kokoonpano/pakkaus. Tuotannon monivaiheisuuden takia useat välivarastot ovat ongelma, ja opinnäytetyö kohdistui välivarastojen vähentämiseen, läpimenoajan lyhentämiseen sekä taloudellisten eräkokojen laskemiseen.

2 TAUSTATIETOA TUOTANNONOHJAUksesta

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan tuotantoon liittyvien toimintojen koordinoimista, esimerkiksi markkinoinnin, myynnin, tuotannon ja logistiikan yhteen sopeuttamista tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjauksen päätehtäviä ovat koko toimitusketjun osalta kustannusten arviointi ja laadun hallinta, tehdastasolla varastojen hallinta ja tuotannon osalta kapasiteetin-, tuotannon- ja materiaaliarpeiden suunnittelu. Tuotannonohjaus on siis toiminto, joka

1. yhdistää tehtaan materiaali- ja informaatiovirrat
2. käsittää yrityksen lisäksi sekä toimittajat että asiakkaat eli hallitsee koko toimitusketjun (supply chain management, SCM)
3. suunnittelee materiaali- ja informaatiovirrat sekä valvoo ja raportoi niiden poikkeamat.

Tuotannonohjauksella pyritään joustavuuteen ja monitaitoisuuteen sekä kiinteään yhteistyöhön eri toimintojen välillä. Tuotannonohjauksen tulisi pystyä suunnittelemaan ja valvomaan tuotantoa suurina kokonaisuuksina. Yhteistyön tulee olla tiivistä myös yrityksen ja sen asiakkaiden sekä yrityksen ja alihankkijoiden välillä. (Riikonen & Parkkinen 2007.)

2.1 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannollisessa toiminnassa tuotannon suunnittelun tarkoituksena on yhdistää liiketoimintasuunnitelma ja tuotannon karkeasuunnitelma. Tuotannonsuunnittelu jakautuu kokonaissuunnitteluun, karkeasuunnitteluun ja hienosuunnitteluun. Kokonaissuunnittelussa selvitetään tarvittava kokonaiskapasiteetti päätyypeittäin. Karkeasuunnittelu jakaa tämän sitten pienempiin ja tarkempiin osiin ja hienosuunnittelussa esitetään yksityiskohtainen toimintojen jako ja laaditaan aikataulut. (Riikonen ym. 2007.)

2.1.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnitelma on johdon tekemä suunnitelma, jossa hahmotellaan tuotannon kokonaisvolyyymiä ja taloutta koskevia suunnitelmia. Kokonaissuunnittelussa luodaan tuotantosuunnitelma. Informaationaan kokonaissuunnittelu hyödyntää tilauskantoja ja menekkiennusteita sekä varastotilannetta. Kokonaissuunnittelun tietoja käytetään pohjana, kun luodaan karkea- ja hienosuunnitelmia. (Haverila, Uusi-Rouva, Kouri & Miettinen 2005, 355–356.)

2.1.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelun tärkeimmät tehtävät ovat resurssien käytön yleinen suunnittelu sekä toimituskyvyn määrittely. Karkeasuunnittelu antaa yksityiskohtaisen tiedon siitä, kuinka monta lopputuotetta valmistetaan tietynä ajanjaksona. Karkeasuunnittelussa luodaan yleisen tason kuormitussuunnitelma. Kuormitussuunnitelmasta pystytään hahmottamaan eri tuotantoerien tai vastaavasti tilauksen vaatima kapasiteetti tuotannosta. Määritettäessä toimitusaikoja hyödynnetään sekä tuotanto- että kuormitussuunnitelmaa. Karkeasuunnittelu on linkki tuotannon ja myynnin välillä yrityksessä. Näin ollen, henkilöiden, jotka ovat vastuussa karkeasuunnittelusta, tulee olla hyvin perillä markkinoilla vallitsevasta tilanteesta, yrityksen tuotantokyvystä ja pystyä hallitsemaan mahdolliset muutokset, joita tulee tapahtumaan niin pitkällä kuin lyhyelläkin aikavälillä. (Haverila ym. 2005, 357; Riikonen ym. 2007.)

2.1.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa esitetään yksityiskohtainen suunnitelma tuotteen valmistamiseksi. Tämä tarkoittaa tuotantoerien, eri työvaiheiden ajoituksen suunnittelua ja tuotantoresurssien käytöstä tehdyn suunnitelman ajoitusta, niin että tuote voidaan valmistaa sekä ajallisten että taloudellisten suunnitelmien mukaisesti. Lähtökohtana suunnittelussa pidetään karkeasuunnittelua. (Haverila ym. 2005, 360–362; Riikonen ym. 2007.)

2.2 Tuotannon ennustaminen

Ennustaminen on organisaatiolle oleellinen osa toiminnan suunnittelua. Ennustamalla yritys varautuu tulevaan, ja ennusteiden avulla tuotannonohjaus pystyy kuormittamaan tuotantokapasiteetin. Ennusteet pohjautuvat vanhaan kokemukseen ja vanhoihin tuloksiin ja koostuvat uusien tavoitteiden määrittämisestä, mallien kehityksestä, testaamisesta ja soveltamisesta sekä ennusteiden muokkaamisesta ja arvioinnista. Ennustettu kysyntä vaikuttaa siihen miten yritys käyttää resurssejaan. Jos yritys arvioi kysynnän yläkanttiin, se aiheuttaa resurssien hukkaa, esim. ylimääräisiä tuotantokustannuksia tai työvoimakuluja. Jos kysyntä puolestaan arvioidaan alakanttiin, se aiheuttaa esimerkiksi toimitusvaikeuksia tai palveluiden ruuhkautumista. Yksi suurimpia kustannusten aiheuttajia on varasto; kysynnän ennustaminen onkin varaston hallinnan kannalta erityisen tärkeää. Yleensä varaston koko pyritään määrittelemään niin, että se olisi mahdollisimman pieni, mutta kuitenkin niin iso, että saavutetaan haluttu palveluaste. Yrityksen täytyy määrittellä, kuinka paljon hyväksytään puutekustannuksia. (Riikonen ym. 2007.)

Myyntiennusteita ei varsinaisesti ole käytettävissä tilaustyyppisessä tuotannossa, jossa fyysiset toiminnot käynnistyvät asiakkaalta tulevasta informaatiosta, tavallisesti tilauksesta. Sen sijaan kapasiteettivarauksia tai -ennusteita voi olla käytössä. Ennustamisessa täytyy huomioida, että ennusteet pettävät aina suuntaan tai toiseen, joten yrityksen täytyy muodostaa hyväksyttävä ennustetarkkuus. Ennusteiden pettäessä pettävät myös tuotannonohjauksen laatimat aikataulut, kapasiteetti ja henkilö- sekä materiaalivaraukset. Ennusteiden laatimiseen voidaan käyttää erilaisia ennustamismenetelmiä, alla on lueteltu muutamia menetelmiä:

1. Ennustamisen laadullinen lähestymistapa

- Käytetään yleensä keskipitkän ja pitkän aikavälin ennusteisiin, jotka perustuvat visioihin, markkinatutkimuksiin ja elinkaarianalyysiin. Laadullisessa lähestymistavassa laaditaan kasvuennuste (esim. myyntiennuste), koemarkkinoidaan tuotetta, tehdään erilaisia kartoituksia (esim. puhelinhaastatteluja) ja käytetään hyväksi asiantuntijoita ja delphi-tekniikkaa.

2. Aikasarja-analyysit

- Käytetään lyhyen aikavälin ennusteisiin. Aikasarja-analyysissä voidaan laskea
 - a) liukuva keskiarvo (jokaisella jaksolla sama painoarvo)
 - b) painotettu keskiarvo (painoarvo vaihtelee jaksoittain)
 - c) eksponentiaalinen tasoitus (muokkaa ennustetta jatkuvasti).

3. Regressio- ja korrelaatiomallit

- Käytetään lyhyen ja keskipitkän aikavälin ennusteisiin, perustuvat myynnin arvioihin ja matemaattiseen, menneisyyteen pohjautuvaan regressioanalyysiin.
- Voidaan laskea joko
 - a) korrelaatioanalyysi (mittaa kahden muuttujan välistä suhdetta)
 - b) regressioanalyysia (ennustaa yhden muuttujan arvoa, joka on riippuvainen muista muuttujista).

(Lehtonen 2004, 72; Riikonen ym. 2007.)

2.3 Kapasiteettivaraukset

Kapasiteetti on se tuotantomäärä, jonka tehdas pystyy enimmillään tuottamaan. Tuotantolaitoksen kapasiteetin tietäminen on tuotannonohjauksen kannalta erittäin tärkeää. Tunnetun kapasiteetin avulla yritys pystyy laatimaan realistiset suunnitelmat ennustetulle kysynnälle. Tuotantomäärään vaikuttavat:

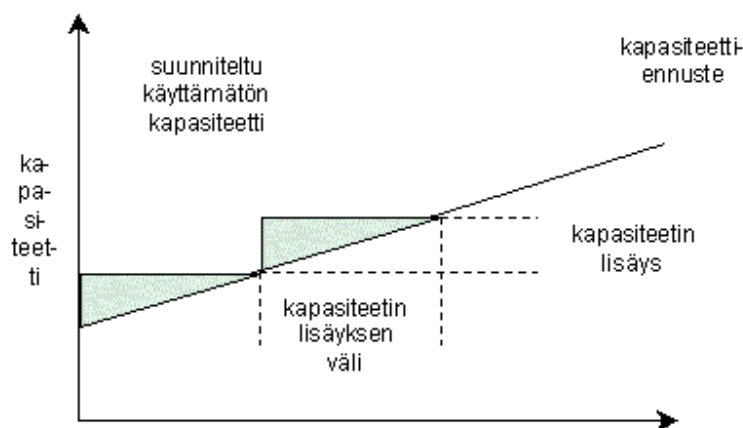
- tuotevariaatioiden vaihtelu
- työvoiman lisäys/vähennys tuotantoon ja työmotivaation parantaminen
- koneiden käyttösuhteen parantaminen
- raaka-aineiden ja toiminnan laadun parantaminen
- hyväksytyjen tuotteiden osuuden lisääminen.

On olemassa kahdentyyppisiä kapasiteettisuunnitelmia: pitkän tähtäyksen suunnitelmia (yli 3 vuotta), jotka tarkastelevat uusien tilojen ja laitteistojen investointeja, sekä lyhyen tähtäyksen suunnitelmia (alle 3 vuotta), joihin kuuluvat

mm. työvoiman määrä ja laatu, budjetit, vaihto-omaisuus (erityisesti varastot) sekä operatiiviset investointipäätökset. Kapasiteettisuunnitelmat voidaan tehdä vain, jos

- tiedetään nykyisten voimavarojensa kyvyt (=kapasiteettiarvio)
- tunnetaan pullonkaulat ja niiden syyt (=järjestelmäkapasiteetti)
- tiedetään arvio tulevasta menekistä (=asiakstarpeen ennustaminen).

