

**LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO**

**KONETEKNIIKAN OSASTO**

Tuotantotekniikka

**Toimintasuunnitelman laatiminen ohutlevytuotteita ja  
hitsauskoonpanoja valmistavalle yritykselle**

Diplomityön aihe on hyväksytty Lappeenrannan teknillisen yliopiston konetekniikan osaston osastoneuvostossa 5.4.2006

Työn I tarkastaja professori Juha Varis

Työn II tarkastaja tekniikan tohtori Mikael Ollikainen

Lappeenranta 20.6.2006

Merja Huhtala

Punkkerikatu 5 B 34

53850 Lappeenranta

p. 040-7084117

## TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Merja Huhtala
Nimi:	<b>Toimintasuunnitelman laatiminen ohutlevytuotteita ja hitsauskoonpanoja valmistavalle yritykselle</b>
Osasto:	Konetekniikan osasto
Vuosi:	2006
Paikka:	Lappeenranta
Diplomityö:	Lappeenrannan teknillinen yliopisto 101 sivua, 16 kuvaa, 8 kaaviota, 21 taulukkoa ja 4 liitettä
Tarkastajat:	Professori Juha Varis Tekniikan tohtori Mikael Ollikainen
Hakusanat:	Lean, benchmarking, JOT, make or buy, kaizen, AMT, layout, tuotannonohjaus
Keywords:	Lean, benchmarking, JIT, make or buy, kaizen, layout, production management

Tämän diplomityön tavoitteena oli luoda ohutlevytuotteita ja hitsauskoonpanoja valmistavalle yritykselle kokonaisvaltainen toimintasuunnitelma ja esitellä erilaisia tuotantomalleja case-esimerkkien avulla.

Työn aikana kartoitettiin yrityksen nykytilannetta ja ongelmakohtia, pohdittiin nykyistä konekanta ja löytyneitä pullonkauloja. Lisäksi suunniteltiin korjaustoimenpiteitä ja mitä tulisi tehdä, kun tulevaisuudessa yrityksen liikevaihto tulee kasvamaan ja yritystä tullaan laajentamaan.

Pääpaino oli myös laskelmilla, joissa selvitettiin mahdollisten investointien tuntihintaa. Tuntihinnan avulla laadittiin taulukoita, joiden avulla ulosmyyntihinta on helppo määrittää. Tuntihinta kytkettiin sijoitetulle pääomalle haluttuun tuotto prosenttiin.

## **ABSTRACT**

Author: Merja Huhtala  
Title: **Creating a comprehensive strategy for a company which produces sheet metal products and welding assemblies**  
Department: Department of mechanical engineering  
Year: 2006  
Place: Lappeenranta  
Master's thesis: Lappeenranta University of technology  
101 pages, 16 figures, 8 schemes, 21 tables and 4 appendixes  
Supervisors: Professor Juha Varis  
Dr. Tech. Mikael Ollikainen  
Keywords: Lean, benchmarking, JIT, make or buy, kaizen, layout, production management  
Hakusanat: Lean, benchmarking, JOT, make or buy, kaizen, AMT, layout, tuotannonohjaus

The objective of this Master's thesis was to create a comprehensive plan of operations for the target company, which produces sheet metal products and welding assemblies. With the assistance of case-studies the good and the negative characteristics of production models were brought out.

During the examination, the company's present situation and black spots were plotted. Also the machinery base and bottlenecks were analyzed. Actions of improvement were planned for a situation that company's revenue will increase in the future and the shop will be enlargement.

A big amount of stress lies on calculations, in which the machine price per hour was clarified for possible investments. The tables of selling price were created with the help of the hourly costs. The price per hour was linked with desired return on investment (ROI).

## ALKUSANAT

Kiitos kuuluu työn tukijoille Pekka Leskisellem ja Matti Pehkoselle, jotka omien työkiireidensä lomassa auttoivat osalta tämän työn kasaamisessa. Kiitos kuuluu myös työni ohjaajalle Mikael Ollikaiselle, joka jaksoi vastata kysymyksiini ja neuvoa kiperien tilanteiden kanssa. Kiitos myös Juha Varikselle, joka osaltaan mahdollisti tämän työn syntymisen. Tietojen jakamisesta ja keskusteluista kuuluu kiitos myös Sami Pelkoselle.

Kuitenkin suurin kiitos kuuluu rakkaille vanhemmilleni, jotka jaksoivat kuunnella äksyilyäni ja huonoja päiväni. Kiitos isä ja äiti niin henkisestä kuin rahallisestakin tuesta, ilman sitä en varmaan olisi tässä. Veljelleni haluan myös osoittaa suurta kiitosta, niin oikolukemisessa auttamisesta, kuin typeriin kysymyksiini vastailuista.

Ilman kavereita täällä oleskelu olisi ollut tylsää ja monen harjoitustyön tekeminen olisi lopahtanut alkumetreille. En halua ketään eritellä, koska teitä on niin paljon ja kaikki olette yhtä tärkeitä ja rakkaita. Kiitos näistä monista vuosista ja hauskanpidosta, koulunkäyntiä unohtamatta! Ilman teitä olisin tosin varmasti valmistunut jo parisen vuotta sitten...

Lappeenranta 20.6.2006

Merja Huhtala

*”Tunteet, uskomukset  
ja joskus hiukan järki  
pyörittävät ihmistä.*

*Siiitä syntyy sekalainen kokoelma ratkaisuja,  
usein arvaamattomiakin.”*

# SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNE- JA TERMILUETTELO.....	3
1 JOHDANTO.....	4
1.1 Diplomityön tavoitteet.....	6
1.2 Diplomityön rajaukset.....	6
1.3 Kehitystilannekatsaus.....	7
1.3.1 Lean.....	7
1.3.1.1 Case lean.....	9
1.3.2 Benchmarking.....	11
1.3.2.1 Case benchmarking.....	13
1.3.3 Make or buy eli ulkoistaminen.....	14
1.3.3.1 Case ulkoistaminen.....	17
1.3.4 JOT eli Juuri Oikeaan Tarpeeseen (Just On Time).....	18
1.3.4.1 Case JOT.....	20
1.3.5 Kaizen – jatkuva parantaminen.....	21
1.3.5.1 Case Kaizen.....	23
1.3.6 Advanced manufacturing technology AMT.....	24
1.3.6.1 Case AMT.....	26
1.3.6.2 Case tuottavuuspalkkio.....	28
1.3.7 Layout.....	29
1.3.8 Tuotannonohjaus.....	32
1.3.9 Toimitusaika ja läpimenoaika.....	35
1.3.10 Teoreettiset kapasiteetit.....	36
1.3.11 Aikajänne.....	39
2 TUTKIMUSMETODIIKKA.....	41
2.1 Havaintotutkimus.....	41
2.2 Tiedonkeruu olemassa olevasta tiedosta.....	41
2.3 Haastattelututkimus.....	42
2.4 Suorituskykymittaukset.....	42
3 TULOKSET.....	43
3.1 Tulokset havaintotutkimuksesta.....	43
3.2 Tulokset tiedonkeruusta.....	49
3.3 Tulokset haastattelututkimuksesta.....	50
3.4 Tulokset suorituskykymittauksesta.....	54
4 TULOSTEN ANALYSOINTI JA TARKASTELU.....	58
4.1 Tuotantomallit.....	59
4.1.1 Lean.....	60
4.1.2 JOT.....	61
4.1.3 Benchmarking.....	61
4.1.4 Kaizen eli jatkuva parantaminen.....	62

4.1.5 Make or buy .....	62
4.2 Tunnusluvut .....	63
4.3 Parannusta vaativat kohdat .....	64
5 KESKUSTELU JA EHDOTUKSET .....	68
5.1 Layout .....	71
5.1.1 Funktionaalisen- ja solu-layoutin yhdistelmä .....	72
5.2 Tuotannonohjaus .....	72
5.3 Teoreettiset kapasiteetit .....	73
6 VAIHTOEHTOISET TOIMINTAMALLIT .....	75
6.1 Levytyöt .....	75
6.2 Sahauslinjasto .....	81
6.3 Maalaus .....	85
6.4 Kokoonpano .....	90
6.5 Varastojärjestelmä .....	92
6.6 Tilat ja layout-vaihtoehdot .....	93
7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	94
8 YHTEENVETO .....	96

LÄHTEET

LIITTEET 1-4

## LYHENNE- JA TERMILUETTELO

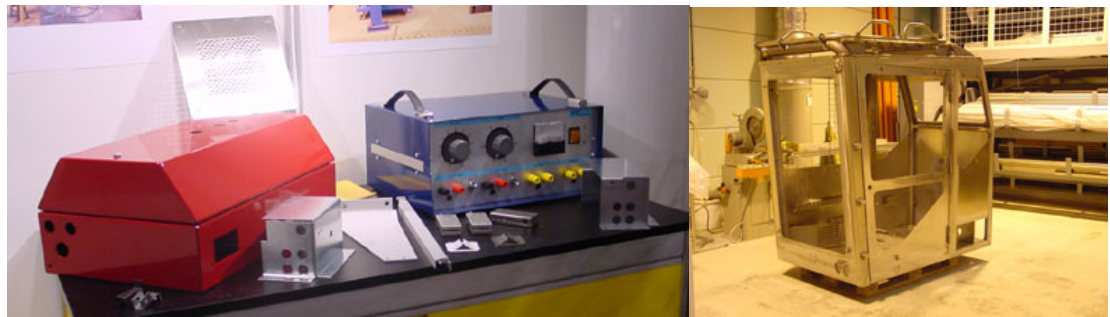
AMT	advanced manufacturing technology
CAD	tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer Aided Design)
CIM	tietotekniikalla ohjattu teollinen valmistus (Computer Integrated Manufacturing)
CNC	työstökoneen numeerinen ohjaus (Computer Numerical Control)
FMS	joustava valmistusjärjestelmä (Flexible Manufacturing System)
HST	hapon kestävä teräs
JOT	juuri oikeaan tarpeeseen (Just On Time)
Ku-Si	kuuma-sinkitty
Ky-Va	kylmä-valssattu
LAN	lähiverkko (Local Area Network)
MOB	make or buy eli ulkoistaminen
RST	ruostumaton teräs
Sä-Si	sähkö-sinkitty
TQM	kokonaisvaltainen laatujohtamisen malli (Total Quality Management)
Zn	sinkitty
Toimintamalli	esimerkiksi eräänlainen kirjallisuudesta löytyvä ohjeistus, jonka mukaan tulee yrityksessä toimia
Toimintasuunnitelma	strategia, minkä perusteella tulevaisuudessa tullaan toimimaan ja mikä ohjaa toimintaa
Tuotantomalli	tapa millä jokin tuotannon osa tai kokonaisuus voidaan suorittaa

## 1 JOHDANTO

Eräs metallialan yritys valmistaa tuotteita ohutlevyistä ja putkipalkeista hitsauskokoonpanolla. Päätuotteina ovat putkista valmistetut kalusterungot, sekä ohutlevyistä valmistetut:

- ❖ Kaapit, hyllyt, oppilaspöytien rungot
- ❖ Hakkurin osat
- ❖ Konesuojat
- ❖ Erinäiset osat ambulansseihin, poliisi- ja turva-autoihin.

Kuvassa 1 on esitetty kohdeyrityksen valmistamia tuotteita.



**Kuva 1.** Kotelointi ja työkoneen hytti.

Samassa tehdashallissa sijaitsee myös kohdeyrityksen tärkein sidosyritys, jolle valmistettavista tuotteista menee noin 60 prosenttia. Nämä tehtaot ovat erillään toisistaan vain väliseinän avulla. Yritykset tekevät myös paljon yhteistyötä keskenään, esimerkiksi suunnittelevat yhdessä tuotteita ja niiden valmistusprosesseja. Lisäksi tarvittaessa sidosyritys lainaa työntekijöitä työkuormituksen purkamiseen.

Valmistusketju ohutlevytuotteiden kohdalla noudattaa kaavaa: ohjelmointi, levytyökeskus, pesu, taivutus, hitsaus, (pesu) ja maalaus. Kalusterunkojen kohdalla: sahaus, pesu, hitsaus, (pesu) ja maalaus. Osa tuotteista on variaatioita toisistaan,



mutta varsinaisia moduuleita ei ole. Vaiheajoja ja läpimenoaikoja ei ole selvitetty, koska kohdeyritys valmistaa lukemattomia määriä asiakkaille räätälöityjä tuotteita.

Sarjakoko vaihtelee yksittäisestä kappaleesta useisiin satoihin. Yleistuotteena ovat oppilaspöydät, joita tilataan 10–30 kappaleen erissä. Tuotanto on tilausohjautuvaa ja valmiita tuotteita ei varastoida ollenkaan. Raaka-ainevaraston arvo on 40 000–50 000 €/kk ja sitä täydennetään aina tilauksen tullessa ja tarpeen niin vaatiessa.

Useiden satojen kappaleiden tilausta ei ole rytmitetty, vaan ensiksi valmistetaan tarvittavat putkipalkit/ohutlevyt ja tämän jälkeen tilaus siirtyy seuraavaan pisteeseen.

Tuotteiden maksimipaino on noin 200 kg, koska hallissa ei ole hallinostureita. Isojen kappaleiden siirtäminen tapahtuu siis ainoastaan trukin avulla. Toinen rajoittava tekijä on maalaamon uunin mitat, jotka ovat 3100x1350x2100 millimetriä (p x s x k).

Tuotantokonekanta on nykyisin seuraavanlainen:

- ❖ levytyökeskus Finn-Power E5, jossa syöttö- ja purkulaitteisto
- ❖ servomekaaninen särmäyspuristin Finn-Power E80-2550 BG 4
- ❖ särmäyspuristin Aliko CNC 300/6
- ❖ levyleikkuri Aliko SNC 3000/6
- ❖ hitsaamo, jossa MIG/MAG- ja TIG-laitteita
- ❖ pesu- ja fosfointikone TEIJO C1600
- ❖ 8 kpl vanhoja epäkeskopuristimia
- ❖ pyörösaha Eisle WMS-III-PV ja vannesaha Bomar T23
- ❖ pulverimaalaamo, 2 uunia, 2 ID kammiota ja 2 ruiskujärjestelmää
- ❖ lisäksi käytössä käsiplasma, kaasuhitsaus- ja leikkauslaitteisto, pylväsporakone, nauhahiomakone, mankeli, sähköinen putken taivutin, 2 pistehitsauskoneita, 3 tonnin Yale trukki ja paternoster putkipalkkien säilytykseen.

Konekanta on suhteellisen uutta, ainoastaan maalaamon toinen ruiskujärjestelmä on vuodelta 1980. Muut laitteistot ovat pääosin vuodelta 1990 tai 2000-luvun alusta.

## 1.1 Diplomityön tavoitteet

Diplomityön tavoitteena oli esitellä kohdeyritykselle kirjallisuudessa esitettyjä eri tuotantomalleja. Näiden avulla yrityksen olisi helpompi viedä tuotantoaan eteenpäin ja löytää olemassa oleville ongelmille ratkaisuja. Kohdeyritys haluaa myös nopeuttaa kappaleiden läpimenoaikaa ja nostamaan tuotantovolyymiään. Tämä siksi, että tulevaisuudessa yrityksen olisi tarkoitus vähintään kaksinkertaistaa liikevaihtonsa.

Olellaisena osana työn sisältöön kuului ulosmyyntihinnan (euroa/tunti) laskeminen mahdollisten uusien investointien kustannuksien avulla. Ulosmyyntihinnat taulukoitettiin eri tuotantoprosenteilla ja taulukoiden avulla hinnan määrittäminen on helppoa ja vaivatonta. Työssä perehdyttiin lisäksi materiaalivirran ja uusien tuotanto- ja toimintamallien tarkasteluun. Työssä esitettiin erilaisia case-tapauksia ja vaihtoehtoja miten muut yritykset ovat pystyneet kasvattamaan tuotantoa lyhyelläkin aikajänteellä. Kantaa otettiin myös havaittuihin pullonkauloihin ja näiden ongelmien ratkaisuun annettiin ideoita.

## 1.2 Diplomityön rajaukset

Diplomityössä perehdytään yleisimpiin ja esillä olevimpiin tuotantomalleihin. Malleihin ei kuitenkaan perehdytä kovin syvällisesti, vaan ne pyritään esittämään mahdollisimman yksinkertaisesti. Työssä ei myöskään perehdytä olellaisesti tuotantomalleihin liittyviin varastointimenetelmiin, koska yrityksessä ei varastoida valmiskappaleita.

Tutkimusmenetelmistä tehokkaimpina toimivat haastattelut. Ilman ongelman ymmärtämistä ratkaisujen löytäminen on suorastaan mahdotonta. Menetelmiä ongelmien ratkaisuun on kehitelty maailmassa paljon, mutta tässä työssä perehdyttiin vain yleisimpiin ja useimmin käytettyihin. Tämä sen takia, että juuri näistä metodeista on eniten tietoa tarjolla ja etenkin yritysmaailman kokemusta. Haasteen tuotti kohdeyritys, joka sinänsä on vielä pieni yritys. Yleensä tuotantomalleja sovelletaan keskisuuriin tai suuriin yrityksiin.

### 1.3 Kehitystilannekatsaus

Seuraavissa alaotsikoissa perehdytään metodeihin, joiden avulla saavutetaan mahdollisesti parempi tuotannon kontrollointi ja tehokas tuotannonohjaus. Menetelmät ovat nykyaikaisuudessa yleisemmin käytettyjä ja tunnettuja. Joidenkin yritysten kohdalla tuloksia on saavutettu, mutta jossain tapauksissa tilanne on pysynyt kehitysjärjestelystä huolimatta samana.

Jokaisen tuotantomallin esittelyn jälkeen on koottu case-esimerkkejä siitä, miten asiat on eri puolilla maailmaa sijaitsevilla yrityksillä saatu toimimaan. Tapaukset on valittu siten, että alkuperäiseltä ongelmaltaan ne sopisivat kohdeyritykseen. Lisäksi valintaan on vaikuttanut case-yrityksen koko ja tavoitteiden päämäärät.

#### 1.3.1 Lean

Vaihtoehtoisena tuotantomallina ensimmäisenä mainittakoon lean. Tämän 1990-luvulla syntyneen toiminnan periaatteena on, että keskitytään vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan. Tällä säästetään ajassa ja kustannuksissa. Parhaana etuna on se, että paljon on tehtävissä ilman suuria investointeja. Keskeiset periaatteet johtamisessa ovat:

- ihmiset tekevät tulokset yhteistyössä
- selkeät tavoitteet, mittarit ja seuranta
- pitkälle menevä tulosvastuullinen delegointi ja hajautettu organisaatio
- monitaitoinen ja yritteliäs henkilöstö
- asiakkaan, omistajan ja henkilöstön yhteinen etu.

Lisäksi keskeiset periaatteet toimintatavoissa ovat:

- perustana asiakkaalle tuleva lisäarvo
- huomion kiinnittäminen kokonaisuuteen
- jatkuva kustannusrakenteen keventäminen
- tiedonkulun suoruus ja avoimuus
- jatkuva oman toiminnan kehittäminen
- joustavat ja nopeat toimitusketjut

- henkilöstöressurssien järkevä yhdistäminen nykyaikaiseen tuotantotekniikkaan.  
(Kajaste, Liukko 1995, s. 8)

Ensimmäisenä askeleena on tunnistaa vaiheet, joissa hukataan aikaa eli tehdään niin sanottua jalostamatonta työtä. Tämän jälkeen tiimityönä pyritään etsimään ongelmiin ratkaisuja ja kehittää niitä eteenpäin. Lisäksi työn mielekkyyttä pyritään lisäämään, näin päästään paremmin tehokkaaseen tuotantoon. Tätä edesauttaa myös vastuun jakaminen ja työntekijöiden ”omistautuminen” työlleen.

Lean-toiminta kulkee lähellä JOT:ia (JOT:ista lisää kappaleessa 1.3.4) ja niitä onkin vaikea täysin erottaa toisistaan. Molempien tarkoituksena on: minimoida jalostamaton aika, pienentää varastoja, lyhentää läpimenoaikaa tai jaksoaikaa ja lisätä tiimityöskentelyn merkitystä. Lisäksi materiaaliavirrasta pyritään muodostamaan mahdollisen joustava ja sujuva. Leania ja perinteistä yrityskulttuuria on vertailtu taulukossa 1.

*Taulukko 1. Leanin ja perinteinen yrityskulttuuri (Larikka, Pohjasmäki 1995, s. 11–12).*

<b>Perinteinen yrityskulttuuri</b>	<b>Lean-yrityskulttuuri</b>
Kehitystehtävät on usein eriytetty eri henkilöille. Investoinnit suunnitellaan hierarkian ylemmillä tasoilla.	Jokainen kehittää ja parantaa jatkuvasti. Koko henkilöstö etsii jatkuvasti parannusmahdollisuuksia, menetelmiä ja laitteita.
Pääpaino operatiivisten tehtävien suorittamisella.	Operatiivinen toiminta ja kehitystyö kuuluvat yhteen.
Aloitteiden tekeminen vähäistä.	Suuri aloiteaktiivisuus ja pienten parannusten merkityksen korostaminen.
Osallistuminen vähäistä, esimiehet tekevät päätökset.	Osallistuminen ja mukanaolo lähtökohtina.
Yksilökeskeinen yrityskulttuuri.	Ryhmäkeskeinen yrityskulttuuri.
Funktionaaliset organisaatiot, suorittavat ja ohjaava työ erotettu, paljon esimiehiä ja keskijohtoa, moniportainen organisaatio, isot esikunnat.	Matalat tiimiorganisaatiot (mm. solut ja verstaat), jotka hoitavat toiminnot alusta loppuun.
Pyrkimys pitää kiinni vanhoista toimintatavoista myös muutostilanteissa.	Pyrkimys nopeaan reagointiin.

*Taulukko 1 jatkuu.*

<b>Perinteinen yrityskulttuuri</b>	<b>Lean-yrityskulttuuri</b>
Esimiehet suunnittelevat, päättävät ja valvovat.	Esimiehet parantavat toiminnan edellytyksiä ja seuraavat tuloksia.
Tiukka yksityiskohtiin perustuva ohjaus.	Löyhä suuntaviivoihin perustuva ohjaus, joka jättää yksityiskohdista päättämisen tekijälle.
Edellytetään yhdenmukaisuutta ja asetettujen rajoitusten noudattamista.	Eri rajoituksia, erilaisia toimintatapoja kannustetaan.
Tehtävät ositettu lajeittain erillisille ja erikoistuneille ihmisille ja osastoille.	Tehtävät koottu asiakas- tai tuotekohtaisiksi kokonaisuuksiksi.
Tiedonkulun periaatteet tarkasti määritelty.	Tietoa avoimesti kaikkien saatavilla ja tiedon visuaalista esittämistä korostetaan.
Teknologian käyttö työntöohjattu.	Teknologian käyttö imuohjattu.

#### 1.3.1.1 Case lean

Idaholaisessa yrityksessä (sähkölaitteiden asennusurakoitsija) tuotannon kasvu johti siihen, että tilat yrityksessä alkoivat käydä liian pieniksi. Jotta tilanne saatiin ratkaistua, turvauduttiin lean-menetelmään, jonka avulla yritykselle suunniteltiin muun muassa uusi layout. Alkutilanteessa yrityksessä oli kaksi erillistä tilaa, tuotantotila ja kokoonpanotila, joiden välillä tuotteet virtasivat. Tilat voitiin kuitenkin yhdistää yhtenäiseksi tuotantolinjaksi ilman erillisiä väliseiniä. Työntekijät monikoulutettiin osaamaan eri työpisteiden työt, näin töistä saatiin monipuolisempia ja haastavampia, lisäksi työntekijöistä tuli yritykselle arvokkaampia. Tällä kaikella päästiin siihen, että tilansäästöä saatiin 20 %:a ja tuotteiden kulkuaikaa (travel time) parannettiin 70 %:a. Säästöt eivät kuitenkaan jääneet tähän, parannuksia saatiin myös läpimenoajassa 70 %:a, toimitusvarmuudessa (tavarat saatiin toimitettua tilaajalle ajoissa) 67 %:a ja odotusajassa (work-in-proces) 90 %:a. Kaikki nämä yhteensä tarkoittavat useiden tuhansien säästöjä kuukaudessa. Ennen säästöjen muodostumista yrityksen oli kuitenkin kartoitettava koko tuotantonsa ja mietittävä uudelleen tuotannonohjaus strategiansa. (Caron 2001)

Pieni USA:n Michiganissa sijaitsevan yrityksen tuotanto oli alkanut kasvaa räjähdysmäisesti. Kaikki oli toiminut massatuotannollisesti, mutta tilausmäärien kasvaessa tuotanto alkoi kuitenkin karkaamaan väärään suuntaan, kaikki ei ollut enää hallinnassa. Yrityksenjohto päätti kokeilla lean-toimintatapaa, joka sopikin yritykselle mainiosti. Johto jakoi henkilöstöä erinäisiin tiimeihin ja painotti tiimityöskentelyn mahdollisuuksia. Kuukausittain pidettiin tapaamisia ja pyrittiin aina parantamaan jo parannettuja asioita. Tuotanto jaettiin soluihin ja samalla huomattiin kuinka paljon turhaa työtä ja jätettä yrityksessä oli vanhalla toimintatavalla syntynyt. Parin vuoden jälkeen tulokset olivat hyviä: läpimenoaika puoliintui samalla kuin vaihto-omaisuuden arvo laski 185 %:a ja tuotteet pystyttiin toimittamaan asiakkaille ajoissa. (Liker 1997, s. 247–301)

Huonompana esimerkkinä on Thomas Y. Choin (Liker 1997, s. 409–419) kahden vuoden seuranta seitsemän pienen yrityksen ponnistuksesta ottaa lean osaksi tuotantoa. Näistä seitsemästä yrityksestä vain kolme sai aikaan pieniä tuloksia, muiden tulos ei parantunut ollenkaan. Painotus yrityksillä oli kannustaa työntekijöitä jatkuvaan parantamiseen. Alkulähtökohtana oli, että joka kuudes viikko pidettiin isompi palaveri asioista mitkä oli jo saatu aikaiseksi ja mitä vielä pitäisi tehdä. Lisäksi yritysten sisällä muodostettiin tiimejä, jotka kukin vastasivat oman solunsa jatkuvasta parantamisesta. Liikkeelle lähdettiin oman työaseman siivouksesta ja tarkoituksena pitää se siistinä.

Ongelmiksi muodostui työntekijöiden kriittinen suhtautuminen uuteen menetelmään. Useat työntekijät jättivät palaverieja väliin ja eivät suostuneet muuttamaan opittuja työtapoja. Lisäksi uusille työntekijöille opetettiin vain vanhat työmenetelmät, vaikka niissä oli havaittu ongelmia. Monilla työntekijöillä oli myös tunne, että heidän työnsä on tehtaan aliarvostetuinta ja muut työntekijät saavat tehdä parempaa ja mielekkäämpää työtä. Näistä seurauksena oli se, että leanin seuraaminen ja kehittäminen hiipuivat kahden vuoden aikana. Työntekijät, työnjohto ja omistajat eivät halunneet viedä ja kehittää leania eteenpäin ”vastarinnan” takia. Osassa yrityksissä ei myöskään haluttu työntekijöitä sitoa liikaa leaniin, vaan ajateltiin

menetelmän toimivan vain, jos yritysjohto sitä kehittää ja on perillä menetelmästä. Myös joka kuukautiset tapaamiset koettiin liian työläiksi ja niistä luovuttiin. (Liker 1997, s. 420–453)

Kiteytetysti lean epäonnistui näissä yrityksissä seuraavista syistä:

- työntekijät eivät ymmärtäneet kuinka tärkeää on tehdä muutoksia omissa työtehtävissä
- yritysjohto ei halunnut koko yritystä mukaan toimintaan, vaan keskittyi siihen vain itse
- rutiineista ei haluttu luopua
- menetelmä koettiin uhkaksi oman työpaikan menettämisen suhteen.

Leanin tulee siis olla yhteinen ohjelma koko tehtaalle. Niin kauan kuin työntekijöiden ja johdon välillä on kuilu, ei lean tule toimimaan. Johtoportaan ja työntekijöiden tulee työskennellä yhdessä, aivan kuten yrityksen tulee johtaa tuotantoa ja kehitystä samanaikaisesti. (Liker 1997, s. 454)

### 1.3.2 Benchmarking

Eräänä vaihtoehtomallina on benchmarking eli suorituskyvyn vertaaminen, joka yksinkertaisuudessa tarkoittaa omien tuotteiden valmistuksen vertausta muihin samankaltaisia tuotteita valmistavaan/valmistaviin yritykseen/yrityksiin. On oivallettu, että muiden yrityksen tuotannosta voi oppia. (Toimintojohtaminen 1995, s. 105–106)

Benchmarkingia voidaan tehdä usealla eri osa-alueella, kuten tuotannossa, myynnissä, markkinoinnissa, materiaali-, talous- ja henkilöstöhallinnossa sekä tutkimuksessa ja tuotantokehityksessä (taulukko 2). Tietojen saaminen ei ole ongelma, eri toimialojen keskusjärjestöt pystyvät välittämään haluttua tietoa tai olemaan mukana benchmarkingin viemisessä eteenpäin. Selvitykseen osallistumalla yritys saa haluamaansa tietoa ja mahdollisuuden parantaa suoritustaan ja oppia

tekemään toimintojaan entistä tehokkaammin. (Toimintojohtaminen 1995, s. 106–108)

*Taulukko 2. Benchmarking-tyypit (Tuominen 1993, s. 18).*

<b>Tyyppi</b>	<b>Määritelmä</b>
Strateginen-benchmarking	World Class –yritysten analysointi strategisten mahdollisuuksien löytämiseksi omassa avainprosessissa
Suorituskyky-benchmarking	Tuotteiden ja avainprosessien suorituskykyjen vertailu, joka perustuu yleisesti saatavissa olevaan informaatioon tai yritysvierailuun
Prosessi-benchmarking	Avainprosessien suorituskykyjen taustalla olevien menetelmien, toimintatapojen ja edellytysten määrittely ja analysointi

Benchmarking ei ole toisilta yrityksiltä kopiointia, vaan oppimista toisen prosesseista. Toimintamalli ei ole nopea ja hetkessä valmis, vaan sen tulisi olla pitkän tähtäimen suunnitelma ja jatkuvasti työn alla. Valmiita vastauksia kaikkeen se ei myöskään anna, benchmarking antaa vain tietoa, jota pitää osata soveltaa. Huonona puolena mainittakoon, että benchmarking yltyä vain siihen pisteeseen asti mihin muut ovat jo päässeet. Mitään tulevaisuuden suuria visioita se ei siis tarjoa. Lisäksi jonkun toisen yrityksen paras toimintamalli ei välttämättä omassa yrityksessä toimi ollenkaan, vaan voi jopa ajaa yrityksen vielä pahempaan tilanteeseen. Kaikkeen saatuun tietoon pitää siis suhtautua kriittisesti. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 646–647)

Pääasia on keskittyä benchmarkingiin ja toimia määrätietoisesti. Vastaavien prosessien etsiminen saattaa viedä aikaa, kohdeyrityksestä löytämisestä puhumattakaan. Ennen lopullista sovellusta ja käyttöönottoa on kuitenkin tärkeää, että on sisäistetty omat avainprosessit ja opittu valituista prosesseista. Syiden etsimisessä ja erojen huomaamisessa kannattaa olla tarkkana ja tarkastella toisen prosessia mahdollisimman avarakatseisesti. Ongelmana usein on se, että on kangistuttu vanhoihin kaavoihin ja oletetaan, että oma prosessi on juuri se mikä parhaiten



kappaleen valmistamiseen sopii. Jos benchmarking-kohde on kuitenkin suuremmassa markkina-asemassa, voidaan olettaa, että omissa prosesseissa on jotain vikaa. Liitteessä 1 (Tuominen 1993, s. 41 ja 43) on esitetty vuokaaviomaisesti benchmarking-perusaskleet ja jokaiseen vaiheeseen sisältyvät peruskysymykset. Ilman hyviä suunnitelmia on aivan turha vieraila benchmarking-kohteessa.

Benchmarkingin huonona puolena on se, että joissakin tilanteissa saatetaan ottaa opiksi prosessissa, minkä valittu yritys tekee väärin. Saatetaan siis kopioida virheet omaan tuotantoon ja saada oma tuotanto vielä enemmän sekaisin. Tuotannon onnistumiseen ei vaikuta pelkästään oikeat koneet, vaan suuressa merkityksessä on myös koneita käyttävät työntekijät ja heidän koulutuksensa ja motivaationsa omaa työtä kohtaan. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 647)

#### 1.3.2.1 Case benchmarking

Benchmarking on viimevuosina yleistynyt huomattavasti. Tämän toimintamallin kehitti vuonna 1976 Rank Xerox yritys, joka otti käyttöön benchmarkingin ja tulokset olivat loistavia. Yritys pystyi kaksinkertaistamaan tehokkuutensa kaikissa sen liiketoimintaprosesseissa. Yritys sai hankittua itsellensä kilpailijoihin verrattuna 9 kertaa enemmän tavarantoimittajia, yrityksellä oli 10 kertaa vähemmän tuotantokoneita linjastolla kuin kilpailijalla ja yritys sai tuotteet markkinoille kaksi kertaa nopeammin. Benchmarking myös osoitti, että tuottavuuden oli kasvettava 18 prosenttia vuodessa viiden vuoden ajan, jotta yritys saisi kilpailijansa kiinni. Tietoa eri tuotantolinjoista ja teorioista yritys sai yhteistyöpartneriltään, ja näin se saavutti pahimman kilpailijansa kilpailukyvyyn. (Tuominen 1993, s. 16 ja Slack, Chambers, Johnston 2004 s. 644)

Brittiläinen lentoyhtiö alkoi olla huolissaan kasvavista huoltokustannuksista, jotka olivat 9-13 prosentin luokkaa. Nämä suorat käyttökulut muodostivat ”mustan aukon” yrityksen tuottoon. Yritys päätti ottaa käyttöön benchmarkingin, löytääkseen syyt mistä kustannukset muodostuvat ja miten niihin voidaan vaikuttaa. Pian kriittiset

kohdat ja prosessit mitkä näihin johtivat, oli tunnistettu. Näiden jälkeen laadittiin strategia asioiden ratkaisemiseksi. Tehtiin suorituskykymittaus, joka käsitti kaikki tarvittavat kustannus-suhteet. Koska lentokoneiden ja istuinpaikkojen määrä oli tiedossa, laskettiin mm. seuraavat kustannusparametrit:

- kustannus per vapaa istuinpaikka kilometriä kohden
- huoltokustannus per istuinpaikka
- liikevaihto per istuinpaikka.

Oleellista tässä kaikessa oli se, että kustannukset pyrittiin jakamaan siten, kuin ne muissa kilpailuyrityksissä oli tehty. Näin päästiin lähemmäksi sitä tietoa, että omista toimista aiheutuneet kustannukset ovat suurempia kuin vastaavan yrityksen. (Francis, Hinton, Holloway, Humphreys 1999, s. 105–109)

Kun avainluvut oli saatu ratkaistua, yrityksestä lähti pari avainhenkilöä tutustumaan benchmarking-kohteeseen. Vierailun jälkeen kaikille työntekijöille luennoitiin opitut asiat ja korostettiin ryhmätyön merkitystä. Tuloksia kustannussäästöistä ei ole vielä raportoitu, mutta parempaan suuntaan ollaan menossa. Jo benchmarkingin aloittaminen ja omien ongelmien ymmärtäminen ja luvuiksi muuttaminen ovat auttaneet yritystä. Yhteistyö benchmarking-yrityksen kanssa on hidasta ja varovainen prosessi, johon tarvitaan molemminpuolinen luottamus. (Francis, Hinton, Holloway, Humphreys 1999, s. 109–111)

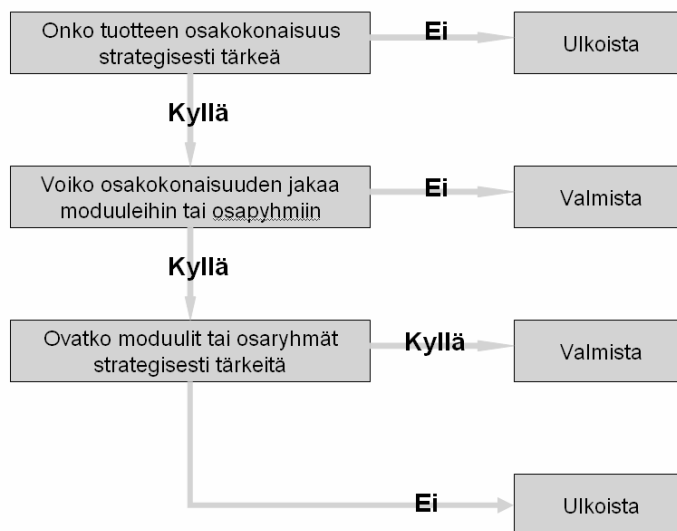
### 1.3.3 Make or buy eli ulkoistaminen

Suomeksi ostaa vai valmistaa –politiikka (myöhemmin käytetty MOB) liittyy alihankintastrategiaan. Yritysten on joissain tilanteissa turha valmistaa kaikkea itse, vaan osa toiminnoista on järkevää ja jopa taloudellisempaa teettää alihankintana. Päätökset tehdään yleensä nimikeryhmä tai nimiketasolla. Ongelman ytimenä on se, että päätöstä ei yleensä ole tukemassa laskelmia, vaan päätös joudutaan tekemään näkemyksen perusteella. Aluksi nimikkeet jaetaan A-, B- ja C-luokkiin. A-luokkaan kuuluu nimikkeet, jotka valmistetaan aina itse, B-ryhmään nimikkeet jotka

valmistetaan tai ostetaan, ja ryhmän C nimikkeet ostetaan aina. (Jahnukainen, Lahti, Virtanen 1997, s. 26–28)

C-luokkaan voidaan esimerkiksi sijoittaa kappaleita, joita on vaikea valmistaa ilman suuria investointeja tai joita tarvitaan harvoin. Kalliita materiaaleja on turha seisottaa varastossa, jos niiden kulutus vuodessa on vähäistä. Lisäksi ryhmään voi kuulua artikkeleita, joiden valmistaminen vaatii korkeaa osaamista, jota ei välttämättä itseltä vielä löydy. Kun nimikkeet on jaoteltu, ei niihin enää muutoksia saisi tehdä, koska jatkuva muuttelu vaikeuttaa kehitystyötä. MOB:hen voidaan turvautua myös siinä vaiheessa, kun oman tehtaan tuotanto on niin täyteen kuormitettu, että luvatuista toimitusajoista ei voida pitää kiinni. (Jahnukainen, Lahti, Virtanen 1997, s. 26–28)

MOB-strategia etenee vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa nimikkeet jaetaan ryhmiin, esimerkiksi kaaviota 1 hyödyntäen. Seuraavana vaiheena on aika alkaa etsiä mahdollisia toimittajia. Toimittajissa ei kannata tyytyä ensimmäisenä löydettyyn, vaikka se olisi tuttu entuudestaan, vaan vertailemalla eri toimittajia päädytään yleensä optimaaliseen ratkaisuun. Hinnan ei tulisi olla pääkriteeri, vaan on myös kiinnitettävä huomiota laatuun ja toimintavarmuuteen. Turhaa on ostaa halvalla ja tehdä itse korjauksia perässä, tämä ei ole MOB-politiikan tarkoitus. Kun toimittaja on valittu, tehdään huolellisesti sopimukset siitä mitä halutaan ja millaisella laadulla.



**Kaavio 1.** Nimikkeiden jakaminen (Jahnukainen, Lahti, Virtanen 1997, s. 13).

Ryhmiin jaottelu voi tapahtua myös seuraavien parametrien avulla:

1. Tärkeysnäkökohta eli selvitetään löytyykö tuotteelle tai komponentille realistista ostovaihtoehtoa.
2. Know-how -näkökohta. Selvitetään onko tuote elinvoimainen ja omaan tuotantoon sopiva, vai löytyykö markkinoilta vastaava tuote edullisemmin ja paremmilla ominaisuuksilla. Lisäksi selvitetään tarvitseeko tuote erityisosaamista valmistamiseen.
3. Tuotantotekninen näkökohta. Selvitetään onko oma tuotanto suunniteltu juuri tälle komponentille tai osalle, ja että onko komponentin valmistusvolyymit suuret. Vai tarvitseeko kyseinen osa erikoisteknologiaa ja onko sen valmistusvolyymi pieni.
4. Tuotannonohjauksellinen näkökohta. Selvitetään pystytäänkö komponentin kysyntä ennustamaan niin, että voidaan luoda kestävä hankintasuhde alihankkijan kanssa. Otetaan myös selvää, että onko osa tai komponentti kriittinen tuotannon kulun kannalta.
5. Ostopoliittinen näkökohta. Selvitetään kuinka paljon toimittajia on markkinoilla ja mitkä kustannukset alihankinnasta syntyvät.
6. Erityisnäkökohta. Voidaan esimerkiksi ottaa huomioon tilapäiset kapasiteettiylijäämät ja -vajeet.

(Tekninen tiedotus 11/81, s. 15)

Ulkoistaminen voi epäonnistua monesta eri syystä. Yleisin on se, että tuote on vajanainen tai niin huonolaatuinen, että tilaaja itse joutuu tekemään siihen korjauksia. Toiseksi yleisempänä on viivästyminen, joka pahimmassa tapauksessa saattaa johtaa koko tuotannon seisahtumiseen ja viivästyskorkojen maksamiseen. On myös kritisoitu sitä, että yritykset ulkoistavat ongelmansa toiselle yritykselle, eivätkä itse jaksaa perehtyä ongelman ratkaisemiseen. Todisteina on myös se, että pitkäaikaiset kustannukset on saatu alas ulkoistamalla, mutta pitkällä tähtäimellä nämä kustannukset ovat kuitenkin nousseet takaisin samoihin lukemiin, kuin ennen ulkoistamista. Nykyaikana vain pyritään leikkaamaan kustannuksia ja irtisanomaan

työntekijöitä paremman liikevoiton saavuttamiseksi. (Slack, Chambers, Johston 2004, s. 168)

#### 1.3.3.1 Case ulkoistaminen

Eräs suomalainen konepajayritys turvautui osan tuotteidensa ulkoistamiseen, koska katsoi, että tämä oli ainoa mahdollisuus kasvattaa markkina-asemaa tulevaisuudessa. Samalla se päätti keskittyä vain erikoisosaamiseensa, koska kilpailun kiristyessä nämä olivat konepajan valttikortit. Lisäksi tavoitteina olivat joustavuuden ja tehokkuuden lisääminen, sekä kustannusten alentaminen pitkällä aikajänteellä. Panostus onnistui ja yrityksen kustannukset laskivat 20–30 prosenttia vuositasolla. Samalla ydinosaaminen kehittyi ja tehokkuus lisääntyi päällekkäisten toimintojen karsimisen ansiosta. Ongelmiakin tosin esiintyi: yhteisen kielen löytäminen alihankkijan kanssa ja päähankkijan luottamuksen saavuttaminen vei aikansa. (Jahnukainen, Lahti, Virtanen 1997, s. 50–53)

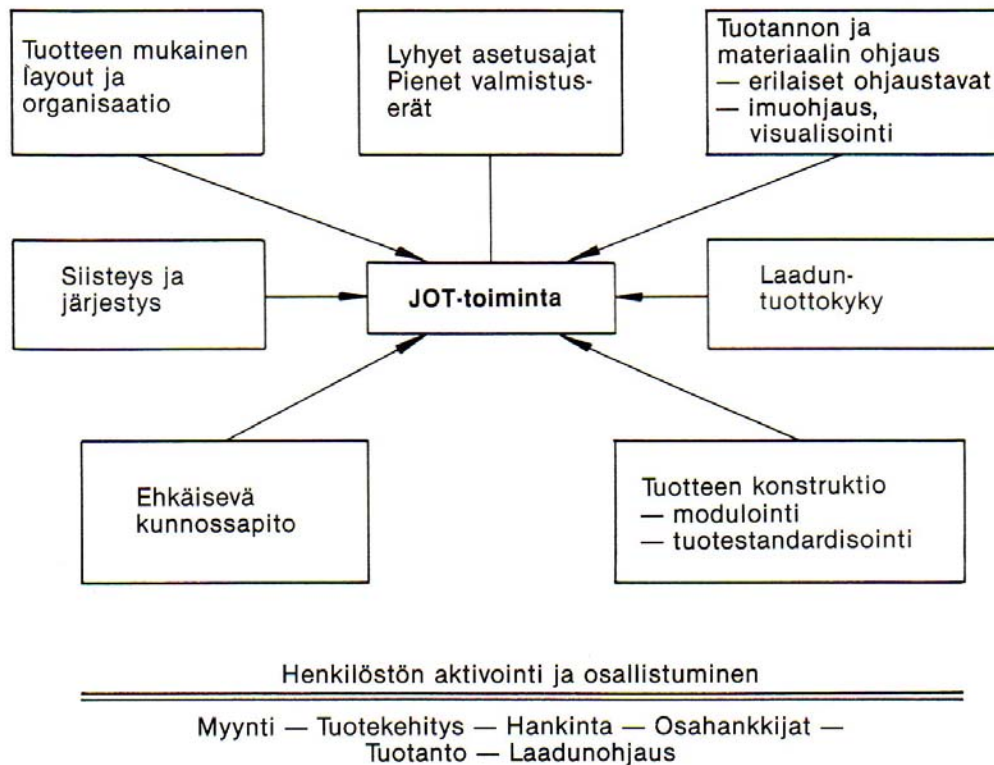
Toinen suomalainen konepajayritys oli myös tehnyt tuotteilleen ABC-analyysin ja päätti tämän analyysin pohjalta ulkoistaa erään tuotteen valmistuksen. Tämä siksi, että yrityksellä ei ollut itsellään tarvittavaa konekantaa ja kasvavien laatuvaatimusten myötä tuote oli yksinkertaisempaa ulkoistaa. Alussa yritys teki selvityksiä uusista toimittajayrityksistä ja vertasi näitä omaan tuotantoon ja sen hetkisiin toimittajiin. Tärkeimpänä kriteerinä pidettiin läheistä sijaintia. Koe-erien ja tarjouksien jälkeen yritys ei halunnut olla riippuvainen yhdestä toimittajasta, vaan valitsi kaksi varatoimittajaa. Päätoimittajan osuudeksi jäi 70–80 prosenttia volyymistä. Kustannuslaskelmien perusteella omavalmistus olisi tullut maksamaan 2,9 miljoonaa markkaa, kun alihankkijalta sama prosessi maksoi 1,5 miljoonaa markkaa. Tästä kaikesta seurasi:

- Vuosivolyymillä säästöä lähes 1,4 miljoonaa markkaa vuodessa, ensimmäisenä vuonna säästö oli 0,6 miljoonaa markkaa
- Oma valmistus lopetettiin vaiheittain ja työntekijät siirrettiin muihin tehtäviin.

(Karjalainen, Maijala, Lindgren 1999, s. 42–45)

### 1.3.4 JOT eli Juuri Oikeaan Tarpeeseen (Just On Time)

JOT on tuotannon suunnittelua ja kontrollointia, siis koko yrityksen toimintamalli. Menetelmä sopii parhaiten yrityksiin missä tuotanto toistuu, mutta yksittäistuotantosovelluksista on myös saatu kannattavia tuloksia. Toimintaan vaikuttavat keinot on esitetty kaaviossa 2.

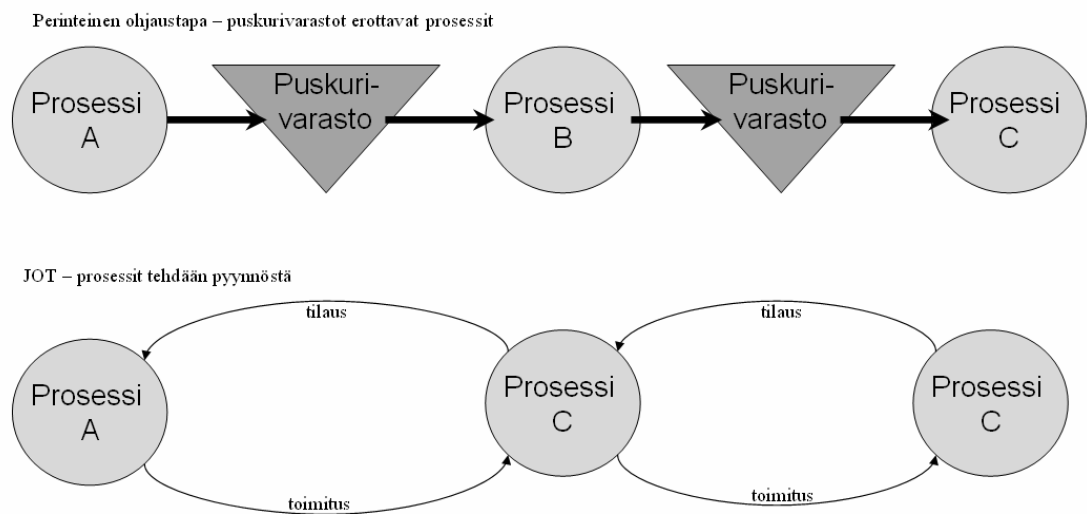


**Kaavio 2.** JOT-toiminnan keinot (Tekninen Tiedotus 12/1987, s. 5).

Suurempi vaihto-omaisuuden kiertonopeus ja esimerkiksi välittömien työtuntien vähentyminen saavutetaan yksinkertaisia menetelmiä hyväksikäyttäen. Näitä menetelmiä ovat mm. modulointi, tuotteen mukainen layout, tuotannon virtaus ja solutuotanto. Myös läpäisyäikää on pystytty pienentämään usealla päivällä. Tuotekappaleen kiertoa yksinkertaistamalla päästään asetettuihin päämääriin. (Tekninen tiedotus 12/1987, s. 3-5)

Periaatteena on, että tavarat ovat siellä missä pitää juuri oikeana hetkenä. Samalla pyritään minimoimaan työmäärä, tilantarve, materiaali ja työkalut. JOT on siis riippuvainen hankkijan – ja käyttäjän joustavuuden tasapainosta. Se vaatii yhteistyötä ja työnantajan osallistumista prosesseihin. On kuitenkin muistettava, että tämä toimintamalli ei toimi heti, vaan hiljalleen ajaa yrityksen kohti parempaa kehitystä.

Parhaiten JOT:ia kuvaa kaavio 3. Perinteinen tuotannonohjaustapa olettaa, että jokaisen tuotantoprosessin jälkeen tavara siirtyy puskurivarastoon, josta se virtaa seuraavaan tuotantoprosessiin ja näin edelleen, kunnes tuote on valmis. Nämä varastot eivät sijaitse tuotantoprosessien välissä sattumalta, vaan eristääkseen vaiheet toisistaan. Jokaisesta tuotantoprosessista tulee siis itsenäisiä ja tämä johtaa siihen, että jos esimerkiksi prosessi A lopettaa tuotannon jostain syystä (kone rikkoutuu) voi prosessi B jatkaa tuotantoaan vielä pidempään. Kuten myös prosessi C voi jatkaa tuotantoaan vielä kauemman aikaa. JOT:issa tavarat siirtyvät suoraan prosessista A prosessiin B juuri oikeaan tuotantoajankohtaan. Ongelmilla on nyt erilainen ilmentymä kokonaisprosessissa. Jos prosessi A keskeytyy, huomaa prosessi B keskeytyksen heti ja prosessi C pienen viiveen kuluttua. Hyvänä asiana on se, että ongelmaan perehdytään heti, eikä sitä vain jätetä huomioimatta ja näin tuotantoa voidaan korjata välittömästi. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 515–521)



**Kaavio 3.** Perinteinen ohjaustapa vs. JOT (Slack, Chambers, Johnston, 2004 s. 520).

Vaikka JOT:ista on hyötyä, on siitä myös haittaa. Huonoimpana puolena on, että joissain tilanteissa kapasiteetin käyttöaste saattaa madaltua. Esimerkiksi kun työt jossain prosessissa pysähtyvät, keskeytyvät kaikki työt. JOT:in kannattajat kuitenkin väittävät, että eri prosesseilla ei ole mitään järkeä jatkaa tuotantoa yksinään, ellei prosessista tule myytävää tuotetta. Korkean kapasiteetin ylläpitäminen on vain haitallista, koska ylimääräiset varastot eivät jalosta tuotetta. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 521–522)

#### 1.3.4.1 Case JOT

Gamblin Artists Colors on pieni Yhdysvaltalainen yritys, joka valmistaa maalaustarvikkeita. Vuosien saatossa yritys vain kasvoi ja kasvoi, joten oli aika kokeilla uutta toimintamallia. Niinpä yritys päätyi kokeilemaan JOT:ia ja sai tuloksia aikaan. Ennen päivittäin saatettiin pakata useita tuubeja erivärisiä maaleja ja varastoida näitä. Päätettiin alkaa varovaisesti arvioimaan tilauksia ja varastoja alettiin poistaa. Lisäksi päivän aikana alettiin pakata vain yhtä väriä, kuten esimerkiksi punaisen eri sävyjä. Näin säästettiin aikaa vievissä materiaalinvaihdossa ja puhdistuksissa. Vuosittaiset inventaariot helpottuivat varastojen pienenemisen myötä ja maalien pakkaus väristä toiseen onnistui puolet nopeammin. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 518–519)

Tämän lisäksi työympäristöstä saatiin siistimpi ja päätöksiä tehtiin tuotantolinjalla. Näin saatiin luotua yrityksen sisälle tiimejä ja parempi johdettavuus niin tuotteille kuin ihmisille.

Harley-Davidson on johtava moottoripyöriä valmistava yritys. Muutamia vuosia sitten se ei kuitenkaan ollut johtavassa asemassa, vaan kilpailijat lanseerasivat USA:n markkinoille saman tehoisia moottoripyöriä 30 prosenttia alemmalla tuotantohinnalla. Syynä oli suurimmaksi osaksi kilpailijoiden käyttämä JOT. Niinpä vuonna 1982 Harley päätti ottaa käyttöön niin ikään JOT:in. Yhteistyöyritykset olivat hyvin epäileviä Harleytä kohtaan, eivätkä uskoneet JOT:in auttavan yritystä. Kun



alihankkijat saatiin mukaan toimintaan, alkoivat vaikutukset näkyä. Harley alkoi muodostaa tiimejä, niin ostajille, kuin insinööreille. Yritys satsasi kurssihin ja yritysvierailuihin, näyttääkseen työntekijöille, että JOT toimii käytännössä. Tulokset olivat hyviä: Harley karsi kustannuksissa, takuutöissä, hylkytuotteissa ja uudelleen tehtävissä töissä 60 prosenttia. Lisäksi asetusajat alenivat 75 prosenttia ja alihankkijoiden määrä pieneni. (Vonderembse, White 1996, s. 638–639)

Toyotan päätehtailla on joissakin tilanteissa käynyt niin, että tuotanto on jouduttu pysäyttämään muutamiksi päiviksi, koska on ollut puutetta avainkomponenteista. Puskurivarastojen poisto ei siis kaikissa tilanteissa ole suotavaa, koska epävarmuustekijät saattavat esimerkin mukaisesti pysäyttää tuotannon. Myös menetelmän alla työskenteleminen saattaa joistakin tuntua epäinhimilliseltä ja liian sidosmaiselta. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 524 & 526)

### 1.3.5 Kaizen – jatkuva parantaminen

Peruseriaate on, että työn eri vaiheet pyritään jakamaan mahdollisimman pieniin yksityiskohtaisiin osiin. Näiden työvaiheiden avulla työnopeutus ja tuotantolinjojen tasapainotus on helppo suorittaa ja kontrolloida. Tarkoituksena on saada koko yrityksen henkilöstö mukaan toimintaan, koska hyödylliset ideat syntyvät työpisteissä. Näin poistetaan parhaiten turhat työt ja luodaan keinot ongelmien ratkaisemiseen. Esimiehen virka vaihtuu enemmän kehitystyön tukijaksi ja ohjaajaksi. Tavoitteita asettaessa on hyvä lähteä siitä, että parannusehdotusten määrä työntekijöitä kohden tulisi lisääntyä. Suomalaisissa yrityksissä tehdään vuosittain noin 0,5 ehdotusta työntekijää kohden, kuin Japanissa tämä luku on 60. (Larikka, Pohjasmäki 1995, s. 13–15)

Jatkuvassa parantamisessa voidaan lähteä liikkeelle jalostamattoman työn saattamisessa minimiin. Näitä töitä ovat mm:

- odottaminen ja etsiminen
- kuljetukset, siirrot ja käsittelyt

- turhat työt ja virheet
- huono tai vaikea työmenetelmä
- siirtymiset, turhat liikkeet ja pitkät etäisyydet
- huono siisteys ja järjestys
- ylituotanto
- varastot.