Suurien investointien kohdalla yrityksen kannattaa laskea kapasiteettivaraukset laajentavalla strategialla. Strategia on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Laajentava strategia. (Riikonen ym. 2007).

Laajentavassa strategiassa yritys ottaa laajetessaan ns. ”kasvun varaa” eli rakentaa tietyn suuruisen ylikapasiteetin. Laajentavaa strategiaa käytettäessä on tyypillistä, että yritys voi alentaa yksikkökustannuksia ja kilpailla hinnalla, jolloin myös markkinaosuus yleensä kasvaa. Tämä strategia tosin edellyttää, että yrityksen rahoitus on kunnossa. (Riikonen ym. 2007.)

Tarkasteltaessa kapasiteettiä on erotettava toisistaan kone- ja henkilökapasiteetti. Henkilökapasiteettia laskettaessa täytyy tiedostaa se, että kaikki koneilla työskentelevät ihmiset eivät välttämättä pysty työskentelemään kaikissa työpisteissä ja toisaalta yksi työntekijä voi käyttää useampia koneita eli suorittaa ns. monikonekäyttöä. Myös lomat, sairaspöissaolot yms. kapasiteettia alentavat tekijät on huomioitava. (Riikonen ym. 2007.)

3 LEAN MANAGEMENT TUOTANNONOHJAUSMENETELMÄNÄ

Lean management on tuotannonohjausperiaate, josta käytetään Suomessa myös nimitystä ohut tuotanto. Lean managementin päätavoitteena on toiminnan keveys ja joustavuus. Asiakkaan haluamat tuotteet pyritään tekemään mahdollisimman vähillä resursseilla ja organisaatiosta pyritään karsimaan pois kaikki ne toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa. Lean-toimintatavassa kiinnitetään huomio kokonaisuuksien hoitamiseen sekä pyritään virtautettuun tuotantoon, lyhyisiin läpäisyajoihin, välivarastojen minimoimiseen ja toimitusketjujen kehittämiseen suoriksi ja nopeiksi. Lean-toimintatavassa on paljon yhteistä JIT-periaatteen (just in time) ja TQM-menetelmän (Total Quality Management) menetelmän kanssa. Lean-tuotannon keskeisiä periaatteita ovat seuraavat:

1. Asiakaskeskeisyys ja laadukkuus kaikessa toiminnassa
2. Juostava tuotantojärjestelmä
3. Imuohjaus
4. Lyhyet läpäisyajat
5. Lyhyet asetusajat
6. Virtautettu tuotanto
7. Pienemmät eräkoot
8. Toimiva materiaalin ohjaus
9. Matala monitaitoinen organisaatio
10. Benchmarking
11. Jatkuvan parantamisen periaate (Kaizen)

(Miettinen 1993,61–62.)

3.1 Asiakaskeskeisyys ja laadukkuus kaikessa toiminnassa

Lean managementin tärkeimpiä asioista ovat asiakaskeskeisyys ja laadukkuus. Asiakaskeskeiselle yritykselle asiakas määrää laadun ja toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle kyseenalaistetaan. Laadun ei välttämättä tarvitse olla korkeinta mahdollista, jos tuotteen ja palvelun laatu/hinta-suhde vastaa asiakkaan odotuksia. Toiminnan arvo siis mitataan asiakkaalle annetun lisäarvon perusteella, ei valmistuneiden tuotteiden avulla. Lean managementin laadun kokonaishallinnassa on paljon yhteistä TQM:n kanssa. Laadunohjaus toteutetaan niin, että jokainen henkilö on vastuussa tekemänsä työn laadusta. Periaatteena on, että tehdään valmista kerralla, eikä valmistustahti ei ole niin tärkeä kuin laatu ja aikatauluissa pysyminen. (Miettinen 1993,44–45, 62.)

3.2 Joustava tuotantojärjestelmä

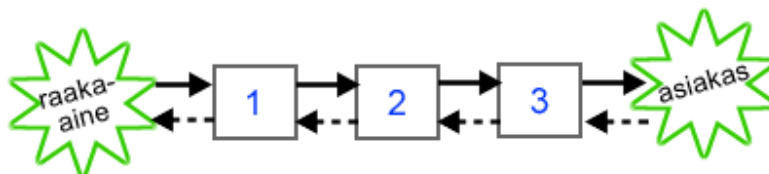
Tuotantojärjestelmän joustavuutta tarvitaan yrityksen kaikilla neljällä tasolla: ylimmällä strategiatasolla, liiketoimintatasolla, toimintotasolla ja tuotantotasolla. Joustavuus tuotannossa merkitsee kykyä muuttaa toimintaa muuttuvan toimintaympäristön mukaan ja kykyä reagoida tuotannon kohtaamaan yllättävään tilanteeseen. Tuotantojärjestelmä on toista joustavampi, jos se kestää laajempaa epävarmuutta tai reagoi nopeammin. Tuotantoon liittyvässä joustavuudessa voidaan tunnistaa seuraavat neljä joustavuustyyppiä:

1. Määräjoustavuus, joka tarkoittaa tuotannon kykyä hallita kysyntämäärään liittyvää epävarmuutta.
2. Tuotevalikoiman hallintaan liittyvä joustavuus, joka tarkoittaa tuotannon kykyä hallita laajaa tuotevalikoimaa ja siihen liittyvää epävarmuutta.
3. Materiaalin käyttöön liittyvä joustavuus, joka tarkoittaa kykyä hallita epävarmuutta liittyen toimitusketjun kykyyn selviytyä sille kohdistuvasta kysynnästä.
4. Tuotteiden vaihtoon liittyvä joustavuus, joka tarkoittaa kykyä ottaa uudet tuotteet ja tuotevariaatiot nopeasti tuotantoon.

(Heikkilä & Ketokivi 2005, 122–123.)

3.3 Imuohjaus

Tunnetuin imuohjausperiaate on JIT (Just-In-Time), joka Suomessa on kääntynyt muotoon JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen). Imuohjaus tarkoittaa tuotannosuunnittelun ohjausta niin, että suunnittelun painopiste on tuotannon loppupäässä. Osien valmistustarpeita ei siis lasketa lopputuotteen tarpeesta, vaan varastoidaan tarvittavia osia, joita sitten valmistetaan lisää varaston alittaessa määritellyn rajan. Imuohjauksessa jokainen vaihe imee materiaalia edellisiltä vaiheilta, eli edeltävä vaihe saa aloittaa valmistuksen, kun sitä edeltävässä vaiheessa on otettu käyttöön edellisen vaiheen tuottama osa. Hitain työvaihe eli ns. pullonkaulatekijä määrää tuotantovauhdin. Imuohjaus voidaan käytännössä toteuttaa esimerkiksi Kanban-korttien avulla, kaksilaatikkojärjestelmällä, läpivirtaushyllyillä tai jollain muulla toteutustavalla, jossa materiaalin täydennyksen laukaisee jokin visuaalinen signaali. Imuohjaukselle on ominaista, että tuotantotoimintojen välillä on vastavuoroinen riippuvuussuhde. Vastavuoroisessa jälkimmäinen vaihe riippuu edellisestä materiaalin suhteen ja edellinen jälkimmäisestä informaation suhteen. On tärkeää huomata, että informaatio kulkee vastavirtaan ja materiaali ja osat myötävirtaan. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 2. (Lehtonen 2004, 66; Riikonen ym. 2007.)



Kuva 2. Imuohjaus. (Riikonen ym. 2007).

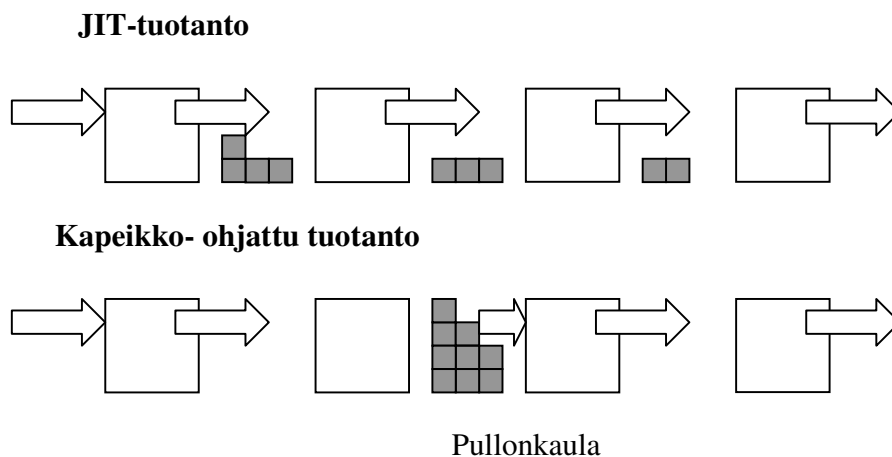
3.3.1 Kanban

Kanban on imuohjauksen edellyttämä informaatiojärjestelmä, joka on käytännössä kortti tai visuaalinen tuloste. Kanban-järjestelmässä käytetään joko kahden tai yhden kortin menetelmää. Kahden kortin menetelmässä tuotantokortilla (P-kanban) annetaan tuotantoprosessille lupa tuottaa tietty määrä tuotetta. Kuljetuskortilla (T-kanban) kuljetetaan tietty määrä tuotteita tuotantoprosessin loppua kohti eli alavirtaan. Tuotantokortin ja kuljetuskortin sisältämät materiaalmäärät eivät

välttämättä ole samoja. Yhden kortin menetelmässä materiaalin kulkua kontrolloidaan kuljetuskortilla eikä tuotantokorttia käytetä. Tässä menetelmässä saavutetaan yksinkertainen toimintatapa tarkan ohjauksen kustannuksella. (Lehtonen 2004, 74–76.)

3.3.2 Kapeikkoajattelu

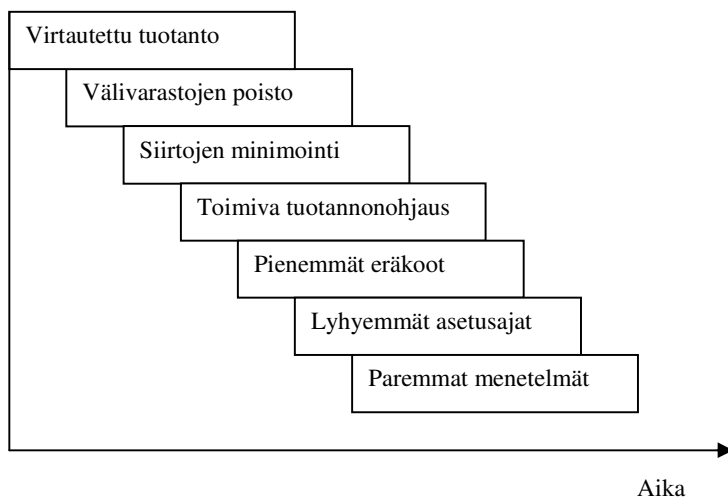
Kapeikkoajattelun lähtökohtana on etsiä valmistuksen kapeikot eli ns. pullonkaulatekijät. Pullonkaulatekijät ovat tuotannon kohtia, joissa jonkin koneryhmän tai työpisteen kapasiteetti ei riitä, ja ne estävät prosessia saavuttamasta korkeampaa suorituskykyä. Kapeikkoajatuksessa kapeikot otetaan tuotannon ohjauksen lähtökohdaksi. Tuotanto pyritään maksimoimaan kapeikossa ja muualla varastokustannukset, käyttökustannukset sekä läpäisy aika minimoidaan. On otettava huomioon, että erilaisten häiriötekijöiden takia materiaalin virtaus vaarantuu. Perinteisesti häiriötilanteiden varalle on rakennettu puskurivarastoja. Kapeikko-ohjauksessa riittää, että kriittiset resurssit on varmistettu. Kuvassa 3 on valaistu asiaa tarkemmin. (Riikonen ym. 2007.)



Kuva 3. Kapeikko- ja JIT- ohjattu tuotanto. (Riikonen ym. 2007).

3.4 Lyhyet läpäisyajat

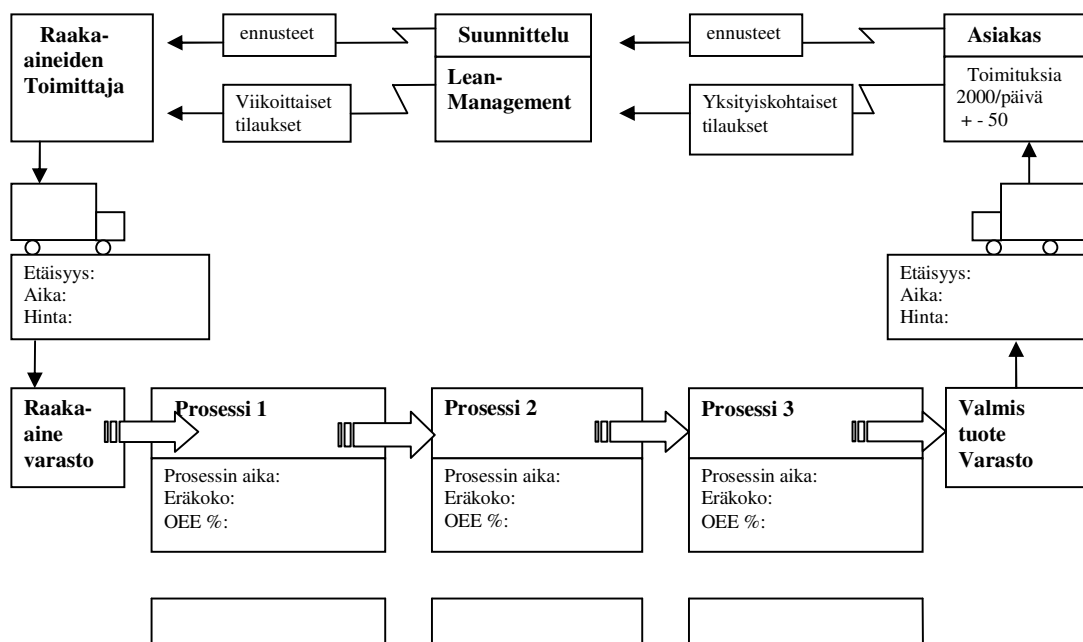
Puhuttaessa läpäisyajojen lyhentämisestä täytyy huomioida tuotteen kokonaisläpäisy aika, eli aika joka kuluu ensimmäisen vaiheen aloittamisesta viimeisen vaiheen lopetukseen. Yksittäisen työn läpäisyajassa huomioidaan varsinaisen työajan lisäksi asetus aika sekä siirto- ja odotusajat. Läpäisyajat saadaan lyhennettyä oleellisesti, kun prosessit organisoidaan uudelleen ja tuotanto toimii asiakasohjautuvasti, myös asiakasta kiinnostava toimitusaika lyhenee samassa suhteessa. Tuotannossa tavoite on siirtyä virtautettuun tuotantoon, mahdollisimman vähin välivarastoihin, siirtojen minimointiin, lyhyempiin asetusajoihin, pienempiin eräkokoihin ja toimintojen ohjaamaan tuotantoon, kuten imuohjaukseen. (Peltonen 2007.)



Kuva 4. Lyhyet läpäisyajat. (Peltonen 2007).

3.5 ”Learning to see maps”

”Learning to see maps” on yleinen ja helppo tapa kuvata prosessin nykyistä ja tulevaa tilaa. Kartan avulla on helppo havainnollistaa materiaalien ja informaation kulku sekä tuotteiden läpimenoaika. Kartassa kuvataan tilaukset/ ennusteet, tavaran toimittajat ja alihankkijat sekä prosessin eri vaiheet. Prosessin kuvauksen jälkeen piirretään jokaiselle työvaiheelle data box, johon lasketaan valitun tuotteen läpimenoaika, vaihtoaika, koneiden määrä, päivittäinen volyyymi ja laitteen kokonaistehokkuus prosentti eli OEE %. Kokonaistehokkuusprosentti saadaan, kun kerrotaan keskenään kaikki tuotannon osatekijät eli käytettävyys, nopeus ja laatu. Esimerkiksi, jos kaikki osatekijät toimivat 80-prosenttisesti, kokonaistehokkuus on $0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 51 \%$. Data boxien alle piirretään aikajana, joka kuvaa sekä tuottavien tuntien määrää että tuottamattomien tuntien määrää. ”Learning to see map” on kuvattu kuvassa 5. (Heinonkoski & Ojansivu 2007; Wikipedia 2007.)



Kuva 5. ”Learning to see map” (Heinonkoski & Ojansivu 2007).

3.6 Lyhyet asetusajat

Asetusaikojen lyhentäminen on lähtökohta eräkokojen pienentämiseen. Asetusaika on tuottamatonta aikaa, ja sen lyhentäminen nostaa kapasiteetin tuottavaa käyttöastetta. Asetusaika jaetaan kahteen eri osaan, sisäisiin asetusaikeihin ja ulkoisiin asetusaikeihin.

1. Sisäinen asetusaike on aika, jolloin tehdään koneessa itsessään tapahtuvia asetuksia. Tänä aikana kone on poissa tuottavasta toiminnasta.
2. Ulkoinen asetusaike puolestaan on aika, jolloin tehdään koneen ulkopuolella tapahtuvia asetuksia koneen käydessä.

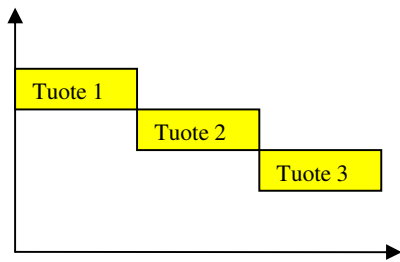
Sisäinen ja ulkoinen asetusaike täytyy erottaa toisistaan ja siirtyä mahdollisimman paljon sisäisistä asetusajoista ulkoisiin, jotta asetusaikeja voidaan lyhentää. Täytyy kuitenkin muistaa, että asetusaikejen pienentäminen on mahdollista vain, jos koneilla ja laitteilla on edellytykset lyhyisiin asetusaikeihin, eli asetusajan pienentäminen voi vaatia investointeja. Asetusaikeja lyhennettäessä on tehtävä ratkaisu vaihtomaisuuden arvon ja asetusajan pienentämiseksi tarvittavien investointien välillä. Kuitenkin laskelmilla on vaikea yksiselitteisesti todeta asetusajan pienentämisellä saatuja muita hyötyjä, kuten joustavuuden tai kapasiteetin lisääntymistä, laadun paranemista, lyhyempää koneaikaa ja läpäisyaikeaa. (Riikonen ym. 2007.)

3.7 Virtautettu tuotanto

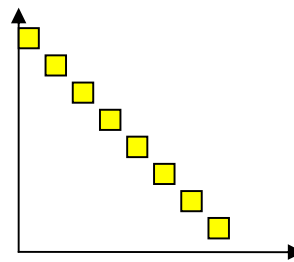
Virtautetussa tuotannossa valmistusprosessi jaetaan pieniin ja helposti hallittaviin kokonaisuuksiin ja tuotannon ohjaus kohdistetaan tuotantolinjaan, ei yksittäiseen työvaiheeseen. Linja kuormittaa itse itsensä, eikä sen sisällä ole välivarastoja. Toisaalta eri linjojen välinen ohjaus voi perustua yksinkertaiseen visuaaliseen ohjaukseen esim. käyttämällä kaksilaatikkorjestelmää, jossa tyhjät laatikot viedään kokoonpanosta valmistukseen. Tyhjä laatikko toimii impulssina uuden erän valmistukselle. Virtautetussa tuotannossa kaikki resurssit on mitoitettu juuri tarpeiden mukaan. (Miettinen 1993, 53.)

3.8 Pienemmät eräkoot

Eräkokojen pienentäminen on tärkeää asiakasohjautuvassa tuotannossa, koska asiakkaat haluavat lyhyitä toimitusaikoja ja pitkien sarjojen kanssa tulee hankaluuksia toimitusaikojen suhteen. Kuvassa 6 on esitetty suuret eräkoot, ja kolmannen tuotteen toimitusaika on niin suuri, että asiakas todennäköisesti valitsee tuotteen jostain muualta. Toisaalta tuotetta 1 valmistetaan kerralla niin paljon, että sitä tulee kerralla liikaa varastoon. Kuvassa 7 on esitetty pienet eräkoot. Pienissä eräkoissa järkevintä on jaksottaa tuotantomäärät siten, että asiakkaalle riittää tavaraa, mutta pitää valmistusvarasto samalla mahdollisimman pienenä. Pienissä erissä varastoimiskustannukset pienenevät ja läpäisy aika lyhenee, mutta ongelma on, että asetusajojen tulee olla lyhyitä, ja on pystyttävä laskemaan millaisina jaksoina eri tuotteet on valmistettava. (Riikonen ym. 2007.)