(Larikka, Pohjasmäki 1995, s. 17)

Kun kuljetuksia, siirtoa ja käsittelyjä aletaan tehostaa, on väärin tehdä niistä nopeampia ja helpompia. Työprosessia on muutettava niin, että kuljettamista ei enää tarvita tai että se on aivan minimissä. Tämä kehitys vaikuttaa koko layoutiin. Tuotantosolut helpottavat prosessin läpivientä. Osa siirroista on turhaa työtä ja saattaa johtaa virheisiin. Yhteistyö toisen työntekijän kanssa saattaa ratkaista itselle vaikean työvaiheen ja tehdä siitä mielekkäämmän. Kaikkia ongelmia ei silmämääräisesti havaita, joten on hyvä tehdä työnkulkukaavio ja työnkulkupiirros, jotka helpottavat ongelmien havainnollistamista. Kaavio ja piirros paljastavat aikaa vievät vaiheet ja turhat työt, ja näin ollen loogisuutta hyväksikäyttäen yritys itse voi keksiä ongelmaratkaisuja. (Larikka, Pohjasmäki 1995, s. 22–34)

Työnkulkukaaviossa kaikki työvaiheet ja menetelmät on listattu. Tämä auttaa paremmin havainnollistamaan esiintyvät virheet ja turhat vaiheet. Kaavio auttaa myös loogiseen ajatteluun ja kritiikkiin siitä, miten asiat voisi tehdä toisin. Kaavion voi tehdä yksittäisestä vaiheesta tai koko kappaleen valmistamisesta.

Työnkulkupiirros on samantapainen kuin työnkulkukaavio. Nimensä mukaan työnkulkupiirros on piirros tehtaan layoutissa, missä on yksinkertaisesti esitetty eri työkoneet ja kappaleen siirtyminen näiden välillä. Piirros helpottaa sisäistämään todellisen kappaleen virtaamisen tuotantotehtaan läpi.

Kun jatkuva parantaminen on hyväksytty osaksi yrityksen toimintaa, tulee se ottaa tavaksi. Kaizenin ensimmäisen askeleen aikana etsitään ongelmat ja niitä pyritään havainnollistamaan paperilla. Toisessa vaiheessa keskitytään itse jatkuvaan parantamiseen. Tässä vaiheessa jokaisen työntekijän pitäisi osata selittää, mitä jatkuva parantaminen tarkoittaa, ja mihin sillä tähdätään. Lisäksi jokainen yrityksessä työskentelevä henkilö on tietoinen, että käytössä on jatkuvan parantamisen toimintamalli. Kolmannessa vaiheessa levitetään sanaa toimintamallista yhteistyökumppaneille. Näiden vaiheiden jälkeen rakennetaan oppivaa organisaatiota ja pidetään jo luotua strategiaa yllä ja jatketaan kehitystä. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 654)

Aina kaikki ei suju suunnitelmien mukaan ja käyttöön otettu kaizen voi epäonnistua. Suurimpia epäonnistumisen syitä yrityksissä on ollut se, että menetelmään ei ole panostettu riittävästi. Monesti ihmiset jättävät huomioonottamatta havaitun ongelman tai piilottavat ongelman. Syyksi on selvitetty se, että työntekijä saattaa pelätä johtajan reaktiota, tämän huomatessa koneessa ilmenneen käyttöhäiriön. Työntekijä saattaa vain jatkaa töiden tekemistä ja toivoa, että kukaan ei huomaisi kehnoa työtulosta. Tilannetta helpottaisi se, että johtajat kannustaisivat työntekijöitään ilmoittamaan vioista ja epäkohdista. (Imai 1986, s. 164)

Toisena epäonnistumisen pääkriteerinä on luovuttaminen. Jatkuva parantaminen otetaan käyttöön vauhdilla ja aikataululla, mikä lopussa käy liian raskaaksi. Kun menetelmä tunnustetaan liian aikaa vieväksi ja raskaaksi, alkaa jatkuva seuraaminen hiljalleen hidastua ja lopuksi koko menetelmä haudataan. Jatkuva parantaminen ei ole menetelmä, joka ilman jatkuvaan seurantaa ja palavereja pysyisi pystyssä ja auttaisi saavuttamaan haluttuja tuloksia.

#### 1.3.5.1 Case Kaizen

Heineken International on yritys, joka toimii lähes 170 maassa ympäri maailmaa. Sen tuotteiden kysyntä on tasaisesti kasvanut ja johti ongelmiin Alankomaiden tehtaalla.

Siellä pullotustehtaan vuosittainen kasvu oli 8-10 prosenttia. Yritystä kohtasi kaksi haastetta:

1. Oli kehitettävä prosessia, jotta kustannuksia saataisiin alennettua
2. Oli pakko kehittää jo olemassa olevien tuotantolinjojen tehokkuutta kapasiteetin kasvaessa, sillä uuden tehdashallin rakentaminen olisi kestänyt ainakin vuoden.

(Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 639–640)

Heineken lähti kehittämään tuotantokoneidensa tehokkuutta ja asetti tavoitteeksi 20 prosentin nousun. Tämä siksi, että tavoite oli haasteellinen, mutta tavoitettavissa. Lisäksi keskityttiin (a) keräämään tietoa, jota voitiin käyttää hyväksi kehityspäätöksien kanssa ja (b) muutettiin valmistuskulttuuria siten, että se edisti nopeampia ja tehokkaampia päätöksiä. Vuoden kuluttua 20 prosentin tavoite oli saavutettu kaikilla pakkauslinjastoilla ja kustannukset vähenivät. Tuotantopäällikön mukaan parantaminen ei kuitenkaan jää tähän: ”jos istut alas ja teet saman asian huomenna, jonka teit tänään, et ikinä tee sitä”. Parantaminen siis jatkuu. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 639–640)

### 1.3.6 Advanced manufacturing technology AMT

Advanced manufacturing technology (myöhemmin käytetty AMT) on tekniikka, joka ei vaikuta ainoastaan tuotantoon, vaan myös hallintoon, joka suunnittelee valmistettavat tuotteet. Tarkoituksena on saada tuotannosta yhä tuottavampi eri tietokonejärjestelmien avulla ja automatisoimalla tuotantoa. ATM:n kehitys ja toteutus pureutuu seuraaviin viiteen eri osa-alueeseen:

1. Tietoisuus ja havainnollistaminen
2. Standardit
3. Koulutus ja valmennus
4. Lyhyen ajan kehitys ja asennus
5. Pitkän ajan tutkimukset ja kehitys

Ensimmäisessä osa-alueessa parannetaan AMT:n tietoisuutta ja havainnollistetaan sen vaikutusta laatuun, toimituksiin, toimintavarmuuteen, tuotannon hyötysuhteeseen sekä suhteisiin alihankkijoihin ja asiakkaisiin. Standardit kohdassa kannustetaan CAD-suunnitteluun, joka on yhteydessä tuotantoon, ja käyttämään suunnittelussa kansainvälisiä standardeja. (VTT 1986, s. 23–24)

Koulutuksessa ja valmennuksessa keskeisiä kohtia ovat:

- a. Kouluttaa työntekijät niin, että he ymmärtävät tuotannon ongelmia ja osaavat ratkaista nämä ongelmat uusia teknologioita hyödyntäen.
- b. Edistää yhteistyötä teollisuuden ja esimerkiksi teknillisten yliopistojen välillä
- c. Kasvattaa tietämystä kasvavasta johdosta ja työntekijöistä erinäisten kurssien ja komennustehtävien avulla.

Lyhyen ajan kehityksessä pyritään huomaamaan, että kasvavat tuotantokustannukset ovat seurausta kilpailusta. NykYTEknologia kuitenkin auttaa parantamaan läpäisyajoja, materiaalinhallintaa ja tilankäyttöä. Vaiheessa viisi keskitytään yhteistyöhön teknologiayritysten kanssa. (VTT 1986, s. 24–26)

AMT voi siis yksinkertaisuudessaan tarkoittaa vain FMS-järjestelmiä, joiden avulla monen yrityksen tuotantoa on saatu tehostettua ja parannettua. AMT tarjoaa uusia ratkaisuja tuotantoon, mutta vaihtoehdot on aina punnittava teknologisesti ja taloudellisesti kuhunkin yritykseen sopivaksi. Tärkeää on myös demonstroida mahdollisia vaihtoehtoja ennen niiden käyttöönottoa ja jos AMT otetaan käyttöön, on se integroitava koko tuotantoon. Tämä saattaa aiheuttaa muutoksia esimerkiksi suunnitteluun, materiaalien valintaan, materiaalien käsittelyyn ja muihin tuotannon asteisiin. Kuten muitakin toimintamalleja, ei AMT:täkään tule unohtaa heti sen käyttöönoton jälkeen, vaan tulevaisuudessa pitää panostaa sen kehittämiseen. (VTT 1986, s. 289–291)

Aina tuotannon automatisointi ei auta yritystä. FMS saattaa olla hyvinkin joustava, mutta useimmiten ei niin joustava kuin alkuperäinen, korvattu, asia. Joissakin tilanteissa asianmukainen miehittämätön työkalunvaihtaja voi olla parempi

vaihtoehto kuin erillinen robotti hoitamaan koko työprosessia. Myös yrityksen tuotanto saattaa olla niin pieni, että FMS tekisi vuoden työt parissa kuukaudessa. Lisäksi investointi on usein suuruudeltaan suuri ja takaisinmaksuaika saattaa muodostua liian suureksi. Huomioitavaa on myös se, että joidenkin kappaleiden kohdalla valmistus kannattaa suorittaa käsin, näin päästää jopa parempaan laatuun ja nopeampaan kiertoaikaan. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 252)

#### 1.3.6.1 Case AMT

Erään Australialaisen 30 hengen yrityksen, joka valmistaa erinäisiä runkoja, joita käytetään muun muassa luotijunissa ja raskaan teollisuuden sovelluksissa, tuotanto oli alkanut kasvaa. Korkeat laatuvaatimukset johtivat ongelmiin asennuksessa ja yhä useampi työtehtävä jouduttiin tekemään uudestaan. 90-luvulla päätettiin ottaa avuksi ISO9000 laatustandardi, joka paneutui laatuun ja kustannuksiin. Standardin avulla yritykselle ongelmakohdat selkeytyivät. Ongelmia olivat: epätarkkuudet leikkauksissa, järjestelmästä toiseen siirtyminen, työkalujen vaihtoajat ja kiireellisten tilauksien tekeminen hitailla koneilla. Samat ongelmat oli myös havaittavissa yrityksen sisäyrityksissä. Päätettiin ottaa käyttöön CIM (computer integrated manufacturing eli tietotekniikalla ohjattu teollinen valmistus) parantamaan laatukontrollia, kapasiteettiä ja joustavuutta. CIM kattoi yrityksessä LAN:in (Local area network eli lähiverkko), CAD:in ja kolme CIM työkalua. Työkalut sisälsivät ohjelmoitavan sahan, CNC-koneen ja särmäyspuristimen. (Burcher, Lee 1999, s. 517–518)

Ongelmiin lähdettiin hakemaan apua muilta yrityksiltä ja sisäisellä järjestäytymisellä eli tehtaaseen muodostettiin tiimejä. Päätettiin investoida TQM:ään (total quality management eli kokonaisvaltainen laatujohtamisen malli) ja AMT:hen. Uusien koneiden layout suunniteltiin huolellisesti yhteistyössä työntekijöiden kanssa. CIM helpotti tavoitteiden saavuttamista: läpimenoajassa (lead time) saavutettiin kymmenen prosentin vähentyminen ja työvoimakustannuksissa 25 prosentin säästöt. Töiden uudelleen valmistuskustannukset laskivat 5 000 dollarista alle 100 dollariin

kuukaudessa, ja pääkomponenttien uudelleenvalmistukset lähes eliminoitiin. Lisäksi materiaalivirta on nykyisin suoraviivaisempi ja työntekijät ovat tyytyväisempiä. Myös asiakasvalitukset ovat vähentyneet: ennen niitä tuli yksi kolmeen päivään, nykyisin yksi kuukaudessa. (Burcher, Lee 1999, s. 518-519)

Eräs Britannialainen työkaluja valmistava yritys, päätuotteenaan kääntyvät kaksikaraiset keskukset, monikaraiset CNC-sorvit ja pienet yksikaraiset moniluistiset automaattisorvit, oli tyytyväinen työstämäänsä laatuun. Lämpösyajajat olivat pienet ja toimitusvarmuus hyvä, mutta näistä aiheutuneet kustannukset olivat liian suuret saavutettuun hyötyyn nähden. Tuotteet olivat hyviä kilpailijoihin nähden, mutta yritys näki, että parannettavaa on niin joustavuudessa kuin palveluissa. Niinpä yritys investoi vuosien 1993-1996 välillä AMT:hen, ostamalla kaksi CNC konetta yhteishintaan 200 000 puntaa. Toivomuksena oli saada enemmän joustavuutta, tehdä pieniä eräkokoja tuottavasti ja saada vaihtonopeus erien välillä nopeammaksi. (Burcher, Lee 1999, s. 519)

Investoinnin idea tuli yrityksen johdolta ja hallituksen jäseniltä. Perustettiin erillinen työryhmä hoitamaan AMT-hanketta. Luotiin strategia uudelle materiaaliavirralle ja tuotekirjolle, joka uusilla CNC-koneilla tuotettaisiin. Samalla pyrittiin huomioimaan kaikki pienetkin havaitut ongelmat ja etsimään niihin ratkaisut. Koko prosessin läpivienti kesti noin yhdeksän kuukautta. Lopulta investoinnille saatiin 25 prosentin takaisinmaksu ja tuotannosta saatiin joustavampi. Pienempiä eräkokoja oli helpompi valmistaa, tuotos nousi ja kustannuksissa säästettiin. (Burcher, Lee 1999, s. 520-521)

Huonompana esimerkkinä on ruotsalainen yritys, joka valmistaa moottoreita autoihin. Tuotannossa on kolme erilaista variaatiota: neljä, viisi ja kuusi sylinteriset moottorit. Vuotuinen kapasiteetti oli suunniteltu 400 000 kappaleeseen, kun tuotantokoneiden tehon ollessa 89 prosenttia. Yhdessä vuorossa tarvittiin yhdeksän työntekijää ohjelmoimaan koneita ja huolehtimaan työkaluista. Tämän lisäksi tarvittiin kaksi työntekijää paikkaamaan sairastapauksia ja muita poissaoloja. Yhteensä tehtaassa on 13 työkonetta, jotka ovat yhteydessä linjastoon. Ongelmia linjastolla on esiintynyt

epäpätevän henkilöstön tekemistä virheistä, materiaalin puuttumisesta ja tuotantolaitteiden vioista. Tämän takia linjastossa päästiinkin vain 35 prosentin tehokkuuteen, vaikka kaikkien asioiden piti olla kunnossa. (Almgren 1999, s. 129–131)

Linjastoa kuitenkin päätettiin testata maksiminopeudella, jotta kaikki epäkohdat tulisivat näkyviin. Testiajoja tehtiin 22 viikon ajan, kerran viikossa ja testien aikana kaikki epäkohdat kirjattiin ja analysoitiin. Työn tehokkuutta pystyttiin nostattamaan testien avulla 55–62 prosenttiin, riippuen testiajosta. Syiksi saatiin se, että työntekijöitä motivoitiin parempaan työnlaatuun ja aikaansaadut työtulokset itsestään motivoivat työntekijöitä. Esimerkin tarkoituksena oli havainnollistaa, että aina FMS:n käyttöönotto ei suju ongelmitta ja aikaansaa hyviä tuloksia. (Almgren 1999, s. 131–134)

#### 1.3.6.2 Case tuottavuuspalkkio

Suomalaisista yrityksistä Oy Saab-Valmet Ab on turvautunut tuottavuuspalkkioon. Tämä palkkio perustuu käytettyyn työtuntimäärä/auto suhteessa vertailuvuoteen. Näin tuottavuuden noususta hyötyy koko henkilökunta. Palkkio määräytyy vuosineljänneksittäin ja sen arvosta vähennetään henkilöstöryhmäkohtaisesti toteutuneet liukumat. Tällä toimintatavalla päästiin siihen, että tuotannossa esiintyy vähemmän häiriöitä ja on pystytty minimoimaan tuotannossa aiheutuvat menetykset. Työntekoa on siis tehostettu ilman suuria investointeja. (Tekninen Tiedotus 32/1982, s. 103–104)

Samantyylistä tulospalkkiota on kokeillut myös ABB Motors Oy, jossa toimitusvarmuutta asiakkaille niin ikään pyrittiin parantamaan. Suurin osa tuotteista oli tilausohjautuvia. Layoutia kehittelemällä ja työvaiheketjujen lyhentämisellä päästiin tavoitteeseen eli toimintavarmuuden nostamiseen. Tärkeänä asiana eri vaiheissa pidettiin sitä, että muutoksen tarkoitus perusteltiin huolellisesti työntekijöille. Lisäksi johto sitoutui mukaan 100 prosenttisesti ja päivittäiset



päätökset siirrettiin tehtaan lattialle. Jotta kaaos vältettiin ja asioiden tärkeysjärjestyksessä pysyttiin, ei samanaikaisesti käynnistetty liian montaa projektia, vaan edettiin solu solulta. (Kajaste, Liukko 1994, s. 41–42)

### 1.3.7 Layout

Layout määrittää materiaalin ja informaation kulun tuotantoprosessissa. Hyvän layoutin tarkoitus on tehdä tuotannosta mahdollisimman mutkatonta, materiaalivirrasta helppoa, minimoida jalostamattoman työajan määrän ja ennen kaikkea minimoida työstä aiheutuneita kustannuksia ja saada kappale ajoissa asiakkaalle. Erilaisia layout-tyyppejä ovat:

- Kiinteäasemainen layout
- Funktionaalinen layout
- Solu-layout
- Tuotantolinja-layout.

(Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 205–207)

Kiinteäasemaisen layoutin periaatteena on, että materiaali ei liiku läpi prosessin. Sen sijaan materiaalit, ihmiset ja kaikki jalostavan työn elementit liikkuvat. Layout sopiikin parhaiten kappaleille, joita on vaikea siirtää tai ne ovat liian painavia siirrettäviksi. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 207)

Funktionaalisisessa layoutissa samankaltaiset työvaiheet kerätään yhtenäisiksi ryhmiksi. Esimerkiksi leikkaus, pesu, hitsaus ja maalaus keskitetään omiksi ryhmiksi. Huonona puolena on se, että materiaalivirrasta voi tulla hyvinkin monimutkainen ja jalostamaton työaika voi kasvaa korkeaksi. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 208)

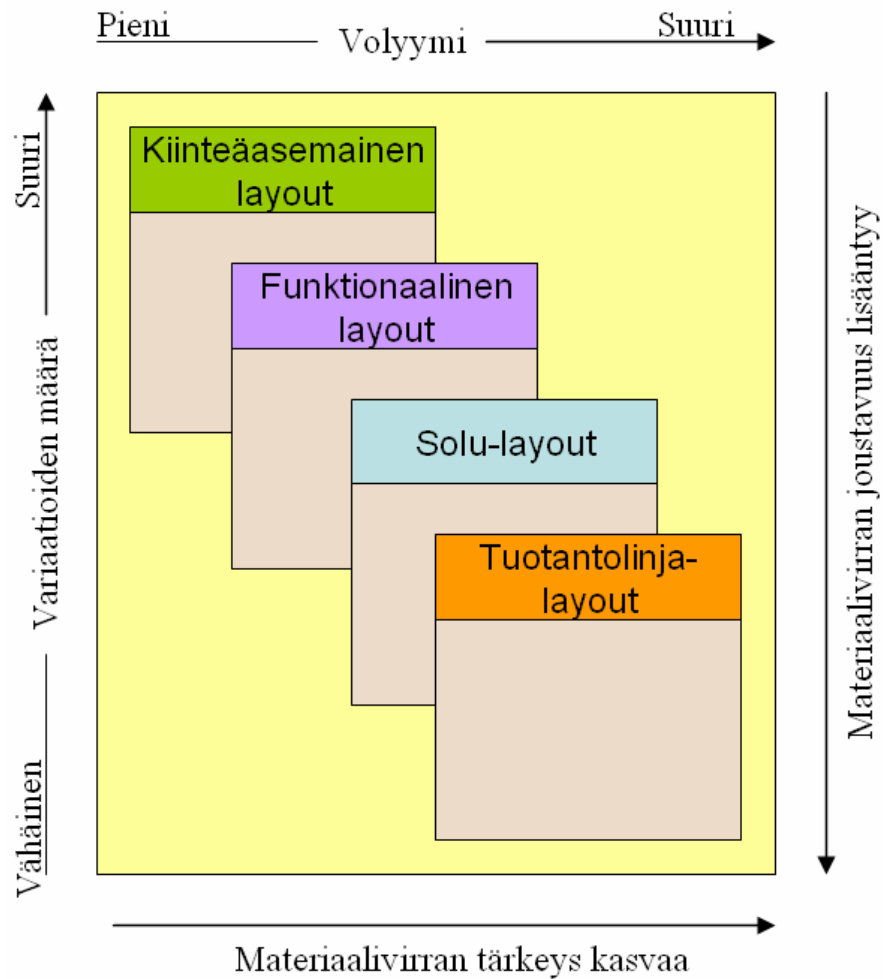
Solu-layout koostuu pienistä itsenäisistä valmistusyksiköistä eli soluista. Tarkoituksena on, että jokainen solu valmistaa tuotteen mahdollisimman valmiiksi, mutta tuote voi olla myös osakokoonpano tai tuotteen osa. Lisäksi jokaisen solun työntekijä vastaa itse laadusta ja työnjaosta. Solun sisäisen layoutin määrää solu

itsestään. Pää tarkoituksena on tuoda tehtaan sisälle mahdollisimman selkeä materiaalivirta. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 210–212)

Solumallinen tuotanto mahdollistaa kustannustehokkaan ja joustavan tuotannon. Joustavan tuotannon mahdollistaa se, että solun sisällä on yleensä enemmän työpaikkoja kuin työntekijöitä. Solun sisäistä kuormaa on näin helppo tasata ja eri vaiheet voidaan toteuttaa lyhyin odotusajoin. Huonona puolena on matala kapasiteetin käyttöaste, sekä lattiapinta-alan huono hyödyntäminen. Kapasiteetin käyttöasteen huonomuus johtuu siitä, että soluista pyritään tekemään itsenäisiä, ja jokaisella itsenäisellä solulla on omat tuotantokalustot. Tästä johtuen malliin ei sovi tuotantokalusteiden jakaminen muiden solujen kanssa. Pientä parannusta tähän luo se, että solusta voidaan tehdä yksikoneinen, kaksikoneinen tai monikoneinen, riippuen koneen käyttöprosentista. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, s. 85–89)

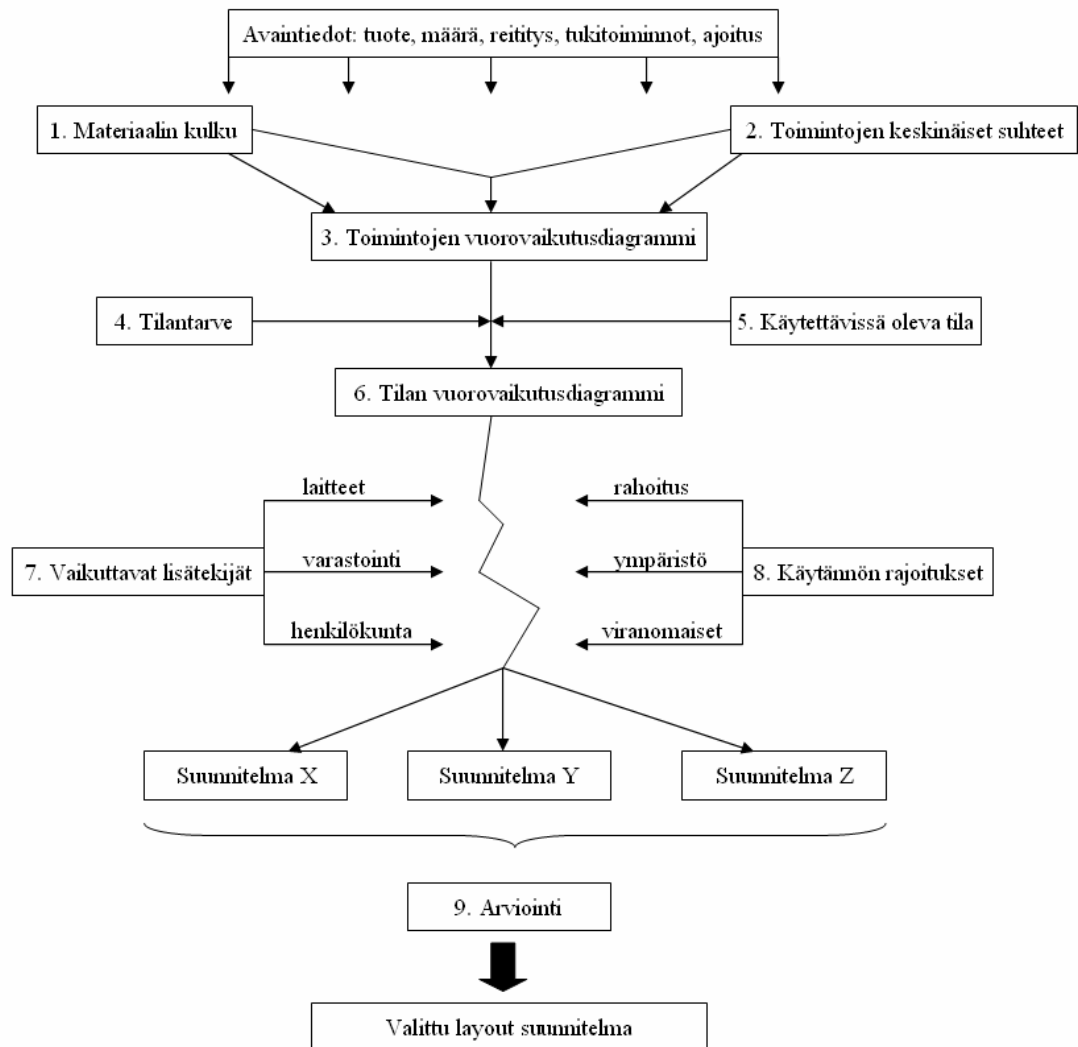
Tuotantolinja-layout on suunniteltu tuotteille, joiden työkulku on jatkuvasti sama. Materiaalivirta kulkee pitkin linjastoa, kunnes materiaaleista valmistettu hyödyke on valmis toimitettavaksi eteenpäin. Ohjattavuus on helppoa, sillä materiaali kulkee juuri suunniteltua reittiä. Etuna saavutetaan suuri tuotevolyymi ja pienet yksikkökustannukset. Rajoittavina tekijöinä mainittakoon se, että häiriön sattuessa se vaikuttaa koko tuotantolinjaan ja lisäksi eri tuotevariaatioiden määrä on rajoitettua. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 212–213)

On muistettava, että kaikki tyytit eivät välttämättä yksittäisinä sovellu yrityksiin. Ja osittain eri layoutit menevät tyyliltään päällekkäin. Parhaimpaan lopputulokseen päädytään yhdistelemällä eri layouteja yrityksen tuotannon ja volyymin mukaan. Kuva 2 havainnollistaa layout-tyyppien päällekkäisyyttä.



**Kuva 2.** Layoutien päällekkäisyydet (mukaien Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 217).

Suunniteltaessa layoutia, voidaan käyttää hyväksi kaavion 4 mallia. Malli on Righard Mutherin (1973) kehittämä toimintapohjaisen layoutsuunnittelun – menetelmä, jossa edetään vaihe vaiheelta, kunnes layout-suunnitelma on valmis. Suunnitelmassa on pyritty johdonmukaiseen ajatteluun ja otettu huomioon tärkeimmät asiat, joita ilman toimivan layoutin suunnittelu on vaikeaa tai jopa mahdotonta toteuttaa.