Kuva 6. Suuret eräkoot. (Riikonen ym. 2007).

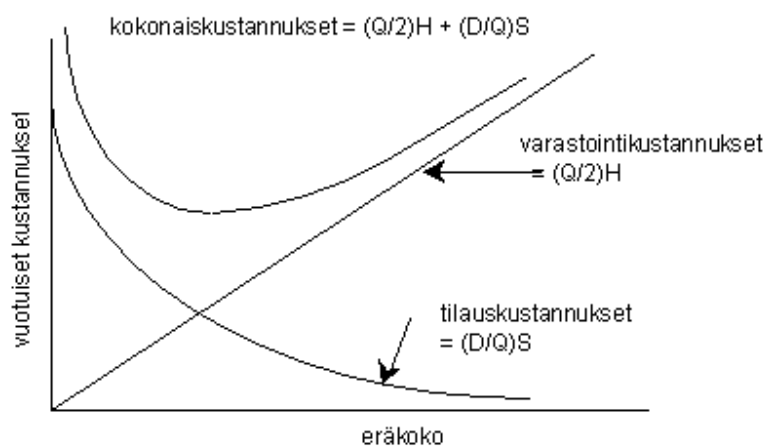


Kuva 7. Pienet eräkoot. (Riikonen ym. 2007).

Varastojen hallinnassa tärkeä käsite on taloudellinen erä koko. Se on se erä koko, joka minimoi varastojen ja vaihto-omaisuuden varastointi- ja tilauskustannukset. Taloudellisesta eräkoosta käytetään lyhennettä EOQ (Economic Order Quantity), ja se perustuu seuraaviin oletuksiin:

1. Tuotteen kysyntä on vakio.
2. Tuote ostetaan erinä sekä varasto- ja materiaalikapasiteetti on riittävä.
3. On vain kaksi kustannuserää, varastointi- ja tilauskustannukset.
4. Yhtä tuotetta koskevat päätökset tehdään muista tuotteista riippumatta.
5. Kysynnässä, läpäisyajassa tai toimituksissa ei ole epävarmuustekijöitä.

Taloudellinen eräkkö voidaan laskea Wilsonin kaavalla. Wilsonin kaava ei kuitenkaan pidä aina paikkaansa, sillä kaavassa käytettävät menekki ja kustannukset ovat joko arvioita tai keskiarvoja. Kaavalla saadut arvot pitää parhaassa tapauksessa jakaa kolmella. Wilsonin kaavaa on hyvä käyttää silloin, kun ei ole muutenkaan järkevää määrittelyä käytettävissä ja kun halutaan määrittellä taso, mistä voidaan lähteä liikkeelle. (Sakki 2003, 84–85.)



Kuva 8. EOQ (Economic Order Quantity). (Riikonen ym. 2007).

Wilsonin kaava.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * TK}{H * VK}}$$

D = arvio vuosimenekistä (kpl)

TK = yhden toimituserän kustannus, €/erä

H = tuotteen yksikköhinta, €

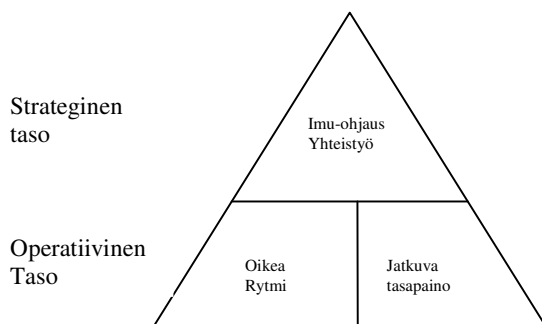
VK = varastoimisen kustannus

Q = eräkkö, yksikköinä.

(Riikonen ym. 2007.)

3.9 Toimiva materiaalin ohjaus

Materiaalin ohjaus on yrityksen ja koko toimitusketjun logistisen prosessin ohjausta. Ohjauksen tavoitteena on varmistaa ostettujen raaka-aineiden ja osien saatavuus sekä myytävien tuotteiden toimituskyky. Samalla sen tavoitteena on minimoida vaihto-omaisuudesta ja hankinnoista aiheutuvat kulut. Materiaalin ohjauksessa tulee kehittää tavaratoimitusten oikeaa rytmiä ja lähtevien tavaroiden jatkuvaa tasapainoa.



Kuva 9. Materiaalin ohjaus. (Sakki 2003, 79–80).

Materiaalin ohjauksella vaikutetaan ensisijaisesti vaihto-omaisuuteen. Sen käytön tehokkuuden vertaamisessa tavallisin tunnusluku on varaston kierto.

$$\text{VARASTONKIERTO} = \frac{\text{VUODEN KÄYTTÖ (HANKINTAHINNOIN)}}{\text{VARASTOJEN KESKIARVO (HANKINTAHINNOIN)}}$$

Usein keskivaraston seuraaminen ei kuitenkaan ole mahdollista. Siksi mittaus tehdään yleensä tietyn hetken varaston perusteella. Edellinen kaava pätee vain raaka-aineisiin. Valmiiden tuotteiden osalta kierto lasketaan seuraavasti.

$$\text{VARASTONKIERTO} = \frac{\text{VALMISTUKSEN ARVO VUODESSA}}{\text{VARASTOJEN ARVO}}$$

Varaston kiertoa voidaan myös mitata aika-lukuna. Se kertoo, kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen myynnin toteutuessa. Varastojen kiertoaikaa voidaan paremmin kylläkin kutsua varaston pysähdysajaksi, koska termi pysähdysaika kuvaa paremmin varastojen luonnetta. Pysähdysajasta käytetään nimitystä DOS (inventory days of supply).

$$\text{VARASTON PYSÄHDYDAIKA} = \frac{365 * \text{VAIHTO} - \text{OMAISSUUDEN ARVO}}{\text{VUOSIMYYNTI} / - \text{KULUTUS} / D}$$

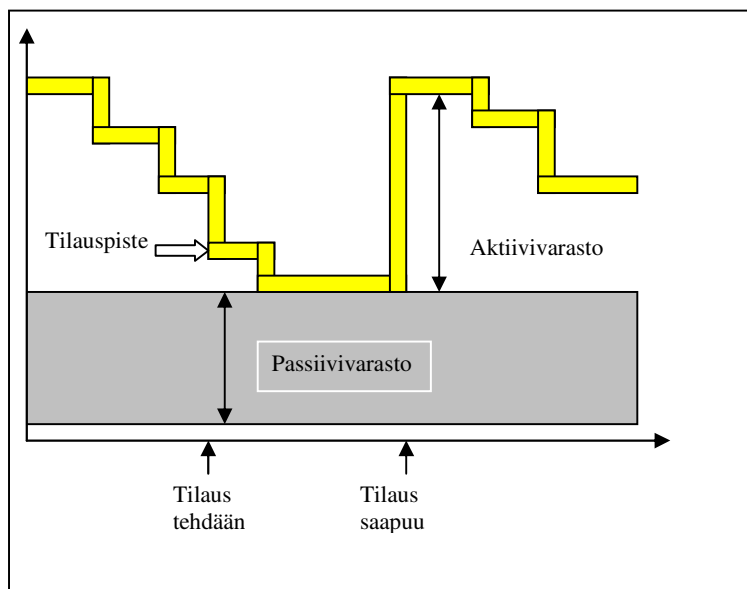
(Sakki 2003, 79–80, 71–72.)

3.10 Varastot

Varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen pääryhmään: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisvarastoihin. Raaka-ainevarastossa säilytetään tuotteen raaka-aineiden lisäksi tuotteen eri osia. Puolivalmistevarasto muodostuu keskeneräisistä töistä ja valmisvarasto myyntiä odottavista tuotteista. Varastojen muodostumiseen on kaksi pääsyötä:

1. Aktiivivarasto, joka syntyy, kun valmistuserä on kooltaan asiakkaan välitöntä tarvetta suurempi ja osa tavaroista jää hetkeksi varastoon.
2. Passiivivarasto, joka johtuu epävarmuudesta, kun etukäteen ei tiedetä, kuinka paljon kyseistä tavaraa tarvitaan ja mihin hetkeen lopullinen tarve sijoittuu. Tavaraa valmistetaan siis varmuuden vuoksi vähän aikaisemmin tai vähän ennakoitua enemmän. Passiivivarastoa voidaan siis kutsua myös varmuusvarastoksi.

Varaston koko voidaan ennakoida lisäämällä varmuusvarastoon aktiivivarasto, jonka suuruus on keskimäärin puolet toimituserästä. Tällä tavalla ennakoitua varastoa voidaan kutsua suunnitelluksi varastoksi. Varaston keskiarvo = varmuusvarasto + toimituserä/2. (Sakki 2003, 73–75.)



Kuva 10. Aktiivi- ja passiivivarasto. (Sakki 2003, 75).

3.11 Matala monitaitoinen organisaatio

Kun toimitaan niukoilla resursseilla ja joustavasti edellyttää se monitaitoista henkilöstöä, jossa vastuu ja laadun tarkkailu on hajautettu niin, että jokainen on vastuussa omasta työstään ja työn laadukkuudesta. Voidaan luopua esimerkiksi tittleistä ostopäällikkö ja tuotantopäällikkö ja organisoidaan työt siten, että kukin henkilö tai ryhmä vastaa yhden asiakasryhmän palveluun tarvittavista tehtävistä. Matalassa monitaitoisessa organisaatiossa koulutetaan henkilöstöä runsaasti ja tehdään paljon yhteistöitä ja ryhmätöitä. (Miettinen 1993,62.)

3.12 Benchmarking

Benchmarking tarkoittaa oman toiminnan jatkuvaa vertailua kilpailijoihin sekä oman alan parhaisiin yrityksiin. Benchmarkingissa analysoidaan huippuyritysten toimintamalleja ja käytäntöjä. Näitä käytetään vertailukohtana kehittäessä omaa toimintaa. Tavoitteena ei kuitenkaan ole matkiminen tai teollisuusvakoilu, vaan löytää ideoita ja oppia muiden ratkaisumalleista, koska pelkästään matkimalla ei pysty tulemaan toimialansa parhaaksi.(Miettinen 1993, 63.)

3.13 Jatkuvan parantamisen periaate (Kaizen)

Jatkuva tuotteiden ja prosessien parantamisen periaate eli Kaizen on tuotannossa olennainen. Jatkuvan parantamisen periaatteen mahdollistaa joustava ja virtautettu tuotanto, kun tuotanto kulkee virtana työvaiheesta toiseen, virheelliset osat ja toiminnot havaitaan heti. Tavoitteena on, että virheisiin tartutaan heti ja ryhmätyönä poistetaan virheen syy, keskitytään siis oireiden sijasta virheen aiheuttajaan. (Miettinen 1993, 63.)

4 TILANTEEN SELVITYS JA TYÖN RAJAUS

4.1 Tilanteen selvitys

Tutkimuskohteessani Sormat Oy:n Ruskon tehtailla valmistusprosessin suurimmat ongelmakohdat ovat useat välivarastot sekä kokoonpano- ja pakkausvaiheen luoma pullonkaula. Nämä tekijät pidentävät tuotteen läpimenoaikaa rajusti. Kiila-ankkuri joutuu seisomaan neljässä eri tuotantovaiheessa:

1. kylmävalssauksen jälkeen odottamassa kuljetusta Aurajoki Oy:hyn
2. Aurajoki Oy:ssä odottamassa sinkitystä
3. Aurajoki Oy:ssä odottamassa kuljetusta takaisin Sormatille
4. odottamaan pääsyä pakkaus/ kokoonpanovaiheeseen.

Sormat Oy on vuodenvaihteessa 2008 investoimassa uuteen kokoonpano/pakkauslinjastoon, jolla saadaan tuotantoa virtaavammaksi. Tällä hetkellä kiila-ankkurien kokoonpano ja pakkaus tapahtuvat samalla koneella, ja jokaiselle ankkurikoolle on varattu yksi kone. Jokainen kokoonpano/pakkauskone työllistää yhden henkilön, ja henkilön tehtävänä kokoonpanokoneella on täyttää kokoonpanorumpua ja ankkurien säilytyslaatikoiden syötintä sekä pakata valmiit laatikot pahvilaatikoihin ja viedä valmis lava odottamaan valmisvarastoon siirtoa.

Kokoonpanon ja pakkausvaiheen luoma pullonkaula tulee helpottumaan uuden investoinnin myötä, kun kokoonpano ja pakkausvaihe erotetaan toisistaan. Uudessa järjestelmässä ankkurien pakkaus laatikoihin ja lavoitus tulee tapahtumaan uuden automaattisen pakkausrobotin ja pakkauslinjaston avulla. Kokoonpanovaiheessa ankkurien syöttö kokoonpanorumpuun tulee tapahtumaan kuljetushihnan avulla. Kokoonpanokoneita tulee olemaan 12 kpl (3 kpl 12 mm), (3 kpl 10 mm), (2 kpl 16 mm), (2 kpl 8 mm), (1 kpl 6 mm) ja (1 kpl 20 mm) ankkureille. Kootut ankkurit siirretään metallilavoille ja lavat siirretään läpivirtaushyllyyn odottamaan pakkausvaihetta. Investoinnin avulla kokoonpano ja pakkausvaihe työllistävät enää yhden henkilön/ kolme kokoonpanokonetta ja 1 henkilön pakkausrobotille.

4.2 Työn rajaus

Päättötyö kohdistuu läpimenoaikojen ja taloudellisten eräkokojen laskemiseen sekä välivarastokokojen minimoimiseen ja tuotannon virtauttamiseen lean-tuotantoa mukaillen. Osana työtä on myös laskea investoinnin vaikutus läpimenoajan muutokseen. Kiila-ankkurien tarkkoja läpimenoaikoja ei yrityksessä tällä hetkellä tiedetä, ja läpimenoaikojen tarkkaa laskemista vaikeuttavat suuret eräkoot, koska tuotteita lähtee ja saapuu sinkityksestä monissa erissä. Myös kokoonpano/pakkausvaiheen tietämättömyys, mistä valmistuserästä ankkuri kootaan ja pakataan, vaikeuttaa läpimenoajan laskemista. Informaatiota ja parannusehdotuksia olen kerännyt tutustumalla tuotannon eri työvaiheisiin ja haastattelemalla eri työvaiheissa toimivia henkilöitä. Olen ulkopuolisen henkilön näkökulmasta tehnyt mittauksia ja pyrkinyt tuomaan omia näkökulmia toiminnan kehittämiseksi.

4.3 Sormat Oy:n kiila-ankkurien tuoteluettelo

Alla olevassa taulukossa on esitetty Sormat Oy:ssä valmistettavat kiila-ankkurit, ankkureiden strategiset mitat, päällystyskoodit, pakkaukset ja ankkureiden paino.

Koko	L mm	t fix mm	KOODI S-KA	KOODI S-KAK	KOODI S-KAH	Pakkaukset RASIA/TUKKU/LAVA	Paino KG/1000 KPL
6x40	40	2	00100	02100	04100	200/1000/56000	10,4
6/15	65	15	00102	02102	04102	150/750/42000	15,4
6/50	100	50	00104	02104		100/500/28000	22,7
8x50	54	2	00110	02110	04110	100/500/28000	22,2
8/10	77	10	00112	02112	04112	50/250/14000	29,5
8/30	97	30	00114	02114	04114	50/250/14000	36,1
8/55	122	55	00116	02116	04116	50/250/14000	43,5
8/85	152	85	00118	02118		50/250/14000	52,8
10x60	62	3	00130	02130	04130	50/250/14000	44,4
10/10	82	10	00132	02132	04132	50/250/14000	53,2
10/30	102	30	00136	02136	04136	25/125/7000	62,8
10/55	127	55	00137	02137	04138	25/125/7000	75,9
10/80	152	80	00139	02139		25/125/7000	88,3
12/5	93	5	00150	02150	04150	25/125/7000	81,7
12/20	108	20	00152	02152	04152	25/125/7000	92,3
12/35	123	35	00153	02153	04154	25/125/7000	103,8
12/65	153	65	00155	02155	04156	25/125/7000	124,7
12/100	180	100	00157	02157		25/125/3500	150,1
12/155	243	155	00162	02162		10/50/2800	219,5
16x90	98	3	00169			10/50/2800	159,4
16/5	118	5	00170	02170	04170	10/50/2800	185,7
16/20	133	20	00171	02171	04171	10/50/2800	204,6
16/45	158	45	00173	02173	04172	10/50/2800	239,0
16/70	180	70	00175	02175		10/50/2800	296,2
16/95	208	95	00176	02176		10/50/2800	328,2
20/20	170	20	00180	02180	04180	5/25/1400	448,3
20/70	220	70	00182	02182	04182	5/25/1400	570,2
20/130	280	130	00184	02184		5/25/1050	717,8

4.4 Tuotannon kuvaus

4.4.1 Kylmävalssaussaus/sorvaus

Kiila-ankkurien valmistusprosessi alkaa kylmävalssaamalla tai sorvaamalla ankkuri raaka-ainekerästä. Kiila-ankkurin valmistustapaan vaikuttavat kappaleen halkaisija ja pituus. Ankkuri voidaan kylmävalssata, jos halkaisija on 8-16 mm ja pituus 45–180 mm. Jos ankkuri ei mahdu halkaisija/pituus skaalaan, kappale sorvataan. Kylmävalssaussaus on huomattavasti nopeampi valmistustapa, ja tuotantonopeus vaihtelee 90–140 kpl/min, riippuen ankkurin halkaisijasta. Sorvattujen kappaleiden valmistusnopeus on 5-7 kpl/min, riippuen myös ankkurin koosta. Valmistusnopeudet eivät ole koneiden maksiminopeuksia vaan ne ovat 75 OEE-%:n mukaisia. Kylmävalssauskoneita Sormatilla on kaksi, SAMPO1 ja SAMPO2 ja sorveja kolme, EUBANA, SORVI 1 ja SORVI 2. Sormat Oy:n Ruskon tehtailla valmistetaan halkaisijaltaan 6 mm:n, 8 mm:n, 10 mm:n, 12 mm:n, 16 mm:n ja 20 mm:n paksuisia kiila-ankkureita, joista eri pituusvariaatioita on 10 kpl. Kylmävalssauskoneista Sampo 1 valmistaa 10 mm:n ja 12 mm:n kiila-ankkureita ja Sampo 2 valmistaa 8 mm:n ja 16 mm:n ankkureita. Sorveista Eubana valmistaa 6 mm:n ankkureita ja Sorvi 1 ja 2 valmistaa 20 mm:n ankkureita. Kylmävalssauskoneet ja sorvit pyörivät kahdessa vuorossa.



Kuva 11. Kylmämuokkauskoneen lajitteluosa. Sampo 1.

4.4.2 Päälystysvaihe

Kylmävalssauksen/sorvauksen jälkeen kiila-ankkurit päälystetään. Jokaisesta koosta on kolme päälystysvaihtoehtoa: sähkösinkitys (S-KA), kuumasinkitys (S-KAK), haponkestävyys (S-KAH). Sähkösinkitys ja kuumasinkitys tapahtuvat ulkoistetusti Aurajoki Oy:ssä ja haponkestävyys saadaan käyttämällä valmistusmateriaalina haponkestävää kerää. Sähkösinkitys on yleisin päälystystapa, ja suurin osa ankkureista sähkösinkitetään. Kuljetukset sähkösinkitykseen tapahtuvat kolme kertaa viikossa (maanantaina, keskiviikkona ja perjantaina), jolloin tavaraa tulee myös takaisin. Kuljetukset kuumasinkitykseen tapahtuvat kaksi kertaa viikossa (tiistaina ja torstaina). Haponkestävä kiila-ankkuri kuljetetaan kylmävalssauksen/sorvauksen jälkeen odottamaan kokoonpano/pakkausvaihetta.

Valmiit kiila-ankkurit ja eri päälystysvaihtoehdot:



S-KA. Sähkösinkitty



S-KAK. Kuumasinkitty



S-KAH. Haponkestävä

Kuva 12. Valmiit kiila-ankkurit eri päälystysvaihtoehdoilla.

4.4.3 Kokoonpano ja pakkaus

Päällystyksen jälkeen kiila-ankkurit ovat puolivalmisteita, ja ne siirretään välivarastoon odottamaan kokoonpano- ja pakkausvaihetta. Sormat Oy:llä on 12 kokoonpano/pakkauspistettä. Kokoonpanovaiheessa ankkuriin kiinnitetään voimaosa, mutteri ja prikka. Pakkausvaiheessa ankkurit pakataan pahvilaatikoihin ja laivoitetaan. Pienimpien ankkurien (6 mm, 8 mm, 10 mm ja 12 mm) kokoonpanovaihe tapahtuu kokoonpanokoneen avulla, jossa syöttörumpu syöttää ankkurin asemaan, jossa voimaosa, prikka ja mutteri kiinnitetään. Suurimpien kokojen kokoonpanovaihe tapahtuu käsin. Kokoonpano/pakkausvaihe on selvästi läpivirtauksen pullonkaula, ja se työllistää huomattavasti väkeä. Pakkausnopeus koneilla on 500–2600 kpl/h, riippuen ankkurin koosta. Tämä työvaihe tulee uuden investoinnin kautta muuttumaan, kun kokoonpano ja pakkausvaihe erotetaan toisistaan.