**Kaavio 4.** Toimintapohjainen layoutsuunnitelma (Muther 1974, s. 2-2).

### 1.3.8 Tuotannonohjaus

Tilausohjattavuudessa eli imuohjauksessa kompromisseja joudutaan tekemään tuotteen toimitusajan ja toimintaan sitoutuvan vaihto-omaisuuden määrän välillä. Tilausohjattavuuden hyvänä puolena pidetään sitä, että hankintoja pystytään ohjaamaan hyvin, koska toimitusaika lasketaan lopusta alkuun. Heikkoutena on kuitenkin toimitusajan kasvaminen ja kilpailutilanteessa toimitusaika on ratkaisevassa asemassa. Kuitenkin kaikkien tuotteiden tilausohjattavuus kuluttaa aikaa ja resursseja huomattavasti enemmän, kuin mitä vaihto-omaisuudessa säästettäisiin. Tämän takia

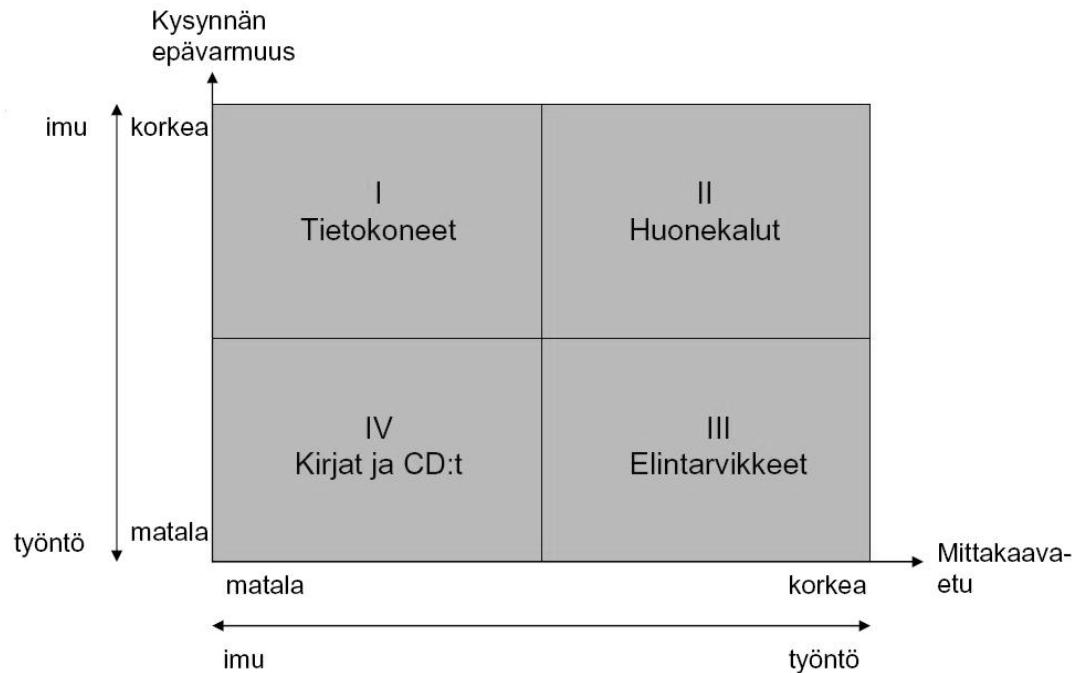
tuotteet, joita menee useammin ja varmemmin pitäisi ohjata muilla metodeilla. (Janhunen, Lahti, Virtanen 1997, s. 14–15)

Materiaaliohjaus on kiinteästi kytköksissä yrityksen eri pullonkauloihin. Tilausohjattavuus tehostaa yrityksen vaihto-omaisuuden kiertoa, mutta samalla syö muita resursseja. Materiaaliohjauksen tehokkuutta heikentää räätälöinti, kysynnänvaihtelut, toimittajien huono toimitusvarmuus ja hankintojen ohjaus. Usein joudutaan joustamaan toimitusajan suhteen, joka ei olisi vaarallista, jos sitä tapahtuisi pari kertaa vuodessa, mutta jos sitä tapahtuu melkein jokaisen tilauksen kohdalla, on asialle tehtävä jotain. Yksinkertaisin tapa lyhyeen toimitusaikaan olisi valmisvarasto, josta tuotteet olisi helposti toimitettavissa tilaajalle. Tämä kuitenkin sitoo paljon pääomaa. Ongelma muodostuu siis räätälöidyistä tuotteista. Edullisin ratkaisu on raaka-aineiden varastointi ja joidenkin materiaalien standardointi. (Janhunen, Lahti, Virtanen 1997, s. 15–16)

Työntöohjauksen perusteena on idea ennusteesta, tiedetään että tuotteella on kysyntää tulevaisuudessa. Tämä ennuste perustuu esimerkiksi edellisvuosien myyntitilastoihin tai tulevaisuuden visioihin. Toimitusaika lasketaan käänteisesti verrattuna imuohjaukseen eli alusta loppuun. Huonona puolena on se, että pitkän tähtäimen suunnittelu saattaa johtaa joustamattomuuteen. On perusteltua käyttää työntöohjausta pieniin eräkokoihin, koska valmistustekniikat ovat kehittyneet ja läpimenoajat pienentyneet. (Peltonen 1998)

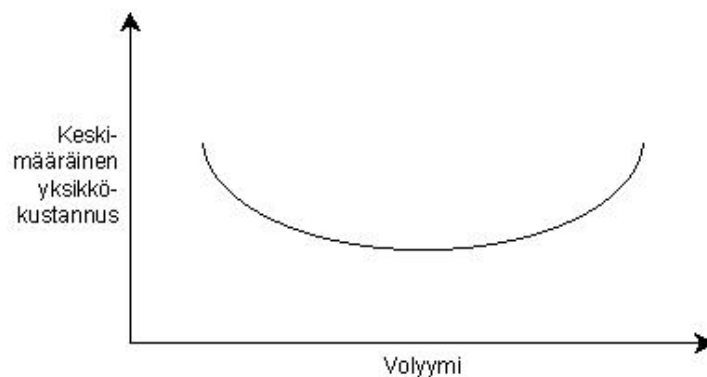
Ongelmia syntyy kun pyritään valitsemaan uusi tuotannonohjausmalli. Jos tuotteiden kirjo on suuri, ei voida pitäytyä vain yhdessä mallissa, vaan malleja pitäisi osata yhdistellä omaan tuotantoon sopivaksi. Kuvassa 3 on esitetty oikean tuotantomallin tunnistaminen. Ryhmässä I olevilla tuotteilla on korkea kysynnän epävarmuus ja mittakaavaetu tuotannossa, asennuksessa tai jakelussa ei ole merkittävä. Ryhmässä III taas on matala kysynnän epävarmuus ja mittakaavaetu tärkeä. Kun taas mittakaavaetu tuotannossa on tärkeä ja kysynnän epävarmuus on matala, ollaan ryhmässä IV.

Korkea kysynnän epävarmuus ja mittakaavaedun tärkeys korostuu ryhmässä II. Esitetyt tuotteet kuvaavat hyvin kunkin ryhmän sisältöä. (Mäenpää 2006, s. 10–12)



**Kuva 3.** Työntö- ja imuohjauksen valinta (Mäenpää 2006, s. 10).

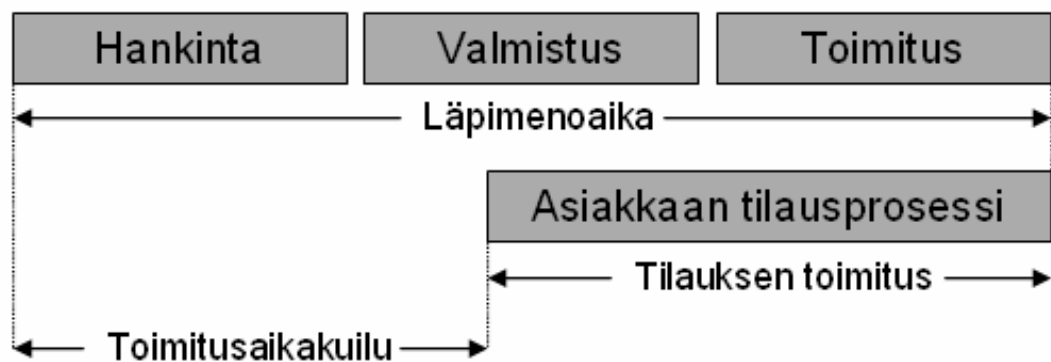
Mittakaavaetu tarkoittaa yksikkökustannusten alenemista tuotannon kasvaessa. Eli mitä enemmän tuotetta valmistetaan sitä pienemmillä yksikkökustannuksilla ne tyypillisesti syntyvät. Tämä pätee lähinnä vain välittömään työaikaan. Mittakaavaetua on havainnollistettu kuvassa 4. (Riikonen, Parkkinen 2006)



**Kuva 4.** Mittakaavaetu (Riikonen, Parkkinen 2006).

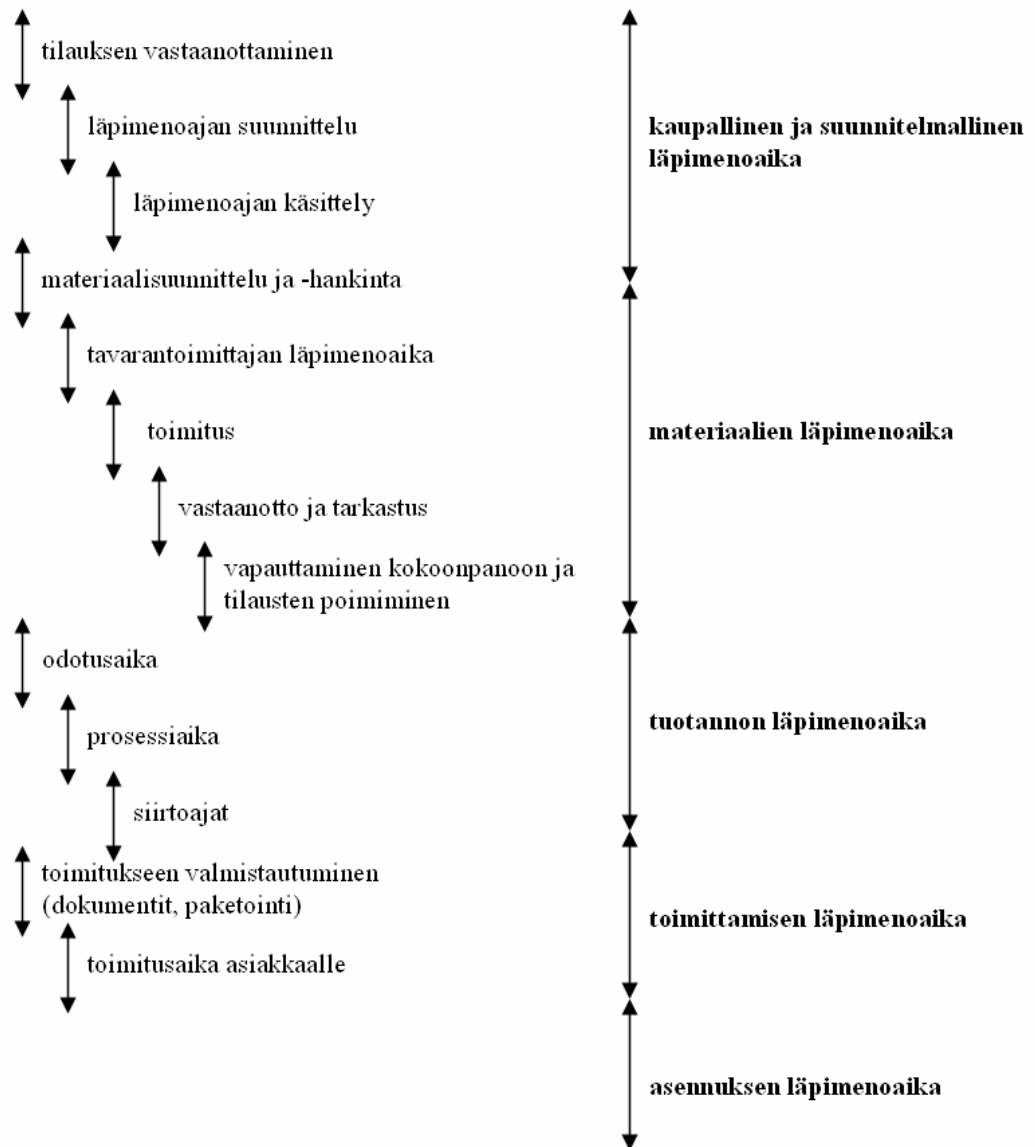
### 1.3.9 Toimitusaika ja läpimenoaika

Toimitusaika ja läpimenoaika ovat eräät tärkeimmät osa-alueet siinä, että tuote saadaan toimitettua ajoissa asiakkaalle. Läpimenoajan tulisi olla lyhyempi kuin toimitusajan tai muodostuu Martin Christopherin (1998) esittämä toimitusaikakuilu. Tämä kuilu muodostuu, kun hankinnan, valmistuksen ja toimituksen summasta vähennetään asiakkaan tilausprosessi (kaavio 5). Asiakkaan tilausprosessia kuvaa aika, jonka asiakas on valmis odottamaan tilauksen valmistumiseen. Toimituskuilu voidaan ratkaista helposti varastojen ja ennusteiden avulla. Varastot kuitenkin sitovat pääomaa, joten parhain keino ratkaisuun on läpäisyajan lyhentäminen ja tilausten ennustaminen. (Christopher 1998, s. 167–169)



**Kaavio 5.** Toimituskuilu (mukaillen Christopher 1998, s. 168).

Läpimenoajalla ajatellaan usein vain aikaa, joka kuluu kappaleen valmistumiseen. Kuitenkin läpimenoaika voidaan jakaa moneen eri osa-aluepäpimenoaikaan, kuten kaaviossa 6 on esitetty. Kuva auttaa havainnollistamaan tuotannossa mahdollisesti esiintyvät pullonkaulat ja kiinnittämään huomiot eri tuotantovaiheisiin. Jokainen nuoli kuvassa kuvaa kunkin osa-alueen läpimenoaikaa, lisäksi kaaviossa on otettu huomioon mahdollinen asennusaika asiakkaan kohteessa tuotteen valmistuttua.

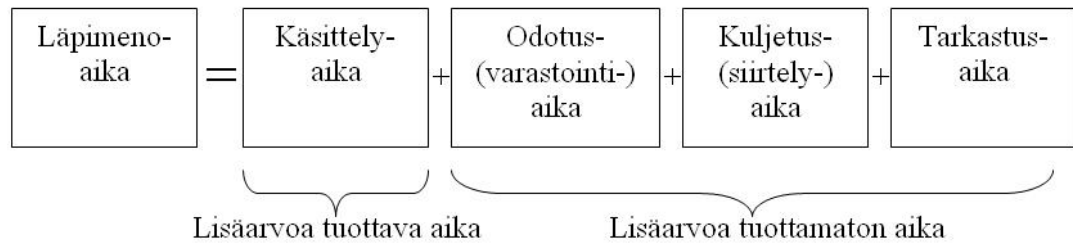


**Kaavio 6.** Läpimenojen jakaminen eri osa-alueisiin (mukaillen Christopher 1998, s. 160).

### 1.3.10 Teoreettiset kapasiteetit

Läpimenoajan ”laskukaava” on esitetty kaaviossa 7. Kun läpimenoaika on tiedossa, voidaan määrittää tuottavuusmittari, joka on käsittelyaika per läpimenoaika. Tämän kaavan avulla pystytään päättämään tehdäänkö jossain prosessin vaiheessa jokin väärin tai kenties jotain ylimääräistä. (Toimintojohtaminen 1995, s. 103–104)





**Kaavio 7.** Läpimenoajan määrittäminen (Toimintojohtaminen 1995, s. 103).

Muutamalla yksinkertaiselta vaikuttavalla laskukaavalla saadaan yrityksen perustietoja kartoitettua. Jotta liikevaihtoa saataisiin nostettua, olisi erittäin hyvä tietää kapasiteetti ja tuotantomäärä eri tuotteille ja niiden variaatioille. Linjan kapasiteetin tulee olla vähintään yhtä suuri kuin tuotteen kysyntä, näin saavutetaan optimaalinen tilanne.

Kapasiteetin määrää tahtiaika, joka on aika, joka kuluu yhteen työvaiheeseen. Kapasiteetti voidaan laskea kaavalla (Slack, Chambers, Johnston 2004 s. 399):

$$kapasiteetti = \frac{C}{T} \quad \text{Kaava 1}$$

missä C = tahtiaika

T = käytettävissä oleva työaika linjalla.

Tuotantomäärä (PR) saadaan laskettua kaavalla (Vonderembse, White 1996 s 382):

$$PR = \frac{1}{C} \quad \text{Kaava 2}$$

Jotta päästäisiin ideaaliseen tilanteeseen tuotannossa, tulee tuotantolinjoilla olla tarvittava määrä työpisteitä. Tämä työpisteiden määrä riippuu linjalta vaadittavasta tahtiajasta ja linjan kokonaistyömäärästä. Työasemille minimimäärä saadaan kaavasta (Vonderembse, White 1996, s. 384):

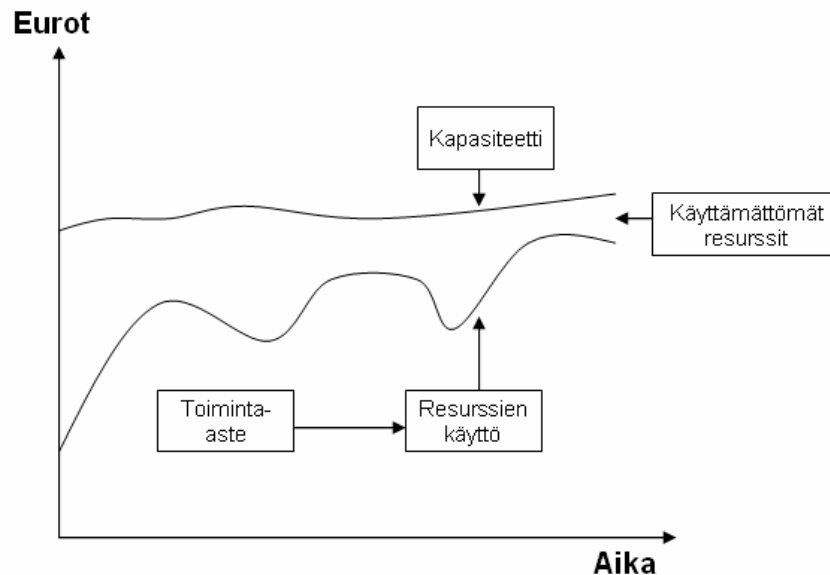
$$N = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{C} \quad \text{Kaava 3}$$

missä  $N$  = työasemien lukumäärä  
 $t_1$  = yhden työvaiheen vaiheaika  
 $C$  = tahtiaika.

Tärkeää on määritellä käytettävissä oleva kapasiteetti ja toiminta-aste. Näitä ei määritetä ainoastaan tuotantokoneille, vaan myös ihmisten suorittamille toiminnoille, vaikka se ei ole helppoa. Havainnollistavana esimerkki myyntitilausten vastaanottaminen kirjasta toimintojohtaminen (1993, s. 34–35):

Myyntitilauksia vastaanottaa yrityksessä kolme henkilöä, 220 päivänä vuodessa 7,5 tunnin ajan päivässä. Tästä muodostuu henkilöille kapasiteetti. Yritykselle tämä kapasiteetin kustannus (palkat ja muut henkilöstökustannukset) on 72 000 euroa. Eli kun kolme henkilöä ottaa tilauksia vastaan vuodessa 16 000, tulee yhden tilauksen hinnaksi 4,5 euroa. Mutta entä jos tilausten määrä vähenee esimerkiksi 10 000 kappaleeseen? Tällöin yksi tilaus maksaa 7,2 euroa, vaikka sen käsittelyyn menee yhtä paljon aikaa.

Tämä on hyvä esimerkki siihen, miksi kapasiteetti ja toiminta-aste tulee määrittää. Kuvassa 5 on kuvattu toiminta-aste ja kapasiteetti.



**Kuva 5.** Toiminta-aste ja kapasiteetti (mukaillen Toimintojohtaminen 1993, s. 35).

### 1.3.11 Aikajänne

Siirtymävaiheessa on otettava huomioon, että tuotanto ei saa häiriintyä tai keskeytyä. Aikajännettä suunniteltaessa on otettava huomioon jokainen toimenpide, jota tarvitaan uuden toimintaympäristön luomiseen ja siihen siirtymiseen. Ajan käytön suunnittelu kannattaa aloittaa siitä, mihin oletetusti kuluu eniten aikaa, esimerkiksi mahdollisten uusien koneiden investoimiseen ja asentamiseen. Joillakin koneilla saattaa olla jopa puolen vuoden toimitusaika. Kaikki siis lähtee aikataulun suunnittelussa, jossa pitää ottaa huomioon ainakin seuraavat seikat:

1. Fyysisten tuotantolinjojen muutokset
2. Koneiden muuttaminen uusiin tiloihin (layoutin uudelleenmuokkaus)
3. Uuden työkulun toteuttaminen
4. Tehtaan tuotannon muuttaminen
5. Uuden prosessin testaus
6. Varasuunnitelmien laatiminen
7. Henkilöstön koulutus
8. Toimintaperiaatteiden ja sääntöjen muuttaminen

Lisäksi on varauduttava yllätyksiin ja jatkossa tietojen päivittämiseen. Tärkeintä on pitää henkilöstö ja työntekijät mukana muutoksessa ja kuunnella heidän mielipiteitään ja parannusehdotuksia. (Morris, Brandon 1994, s. 235–241)

Aina kaikki ei onnistu suunnitelmien mukaan, joten on varauduttava ongelmatilanteisiin ja valittujen tuotantomallien mahdolliseen epäonnistumiseen.

Järjestelmä voi epäonnistua muun muassa seuraavien tekijöiden johdosta:

1. Suunnittelu epäonnistui, koska joitain ominaisuuksia ei otettu huomioon, tai ne laskettiin/ymmärrettiin väärin.
2. Rakennukset, tilat, tuotantokoneet ja kalusteet epäonnistuivat, esimerkiksi jokin tuotantokone voikin toimia vain puoliteholla luvatusa tai tuotantotilat olivat liian pienet.
3. Ihmiset epäonnistuvat tekemällä virheitä ja unohtavat huomioida esimerkiksi joitain lakeja ja säädöksiä.

4. Tavarantoimittajat epäonnistuvat ja luvatut tuotteet/koneet eivät saavu määritellyssä ajassa.

5. Asiakkaat epäonnistuvat siten, että tuotteet eivät enää mene kaupaksi.

Jos ongelma syntyy, tulee syyllisen etsimisen sijasta perehtyä siihen, mikä meni pieleen ja miten asian voi korjata tai mahdollisesti seuraavalla kerralla ehkäistä. Aina pitäisi kuitenkin varautua mahdollisiin ongelmiin ja suunnitelmien mukana tulisi olla toinen mahdollinen toimintamalli. Esiintyvä ongelma tulee ratkaista mahdollisimman pian. Ratkaisematon ongelma saattaa muodostaa uuteen tuotantomalliin pullonkaulan, joka hankaloittaa koko tuotannon toimintaa vastaisuudessakin. (Slack, Chambers, Johnston 2004, s. 680–683)

## 2 TUTKIMUSMETODIIKKA

Tutkimusmetodiikka perustuu käynteihin kohdeyrityksessä ja sieltä saatujen tietojen analysointiin. Tietoa kerättiin myös eri kirjoista, lehtiartikkeleista ja tietojärjestelmistä.

### 2.1 Havaintotutkimus

Havaintotutkimusta tehdessä hyödynnettiin Pelkosen (2006) tekemää tuotantotekniikan erikoistyötä kohdeyrityksen eri varastojärjestelmistä ja eri varastojen dimensioista ja käyttötarkoituksista. Tämän lisäksi havainnoitiin kohdeyritystä vierailemalla tehdashallissa ja tekemällä erinäisiä muistiinpanoja työtapatumista ja havainnoista.

Kohdeyrityksen putkileikkauslinjastoa seurattiin viikon ajan ja kirjattiin ylös mitä aihioita sahattiin ja minkä mittaisia kappaleita tehtiin. Nämä kaikki tiedot taulukoitiin ja arvioitiin eri investointien kannattavuutta, kuten automaattisahan investointia. Seurannan avulla myös pääteltiin, paljonko työajasta on jalostavaa ja jalostamatonta.

### 2.2 Tiedonkeruu olemassa olevasta tiedosta

Ongelmien kartoitus aloitettiin vierailemalla kohdeyrityksessä ja tuotantoa seuraamalla. Avuksi saatiin erinäisiä tiedostoja materiaalien tilauksista eri toimittajilta viimevuoden aikana. Haastatteluja suoritettiin tehtaan puolella ja keskusteltiin työntekijöiden havaitsemista ongelmakohdista.

Tarkoituksena oli etsiä kattavia case-tapauksia ja soveltaa niitä kohdeyritykseen. Myös teoriapohjalta olevia ratkaisuja on esitetty, koska uutta toimintasuunnitelmaa luodessa pitää olla mahdollisimman paljon tietoa uusista ideoista ja ratkaisuista.

Tarkoitus ei kuitenkaan ole, että kohdeyritys ryntää ehdotuksien perään täysin kirjallisuuden varassa, vaan että ajatus oman tuotannon parantamisesta herää. Kaikki mahdolliset toimintatavat eivät yksinkertaisuudessaan kohdeyritykselle sovi, mutta sopivilla variaatioilla ja muutoksilla kylläkin. Myös metodien yhdistelmillä voidaan saavuttaa halutut tavoitteet.

### 2.3 Haastattelututkimus

Haastattelututkimus suoritettiin työntekijöiden parissa. Lisäksi pari tapaamiskertaa oli omistettu kohdeyrityksen ja tärkeimmän sidosyrityksen toimitusjohtajien kanssa keskusteluun. Keskustelun aikana perehdyttiin jo nyt tuotannossa havaittuihin ongelma-kohtiin ja pohdittiin niihin erinäisiä ratkaisuja. Tehdasvierailuita tehtiin neljä kappaletta, joiden aikana tuotantoa analysoitiin ja kartoitettiin ongelma-kohtia konkreettisesti.

Ennen ensimmäistä haastattelukertaa kohdeyritykseen postitettiin kysymyslista, jonka avulla nykytilannetta saatiin paremmin selvitettyä. Samalla kohdeyrityksen ja tärkeimmän sidosyrityksen toimitusjohtajilla oli enemmän aikaa miettiä kysymyksiin vastauksia ja näin saatiin kattavammat tiedot nykytilasta. Kysymykset oli jaoteltu neljään eri osa-alueeseen: tuotantoon, tuotteisiin, tulevaisuuden visioihin ja varastotoimintoihin. Kysymyslista on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

### 2.4 Suorituskykymittaukset

Suorituskykymittauksen tarkoituksena oli kerätä perustietoa tuotannosta ja materiaalivirrasta. Lisäksi selvitettiin tuotannon eri tunnuslukuja, kuten jalostava työaika vs. jalostamaton työaika. Tunnuslukujen kerääminen osoittautui kuitenkin haasteeksi, sillä kohdeyritys ei näitä tunnuslukuja ollut kartoittanut. Asiaa kuitenkin helpotti se, että materiaalin menekistä oli olemassa suuntaa näyttävät taulukot.

### 3 TULOKSET

Tuloksissa on selvitetty kohdeyrityksen tämän hetkistä tilannetta havainnoitsijan silmin. Vierailujen aikana havaittuja asioita verrattiin kirjallisuuden antamiin tietoihin ja teorioihin. Vierailut kohdeyrityksessä jakautuivat tuotannon seuraamiseen, haastattelututkimuksiin ja suorituskykymittauksien havainnollistamiseen.

#### 3.1 Tulokset havaintotutkimuksesta

Tuotantopuolella on kaksi eri varastohyllyä, jotka koostuvat neljästä mitoiltaan 1050x3600x2400 millimetriä olevasta kuormalavahyllystä. Hyllyt sijaitsevat maalaamon seinustalla ja putkileikkauslinjaston vieressä, lähellä ulko-ovia. Siirrot varastohyllyihin tapahtuu pääsääntöisesti trukin avulla.

Tavarat pyritään varastoimaan kuormalavoissa, mutta pienempiä artikkeleita varten osaan hyllyistä on laitettu vanerilevyjä helpottamaan varastointia. Kaikkia levyjä ei kuitenkaan varastossa säilytetä, vaan ns. hukkapaloja löytyy, niin levytyökeskuksen eri kulmista, kuin maalaamon oven suusta. Taulukossa 3 on esitetty toinen levyvarastoista, joka on suunniteltu lähinnä hitsaussolujen tarvitsemille materiaaleille, jigeille ja kappaleille. Seuraavissa taulukoissa olevat lyhenteet tarkoittavat seuraavaa:

- HST = hapon kestävä teräs
- Ku-Si = kuuma-sinkitty
- Ky-Va = kylmä-valssattu
- RST = ruostumaton teräs
- Sä-Si = sähkö-sinkitty
- Zn = sinkitty

*Taulukko 3. Hitsaussolujen varasto (Pelkonen 2006, s. 2-3).*

<b>AI</b>	<i>Artikkeli</i>	<i>Hyllyväli[mm]</i>
A1A	HST-levy 1.0x2000x1000	450
A1B	Zn levy 1200x2500, RST 1500x2500 sekä RST paloja	450
A1C	HST 3.0 ja AL levyjä	450
A1D	Lava susikappaleita, kaksi tyhjää lavapaikkaa	450
A1E	AL 3.0x1000 x2000	450
A1F	Ky-Va 0.7 ja AL 0.5,1.0	450
A1G	Tilat kolmelle isommalle hitsausjigille	Ylin (1.5m)
A2A	Hitsausjigi, kaasupullokärryt, jäännöspaloja (reikälevyvä), Ku-Si 1.0,1.5,2.0	600
A2B	3 kuormalavaa jigejä	450
A2C	2 lavapaikkaa Cu ja messinki levyjä	450
A2D	Zn 1.0x1000x1200, reikälevyjä 1000x1200	450
A2E	3 lavapaikkaa jigeille	600
A2F	1 lava lyijylevyjä, Alikon aputaso	Ylin (n.0,5m)

Toisen varastohyllyn sisältö on esitelty taulukossa 4. Tämä varasto on lähinnä suunnattu levytyökeskuksen tarvitsemille materiaaleille. Kuitenkin varastohyllyssä varastoidaan lähinnä vain tehtailta tulleita, alkuperäisissä mitoissa olevia materiaaleja. Tämän lisäksi hyllyssä varastoidaan myös yleisemmin käytettävissä olevia jigejä, jotka nyt ovat helposti saatavilla ja lähellä hitsaussoluja. Kuten edellisenkin varaston kohdalla, niin myös tässä varastohyllyssä pienemmille osille ja tarvikkeille on omat lavalatikat varastoinnin helpottamiseksi.

*Taulukko 4. Levyvarasto (Pelkonen 2006, s. 2-3).*

<b>BI</b>	<i>Artikkeli</i>	<i>Hyllyväli [mm]</i>
B1A	Ky-Va 1.0x1000x2000	450
B1B	Ky-Va 3.0x1000x2000	450
B1C	Al-levyjä ("timantti" kuviainen pinta) ja verkkolevyjä erikokoisina paloina	450
B1D	Ky-Va 1.0x1200x2500	450
B1E	Ky-Va 1.5x2500x	450



*Taulukko 4 jatkuu.*

<b>B1</b>	<i>Artikkeli</i>	<i>Hyllyväli [mm]</i>
B1F	Sä-Si 1.0 ja 2.0	450
B1G	Ku-Si 0.7	450
B1H	1 lava jigejä, 2 lavaa puolivalmiita kappaleita	Ylin n.1.2m
<b>B2</b>	<i>Artikkeli</i>	<i>Hyllyväli [mm]</i>
B2A	Ky-Va 1.0x1000x2000, yksi lavapaikka puolivalmiita kappaleita	600
B2B	Ky-Va 1.25x1000x2000, irtoroinaa yksi lavapaikallinen	450
B2C	Ky-Va 1.5x1000x2000	450
B2D	Paikka 2,0x1000x2000 (Ei levyä), yksi lavapaikka irtorojua	450
B2E	Ky-Va 4.0x1500x3000	600
B2F	RAEX 355 4.0x1500x3000 sekä RAEX 4.0x1500x3000	450
B2G	RAEX	450
B2H	kaksi lavaa osia, yksi lava jigejä	Ylin n.0.5m

Putkileikkauksen putkiaihoista varastoidaan leikkauslinjaston vieressä olevassa Pater-nostimessa (kuva 6). Nostimessa on pääsääntöisesti vain täysimittaisia aihioita (6 m) 14:ssä eri hyllyssä. Osa materiaaleista on eroteltu toisistaan pahliviuskojen avulla. Muita pituuksia, ja useimmiten tarvittavat, säilytetään lähinnä paternostimen edustalla ja leikkurin alla lattialla epämääräisessä pinossa.



**Kuva 6.** Yrityksen paternostin.

Yksi pullonkauloista muodostuu maalaamon eteen. Tämä siksi, että hitsaussolut pystyvät tuottamaan valmiita kokoonpanoja suhteellisen nopealla tahdilla. Maalaamon kapasiteetti ei yksinkertaisesti riitä kaikkien kappaleiden nopeaan ja joustavaan maalaukseen. Kun maalaamon edusta oli täyttynyt kappaleista, alkoi niitä kertyä hitsaussolujen välissä olevalle käytävälle. Kuvassa 7 tilanne aamulla, ja iltaa kohden tilanne vielä paheni. Tämä ruuhka aiheuttaa myös sen, että kappaleiden siirto vaikeutuu ja työtaturmariski kasvaa. Maalaamon pullonkaula estää joustavan materiaalivirran myös levytyökeskukselle.



**Kuva 7.** Hitsaussolujen välissä sijaitsee ruuhka-aikoina valmiiden kappaleiden ”välivarasto”.

Toisena pullonkaulana on pesu/fosfointikone (kuva 8), joka on mitoiltaan liian pieni joidenkin kappaleiden ja valmiiden kokoonpanojen pesemiseen. Lisäksi kone on sijoitettu hitsaussolun alkupäähän, joka vaikeuttaa materiaalivirtaa tapauksissa, joissa kappaleet kulkevat hitsauksen jälkeen pesuun. Tässä kohtaa tuotantoa jalostamaton työaika on suurimmillaan. Kappaleet joudutaan yksitellen lastaamaan pesuvaunuun ja

siitä takaisin siirtolavalle. Yleensä ottaen tavaroita lastataan lavoille ja niiltä pois useita kertoja ennen kuin varsinainen kappale on valmis.



**Kuva 8.** Nykyinen pesu/fosfointikone.

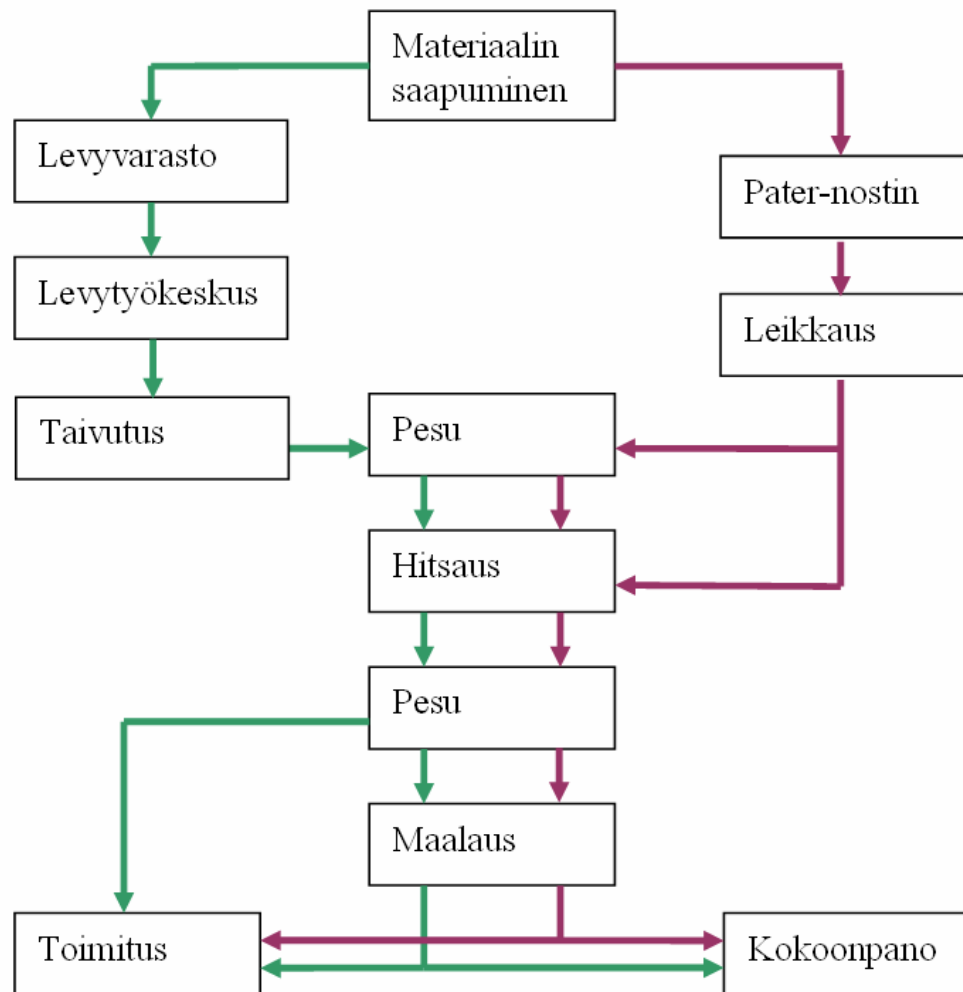
Maalauksessa on käytössä tällä hetkellä noin kymmenen perusväriä, mutta muitakin värejä käytetään asiakkaan tilauksen mukaan. Kappaleet maalataan käsin (pulverimaalaus) ja tämän jälkeen polymerisoidaan ja lastataan lavoille, joilla kappaleet kuljetetaan sidosyrityksen puolelle kokoonpanoon. Tämä tapahtuu suurimmalle osalle tuotteista, osa kuitenkin jätetään tilauksien mukaan maalaamatta. Pulverimaalista pyritään suurin osa ottamaan talteen ja kierrättää uudelleen. Aina talteenotto ei kuitenkaan täydellisesti onnistu (kuva 9).



**Kuva 9.** Pulverimaalin talteenoton epäonnistuminen.

Sahauksen kapasiteettiastetta ei tarkalleen tiedetä, koska työmäärät vaihtelevat paljon. Toisinaan sahauslinjasto on jatkuvasti miehitetty, kun taas joinain aikoina siinä ei riitä kokopäiväksi töitä. Yleisesti ottaen leikkaus tapahtuu yksittäin, joissakin tapauksissa putkiprofiileita voidaan leikata neljä kappaletta samanaikaisesti (koko 30x30 mm). Leikkaukset ovat yleensä poikkisahauksia, kulmasahaukset ovat harvinaisempia. Sahauslinjastossa eniten aikaa kuluu piirustuksen tarkkailuun, asetusaikoihin ja työn lopussa materiaalmäärän kulutuksen laskemiseen.

Materiaalivirtaa kohdeyrityksessä ei ole viimeaikoina kartoitettu. Materiaalit tulevat lastauslaiturin kautta alkuvarastoihin, joista ne sitten trukin avulla siirretään haluttuihin tuotantosoluihin. Levytyökeskus sijaitsee keskellä tehdashallia ja levyt joudutaan ensin siirtämään koneen viereen trukilla, jonka jälkeen ne nostetaan käsin, joko suoraan työpöydälle tai syöttölaitteeseen. Leikkauksen jälkeen kappaleet siirtyvät särmäyspuristimille ja sen jälkeen pesukoneeseen. Lopulta kappaleet hitsataan ja maalataan. Kaaviossa 8 on esitetty materiaalin kiertokulku tehtaassa. Kaaviossa punainen viiva edustaa putkipalkkeja ja vihreä viiva levyjä.

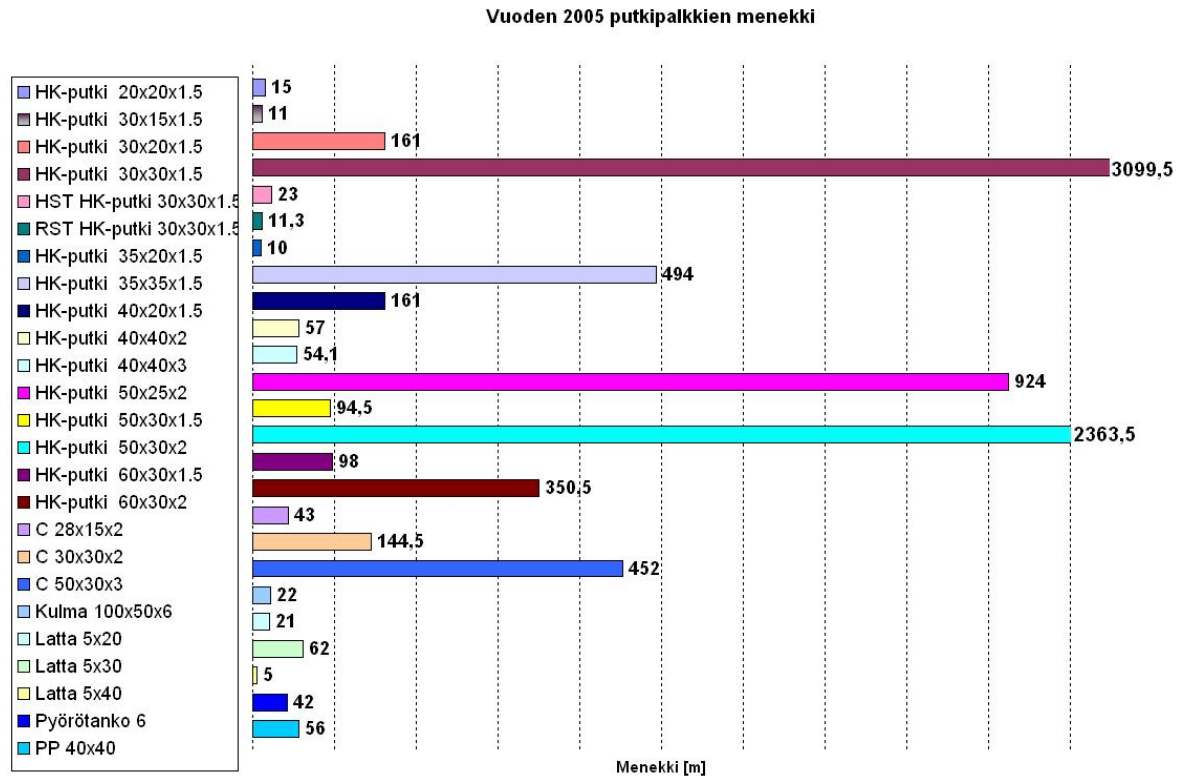


**Kaavio 8.** Materiaalivirta kalanruotomallina.

### 3.2 Tulokset tiedonkeruusta

Erilaisia materiaaleja hankittiin viimevuonna paljon. Tilaukset vaihtelivat muutamasta kilosta pariinkymmeneen tonniin. Pienemmät tilausmäärät ovat olleet 1,5 kg. Materiaalit eivät olleet pelkästään putkiaihoita, levyjä tai maaleja, joukkoon mahtuu myös erinäisiä holkkeja, korvakkeita ja muita puolivalmisteita. Putkipalkkien erinäinen kysyntä on esitetty taulukossa 5. Johdon arvion mukaan tämän taulukon materiaalitilaukset tulevat kasvamaan tulevaisuudessa kaksin-kolminkertaisiksi.

Taulukko 5. Vuoden 2005 putkiprofiilien menekki, materiaaleille joiden kysyntä tulee lähivuosina kasvamaan.



Eri tuotantomalleja on paljon ja niistä on kerätty paljon tietoa niin kirjoihin, kuin internetiin. Monesti myös eri konsulttialan yritykset tarjoavat koulutustilaisuuksia eri toimintatapojen tunnistamiseen ja eteenpäin viemiseksi. Eniten yritykset käyttävät metodeita, jotka ovat laajasti tunnettuja ja yleisimpiä. Kattavia caseja löytyy myös eri toimialoille ja erikokoisille yrityksille suhteellisen helposti. Asioita on tutkittu ja tutkitaan jatkuvasti, joten uutta tietoa kertyy jatkuvasti eri tietokantoihin.

### 3.3 Tulokset haastattelututkimuksesta

Tuotannonohjausjärjestelmänä kohdeyrityksessä toimii Linos 6 -ohjelmisto. Kyseisellä ohjelmistolla muodostetaan työkortit ja lähetteet. Kun tilaus siirtyy tuotantoon, lähtee myös asiakkaalta saatujen kuvien mukana ohjelmasta tulostettu työkortti. Työkortista ilmenee, missä järjestyksessä ja paljonko mitäkin tuotetta



pitäisi valmistaa. Kunkin työvaiheen valmistumisen jälkeen työntekijä kuittaa työkorttiin työn suoritetuksi ja laittaa kappaleen eteenpäin. Jos kyseessä on isompi projekti (tilauskoko 50–100 kappaletta) on olemassa myös Excel-taulukko lähetteistä ja työkorteista. Tähän taulukkoon merkitään jo tehdyt kappaleet ja työvaiheet, näin pystytään paremmin seuraamaan, että kaikki kappaleet tulee tehtyä ja toimitettua.

Varsinaista työnjohtajaa ei kohdeyrityksessä ole, vaan toimitusjohtaja pyrkii itse hoitamaan tuotannon suunnittelun. Suurena apuna ovat myös tuotannon työntekijät, jotka kartoittavat raaka-aineiden tarpeen/menekin ja osittain jopa suunnittelevat työn kulun saamiensa läheteiden nojalla. Laadun tarkkailu on hyvin paljon työntekijöiden varassa, heidän kanssaan on käyty läpi ISO 9001 laatujärjestelmän peruseräpäätteet. Työkortissa löytyy kohta tarkastusmerkinnöille, johon kappaleen loppukäsittelijä merkitsee kuittauksen. Päälaatumittarina käytetään uudelleen tehtävien töiden tuntimäärää suhteessa kokonaistuntimäärään. Jokainen työntekijä vastaa itse tuottamastaan laadusta ja tuotteen oikeellisuudesta.

Ohjauspisteet on järjestetty viiteen resurssiin: sahaus, levytyökeskus, levytyöt (särmäys ja levyleikkurityöt), hitsaus ja maalaus. Joissakin tilauksissa sahauksen ja leikkauksen jälkeen suoritetaan kappaleen pesu. Tämä ensinnäkin siksi, että halutaan estää mahdollisesti syntyviä hitsaushuuruja. Toinen vaikuttava tekijä on se, että nykyiseen pesuriin tai maalauslinjastoon eräät tuotteet eivät mahdu kokoonpanomitoissaan.

Töitä tehdään lähinnä yhdessä vuorossa, maalaamossa joudutaan tosin pari kertaa kuukaudessa tekemään pidennettyä vuoroa. Mutta niin sanotusta kaksivuorotyöstä ei voida puhua. Avainkoneiden ohjelmoinnista huolehtivat työntekijät, aikaisemmin kohdeyrityksessä oli erillinen työntekijä joka hoiti muun muassa levytyökeskuksen ohjelmoinnin, mutta työntekijästä luovuttiin liian vähäisen työmäärän takia. Nykyisin levytyökeskusta osaa ohjelmoida kaksi ja särmäyspuristinta kolme työntekijää.

Tilaus-toimitusprosessi kulkee seuraavanlaisesti:

1. Tilausasiakirjat saapuvat asiakkaalta: postin kautta, faksilla, e-mailina, OVT:n kautta tai paikan päälle tuotuna.
2. Tilausvahvistus tehdään Linos 6 -ohjelmiston avulla, josta samalla saadaan lähete.
3. Työkortit tehdään Linos 6 -ohjelmiston avulla ja jaetaan resursseihin: sahaus, levytyökeskus, levytyö, hitsaus, pesu ja maalaus.
4. Lähetetään tuotantoon piirustukset/kuvat, lähete ja työkortit.
5. Valmistus.
6. Lopputarkastus ja pakkaus.
7. Toimitus tilaajalle.

Jos on kyse uudesta tuotteesta, niin tarvittaessa valmistetaan prototyyppi. Suunnittelussa on mukana tärkeimmän sidosyrityksen suunnittelijoita, toimitusjohtaja ja työntekijöitä. Tarvittaessa valmistetaan jigit, jos niitä ei varastohyllystä löydy. Tilauksista ainoastaan saman tehdasrakennuksen sidosyrityksen tilaukset ovat tiedossa karkealla tasolla pitkälti etukäteen. Muilta asiakkailta tulevat tilaukset saapuvat tasaiseen tahtiin ilman erinäistä ennakkotietoa.

Tilauksien yhteydessä saapuu mahdolliset piirustukset valmistettavasta tuotteesta. Ongelmina ovat olleet piirustukset, joissa putkipalkkien leikkauspituudet eivät ole olleet suoraan luettavissa. Avuksi otettiin suunnittelija, joka lyijykynällä lisää piirustuksiin tarvittavat katkaisumitat. Toisena ongelmana on putkipalkkien optimointi, jota nykyisellään ei varsinaisesti ole tehty. Työntekijä hoitaa optimoinnin leikkausprosessin aikana silmämääräisesti eri putkiaihioista. Kohdeyritys on kuitenkin halukas kokeilemaan esimerkiksi SolidWorksin tarjoamaan lisäohjelmaa, joka tekisi katkaisulistat automaattisesti ja samalla hoituisi optimointi. Täysipituisia putkipalkkeja säilytetään leikkauslinjaston vieressä olevassa paternostimessa.

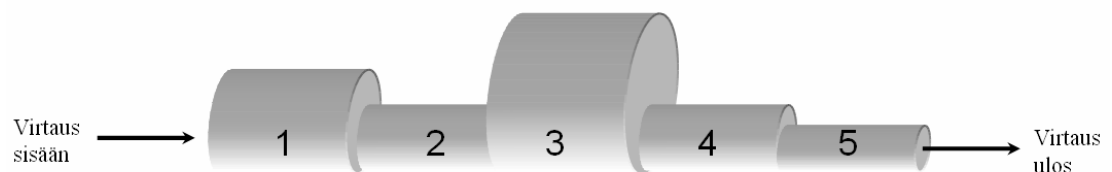
Tilausmäärät ovat kasvaneet huomattavasti viime syksystä lähtien. Tästä johtuen toimitusaika on ollut pitkä ja tilaukset ovat saattaneet olla jopa useita viikkoja myöhässä. Sidosyrityksen puolelta tilaukset ovat olleet isoja ja niiden valmistamisen



takia on jouduttu joidenkin yksittäisten tilausten tuotantoa siirtämään. Tämä siksi, että mahdolliset uhkasakot tärkeimmälle sidosyritykselle pyritään välttämään. Ongelmia tuottaa lisää se, että sidosyrityksen tilauksiin tulee lisäyksiä ja muutoksia ennakoimattomasti lähes päivittäin.

Tehtaan puolella haastateltiin työntekijöitä, jotka kertoivat kohdeyrityksen tuotannosta työntekijän näkökulmasta. Esiin nousi vinkkejä siitä mitä pitäisi parantaa ja miten parannuksia tulisi tehdä. Suurimpana kriteerinä uudistuksiin nähtiin se, että työntekijöitä tulisi informoida mahdollisista muutoksista paremmin ja tulevaisuudessa panostaa esimerkiksi koulutukseen ja työntekijöiden mielipiteiden huomioonottamiseen.

Suurin syy, miksi osa tuotteista toimitetaan myöhässä, ovat tuotannon pullonkaulat. Tuotannon pullonkauloja on kuvattu kuvassa 10. Kuvan lieriöt on suhteutettu kohdeyrityksessä olevien eri toimintojen resursseihin. Kun putkiaihiot on saatu leikattua (kohta 1), jatkuu kappaleiden matka pesuun (kohta 2)/hitsaukseen(kohta3). Pesukoneen kapasiteetin ollessa liian pieni, syntyy ensimmäinen pullonkaula. Toinen pullonkaula syntyy hitsauksen jälkeen tapahtuvassa mahdollisessa pesussa (kohta 4) ja suurin pullonkaula ilmenee maalauksessa (kohta 5).



**Kuva 10.** Yrityksen pullonkaulat (mukailten Vonderembse, White 1996, s. 296).

Ongelmia on myös levytyökeskuksen kanssa. Poistoluukku ei ole saatu toimimaan kunnolla koko koneen kohdeyrityksessä olon aikana. Lisäksi ongelmia on ilmennyt 1,5 – 2 millimetrinen levyjen työstössä. Tämä on myös osaltaan syynä siihen, että konetta ei pystytä hyödyntämään sataprosenttisesti. Ongelmista ollaan oltu

yhteydessä konevalmistajaan, mutta asia ei ole useista toimenpiteistä huolimatta korjaantunut.

Liitteessä 3 on esitetty kohdeyrityksen vastaukset liitteen kaksi kysymysluetteloon.

### 3.4 Tulokset suorituskykymittauksesta

Avainkoneiden tarkkoja käyttösuhteita ei seurata analyttisesti. Kuitenkin tiedetään, että kaikki koneet särmäyspuristinta lukuun ottamatta toimivat resurssien ylärajoilla. Koska avainlukuja ei tiedetä, on myös raakakuormituksen ja hienokuormituksen suunnittelu hankalaa. Tämän yritys kokee erityisen isona ongelmana. Kaikki on tähän asti tapahtunut näppituntumalla.

Nykyisen putkileikkurin työmäärä on ajoittain ylikuormittunut. Kuitenkin koko viikon työt saatetaan saada valmiiksi parissa päivässä, jolloin työntekijä siirtyy tehtaalla muihin töihin. Työtä olisi mahdollisuus tehostaa eliminoimalla jalostamattomat työvaiheet. Seurannan aikana silmiin osuvia seuraavat työvaiheet:

- Kun leikkaus oli saatu suoritettua, aseteltiin leikatut kappaleet työkoneen päätyyn ylimääräisen leikkausnesteen valuttamiseksi pois kappaleesta (kuva 11). Tämän tapahtuman aikana uusi leikkaus ei ollut käynnissä. Lisäkapasiteettia saataisiin, jos seuraava leikkaus laitettaisiin heti käyntiin ja siirreltäisiin vasta tämän jälkeen kappaleita. Sama ongelma oli havaittavissa kappaleita siirrettäessä siirtolavalle.
- Uusien putkiaihioiden haun voisi ajoittaa sahaamisen ajankohtaan. Näin tehostettaisiin joustavaa työtä.
- Lopuksi sahaaja laski käytetyn työajan ja kuinka paljon materiaalia oli kulunut. Tätä jalostamatonta työaika voitaisiin tehostaa oikeilla ja tarkoilla piirustuksilla.



**Kuva 11.** Leikkausnesteen valuttaminen putkiprofilista leikkauksen jälkeen.

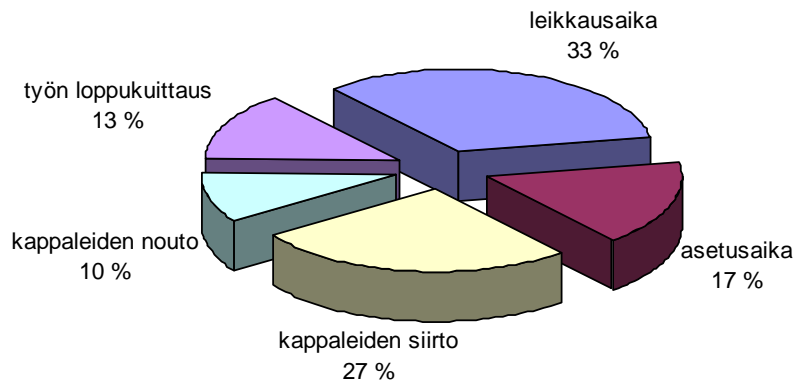
Hyvänä esimerkkinä sahauksen työjakaumasta oli sahauksessa olleet kaksi tilausta, jotka saatiin taulukoitua ja analysoitua. Taulukossa 6 on esitetty ensimmäinen tilaus. Putkimenekkiä kertyi 30x30x1,5 millimetriselle huonekaluputkelle yhteensä 10 metriä ja kooltaan 20x15x1,5 millimetriä olevalle aihiolle 3,91 metriä. Sahaukseen kului aikaa kokonaisuudessaan 30 minuuttia.