Kuva 13. Kokoonpano/pakkauspiste.

5 TUOTANNON MITTAUKSET JA KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Tuotannon mittaukset aloitin tutustumalla kiila-ankkurien valmistusprosessiin seuraamalla samalla sarjojen läpimenoaikoja. Seurasin 10:tä eri valmistussarjaa ja laskin sarjojen läpimenoajat. Valmistussarjojen läpimenoaikojen laskennassa käytin apuna eri työvaiheista saatavia raportteja sekä lavamerkkaus-seuranta. Tuotannon seurattavuuden parantamiseksi kehitin puolivalmistelavojen seurantajärjestelmän. Sarjojen seuraamisen jälkeen laskin seuratuille kiila-ankkureille taloudelliset eräkoot ja keskityin tuotannon joustavuuden parantamiseen.

5.1 Tuotannon muutokset

Kiila-ankkurien tuotannossa tulisi tehdä muutoksia, jotta tällä hetkellä suurta läpimenoaikaa saataisiin lyhennettyä. Alla on esitetty ratkaisuja, joilla olen laskelmissani saanut seurattujen kiila-ankkurien läpimenoajan pienennettyä 45 päivästä noin 10 päivään.

5.1.1 Kokoonpano ja pakkausvaiheen muutokset

Kiila-ankkurien suuret läpimenoajat johtuvat suurimmalta osalta siitä, että valmistuserän kokoonpano ja pakkausvaihe suoritetaan osissa ja näin erä voi joutua makaamaan välivarastossa jopa kuukauden. Uuden investoinnin myötä kokoonpano ja pakkausvaihe erotetaan toisistaan läpivirtaushyllyillä. Vanhassa järjestelmässä kokoonpanon ja pakkausvaiheen pullonkaulantekijä on ollut koneella työskennellyt ihminen. Työntekijä ei ehdi koota pakkauslaatikoita yhtä nopeasti kuin kone suorittaa ankkurin kokoonpanoa. Työvaiheiden erotus ja uuden pakkauskoneiston käyttö nopeuttaa työvaiheen kulkua ja mahdollistaa sen, että koko valmistuserän kokoonpanovaihe ja pakkausvaihe voidaan suorittaa kerrallaan.

5.1.2 Kuljetukset sinkitykseen ja yhteistyö Auracoat Oy:n kanssa.

Toinen läpimenoaikaa suurentava tekijä on ankkurin sinkitys. Sinkitysprosessi kestää vain viidesosan siitä kokonaisajasta, joka kuluu sinkitykseen menosta sinkityksestä paluuseen. Tällä hetkellä kuljetukset sähkösinkitykseen tapahtuvat kolme kertaa viikossa (maanantaisin, keskiviikkoisin ja perjantaisin), jolloin tavaraa tulee myös takaisin. Kuljetukset kuumasinkitykseen tapahtuvat kaksi kertaa viikossa (tiistaisin ja torstaisin). Kuljetusta sähkösinkitykseen ja takaisin voisi muuttaa jokapäiväiseksi, jolloin saataisiin tuotantoa joustavammaksi. Kuljetusten muuttaminen jokapäiväiseksi lisäisi kuljetuskustannuksia vain vähän, koska sähkösinkityslaitos sijaitsee vain 5 km:n päässä yrityksestä. Kuljetusten muuttaminen jokapäiväiseksi vaatisi kuljetusauton vaihtoa pienemmäksi. Sopiva kuljetusauto olisi pieni kuorma-auto, jonka kapasiteetti olisi noin 10 lavaa.

Kuljetuksia kuumasinkitykseen voisi muuttaa maanantaiseksi ja perjantaiksi. Päivien muutoksen avulla kiila-ankkurit saataisiin sinkitykseen ja takaisin saman viikon aikana. Kuljetuksia ei kannata muuttaa jokapäiväiseksi, koska kuumasinkittyjen ankkurien tuotantovolyymi on niin paljon pienempää kuin sähkösinkittyjen ankkurien ja kuumasinkityslaitos on 35 km päässä yrityksestä, jolloin kuljetuskustannukset tulisivat kasvamaan. Toinen muutos toimintamallissa Auracoat Oy:n kanssa olisi informaation parantaminen yritysten välillä. Sormatilla voitaisiin helposti laskea tuotanto-ohjelmasta kuukauden kuljetettavat lavamäärät ja ilmoittaa ne Aurajoki Oy:lle etukäteen. Ilmoittamalla etukäteen siirtokuormien määrät voisi Auracoat suunnitella omaa tuotantoaan paremmin ja mahdollisesti varata sinkityskoneen valmiiksi. Uskon, että näillä muutoksilla ankkurien päällystysvaihe tulisi lyhenemään noin puolella.

5.1.3 Eräkokojen pienentäminen

Kolmas muutos läpimenoaikojen pienentämiseen on eräkokojen pienentäminen. Valmistuserien oikea suuruus on erittäin tärkeää yritykselle, koska oikean suuruisilla valmistuserillä yrityksen toiminta saadaan joustavammaksi, toimitusajat lyhenevät, varastoimiskustannukset pienenevät ja läpäisy aika lyhenee. Ongelma on, että asetusaikojen tulee olla lyhyitä ja on pystyttävä laskemaan taloudellisin erä koko.

5.2 Taloudellisempien eräkokojen laskeminen

Taloudellisin erä koko on se valmistuserä, joka minimoi varastojen ja vaihtomaisuuden varastointi- ja tilauskustannukset. Taloudellisten eräkokojen laskemiseen olen käyttänyt Wilsonin kaavaa. Olen laskenut Wilsonin kaavalla optimin kertavalmistuseräköön huomioiden pelkät korkokustannukset (kaava Q1) ja optimin kertavalmistuseräköön huomioiden myös muut varastointikustannukset (kaava Q2).

Kaava (Q1)

$$\sqrt{\frac{200 \cdot ALOITUSKUSTANNUKSET \cdot VUOSITARVE}{HINTA \cdot (KORKO + LAATUKUSTANNUS\%)}}$$

Kaava (Q2)

$$\sqrt{\frac{200 \cdot ALOITUSKUSTANNUKSET \cdot VUOSITARVE \cdot YKS / LAVA}{HINTA \cdot (KORKO + LAATUKUSTANNUS\%) \cdot YKS / LAVA + 100 \cdot LAVAKUSTANNUS / PVÄ}}$$

Seurattujen tuotteiden taloudelliset eräkoot ja eräköön laskentamalli on esitetty liitteissä 11 ja 12. Lasketut eräkoot ovat kuitenkin vain suhteellisia, mutta kuitenkin eräkokoja, joista on hyvä lähteä liikkeelle. Alla olevassa taulukossa on esitetty taloudellisimmat eräkoot seuratuille kiila-ankkureille. Taulukkoon on myös lisätty mielestäni suositeltava erä koko. Suositeltavassa eräkoossa on huomioitu eräköön suhde läpimenoaikaan, lavamäärä, kuljetukset sinkitykseen ja EOQ mallista nähtävä liian pienistä eräkoista johtuva taloudellinen uhka.

Kiila-ankkuri	Vanha erä koko (kpl)	Taloudellisin erä koko Q1(kpl)	Taloudellisin erä koko Q2 (kpl)	Suosittelava erä koko (kpl)
S-KA 8x50	250.000 - 300.000	185.000	175.000	180.000
S-KA 10/10	200.000 - 250.000	147.000	136.000	150.000
S-KA 12/20	200.000 - 300.000	137.000	126.000	150.000
S-KA 16/20	30.000	25.000	22.000	30.000
S-KAK 8x50	100.000	62.000	60.000	60.000
S-KAK 12/20	70.000	28.000	26.000	30.000
S-KAH 10/10	60.000	26.000	26.000	26.000

Taulukko 1. Kiila-ankkurien eräkokojen muutokset.

5.3 Läpimenoaikojen laskeminen

Kiila-ankkurien läpimenoaikojen laskemisen aloitin valitsemalla Sormat Oy:n tuotevalikoimasta ne koot, joita seurasin koko tuotantoketjun ajan. Ankkurien koot päätettiin yhdessä Sormat Oy:n tuotantopäällikön ja tuotannosuunnittelusta vastaavan henkilön kanssa. Seuranta päätettiin keskittää kylmävalssaamalla valmistettuihin ja sähkösinkittyihin ankkureihin. Seurantaan otettiin myös otokset haponkestävästä ja kuumasinkitystä ankkurista. Seurantaan päätettiin ottaa seuraavat kiila-ankkurit:

1. 8x50 sähkösinkitty (SKA), kuumasinkitty (KAK)
2. 10/10 sähkösinkitty (SKA) ja haponkestävä (KAH)
2. 12/20 sähkösinkitty (SKA), kuumasinkitty (KAK)
3. 16/20 sähkösinkitty (SKA).

Kiila-ankkurit kooltaan 8 x 50, 10/10 ja 12/20 valittiin seurattavaksi, koska ne ovat yrityksen tuottavimpia ankkureita. Ankkuria 8 x 50 valmistetaan sähkösinkittyinä 3.800.000 kpl/vuosi, kuumasinkitettynä 560.000 kpl/vuosi ja haponkestävinä 300.000 kpl/vuosi. Kiila-ankkuria kooltaan 10/10 valmistetaan sähkösinkittyinä 3.800.000 kpl/vuosi, kuumasinkitettynä 360.000 kpl/vuosi ja haponkestävinä 340.000 kpl/vuosi; ankkureita kooltaan 12/20 valmistetaan sähkösinkittyinä 5.150.000 kpl/vuosi, kuumasinkitettynä 300.000 kpl/vuosi ja haponkestävinä 300.000 kpl/vuosi. Prosessikaaviot sähkösinkitystä 8 x 50 ankkurista ovat liitteissä 1 ja 2 ja haponkestävästä liitteessä 3. Prosessikaaviot sähkösinkitystä 10/10 ankkurista ovat liitteissä 4, 5 ja haponkestävästä liitteessä 6. Prosessikaaviot sähkösinkitystä 12/20 ankkurista ovat liitteissä 7, 8 ja haponkestävästä liitteessä 9. Seurasin 16/20 kokoisen sähkösinkityn ankkurin yhtä valmistuserää. Ankkuri, kooltaan 16/20, valittiin seurattavaksi koska se on suurin koko mitä voidaan valmistaa kylmävalssaamalla ja, koska sen kokoonpanovaihe suoritetaan ilman kokoonpanorumpua. Kiila-ankkurin kokoa 16/20 valmistetaan sähkösinkittyinä 220.000 kpl/vuosi, kuumasinkittyinä 40.000 kpl/vuosi ja haponkestävänä 15.000 kpl/vuosi. Prosessikaavio sähkösinkitystä 16/20 ankkurista on liitteissä 10.

Muodostin seuratuille ankkureille kaaviokuvat, joihin laskin kokonaisläpimenoajan lisäksi jokaisesta koosta läpimenoajan tietylle otokselle erästä, läpimenoajan tuotannon muutoksilla ja läpimenoajan suositeltavalla eräkoolla ja tuotannon muutoksilla. Kaaviokuvat löytyvät liitteistä 1-10. Seurattujen ankkurien läpimenoajat on tiivistetty alla olevaan taulukkoon.

Kiila-ankkuri	Vanha läpimenoaika (vrk)	läpimenoaika muutoksilla (vrk)	Läpimenoaika muutoksilla ja suositeltavalla eräkoolla (vrk)
S-KA 8x50	58	15	12
S-KA 8x50	66	13	10
S-KA 10/10	41	11	11
S-KA 10/10	49	14	11
S-KA 12/20	43	13	10
S-KA 12/20	60	15	10
S-KA 16/20	52	11	8
S-KAK 8x50	119	13	10
S-KAK 12/20	105	12	11
S-KAH 10/10	49	8	6

Taulukko 2. Kiila-ankkurien läpimenoaikojen muutokset.

5.4 Prosessiaikojen laskeminen

Prosessiaikojen laskemisen aloitin tutustumalla eri prosessivaiheisiin. Tutustuin yrityksessä tapahtuviin prosesseihin ja kävin tutustumassa ulkoistettuun sinkitysprosessiin. Seurattuani prosesseja ja saatuaani eri prosessien läpimenoajat laskin itse prosessin työvaiheeseen kuluneita aikoja. Prosessien ajat olen osittain laskenut erilaisilla kaavoilla, ja osan tiedoista olen saanut erilaisista seurantaraporteista. Liitteissä 1-10 oleviin kaaviokuviiin olen laskenut eri prosesseille prosessiaikoja käyttäen eri prosesseille sopivaa kokonaistehokkuusprosenttia (OEE %).

5.4.1 Kylmämuokkausprosessin ajat

Kylmämuokkausprosessin aikojen laskemisessa käytin apuna mittauspöytäkirjaa, josta löytyi tarkkaan prosessiin kulunut aika. Prosessin ajat voidaan myös laskea kaavalla 1, mutta kaavalla laskiessa mahdollisia häiriöaikoja ja asetusaikoja ei oteta huomioon. Kaava antaa kuitenkin kohtalaisen hyvän kuvan prosessiin kuluneesta ajasta, jos kone toimii virheettömästi, koska prosessissa ei ole muita asetusaikoja kun valmistekelan vaihto. Valmistusnopeudet eri ankkureille löytyvät liitteestä 15 ja niiden määrittämisessä olen käyttänyt OEE – prosenttia 75.

Kaava 1

$$P = \frac{Q}{V \cdot 60}$$

P= Prosessiin kulunut aika (h)

Q= Eräkoko (kpl)

V= Valmistusnopeus (kpl/min)

5.4.2 Sähkösinkitysprosessin ajat

Sähkösinkityksen prosessiaikojen laskemisessa käytin apuna liitteessä 16 olevaa taulukkoa, josta saadaan laskemalla sinkityksessä käytettyjen rumpujen määrä kaavalla:

$$R = \frac{RP \cdot \left(\frac{Q}{1000} \right)}{M}$$

R= Rumpujen määrä

RP= runkojen paino/1000 kpl

Q= Eräkoko

M= määrä/kg

Rumputarpeiden jälkeen olen prosessiaikojen laskemisessa käyttänyt 10 min lastausaikaa ja 5 min purkuaikaa. Rumpuun mahtuvien ankkurien kappalemäärä

saadaan kaavalla $\frac{P}{M}$ jossa P= paino/1000 kpl ja M= määrä/kg. Yhteen kierrokseen

kulunut aika nähdään liitteestä 16 olevasta taulukosta. Olen laskenut, että kymmenennen rummun jälkeen alkaa rummut kiertyä uudestaan, ja näiden tietojen avulla sähkösinkitysprosessiin kulunut aika saadaan kaavalla:

$$P = (R \cdot L) + [(R - 10) \cdot T] + S$$

P= Prosessiin kulunut aika (min)

R= Rumpujen määrä

L= Lastausaika (10 min)

T= Purkuaika (5 min)

S= sinkitysaika/s

5.4.3 Kuumasinkitysprosessin ajat

Kuumasinkityksen lasketut prosessiajat ovat suuntaa antavia, koska Aurajoki Oy:n antamat tiedot olivat erittäin rajoitettuja. Itse sinkitysprosessi kestää muutaman minuutin, mutta esikäsitteily pesuineen ja huuhteluineen noin vuorokauden. Seurattujen kiila-ankkurien perusteella ja vanhan tiedon perusteella sinkitysprosessi kuljetuksineen kestää kokonaisuudessaan noin viikon. Erä koko on ollut sinkityksessä 0 – 15000 kg/viikko, keskimäärin noin 6000 kg. Vuonna 2007 olevan työtilanteen (kohtuullisen hyvä) ja vuorojärjestelyn (2-vuorotyö) perusteella Aurajoki Oy pystyy sinkittämään kiila-ankkureita maksimissaan noin 12000 kg/viikko. Kuumasinkityksen prosessiaikojen laskemisessa olen käyttänyt 80 h:n viikkotyömäärää. Kiila-ankkurien koko vaikuttaa myös huomattavasti läpimenoon. Jos on paljon M6- ja M8-kokoja, läpimeno hidastuu huomattavasti. Prosessiaikojen laskemisessa olen käyttänyt apuna taulukko 3:sta, josta näkyy ankkurien rungon paino. Laskin 8 x 50 ankkurin keskimääräisellä 6000 kg:n eräkoolla, jolloin ankkureita valmistuu 80 OEE %:n mukaan 60 kg/h. Ankkurin 12/20 prosessiajan laskin 12000 kg:n eräkoolla, koska ankkurin rungon painon on viisi kertaa suurempi. Tällöin ankkureita valmistuu 80 OEE %:n mukaan 120 kg/h. Ankkureiden valmistusnopeus ja erän paino saadaan seuraavilla kaavoilla:

$$V = \left(\frac{Q}{H} \right) \cdot 0,8 \qquad M = \left(\frac{RP}{1000} \right) \cdot Q$$

V= valmistusnopeus (kg/h)

M= erän paino

Q= erä koko

H= työtunnit/viikko

RP= runkojen paino/1000 kpl

kuumasinkitykseen kulunut prosessin aika lasketaan kaavasta

$$P = \frac{M}{V}$$

P= prosessiin kulunut aika

M= erän paino

V= valmistusnopeus

5.4.4 Kokoonpano ja pakkausvaiheen prosessin ajat

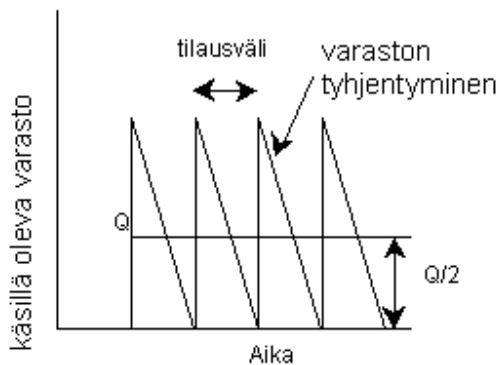
Kokoonpanon ja pakkausvaiheen prosessien ajat olen laskenut kahdella eri tavalla, sekä nykyisellä tavalla prosessivaiheiden ollessa yhdessä että uudella tavalla prosessivaiheiden ollessa eroteltuina toisistaan. Prosessivaiheiden tämänhetkiselällä tavalla olen käyttänyt apuna jälkiraportointikaavakkeita, joista näkee työvaiheiden ajo-, työ- ja koneajat. Prosessivaiheiden erottelussa olen käyttänyt liitteessä 15 olevia nopeuksia. Liitteestä näkee, kuinka monta kokoonpanokonetta on tarkoitus käyttää kullekin ankkurikoolle ja mikä on ankkurien kokoonpanonopeus OEE-%:n ollessa 65.

5.5 Kylmämuokkauksen asetusajojen muokkaaminen

Kylmämuokkauksen asetusajojen lyhentäminen on lähtökohta eräkokojen pienentämiseen. Asetusaika on tuottamatonta aikaa, ja niiden lyhentäminen nostaa kapasiteetin tuottavaa käyttöastetta. Kylmämuokkausprosessissa sisäiset asetusajat, eli ajat jolloin tehdään koneessa itsessään tapahtuvia asetuksia, kasvavat, kun eräkokoja pienennetään. Tänä aikana kone on poissa tuottavasta toiminnasta. Kylmämuokkausprosessin vaihtoajat eri halkaisijoiden välillä ovat erittäin suuria, mutta saman halkaisijan pituusvariaatioiden muutokset eivät. Kylmämuokkaukoneita on kaksi, ja ne pyörivät kahdessa vuorossa. Yhdellä kylmämuokkaukoneella valmistetaan kahta eri halkaisijaa. Suunnittelemalla valmistuksen niin, että samaa kokoa valmistetaan koneella mahdollisimman paljon, saadaan asetusajat mahdollisimman lyhyeksi. En ole etsinyt keinoja asetusajojen lyhentämiseen tarkemmin, koska tällä hetkellä koneiden kapasiteetin tuottava käyttöaste on niin suuri, että eräkokoja voidaan pienentää. Kylmämuokkaukoneiden kapasiteetin käyttöasteen tullessa ongelmaksi voidaan ongelma kuitenkin ratkaista siirtämällä asetusajat normaalin työajan ulkopuolelle. Kylmämuokkauksen vaihdot eri halkaisijoiden välillä voitaisiin toteuttaa esimerkiksi iltavuoron jälkeen tai viikonloppuna.

5.6 Varastoimiskustannusten pienentäminen

Varastojen hallinnassa tärkeä käsite on taloudellinen eräkkö. Se on se eräkkö, joka minimoi varastojen ja vaihto-omaisuuden varastointi- ja tilauskustannukset (katso kuva 16).



Kuva 14. Varaston vaihtelu ajan funktiona.