*Taulukko 6. Erään tilauksen materiaalierittely.*

<b>Materiaali</b>	<b>Aihio [mm]</b>	<b>Pituus [mm]</b>	<b>Kpl</b>	<b>Kulma</b>	<b>Selite</b>
HK-putki	20x15x1.5	720	2	90	Ovikehikko
		1168	2	90	
HK-putki	30x30x1.5	490	2	90	Jalkasokkeli
		75	4	90	
		330	1	90	
HK-putki	30x30x1.5	240	2	90	Jalkasokkeli
		75	4	90	
		1135	2	90	
HK-putki	30x30x1.5	560	2	90	Jalkasokkeli
		75	4	90	
		930	2	90	

Ensimmäisen analysoitavan tilauksen työjakauma on esitetty kuvassa 12 olevassa diagrammissa. Asetuksia ensimmäisen tilauksen aikana jouduttiin tekemään 11

kappaletta ja materiaalihakuja paternostimesta kaksi kappaletta. Valmistusprosessin jälkeen työntekijä laski materiaalikulutuksen ja lähetti tilauksen eteenpäin tarvittavine papereineen. Ajan jakaminen on tehty karkealla tasolla, mutta se on kuitenkin suuntaa antava. Kappaleiden siirtovaiheeseen kuuluvat kaikki ne kappaleiden siirrot, jotka tapahtuvat työkoneen välittömässä läheisyydessä, esimerkiksi valmiin aihion nostaminen työkoneelta lavalle. Jalostavatyöaika kokonaisuudesta oli noin 33 %:a eli 10 minuuttia.



**Kuva 12.** Työajan jakautuminen erään kappaleen putkileikkauksessa.

Taulukossa 7 on esitetty toisen tilauksen materiaalierittely. Putkimenekkiä tässä tilauksessa kertyi 20x15x1,5 aihiolle 1,57 metriä ja 30x30x1,5 aihiolle 8,546 metriä. Sahaukseen kului kokonaisuudessaan aikaa 35 minuuttia.

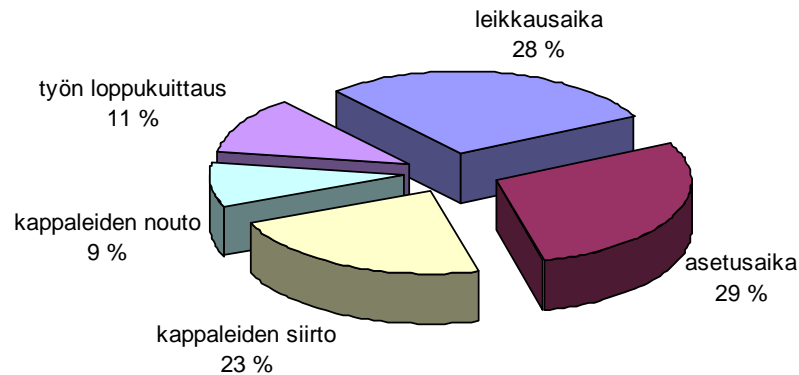
*Taulukko 7. Erään tilauksen materiaalierittely.*

Materiaali	Aihio [mm]	Pituus [mm]	Kpl	Kulma	Selite
HK-putki	20x15x1,5	570	4	90	Vaunun runko
		400	6	90	
		600	2	90	
		30x15x1,5	600	2	
HK-putki	30x30x1,5	601	2	45	Runko kahdelle kannelle
		1001	2	45	
		541	2	90	
		941	2	90	
		697	4	90	

Taulukko 7 jatkuu.

Materiaali	Aihio [mm]	Pituus [mm]	Kpl	Kulma	Selite
HK-putki	30x30x1,5	460	2	90	Jalkasokkeli
		125	4	90	
		930	1	90	
HK-putki	30x30x1,5	220	2	90	Pöytäkehikko
		520	2	90	
		675	4	90	
HK-putki	30x30x1,5	200	1	90	Jalkapari
		360	1	90	
		675	2	90	

Toisen analysoitavan kappaleen työajan jakautuminen on esitetty kuvassa 13 olevassa diagrammissa. Tuotantoprosessin aikana leikkauksia tehtiin 19, kulmamutoksia kaksi ja aihoiden noutoja kaksi kappaletta. Valmistuksen jälkeen seurasi samanlainen työprosessi kuin ensimmäisen analysoitavan tuotteen kohdalla. Jalostavan työn määrä oli 28 %:a eli 10 minuuttia.



**Kuva 13.** Työajan jakautuminen erään kappaleen putkileikkauksessa.

#### 4 TULOSTEN ANALYSOINTI JA TARKASTELU

Muutoksia kohdeyrityksessä on kartoitettu ja alettu toteuttamaan. Kuitenkaan monia niistä ei ole saatu vielä loppuun, vaikka aikaa on kulunut. Täysipäiväinen paneutuminen asioihin pitkällä aikatahtämellä tuo yleensä haluttuja tuloksia. Monessa suomalaisessa yrityksessä uusien tuotantomallien käyttöönotto kaatuu parin vuoden kuluessa siihen, että jatkuvia dokumentointeja ja ehdotuksia ei enää jakseta suorittaa. Toisissa yrityksissä, missä taas jatkuvia dokumentointeja ja suorituksia tehdään, on jatkuvasti huomattavissa parannuksia.

Kohdeyrityksessä olevat pullonkaulat ovat suurimmaksi osaksi tiedossa niin johtajakuin työntekijätasolla. Suurimmat ongelmakohdat on havaittu, mutta herää kuitenkin epäily, että kohdeyrityksessä on myös muita pullonkauloja, joita ei vielä ole havaittu. Kuitenkin, jos nämä suurimmat ja huomatuimmat ongelmat saadaan poistettua, sujuu materiaalivirta paljon jouhevammin ja saadaan aikaan näkyviä tuloksia ilman suurempia investointeja.

Nykyisin suurin osa valmistuksesta toimii tilausohjautuvasti. Ensinnäkin siksi, että varastoihin ei ole haluttu sitoa ylimääräistä pääomaa. Ja toiseksi: tuotteet ovat pääasiassa asiakkaille räätälöityjä ja osa dimensioista saattaa muuttua erittäinkin paljon tilauksesta riippuen. Jos tuotannonohjaus olisi työntöohjautuvaa, valmistettaisiin kappaleita varastoon. Valmisvarastoja ei kuitenkaan haluta hankkimassa kohdeyritykseen, joten tämä ohjaustapa ei ole mahdollinen.

Jotta tilausohjattavuus toimisi hyvin, tulee tavarantoimittajilla olla hyvä toimitusvarmuus. Tämä on kuitenkin johtanut kohdeyrityksessä siihen, että eräät tilauskoot ovat olleet erittäin pieniä, jopa vain puolen kilon suuruisia putkitilauksia. Tämä ei pitkällä tähtämellä ole kannattavaa, sillä usein suurista tilauksista saa

toimitustapa-alennusta. Lisäksi pienen toimituksen saapumiseen kuluva aika lisää jalostamatonta työaika.

Kohdeyrityksen tuotteista saman tehdashallin sidosyritykselle menevät tuotteet ovat 90 prosenttisesti asiakkaille räätälöityjä. Näitä tuotteita ohjataan imuohjauksen perusteella, koska tapa sopii parhaiten näille tuotteille. Muille tuotteille voisi kokeilla toisenlaista ohjaustapaa. Jos tiedetään menneiden vuosien perusteella mitä tuotetta menee eniten ja varmemmin, voisi sitä alkaa varastoimaan. Samalla varastointi varmistaisi sen, että tuote pystyttäisiin nopeasti toimittamaan asiakkaalle ja pysyttäisiin kilpailukykyisenä yrityksenä.

Varastoitavan tuotteen ei tarvitse olla valmis tuote, voidaan myös harkita puolivalmisteiden varastointia. Tämä etenkin silloin, jos toimitettavissa kappaleissa on jokin vakio-osa ja esimerkiksi ympärysmitat vain muuttuvat. Vaihtoehtona on myös työntöohjaus, jolloin pystyttäisiin paremmin kontrolloimaan läpimenoaika ja estämään tuotteiden toimittaminen myöhässä.

#### 4.1 Tuotantomallit

Kohdeyrityksessä vierailun aikana huomattiin, että osa esitetyistä tuotantomalleista on jo osittain käytössä, ehkä tietoisesti tai sattumalta. Kaikille toimintamalleille yhteistä on tavoitteiden asettaminen. Ilman tavoitteita uuden tuotantomallin käyttöönotto on vaikeaa, kun ei oikeastaan tiedetä mihin pyritään. Mahdollisille työryhmille on myös suotava työrauha, kannustus ja mahdollistaa tarvittavat resurssit. Ilman investointeja, vaikka ne olisivatkin pieniä, ei muutoksia juuri saada aikaan. Pienellä investoinnilla voi olla suuretkin vaikutukset esimerkiksi laatuun ja tuotteen läpäisy aikaan.

Yleisesti ottaen eri tuotantomallit käynnistetään yrityksissä liian nopealla aikataulutuksella. Tutkimustyö, kuten oman tuotannon kuvaaminen eri metodein, jätetään vähälle ja siirrytään heti noudattamaan kirjallisuudesta saatuja tietoja

projektin. Tämä johtaa usein siihen, että eri tuotantomallit koetaan liian raskaiksi toteuttaa pitkällä tähtäimellä. Parin vuoden kuluttua huomataan, että käyttöön otettua tuotantomallia ei enää jakseta päivittää ja asiat ovat palanneet lähtöpisteeseen.

Kirjallisuudessa löytyy kattavia esimerkkejä siitä, kuinka tuotanto ja asiat ovat alkaneet joidenkin tuotantomallien käyttöönoton avulla toimia. Mutta kuitenkin myös Suomesta löytyy yrityksiä, joissa toimintatavat eivät ole onnistuneet ja menetelmät on haudattu liian raskaan toiminnan saavuttamattomien hyötyjen tai ajanpuutteet vuoksi.

#### 4.1.1 Lean

Ensimmäisenä askeleena on turhan poisto, tämä ei ainoastaan koske turhien työvaiheiden poistoa vaan myös tehtaan järjestyksen parantamista. Yleisesti ottaen yrityksissä panostetaan jalostavaan työhön enemmän, kun huomataan turhien työvaiheiden ilmestyvän tuotantoon ja läpimenoaikojen kasvavan. Tuotannolle asetetaan tavoitteita ja pyritään henkilöstö kokonaisuudessaan saamaan mukaan tulosten aikaansaamiseksi. Toiminnan eteenpäin saattamiseen vaikuttaa myös paljon se, millainen ihminen on valittu projektia vetämään. Alussa työntekijöistä saattaa tuntua siltä, että paremman tuotannonohjauksen takia oma työpaikka voi olla vaarassa. Onkin tärkeää, että yhteisillä keskusteluilla saadaan selvitettyä ja perusteltua kehitystyön tarpeellisuus ja hyödyt. Tavoitteena ei siis ole henkilöstön vähentäminen, vaan pyritään takaamaan oman yrityksen kilpailukyky vielä tulevaisuudessa.

Kehitystä kannattaa viedä eteenpäin pienin askelin ja tavoittein. Suunnitelmissa kannattaa pitäytyä ja olla kärsivällinen. Henkilöstön mukaan saaminen vie aikaa ja yrityksessä olleita vanhoja projekteja tulee hiljalleen saattaa päätökseen. Ongelmiakin varmasti syntyy, mutta ne pitää ratkaista ilman, että niille haetaan syyllistä.



#### 4.1.2 JOT

Monessa suomalaisessa yrityksessä on käytössä JOT. Tämä siksi, että pienillä kustannuksilla yritetään saada tuottoa aikaiseksi. Varastoja poistetaan ja pyritään siihen, että tuotteet saadaan toimitettua solulta toiselle oikeassa tahdituksessa. Toimintamallin aloittaminen ja läpivienti suunnitellaan hyvin ja aloitus tapahtuu niin kutsutulla pilot-hankkeella, joka osoittaa valitun toimintatavan hyödyn ja suunnan. Varovainen aloitus saa toiminnan liikkeelle ja auttaa tunnistamaan saavutetut hyödyt. Positiiviset muutokset ja tulokset auttavat prosessin saattamista eteenpäin.

Lean mahdollistaa yhdessä JOT:in kanssa jatkuvan parantamisen ylläpitämisen. Nyky-yhteiskunnassa on tärkeää pysyä kilpailukykyisenä ja mahdollisimman vähällä sidotulla pääomalla saada suuri tuotto. Tämän takia yhä useammassa yrityksessä on otettu käyttöön toimintamallien variaatioita yhdistämällä niitä keskenänsä. Oma tuotantoa on alettu analysoida ja enemmistö omista tuotteista on pyritty moduloimaan tai standardoimaan.

#### 4.1.3 Benchmarking

Helpon toteutettava ja vähiten resursseja syövä prosessi on suorituskykyprosessi (taulukko 2, sivu 11). Kerättyä tietoa eri aloista on saatavilla paljon, joten myös kohdeyritys löytänee helposti vertailukelpoista informaatiota. Kuten muissakin toimintamalleissa, tärkeää on aloittaa henkilöstön kouluttamisesta. Koulutuksen tavoitteena on vanhojen ajattelutapojen muuttaminen, benchmarking-tutkimuksen tulosten sisäistäminen ja teknisen suorittamisen oppiminen.

Toimintamallissa ei tule tukeutua ainoastaan kirjallisuudesta saatuihin tietoihin. Perusedellytyksenä on osata soveltaa hankittua tietoa ja ottaa siitä opiksi. Kaikki vaiheet mitä yrityksessä käydään läpi, tulisi dokumentoida, jotta mahdolliset virheet voitaisiin korjata ja niistä oppia. Benchmarkingin voi aloittaa pienessä mittakaavassa ja kun mallin on oppinut, voi tätä mittakaavaa laajentaa entuudestaan.

#### 4.1.4 Kaizen eli jatkuva parantaminen

Työnkulkukaaviota tehtäessä tulee tuotanto tuntea hyvin, jotta kaavio vastaisi mahdollisimman hyvin todellisuutta. Liitteessä 4 on esitetty eräänlaisen pöytäkehikon valmistus kohdeyrityksessä. Kaavio ei ole täydellinen, mutta suuntaa antava uuden kaavion luomiseksi. Työnkulkukaaviosta näkyy jo nyt, että kappaletta siirretään paikasta toiseen erittäin usein ja nostellaan vähintäänkin yhtä useasti. Materiaalivirtaa tulee siis parantaa ja eliminoida jalostamaton työaika minimiin.

Pienen ajan kuluttua uusi luotu työnkulkukaavio tarkastetaan ja mahdollisesti havaitut virheet korjataan, ja luodaan taas uusi työnkulkukaavio. Jatkuvalle kehittämisellä materiaalivirta pysyy hallittuna ja joustavana, vaikka tehtaaseen hankittaisiinkin uusia tuotantokoneita.

#### 4.1.5 Make or buy

Pienissä materiaalieräkoissa olisi järkevintä turvautua alihankintaan tai sitten jättää kyseisten kappaleiden valmistus kokonaan pois tuotannosta. Vaikka yrityksellä olisikin tarvittavat tuotantovälineet kappaleiden valmistukseen, voi ulkoistaminen silti tulla halvemmaksi. Lisäksi kyse ei välttämättä aina ole vain hinnasta, vaan myös laatu saattaa olla parempaa ja työn rytmitys omassa yrityksessä helpottua.

Esimerkiksi, jos johonkin tilaukseen tulee paljon muutoksia, saattaisi osan tuotteiden teettämisestä alihankkijalla olla hyötyä. Häätätilanteissa varatoimittajiin turvautuminen saattaa parantaa toimitusajoissa pysymistä ja yrityksen kilpailukykyä. Hyvän lähtökohdan ulkoistamiselle takaa huolella tehty ABC-analyysi. Analyysin voi teettää ulkopuolisella, jolloin saa huomioitua asioita, joita itse ei välttämättä huomioisi. Analyysin tekeminen kuitenkin vaatii oman tuotannon täysivaltaisen tuntemuksen, joten yhteistyö analyysin tekijän kanssa pitää olla täysimääräistä. Välittömästi analyysi ei välttämättä onnistu, vaan sitä joudutaan muuttamaan pienen ajanjakson kuluttua. Lopulta kun analyysi on saatu tehtyä, tulee siinä pitäytyä.

## 4.2 Tunnusluvut

Ilman investointeja ei tulla selviytymään. Jos esimerkiksi toimitusaikaa lähdetään lyhentämään nykyisestä, on valmistauduttava investoimaan tuotetta jalostamattomiin muutostöihin eli toimintatapoja on muutettava/kehitettävä. Kohdeyritys toimii asiakasohjautuvasti eli suurin osa tuotteista valmistetaan tilauksen saapuessa. Tämä tuottaa ongelman siinä, että jos toimitusaika on samansuuruinen läpäisyajan kanssa, kuormittuu tehdas myynnin tahdissa. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, s. 53–56)

Toisena vaiheena on ajanjakson suunnittelu. Tähän liittyvät kiinteästi koulutusilaisuudet ja pilot-hankkeet, jotka pidetään koko henkilöstölle. Tilaisuuksissa käsitellään tavoitteet ja mahdollisuudet ja vastataan kysymyksiin miksi, miten, koska ja mitä tehdään. Lisäksi kuunnellaan myös henkilöstön näkemyksiä ja toiveita.

Myöhässä/ajoissa tapahtuneiden toimitusten osuus prosentteina tulisi selvittää. Tästä ei ollut tarjolla tietoa ja työn kirjoittamiseen varattu aika oli liian lyhyt syvällisempiin tutkimuksiin. Tunnuslukujen avulla olisi paremmat mahdollisuudet selvittää, missä vika oikeastaan piilee. Pelkästään läpäisyaikaa pienentämällä ei ongelmiin välttämättä saada ratkaisua. Koska kohdeyrityksessä ollaan kuitenkin tietoisia ongelmista toimitusaikojen suhteen, niin miksi asioille ei ole tehty mitään? Tarkka aikataulus ja suunnitelmallisuus toimitusaikojen suhteen on usean eri konepajan perusedellytys pysyä kilpailukykyisenä.

Toimitusajoista tulee vastaisuudessa pitää kiinni ja joustoja ei tule sallia. Tuotantoa voi alkaa suunnitella asiakaslähtöisesti. Tilauksen saapuessa tiedetään myös toimitusaika. Tästä päivämäärästä lasketaan aikaa taaksepäin ja selvitetään, koska tuotetta on viimeistään alettava valmistamaan, jotta toimitus onnistuu aikataulun mukaisesti. Mukaan pitää myös huomioida tilaukseen tulevat mahdolliset muutokset ja lisäykset, eli valmistamiseen tulee jättää pelivaraa. Toisena vaihtoehtona olisi alkaa

varastoida entistä valmiimpia komponentteja. Tämä nimikkeiden puskurointi johtaa kuitenkin vaihto-omaisuuden suurempaan sitoutumiseen. (Janhunen, Lahti, Virtanen 1997, s. 8-9)

Morrisin ja Brandonin mukaan (1994, s. 24) menestykselliseen uudistamiseen vaikuttaa seuraavat tekijät:

1. kyky käyttää kattavia ja systemaattisia menetelmiä
2. kyky hallita koordinoitusti kaikkien asianosaisten yksiköiden muutoksia
3. kyky arvioida, suunnitella ja panna toimeen muutoksia jatkuvasti
4. kyky analysoida ehdotettujen muutosten kaikki vaikutukset
5. kyky mallintaa ja simuloida ehdotettuja muutoksia
6. kyky käyttää näitä malleja jatkuvasti ja
7. kyky nivoa kaikki johtamisen kannalta olennaiset tiedot yhteen.

#### 4.3 Parannusta vaativat kohdat

Aluksi on päätettävä mitä oikeastaan halutaan ja mikä on tulevaisuuden visio. Tärkeintä on pitää toimitusajoista kiinni ja tätä myötä kasvattaa yrityksen liikevaihtoa. Suurin osa tuotteista on jo asiakkaille räätälöityjä, joten seuraavana vaiheena on tuotannonohjauksen hiominen kuntoon. Materiaalivirta on tällä hetkellä sekasortoinen ja uuden layoutin kautta tilanne tasoittunee. Tulevaisuudessa ei enää vain riitä se, että ongelmat havaitaan, niille pitää etsiä ratkaisuja.

Tällä hetkellä näyttäisi, että **putkileikkauksen** kuorma ei ole niin ylimitoitettu kuin on oletettu. Työtä tehostamalla ja eliminoimalla jalostamatonta työaikaa, päästää vielä korkeampaan käyttöasteeseen. Sahausten seurannan tuloksena voidaan todeta, että automaattivaraston hankkiminen ei ole järkevää, koska tuotantomäärä ei jopa kaksin/kolminkertaisena ole tarpeeksi suuri markkinoilla oleville koneille.

Tiedonkeruun luotettavuus **sahauslinjastosta** herätti ajatuksia. Koska viikon työmäärä oli siirretty kolmelle päivälle, ei sahauslinjaston kuorma voi olla

ylikuormitettu. Ja yleensä seurannan aikana työt tehdään erilailla kuin normaalisti ilman valvovaa silmää. Työtapoja muuttamalla voi olla hyvin suuri merkitys siihen, kuinka paljon enemmän putkipalkkeja voidaan työvuoron aikana leikata.

**Jalostamattomia työvaiheita** on tehtaalla suhteellisen paljon. Pelkästään kappaleiden siirtelyyn kuluva aika on suuri. Tämän lisäksi puolivalmiita tuotteita varastoidaan paljon lattialle. Tämä siksi, että ensimmäisenä pullonkaulana oleva pesu/fosfatointikoneen kapasiteetti on pieni. Kappaleiden pesu ennen hitsausta ei ole kovin perusteltua, hitsauskaasujen poisto kun tapahtuu tehokkaasti kohdepoistona.

**Maalaamo** on kapasiteetiltaan riittämätön jo nykyiseen tuotantomäärään. Jos tulevaisuuden ennusteet pitävät paikkansa ja tuotantomäärä kasvaa, ei maalaamoon riitä enää yksi työvuoro, vaan siinä on siirryttävä kaksivuorotyöhön. Ylimääräisen maalin talteenotto voisi myös onnistua paremmin. Kun laitteissa on havaittu vikaa, tulisi nämä viat korjata heti, eikä vaan jatkaa töiden viemistä eteenpäin. Usein tästä seuraakin se, että ongelma jää hoitamatta eikä sitä myöhemmässä vaiheessa enää jakseta korjata.

**Maalaamon pullonkaulan** muodostumiseen vaikuttaa eri värien välillä tapahtuva vaihto. Saman päivän aikana saatetaan maalata niin punaisella kuin valkoisella maalilla. Tämä aiheuttaa ongelmia siinä, että toisella värillä maalatessa saattaa ilman mukana kantautua jo valmiiksi maalattuun kappaleeseen toista väriä. Lisäksi maalin kierrätys ei ole onnistunut viimeaikoina täydellisesti ja pulverimaalia on kasaantunut huomattavasti lattialle. Tämä aiheuttaa värien sekaantumisen jo valmiiksi maalattuihin kappaleisiin ja turvallisuusriskin.

**Pullonkaulojen** ymmärtäminen ja ratkaiseminen eivät yksin vaikuta eri vaiheiden kapasiteetin nostamiseen. Ratkaisu vaikuttaa myös tuotannon suunnitteluun ja aikatauluttamiseen. Pullonkaulojen ratkaiseminen on aloitettava heti tuotannon alusta, miten on kohdeyrityksessä tehtykin. Kun alkupään ongelmia on ratkaistu, saadaan myös seuraavat vaiheet ratkaistua nopeammin ja helpommin. Ongelmat on havaittu

kohdeyrityksessä, mutta niitä ei ole pyritty omin voimin ratkaisemaan. Näin on usein muissakin yrityksissä, koska pelätään ongelman ratkaisemiseen kuluvan liian paljon aikaa ja omiin kykyihin ei luoteta tarpeeksi.

Usein ongelmat johtuvat siitä, että on pitäydytty **vanhoissa tavoissa** hoitaa asiat ja työt. Kuitenkin työntekijöille pitäisi antaa mahdollisuus uusien toimintatapojen kokeilemiseen ja oma-aloitteisuutta pitäisi kannustaa/tukea. Uudet työntekijät oppivat vanhojen työntekijöiden tavat ja näin ollaan oravanpyörässä pinttyneiden työtapojen käyttämisessä. Syynä voi olla myös se, että kaikista mahdollisista työtä helpottavista toimenpiteistä ei ole riittävästi tietoa. Jos ei ole tietoa, ei usein myöskään ole intoa etsiä uutta tietoa. Tästä johtuen uusien työntekijöiden mielipiteet tulisikin ottaa erityisesti huomioon, vaikka he eivät vielä yrityksen tuotantoa kokonaisuudessa tunnekaan.

**Levytyökeskuksen** kanssa on ollut ongelmia siitä lähtien kuin se on tehtaaseen tullut. Ongelmaa on pyritty ratkaisemaan, mutta asia on myöhemmässä vaiheessa kuitenkin unohdettu. Vian määritykseen tulisi kiinnittää enemmän huomiota ja laittaa levytyökeskus kokonaan kuntoon. Kuten muissakin havaituissa ongelmissa, niin myös tässä, ei luoteta tarpeeksi omaan tietotaitoon ja siihen, että asia voisi toimia niin kuin sen pitäisi toimia.

**Materiaalivirrat** pyritään suunnittelemaan siten, että materiaalin siirtoja tarvitsee tehdä mahdollisimman vähän. Kuitenkin materiaalin siirroista aiheutuu huomattavia lisäkustannuksia. Levytyökeskus on sijoitettu keskelle tehdashallia, koska konetta hankittaessa ainoa vapaa tila löytyi tästä kohdasta. Niinpä materiaalivarastojen sijoittaminen levytyökeskuksen lähelle on ollut mahdotonta. Osaksi myös tämän takia materiaaleja on varastoitu levytyökeskuksen lähellä oleville seinustoille.

Osittain **jalostamattoman työajan** kasvamiseen saattaa olla syynä työkorttien sekavuus. Piirustukset ovat usein vajaita tai niitä ei ole ollenkaan. Vaikka vastuuta on pyritty jakamaan työntekijöille, ei työntekijän tarkoitus ole jokaisen työvaiheen

jälkeen laskea, kuinka paljon esimerkiksi putkimateriaalia on kulunut. **Materiaalikulutuksen** pitäisi olla heti nähtävissä piirustuksista. Kohdeyrityksen käytössä oleva tuotantojärjestelmä ei ole täydellisesti tuotantoon sopiva, josta johtuen muutoksia työkortteihin ei ole saatu tehtyä. Nykyisellään tuotantojärjestelmä on suunnattu pienille tilauksille, jolloin töiden rytmitys onkin sujunut hyvin.

**Tehtaan yleisilmeen** sekavuutta lisää se, että varastohyllyt ja paternostin ovat tarkoitettu vain täysimittaisille aihioille. Muita materiaaleja säilytetään siellä missä tilaa löytyy. Tämä taas osaltaan vaikeuttaa materiaalien siirtelyä tehdashallissa. Trukilla ei aina päästä ihan asti mihin pitäisi ja materiaaleja siirrellään tämän jälkeen miesvoimin.

## 5 KESKUSTELU JA EHDOTUKSET

Hyvä liikkeellelähtökohta kohdeyritykselle on toimitusajassa pysyminen eli **toimitusvarmuus**. Tarkkaillaan aikaa, joka kuluu tilauksen saapumisesta siihen, kun tuote on toimitettu asiakkaalle. Kartoitetaan esimerkiksi Excel-taulukoiden avulla, kuinka paljon tilauksista toimitetaan myöhässä ja kuinka paljon ajoissa (graafinen esitys saattaa selkeyttää kerättyä informaatiota ja sen analysointia). Lisäksi, jos on tiedossa syy, miksi jokin tilaus on lähtenyt asiakkaalle myöhässä, kirjataan se ylös. Toimitusvarmuuden tavoitetasoksi tulee asettaa 100 prosenttia, sillä toimitusvarmuus on yksi tärkeimmistä mittareista eri yritysten kilpailukykyä vertaillessa.