Olen työssäni laskenut varastokustannusten pienenemisen seurattujen ankkurien osalta, jos taloudelliset eräkköt otetaan käyttöön. Varastokustannusten pieneneminen löytyy liitteestä 14, ja olen arvioinut niitä seuraavanlaisesti:

$$T1 = \frac{Q}{2} \cdot [H \cdot (S + L)]$$

$$T2 = \frac{Q}{2} \cdot [H \cdot (S + L)] + V$$

Missä

T1 ja T2 = Vuotuiset varastointikustannukset

Q = Eräkkö, yksikköinä.

H = Yhden yksikön hinta

S = Varastointikustannus varastoon sidotulle pääomalle, korko % (11 %)

L = Varastoinnista syntyvä laatukustannus (käsittely, hukka, yms.), (5 %)

V = Varastointikustannukset, €/lava/v (, 2 €/lava/pv)

5.7 Lavaseurantajärjestelmä

Vuonna 2007 Sormat Oy:llä ei ole ollut puolivalmisteille minkäänlaista lavaseurantajärjestelmää. Yritys ei siis ole tiennyt mistä, valmistuserästä ankkurien kokoonpano ja pakkaus toteutetaan. Tilanteen tulisi muuttua, koska jos kylmämuokkausprosessi epäonnistuu ja työn epäonnistumista ei huomata heti kylmämuokkausvaiheessa, voi olla mahdollista, että asiakkaalle toimitetaan viallista tavaraa. Lavaseurantajärjestelmän avulla voidaan vialliset erät poistaa myynnistä, jos virhe havaitaan myöhemmin tai jos asiakas reklamoi tuotteesta.

5.7.1 Lavaseurantajärjestelmä ehdotus 1

Tällä hetkellä puolivalmistelavoissa on kohta, johon kirjoitetaan käsin paperi, siinä lukee kyseisen ankkurin koko. Paperi poistetaan aina kun lava on tullut kokoonpanovaiheesta, ja näin ollen samaa lavaa voidaan käyttää erikokoisille ankkureille. Lisäämällä paperiin eräkoodi ja siirtämällä koodin myös pakattuihin ankkurilaatikkoihin voitaisiin valmistuseriä seurata. Seurantapaperi voitaisiin muuttaa myös paperitulosteeksi tai tarratulosteeksi. Esimerkki hahmotus seurantapaperista on esitetty liitteessä 17.

5.7.2 Lavaseurantajärjestelmä ehdotus 2

Muuttamalla puolivalmistelavat yksilöidyiksi eli merkitsemällä lava kuuluvaksi tietylle ankkurikoolle voitaisiin käyttää imuohjauksesta tuttua Kanban-järjestelmää, jossa lavat toimisivat signaalina uuden valmistuserän aloittamiselle. Jokaiselle ankkurikoolle laskettaisiin uusien eräkokojen, vuosivolyymien ja lavakoon avulla lavamäärä, joka antaisi signaalin valmistukselle. Kuljetuslavoihin siis tehtäisiin tarratulosteet, joissa lukee ankkurin koko ja jokaiseen valmistuserään lisättäisiin aina kyseisen valmistuserän eräkoodi. Esimerkki hahmotus seurantapaperista ja lavatietopaperista on esitetty liitteessä 17.

6 LEAN MANAGEMENTILLA SAAVUTETTAVAT EDUT

Työssäni esitetyt muutokset ovat askel kohti ohutta tuotantoa. Muutosten avulla toiminnan keveys ja joustavuus parantuvat, kun saavutetaan lyhyet läpäisyajat, mahdollisimman vähän välivarastoja, pienemmät eräkoot ja toimitusketju suoraksi ja nopeaksi. Läpäisyajat saadaan lyhennettyä oleellisesti, kun prosessit organisoidaan uudelleen, eräkojoja pienennetään ja tuotannonohjaus suunnitellaan JIT-periaatteen mukaisesti. Myös asiakasta kiinnostava toimitusaika lyhenee samassa suhteessa. Eräkojojen pienentäminen on tärkeää Lean-tuotannossa, koska pitkien sarjojen kanssa tulee hankaluuksia toimitusaikojen kanssa. Pienissä eräkoissa järkevintä on jaksottaa tuotantomäärät siten, että asiakkaalle riittää tavaraa, mutta pitäen valmistuotevaraston samalla mahdollisimman pienenä.

Pientämällä eräkoot työssäni laskemiksi suositelluiksi eräkoiksi saadaan läpimenoajan pienentämisen lisäksi keskeneräisen tuotannon kustannukset pienemmäksi. Välivarastot saadaan minimoitua, kun tuotanto on virtaavampaa ja varaston koko voidaan ennakoida lisäämällä varmuusvarastoon aktiivivarasto, jonka suuruus on keskimäärin puolet toimituserästä. Tällä tavalla ennakoitua varastoa voidaan kutsua suunnitelluksi varastoksi. Siirtyessä JIT-tuotantoon imuohjaus voitaisiin käytännössä toteuttaa Kanban-korttien ja kaksilaatikkojärjestelmän moduulilla, jossa pakkausrobotilta lähetetään tyhjät lavat signaaliksi kylmämuokkaukseen. Lavoissa voitaisiin käyttää ehdotettua lavaseurantajärjestelmää. Signaali kokoonpanovaiheen ja pakkausvaiheen välillä toteutetaan läpivirtaushyllyllä.

7 TULOKSET JA TULEVAISUUDEN IDEAT

Tuotannon läpimenoajan lyhentäminen on yksi tuotannon suurista kannattavuutta parantavista tavoitteista ja siihen tulisi pyrkiä. Läpimenoaika onkin yksi parhaista yrityksen toiminnan tehokkuutta kuvaavista mittareista. Läpimenoajan lyhentämisellä saavutetaan myös parempi tuotannon ennustettavuus ja saadaan tuotantoa joustavammaksi. Jos läpimenoaikoja voidaan pienentää uusilla toimintatavoilla, muutoksiin tulisi mielestäni ryhtyä. Työni tuloksien avulla voi selkeästi huomata, miten kiila-ankkurien läpimenoaikaa saadaan muutosten avulla lyhennettyä.

Läpimenoajan suuruus johtuu suurimmaksi osaksi tuotannon pullonkaulakohdasta, mutta myös muiden prosessivaiheiden sujuvuus ja tavaran virtaavuus ovat erittäin tärkeitä tekijöitä. Lean-managementin saavuttaminen tapahtuu ajatustavan muutoksen avulla. Tällä hetkellä Sormat Oy:n tapana on saada kylmämuokkausprosessi mahdollisimman tehokkaaksi, mutta kiila-ankkureita valmistetaan liian suurissa erissä, jolloin tuotanto ei virtaa. Pienempien eräkokojen valmistaminen kuluttaa kylmämuokkauksen kapasiteettia, mutta koska kylmämuokkauksen kapasiteetti ei ole yrityksessä tällä hetkellä ongelma, tulisi yrityksen keskittyä tuotannon joustavuuteen ja lean-managementin saavuttamiseen.

Yhteistyön ja kommunikoinnin tärkeys eri toimintojen välillä korostuu ohut tuotannossa entisestään. En tarkoita ainoastaan kommunikaatiota oman yrityksen sisällä, vaan verkoston eri osien tulee toimia keskenään hyvin. Esimerkiksi yhteistyö Auracoat Oy:n kanssa ja suhteiden parantaminen ja tilauksien vakinaistaminen ovat avainasemassa tehokkuutta tavoiteltaessa. Sormat Oy:lla on kaikki edellytykset kasvaa ja kehittää toimintaansa edelleen. Se vaatii kuitenkin prosessien toimivuutta, sillä se on tehokkaan tuotannon edellytys. Prosessien toimivuus lähtee mielestäni ensisijaisesti toimintatavoista, joten ongelmakohtien toimintaan tulee kiinnittää jatkossa erityistä huomiota. Jatkuva pyrkiminen parempaan ja tehokkaampaan työn tekoon pitävät Sormat Oy:n kilpailukykyisenä.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tekemisessä kului paljon aikaa asioiden miettimiseen ja tuotannon seuraamiseen. Tunnuslukujen tarkastelu ja työntekijöiden haastattelu valaisi lisää, mitä asioita olisi syytä ottaa tarkempaan käsittelyyn ja mitä ei. Nykytilanteen kartoituksen jälkeen lähestyin lean managementtiä eri kannoilta ja laadimme suunnitelman kehittämiskohteista Sormat Oy:n tuotantopäällikön ja tuotannosuunnittelusta vastaavan henkilön kanssa. Tutkimuksen perusteella huomasi, että ohuttuotantoon siirtyminen tarvitsee joitakin muutoksia. Tuotannon monivaiheisuus tekee tuotannon virtaavuudesta vaikeaa, koska valmistuserät joutuvat odottamaan monessa välivarastovaiheessa. Myös eräkokojen suuruus sotii Lean –toimintamallia vastaan. Lean–tuotanto käsittää monta eri tasoa ja tekijää, joten yhden asian parantaminen ei riitä, vaan asian kokonaisvaltainen kehittäminen mahdollistaa käytännön parannukset.

Nykyisillä toimintatavoilla tuotannon virtaavuutta ja lyhyitä läpimenoaikoja on mahdotonta saavuttaa. Työssä esittämäni ratkaisut eri tuotannonvaiheiden kehittämiseksi muuttaisivat tilannetta. Kun uutta pakkaus-koneistoa ja kokoonpanovaihetta aletaan ottaa käyttöön, esittämäni asiat tulisi sisällyttää tuotantoon. Erityisesti uudet eräkoot, yhteistyö Auracoat Oy:n kanssa ja kokoonpanovaiheen muutokset tulisi ottaa huomioon.

LÄHDELUETTELO

- Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2005. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- Heikkilä, Jussi & Ketokivi, Mikko 2005. Tuotanto murroksessa. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
- Heinonkoski, Risto & Ojansivu, Lauri 2007. Koneautomaatio. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2007]. Opetushallitus. Saatavissa: www.edu.fi/oppimateriaalit/koneautomaatio/kokonaistehokkuus/index.html
- Lehtonen, Juha-Matti 2004. Tuotantotalous. Vantaa: Dark Oy.
- Miettinen, Pauli 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Peltonen, Arne 2007. Tuottava tehdas. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2007]. Opetushallitus. Saatavissa: www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html
- Riikonen, Heli & Parkkinen, Hannu 2007. Tuotantotalous. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2007]. Kuopion yliopisto. Saatavissa: www.uku.fi/avoin/tuta
- Sakki, Jouni 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Hakapaino Oy.
- Sormat Oy 2007. Product catalogue.
- Wikipedia 2007. Value stream mapping. [verkkodokumentti]. [viitattu 10.11.2007]. Saatavissa: www.wikipedia.org/wiki/Value_Stream_Mapping