Tulevaisuudessa valmistetaan lähes samoja tuotteita kuin nykyisinkin, tosin tilauksien määrän oletetaan kasvavan. Varsinaisia uusia tuotteita ei ole tulossa, mutta tärkein sidosyritys on muuttamassa osaa tuotteistaan ohutlevy tuotteiksi. Nämä tuotteet tulevat merkittävästi lisäämään kohdeyrityksen peruskuormaa. Myös uusia asiakkaita pyritään hankkimaan mahdollisuuksien mukaan. Tämän takia on tärkeää alkaa seuraamaan omia toimitus- ja läpimenoaikoja.

Ennen kuin uusi mahdollinen toimintamalli otetaan käyttöön pitää omiin tuotantoprosesseihin perehtyä läpikotaisesti. **Benchmarking** saattaisi olla helpoin tapa kehittää omia tuotantoprosesseja eteenpäin. Sopivan vertailuyrityksen löytäminen voi olla vaikeaa ja aikaa vievää, mutta sellainen suurella todennäköisyydellä löytyy. On huomioitavaa, että valitun yrityksen ei kokonaisuudessaan tarvitse vastata kohdeyrityksen tuotantoa, vaan jonkin yksittäisen osan valmistuksen benchmarking on myös askel parempaan suuntaan. Näin päästään siihen, että saadaan mahdollisimman laajakatseinen ratkaisumalli omien prosessiongelmien ratkaisemiseksi.



Nykyisellään tuotantotiloissa säilytetään leikattuja putkiaihoita ja levyjä siellä missä on tilaa. Nyt olisi tärkeää saada nämä **materiaalit järjestykseen**. Vaihtoehtoina olisi rakentaa uusi varastohylly, johon näitä aihioita materiaalin ja pituuksien mukaan voitaisiin varastoida. Lisäksi putkiaihoille hyvänä säilytysmenetelmänä olisivat kourut, jotka kiinnitetään seinään. Tai vastaavasti lattiaan kiinnitettävä laatikko, missä putket säilytetään pystyasennossa. Levyjä voitaisiin parhaiten säilyttää, pystyasennossa tarkoituksen mukaisesti suunnitellussa hyllykössä tai uudessa varastohyllyssä. Myös työpisteissä tarvittaville irtotavaroille ja työkaluille on hyvä investoida omat kalustekaapit, jotka tulee tulevaisuudessa pitää järjestyksessä.

Lisäksi jos kohdeyrityksestä löytyy tavaroita tai koneita mitä ei enää tarvita, tulisin nämä koneet romuttaa tai myydä eteenpäin. Varastoissa saattaa myös lojua materiaaleja joita ei enää tarvita, myös näistä tulisi päästä eroon. Turhien tavaroiden poisto on ensimmäinen askel uuden tuotantojärjestelmän käyttöönotossa ja tehtaan yleisilmeen muuttamisessa siistimmäksi.

**Materiaaliohjaukseen** tulee kiinnittää huomiota. Tähän on jo tulossa muutos lisätilan rakentamisen vuoksi ja koneiden uudelleensijoituksen takia. Materiaalin tulisi kulkea kohdeyrityksessä mahdollisimman suoraviivaisesti ilman takaisintulomatkoja. Kappaleiden valmistusta auttaisi myös isojen tuotantoerien jaksottaminen osiin. Jos esimerkiksi tulee 100 kappaleen tilaus, voitaisiin se jakaa kymmenen kappaleen osiin. Kun ensimmäisen kymmenen kappaleen putkiaihiot on valmistettu, lähetetään osat eteenpäin ja jatketaan tämän jälkeen toisen 10 kappaleen valmistamista, kunnes koko erä on saatu valmiiksi. Näin vältetään osittain kappaleiden kuormittumista käytäville, taataan jatkuva työvirtaus ja vähennetään työtapatarmariskia.

**Tavoitteita** ei tule asettaa liikaa, vaan on edettävä pienin askelin. Henkilöstöä pyritään samaan mukaan toteutukseen ja etenkin työntekijöitä, joilla ei ole rasitteena vanhoja toimintamalleja ja työmetodeita. Aikataulua ei kannata asettaa liian tiukaksi, vaan ottaa kokonaisvaltainen tavoitepyörä: suunnitellaan, analysoidaan ja toteutetaan.

Kehitys voi alkaa jo havaituista pullonkauloista, jolloin kapeikkojen poistussa saadaan heti näkyviin uusia parannuksia. Yksittäisten asioiden parantaminen on helpointa ja nopeita, suurimmat resurssit kuluvat yrityskulttuurin muuttamiseen. Kuitenkin viimeksi mainitun muutokset ovat pitkällä tähtäimellä suurimmat ja vaikuttavimmat.

Kohdeyrityksen materiaalitilauslistoja tutkittaessa huomattiin erittäin **pienet tilaukset**, jotka kävivät ilmi myös materiaalitaulukosta (taulukko 5, sivu 45). Taulukossa joidenkin materiaalien tilauskoko oli alle 20 metriä, mikä on kohdeyritykselle suhteellisen pientä. Kuitenkin järkevintä olisi näiden erikoismateriaalien kannata ostaa tuote valmiiksi alihankkijalta. Koska putkiaihioita on useita kymmeniä erilaisia herää kysymys, että kuinka usein näitä eri variaatioita loppupeleissä tarvitaan.

Myös **harvinaisempien maalivärien** kohdalla olisi hyvä ajatella ulkoistamista tai sitten pitäytyä muutamassa päävärissä. Ensinnäkin, jos harvinaisella värillä maalattavia kappaleita on vain muutama, menee suurin osa ajasta maalin vaihtoon ja välineiden mahdolliseen puhdistamiseen. Ulkoistamisessa ei siis tule ajatella vain ja ainoastaan materiaalikustannuksia vaan myös muita välittömiä kustannuksia (kuten asetusajat ja puhdistaminen).

Jalostamatonta työtä maalaamossa syntyy eniten eri maalilavärien vaihtamisessa. Tulevaisuudessa työn tehokkuutta voitaisiin kasvattaa ryhmittelemällä eri päiville eriväriset maalaukset. Esimerkiksi yhtenä päivänä voitaisiin maalata punaisen eri sävyjä, tai tummia sävyjä. Nykyisellään punaisen ja valkoisen maalin käyttö samana päivänä ei ole kannattavaa eikä järkevää.

Tuotekirjo kohdeyrityksessä on suhteellisen laaja, joten **ABC-analyysin** voi helposti tehdä eri tuotteille. Sitä ei siis tarvitse tehdä yhtenäisesti koko tuotannolle. Joidenkin muotojen tekeminen voi olla nykyisellä konekannalla hankalaa ja vaivalloista, tämän vaiheen voisi ulkoistaa yritykselle, jolla on jo valmiiksi tarvittavat ja soveltuvat

laitteistot. Ajansäästön lisäksi säästetään materiaalikuluissa, kun kappale saadaan tehtyä kerralla oikein. Jos syntyy tunne, että kaikkia komponentteja ei voida lajitella vain kolmeen eri luokkaan, voidaan ne ryhmitellä esimerkiksi A-, B-, C- ja D luokkiin. Tällöin tosin tarvitaan tarkemmat päätökset siitä mitä valmistetaan itse ja mitkä alihankitaan.

Tehdashalliin ei haluta raskaita puominostureita, vaikka osa kappaleista on ainakin työntekijöiden mukaan raskaita siirrellä. Kohdeyrityksessä on yksi trukki, mutta se ei välttämättä pääse esimerkiksi hitsaussolujen väliin. Ongelmaan löytyisi ratkaisu erilaisilla lavavaunuilla ja pylväsnostureilla. Lavavaunut ovat yksinkertaisia, halpoja ja helppoja siirrettäviä ja säästäisivät työntekijöitä liiallisilta fyysisiltä rasituksilta.

## 5.1 Layout

Kohdeyritys toimii tällä hetkellä pääsääntöisesti tilausohjautuvasti, joten sopiva layout malli teoriapohjalta olisi joko funktionaalinen- tai kiinteäasemainen layout. Jotta toiminnasta saataisiin joustavaa ja tuloksellista tulisi mahdolliset varastot sijoittaa lähelle käyttökoneita. Näin saadaan eliminoitua huomattavasti tavaroiden kuljetukseen tarvittavaa aikaa ja vaivaa.

Jokaista eri tuotantovaihetta voidaan yrityksessä ajatella omana soluna. Jokaisen solun sisällä tapahtuva materiaalivirta riippuu solun rakenteesta ja tarkoituksesta. Jokaisen solun sisällä olevan työpisteen ympärille on jätettävä riittävästi tilaa kappaleiden ja materiaalien liikuttamiselle, sekä työn tekemiselle.

Materiaalivirran parantamisen kannalta levytyökeskuksen nykyinen sijainti ei ole optimaalinen. Isot tuotantokoneet tulisi siirtää mahdollisimman lähelle materiaalin alkulähdettä eli materiaalivarastoja. Muidenkin koneiden osalta pätee sääntö, että ne tulisi sijoittaa mahdollisimman lähelle materiaalivarastoja. Tällä pystytään minimoimaan materiaalien turhat kuljetukset ja säästetään ajassa.

### 5.1.1 Funktionaalisen- ja solu-layoutin yhdistelmä

Tämä yhdistelmä sopii kohdeyritykselle hyvin, koska tuotanto on jaettu valmiiksi eri soluihin. Yhdistelmä funktionaalisen layoutin kanssa siksi, että siinä tuotteet tarvitsevat samankaltaisia resursseja, mutta työkulku eri tuotteilla vaihtelee. Ja kuten kuvasta 2 sivulla 30 käy ilmi, ovat otsikon mukaiset layoutit hyvin lähekkäin toisiaan ja osittain jopa päällekkäin.

Valmistusvaiheet ovat melkein samoja kaikille levy- ja putkiaihiolle, kuten kaaviossa 8 (sivu 48) on esitetty. Tämän takia yhdistelemällä nämä kaksi layout mallia saadaan juuri kohdeyritykselle sopiva yhdistelmä. Tehtaasta löytyy myös pienempiä koneita, joiden sijoittelu tehdashalliin voi olla vapaamuotoisempaa. Tärkeää on saada isommat koneet optimaalisiin asemiin ja varastot niiden lähelle.

### 5.2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksen suunnitteluun tulisi keskittyä entistä tiiviimmin. Vaikka Linos 6 -ohjelmisto antaa valmiiksi suunnitellut työjärjestykset, eivät ne välttämättä ole kaikista nopeimmat ja helpoimmat tavat tuotteiden valmistamiseen. Suurien tilauserien jaksottaminen auttaa nostamaan joidenkin koneiden kapasiteettiä ja nopeuttamaan tilauksien valmistamista. Tuotannonohjaus ei pelkästään tarkoita tuotannon suunnittelua, vaan kokonaisvaltaisesti tiedon kulkua yrityksen sisällä.

Jos kohdeyritykseen päätetään ottaa käyttöön uusi tuotantomalli, tulee tuotannonohjausta tehostaa. Tulevaisuudessa oletettujen kasvavien tilausmäärien myötä tuotannonohjausta voitaisiin sähköistää enemmän. Esimerkiksi päätteen hankkiminen tehtaan puolelle olisi hyvä vaihtoehto. Kun jokin työvaihe saataisiin tehtyä, kävisi työntekijä kirjaamassa tiedot koneelle. Näin saataisiin heti tietoa materiaalivaraston tilasta, mahdollisista häiriötilanteista, pystyttäisiin keräämään tietoa käytetystä työajasta ja aktiivisesti seuraamaan missä vaiheessa tuotantoa tilaus on menossa.

Tuotteiden välikäsittely näyttäisi tuottavan ongelmia hallissa. Etenkin tuotteet, jotka jonottavat maalaamoon, tukkivat reitin levytyökeskukselle. Ongelmaan saattaisi auttaa yksinkertainen ratkaisu: maalaamalla lattiaan esimerkiksi keltaiset viivat, joiden sisäpuolelle kappaleita ei saa laittaa, näin materiaalivirta olisi joustavampi. Lattiassa näytti olevan vanhoja maalauksia, mutta nämä tulisi nyt uudistaa ja miettiä, että ovatko vanhat maalaukset oikeissa kohdissa.

### 5.3 Teoreettiset kapasiteetit

Ensimmäisenä pyritään vähentämään ja standardoimaan eri **putkidimensiot** noin kymmeneen kappaleeseen. Tällä hetkellä eri putkiaihiota on useita kymmeniä erilaisia, johtuen arkkitehtien suunnittelemista kalusteista. Pienemmällä määrällä ja moduloinnilla materiaalivirta ja tilausvirta saataisiin paremmin aisoihin, ja samalla tuotantoa pystytäisiin kontrolloimaan paremmin. Lisäksi varastointi helpottuisi

Helpon **sahauslinjaston** kapasiteettia nostettaisiin investoimalla uuteen sahauslinjastoon, jossa olisi niin syöttö- kuin purkulaitteisto. Tämä mahdollistaisi sen, että suuremman tilauksen saapuessa putkiaihiot voitaisiin lastata valmiiksi syöttölaitteistolle, ja konetta voitaisiin ajaa osa työpäivästä miehittämättömänä.

Kohdeyrityksessä jo valmiina oleva **pater-nostin** toimii hyvin, joten sen käytön jatkamiselle ei ole esteitä. Jotta putkiaihioiden siirtäminen pater-nostimelta työkoneelle kävisi nopeasti ja jouhevasti, kannattaisi investoida pariin kappaleeseen pyörillä kulkevia siirtovaunuja tai pylväsnostureihin. Putkiaihioiden halkaisijat ovat pääosin alle 150 mm, joten tällöin kannattaisi investoida pyörösahaan vannesahan sijaan.

Nykyisellään **maalaamo** ei toimi kuten pitäisi ja tulee aina muodostamaan pullonkaulan valmistusprosessiin. Ongelmaa myös pahentaa kauempana sijaitseva pesu/fosfatointikone. Tuotannon kannalta kannattaisikin investoida maalauslinjastoon, johon itseensä on integroitu pesuosuus. Tämä nopeuttaisi

tuotteiden läpimenoa ja vapauttaisi ainakin yhden ihmisen pois täyttelemästä pesu/fosfointikonetta. Samalla saataisiin maalaamon mittoja suurennettua, että isommatkin kappaleet mahtuisivat kokoonpantuina maalaukseen/pesuun. Lisäksi joitakin kappaleiden osia voitaisiin yhdistää, nykyisin joitain kappaleita on jaettu osiin, että ne ovat mahtuneet maalaamon uuniin. Kaikista nykyisistä maalaamon laitteista ei tarvitse luopua, vaan ne voidaan integroida osaksi uutta linjastoa.

**Levytyökeskuksen** kapasiteettia pystyttäisiin nostamaan investoimalla uuteen varastoon. Varasto tulisi myös sijoittaa mahdollisimman lähelle levytyökeskusta, tämä onkin huomioitu uudessa layoutissa. Näin kappaleiden turhalta siirtelyltä vältytään. Täysin uuden levytyökeskuksen ostaminen ei ole ajankohtainen asia, vaan pääasiana on nyt saada nykyinen levytyökeskus toimimaan siten kuin pitäisi. Uusiin työkaluihin ja mahdollisiin lisälaitteisiin satsaamisen sen sijaan on kannattavaa.

**Tulevaisuuden tilauksia** on vaikea ennakoida tarkasti, etenkin jos tilaukset tulevat tärkeimmän sidosyrityksen puolelta. Kuitenkin pieniä varovaisia ennakoita on pystyttävä tekemään ja niitä tarpeen vaatiessa korjailemaan. Tähän asti tärkeimmältä sidosyritykseltä tulleet tilaukset ovat muuttuneet lähes päivittäin, joten tulevaisuudessa tähän voitaisiin varautua paremmin esimerkiksi asettamalla eräänlainen korjausmarginaali valmistukseen. Tämä marginaali laskettaisiin niin, että koneiden kapasiteetit eivät ylittyisi mahdollisista lisätilauksista ja muutoksista.

## 6 VAIHTOEHTOISET TOIMINTAMALLIT

Mahdollisten uusien investointien kohdalla tulee suorittaa esimerkiksi herkkyysoanalyysi. Näin tiedetään kannattaako investointi ja kuinka nopeasti investointi maksaa itsensä takaisin. Laskelmat ovat lähinnä suuntaa-antavia. Herkkyysoanalyysi kuvaa kannattavuutta, jos yhden tai useamman investoinnin kannattavuuskomponentin toteutuva arvo poikkeaa suunnitellusta arvosta. Analyysi paljastaa ne komponentit, joiden arviointivirheiden vaikutus investoinnin kannattavuuteen on suurin tai vähäisin. (Aho 1989, s. 163–164)

Tässä kappaleessa on laskettu ja taulukoitu investointien kustannus päivässä olevia työtunteja kohden. Työpäiviä on vuodessa 258 ja työtunteja kahdeksan päivässä. Laskuissa ei ole huomioitu mahdollisia työntekijöiden ”pekkaspäiviä” tai lomia. On myös oletettu, että lainaa maksetaan takaisin 12 kertaa vuodessa. Menetelmänä on käytetty annuiteettia ja Egren Oy:n kotisivuilta löytyvää lainalaskuria. Kaikissa investoinneissa pitoajaksi on oletettu 7 vuotta, sisäiseksi koroksi 8 % ja jäännösarvoksi nolla. Laskuissa on huomioitu investoinnin kustannukset, työvoimakustannukset, huollot ja käyttökulut sekä lainasta kertynyt korko.

### 6.1 Levytyöt

Nykyisellään levytyökeskus soveltuu tuotantoon hyvin ja sen kapasiteetti riittää kasvavien tuotantomäärien käsittelyyn. Jos kuitenkin tarvetta ilmenee, parhain vaihtoehto olisi investoida laserin ja lävistävän levytyökeskuksen yhdistelmäkoneeseen. Levytyökeskuksen kustannustekijät jakautuvat seuraavanlaisesti:

- tilakustannus 42,05 €/m<sup>2</sup>/v
- sähköenergian hinta 0,10 €/kWh
- resonaattorikaasut

- helium 0,02 €/l
- typpi 0,00479 €/l
- hiilidioksidi 0,02 €/l
- leikkauskaasut
  - typpi 0,00103 €/l
  - happi 0,00128 €/l
- työkalujen hinnat
  - halkaisija alle 30 mm 200 €
  - halkaisija yli 30 mm 520 €
- kulmaleikkauksen hinta 0,00084 €/leikkaus
- laserin optiikka- ja suutinkustannukset
  - suutinkustannukset 0,50 €/h
  - optiikkakustannukset 1,68 €/h
- irrotus- ja käsittelykustannukset
  - kierteytyskustannus 25,23 €/h
  - muovauskustannus 25,23 €/h
  - hiontakustannus 25,23 €/h

(mukailten Eskola, Parviainen 2000)

Nykyisellään levytyökeskuksen konetuntihinta on 89 euroa. Huoltoon, energiaan ja tiloihin on arvioitu kuluvan tunnissa 10 euroa. Investoinneille halutaan 20 %:n tuotto, näin investoinnista saadaan yritykselle kannattava. Tällä prosentilla laskettu ulosmyyntihinta on taulukoissa esitetty pinkkinä pisteenä. Väriskaala janan alapuolella hahmottaa kannattavan ulosmyyntihinnan: punaisella alueella sijaitsevaan hintaan ei kannata myydä, keltaisella alueella hyvin perusteltuna voidaan myydä ja vihreä alue takaa halutun voiton. Laskuissa on oletettu, että koneen käyttöaste on 100 %.

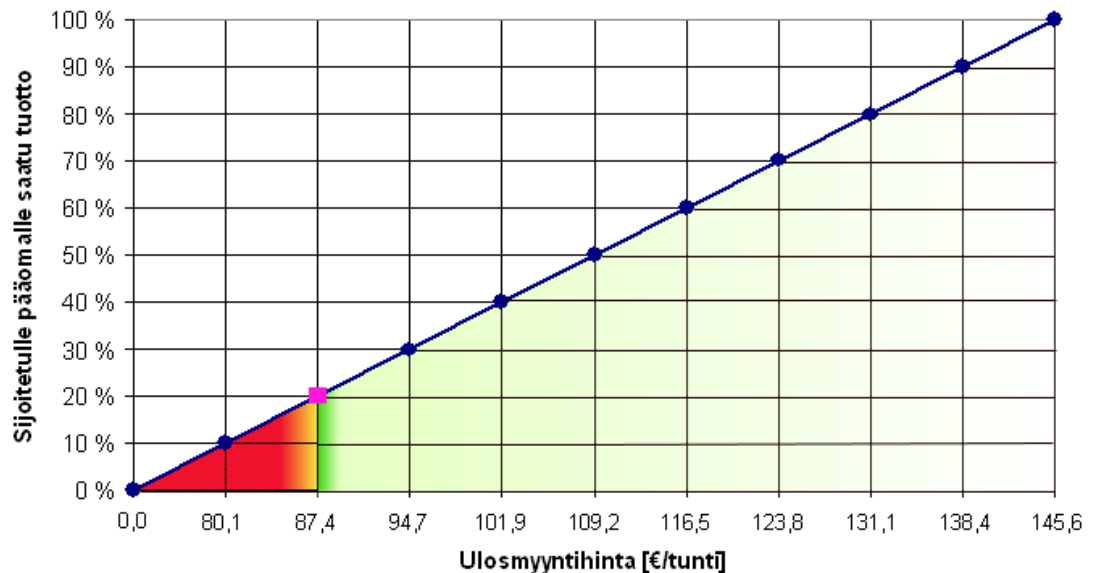
Levytyökeskuksen osalta halutaan investoida laitteistoon, joka sisältää lastaus- ja purkulaitteiston, kierteytysyksikön, laatikkolajittelulaitteen ja ohjelmiston. Tällöin



investoinnin arvoksi tulee 500 000 - 900 000 euroa. Levytyökeskusta käytetään miehittettynä 8 tuntia päivässä ja tämän lisäksi miehittämättömänä 2 tuntia.

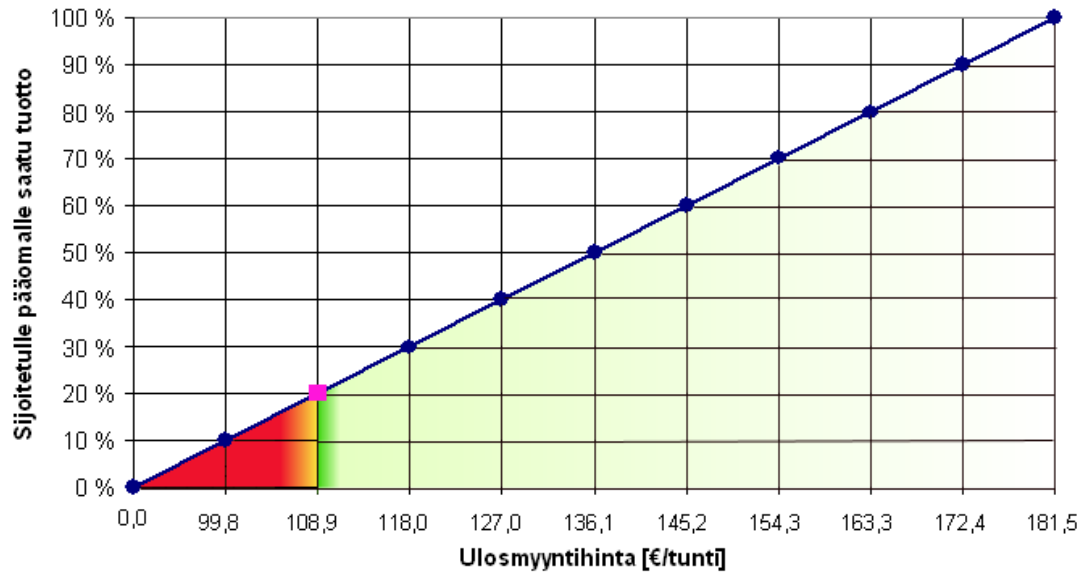
Investoinnin arvon ollessa 500 000 euroa, saadaan taulukon 8 osoittamat arvot. Tuntihinnaksi saadaan 72,82 € Tuottovaatimuksen kanssa ulosmyyntihinnaksi tulee näin ollen 87,4 €/tunti. Tämän hinnan alle ei kannata myydä, jos halutaan saada 20 prosentin tuotto.

*Taulukko 8. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 500 000 euroa.*



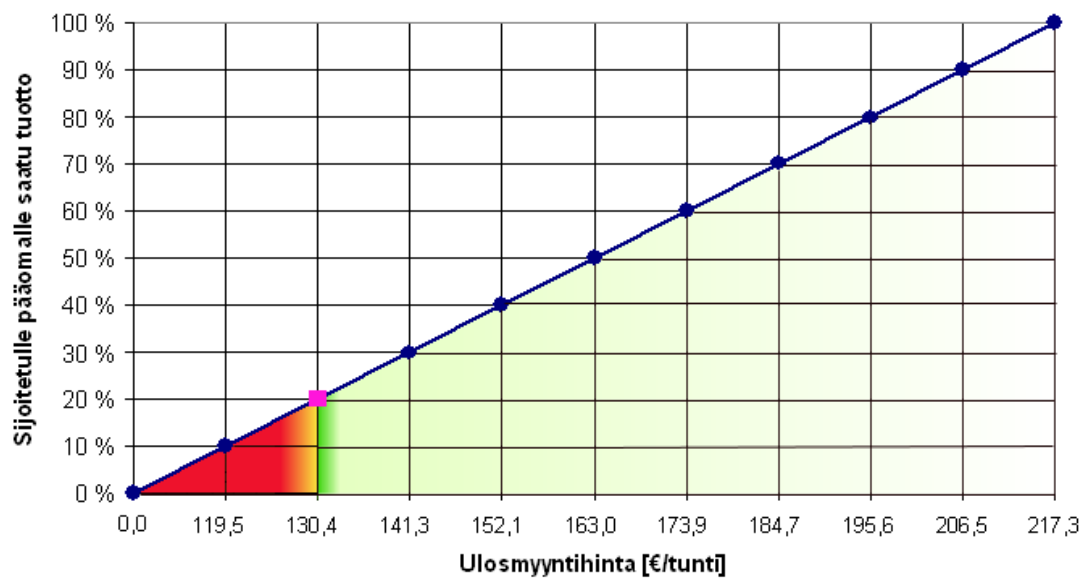
Taulukossa 9 on esitetty 700 000 euron investointi. Tuntihinnaksi saadaan aiemmilla laskelmilla 90,74 euroa. Tuottovaatimuksen kanssa ulosmyyntihinnaksi tulee näin ollen 108,9 euroa.

Taulukko 9. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 700 000 euroa.



Taulukossa 10 on esitetty 900 000 euron investointi. Tuntihinnaksi saadaan 108,66 euroa ja 20 prosentin tuottovaatimukselle ulosmyyntihinnaksi saadaan 130,4 euroa.

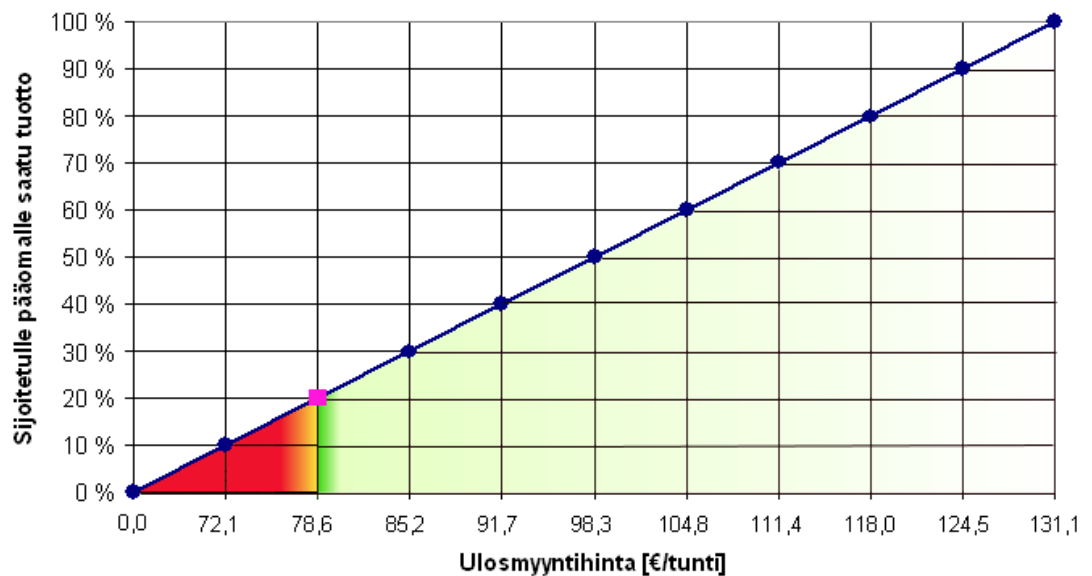
Taulukko 10. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 900 000 euroa.



Yhdistelmäkone voitaisiin myös varustaa varastojärjestelmällä ja purkupuolen robotilla. Näin konetta voidaan hyödyntää jopa 20 tuntia päivässä, joista suurin osa on miehittämätöntä työaikaa. Tarjouksien perusteella investointi tulisi maksamaan 900 000 -1 000 000 euroa.

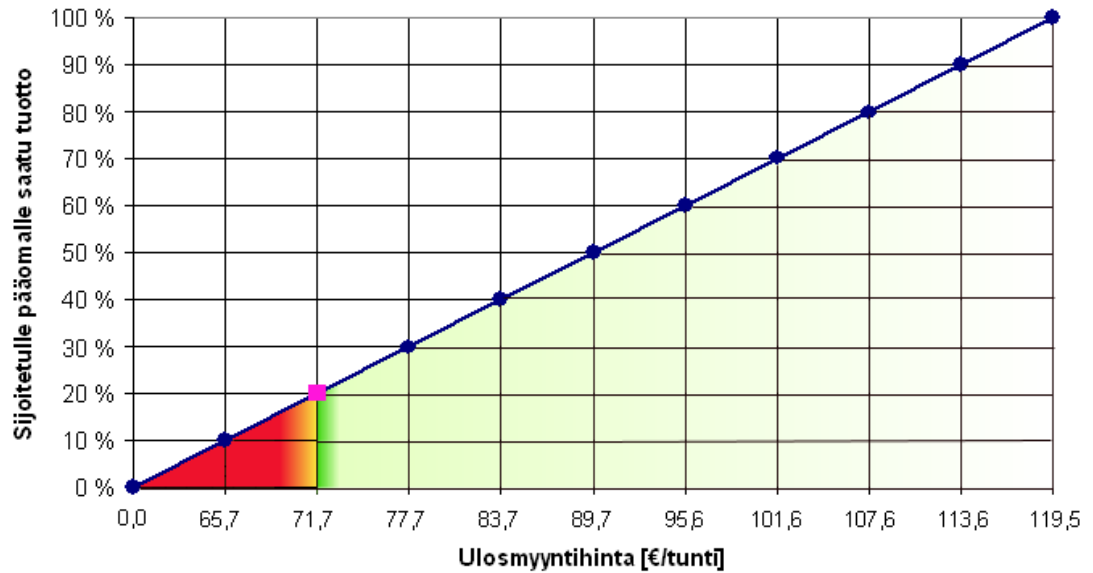
Investoinnin ollessa 900 000 euroa tunti hinnaksi saadaan 65,53 euroa. 20 prosentin tuottovaatimuksella ulosmyyntihinnan tulisi olla 78,6 euroa/tunti. Taulukossa 11 on esitetty tämän investoinnin eri ulosmyyntihinnat halutulla tuotto prosentilla.

*Taulukko 11. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 900 000 euroa.*



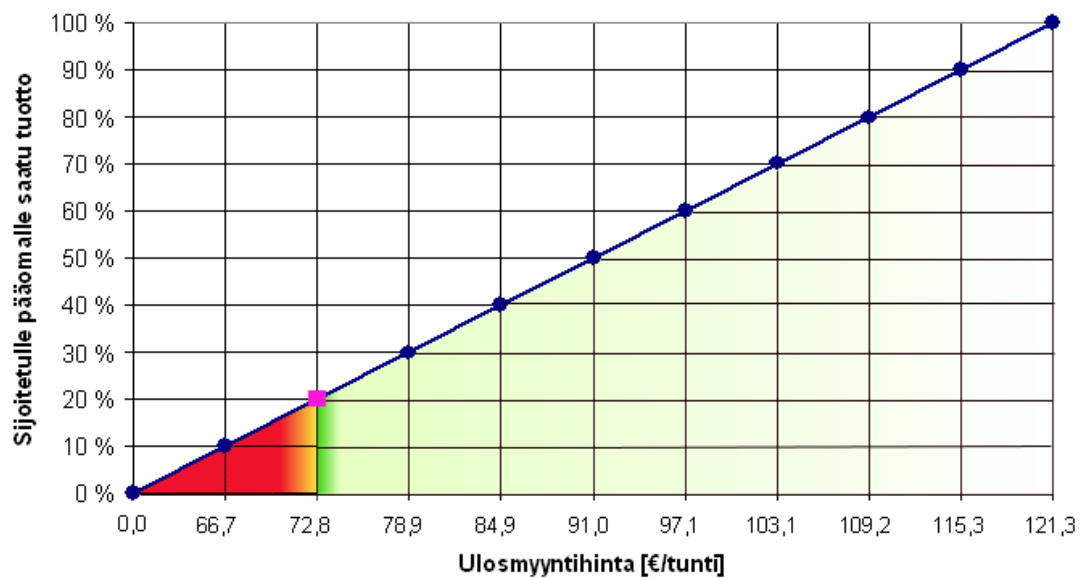
Jos investoinnin arvo olisikin 950 000 euroa, konetuntihinnaksi tulisi 59,77 euroa. Taulukossa 12 on esitetty tämän suuruisen investoinnin vaikutukset ulosmyyntihintaan halutulla tuotto prosentilla.

Taulukko 12. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 950 000 euroa.

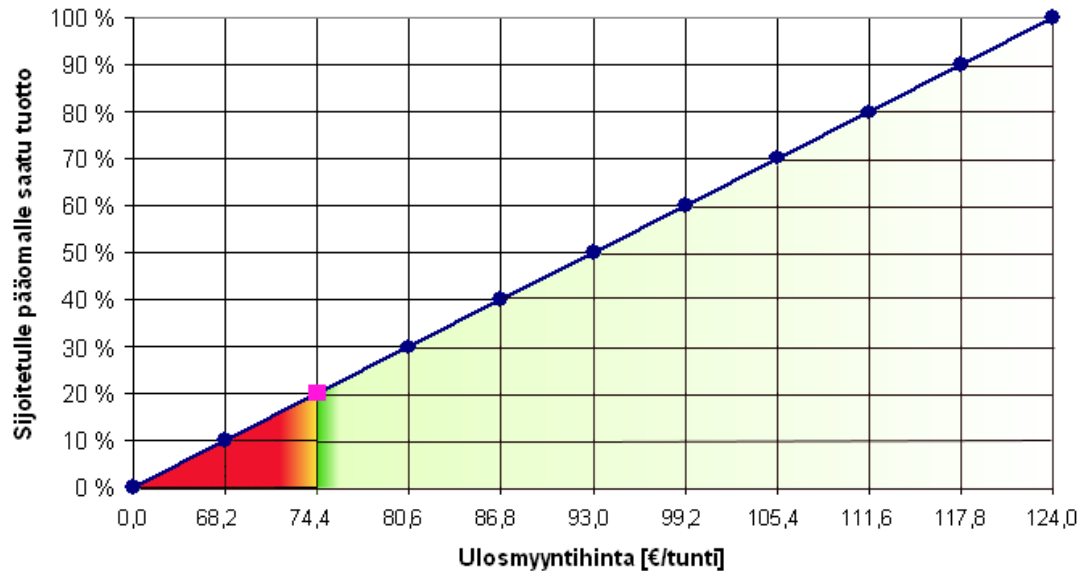


Investoinnin arvon ollessa 970 000 euroa, käyttötuntihinnaksi saadaan 60,67 euroa. Vastaavasti miljoonan euron investoinnilla tuntihinnaksi saataisiin 62,01 euroa. Arvot on taulukoitu taulukoihin 13 ja 14.

Taulukko 13. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 970 000 euroa.



Taulukko 14. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 1 000 000 euroa.



## 6.2 Sahauslinjasto

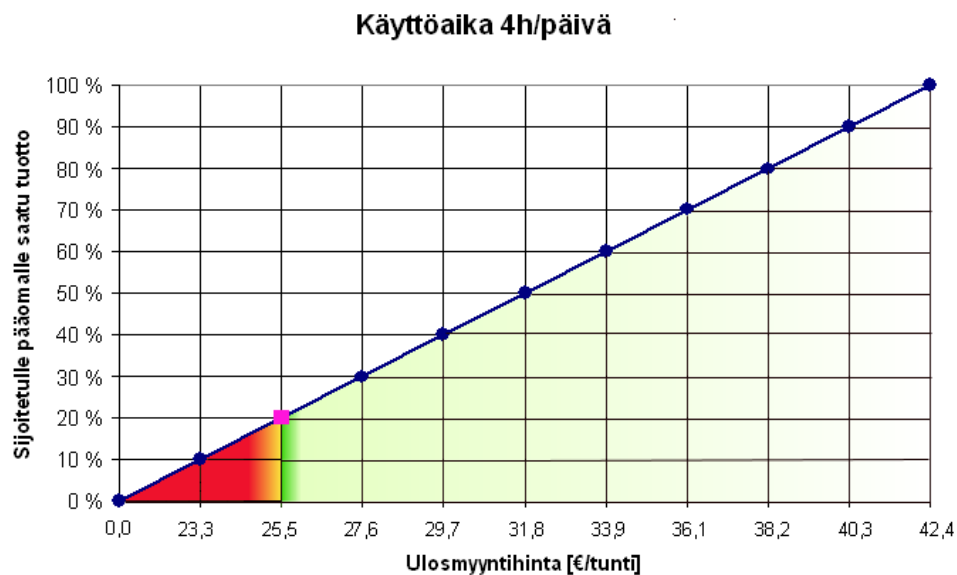
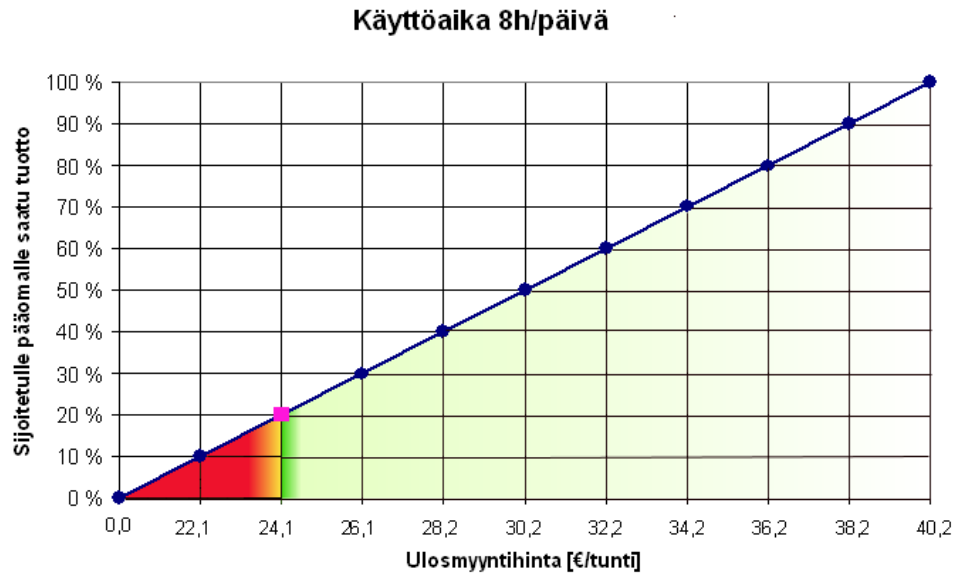
Tarkoituksena on investoida uudenlainen sahauslinjasto syöttö- ja lajittelulaitteilla. Koneeseen on tarkoitus liittää purkulaite, joka purkaa niin eteen kuin taakse. Sahaan on myös tarkoitus integroida sumuvoitelulaite, joka kuluttaa voiteluainetta niin vähän, että kappaleiden pesu leikkauksen jälkeen on turhaa. Lisäksi saadaan puhtaampi työympäristö, työstettävän pinnan laatu on parempi ja käytettyjen leikkuunesteiden käsittely ja hävittäminen eivät ole enää tarpeellista.

Tarkoituksena on, että sahan terän kulmaa voidaan muuttaa ja näin ollen mahdollistetaan kulmaleikkaukset. Lisäksi tullaan investoimaan helpokäyttöiseen ohjelmointitekniikkaan, joka takaa helpon ja nopean käytön. Henkilöstön koulutukseen myös satsataan, jotta mahdollisimman moni työntekijä osaisi ohjelmoida ja käyttää konetta.

Investoinnille kertyy hintaa 50 000 – 90 000 euroa toimittajasta ja halutuista lisälaitteista johtuen. Jos investoinnin arvoksi tulee 50 000 euroa, tunti hinnaksi kertyy

8 tunnin käytöllä 20,11 euroa ja neljän tunnin käytöllä 21,22 euroa. Taulukossa 15 on esitetty näiden tuntimäärien muodostama ulosmyyntihinta.

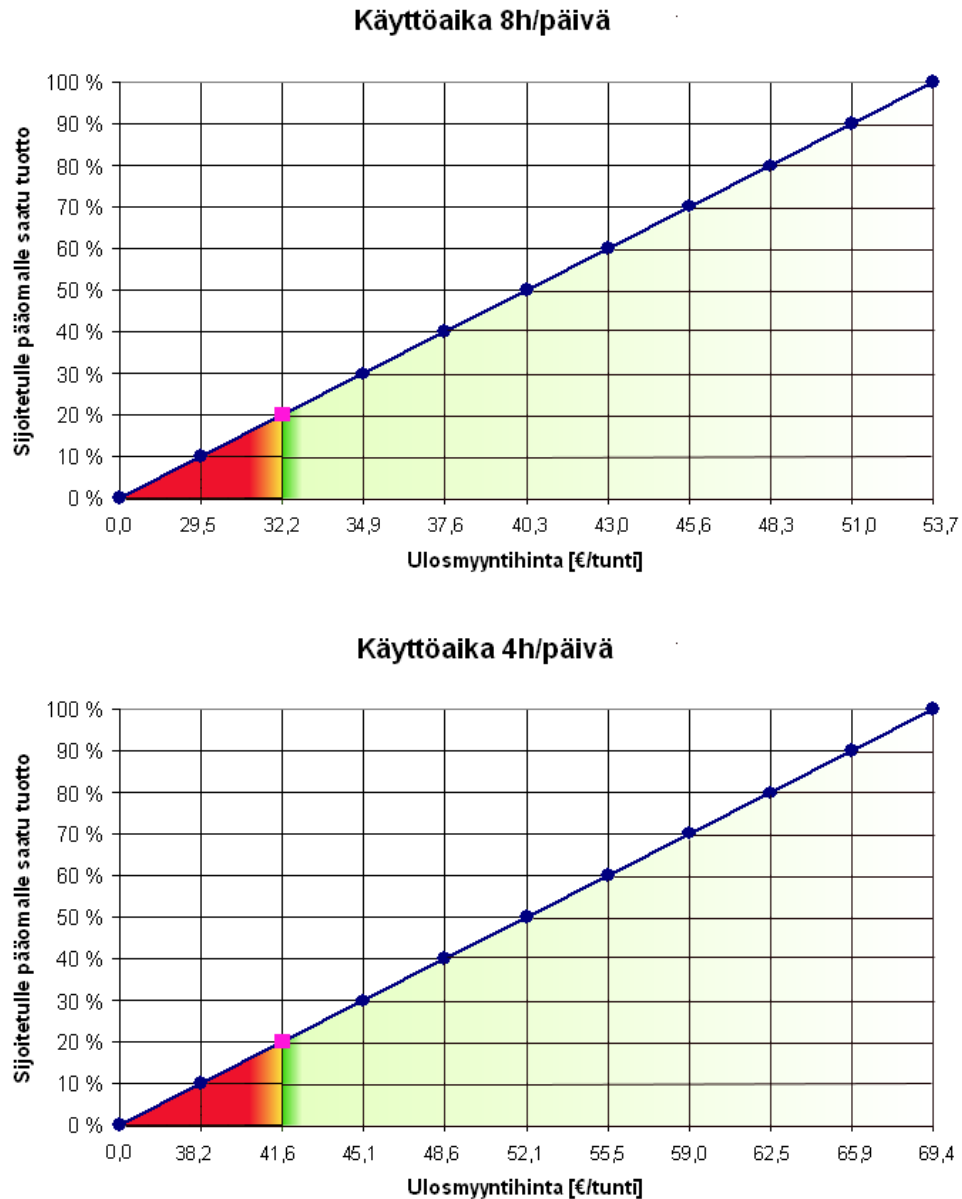
*Taulukko 15. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 50 000 euroa.*



Investoinnin ollessa 70 000 euroa, kuluiksi työtuntia kohden muodostuu 26,85 euroa, jos konetta käytetään 8 tuntia päivässä. Neljän tunnin käytöllä tuntihinta on 34,71

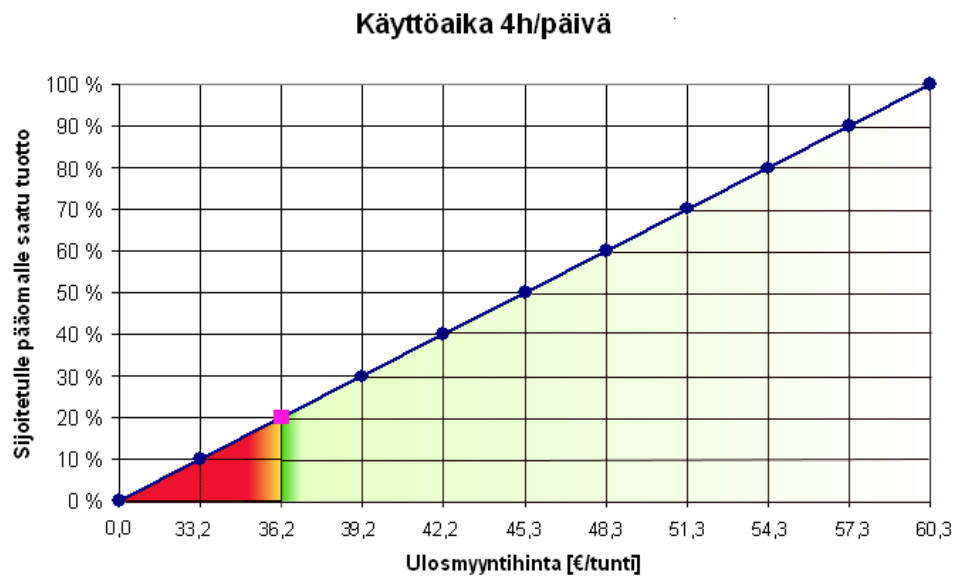
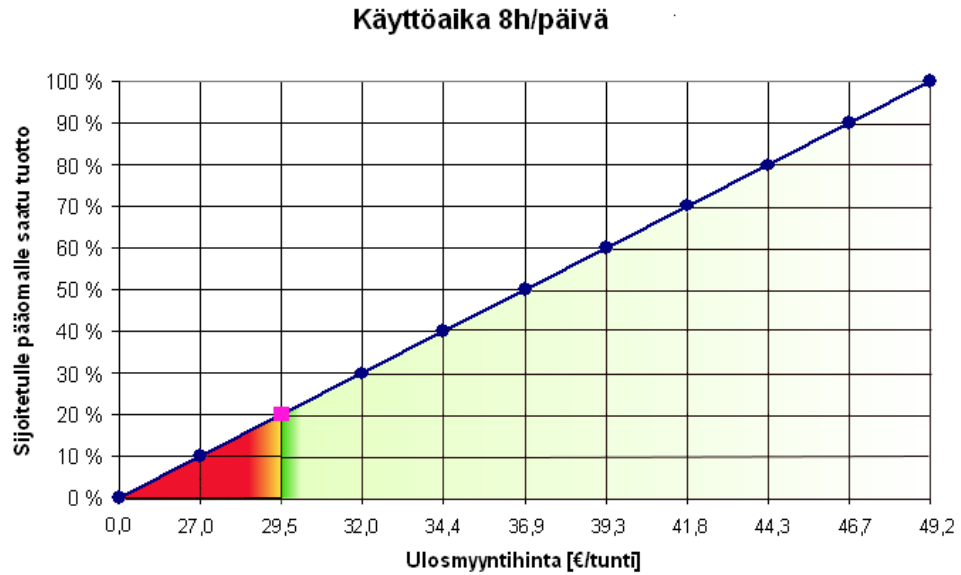
euroa. Taulukossa 16 on esitetty kahdeksan ja neljän tunnin käytöstä määräytyvät ulosmyyntihinnat.

*Taulukko 16. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 70 000 euroa.*



Vastaavasti, jos investoinnille kertyy hinnaksi 90 000 euroa, tuntihinnaksi kahdeksan tunnin käytölle muodostuu 24,58 euroa ja neljän tunnin käytölle 30,17 euroa. Taulukossa 17 on esitetty näille arvoille saadut ulosmyyntihinnat.

Taulukko 17. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 90 000 euroa.



On kuitenkin huomioitava että neljän tunnin käyttö on riittämätön. Tuotantomäärien kasvaessa oletettavasti päästää kahdeksan tunnin käyttöön. Lisäksi purkulaitteiden ansiosta leikkauslinjastoa voidaan käyttää miehettömästi parisen tuntia päivässä.



### 6.3 Maalaus

Uudessa maalauslinjastossa on yhdistetty maalaus ja pesu. Näin saadaan materiaalivirta muuttumaan selkeämmäksi ja joustavammaksi. Uusi investointi myös mahdollistaa sen, että isoja kokoonpanoja voidaan maalata nyt kokonaisuuksissaan. Uuteen kammioon tulisi mahtua kooltaan noin 1500x1500x3000 mm oleva kappale. Lisäksi kammion koosta johtuen sinne mahtuu enemmän pieniä osia ja näin saadaan kapasiteettiä nostettua. Uusi maalauslinjasto olisi tarkoitus saada mahtumaan kooltaan 33 x 7,1 metriä olevaan alueeseen.

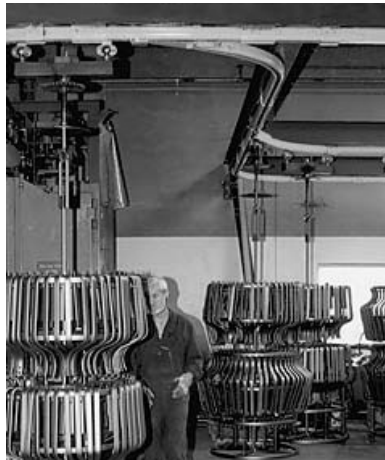
Investoinnin toteutus on kiinni vain halutun tilan käytöstä ja rahan määrästä. Laitteistoja on erilaisia ja kattorata voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Linjastoon voidaan sisällyttää single kattoratakuljetin (kuva 14), maalinpolttouuni, jauhemaalauskaappi, pesukone ja vedenkuivausuuni. Single-kattorata kulkee automaattisesti eteenpäin ja sen nopeus riippuu säädetyistä uunitusajasta. Nopeutta voidaan säätää välillä 1,5 – 3 m/min. Kappaleet maalataan manuaalisesti ja ylimääräinen maali kierrätetään.



**Kuva 14.** Single-kattorata (Caldan 2006).

Kappaleet voidaan kuljettaa radalla myös manuaalisesti (käsien vetämällä, kuva 15). Hyvänä puolena järjestelmässä on se, että kaikki eri prosessivaiheet voivat olla käytössä samanaikaisesti. Tällaisen linjastoon on hyvä sisällyttää automaattinen

monivaihe-esikäsitteily, kuivaus, jauhemaalauasema ja polymerisointiunit. Jäähdytys tapahtuu vapaajäähdytyksenä polymerisoinnin jälkeen. Jauhekaappina on manuaalikaappi, jonka sisällä työntekijä maalaa kappaleet. Ylimääräistä maalia ei kierrätetä.

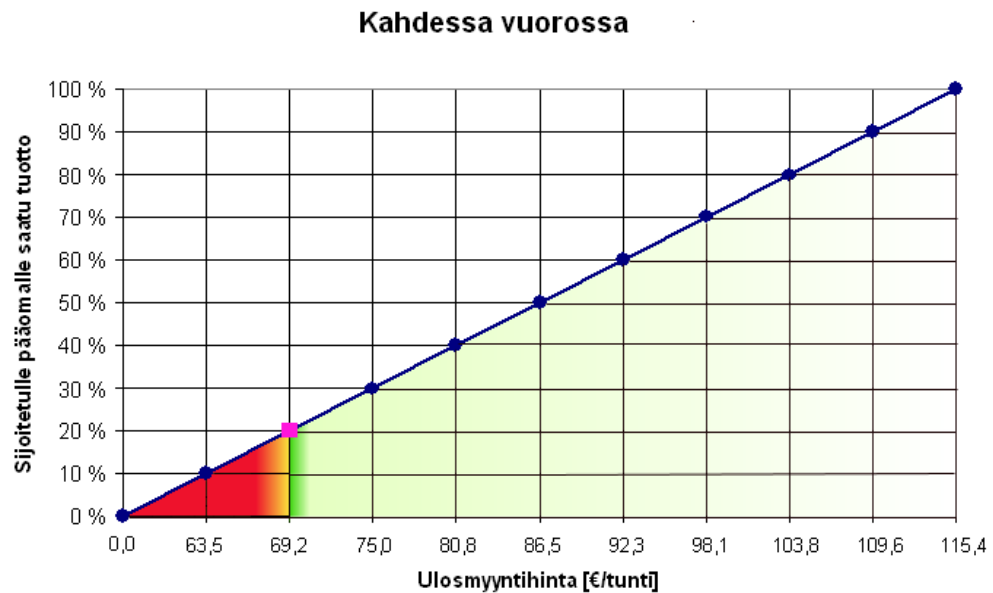
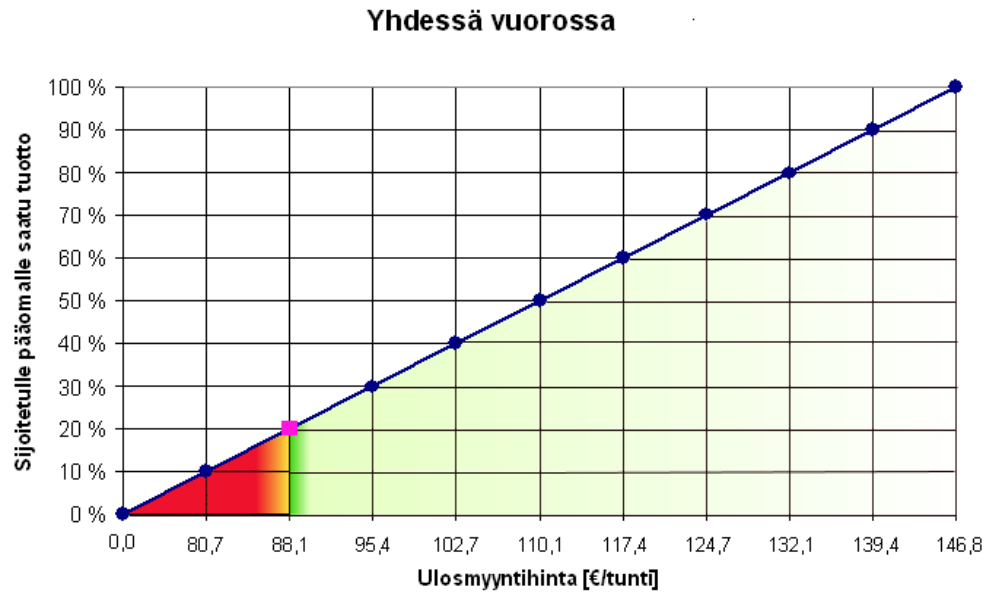


**Kuva 15.** Manuaalinen rata (Caldan 2006).

Energiaa maalauslinjastossa kuluu pesurin ja uunien lämmitykseen, sekä toimilaitteiden ylläpitoon. Linjaston liitântäteho on arviolta 400 kW, käytössä linjaston tehontarve kuitenkin vaihtelee ja oletettavasti liitântätehoista on käytössä 60 prosenttia. Näin ollen arvioitiin, että huoltoon ja muihin kustannuksiin menisi 24 euroa tunnissa. Muuten laskuissa käytetyt arvot ovat samoja kuin on käytetty levytöiden ja sahauslinjaston kohdalla. Investoinnin hinta tulee olemaan 280 000 – 500 000 euroa, toimittajasta ja lisälaitteista riippuen.

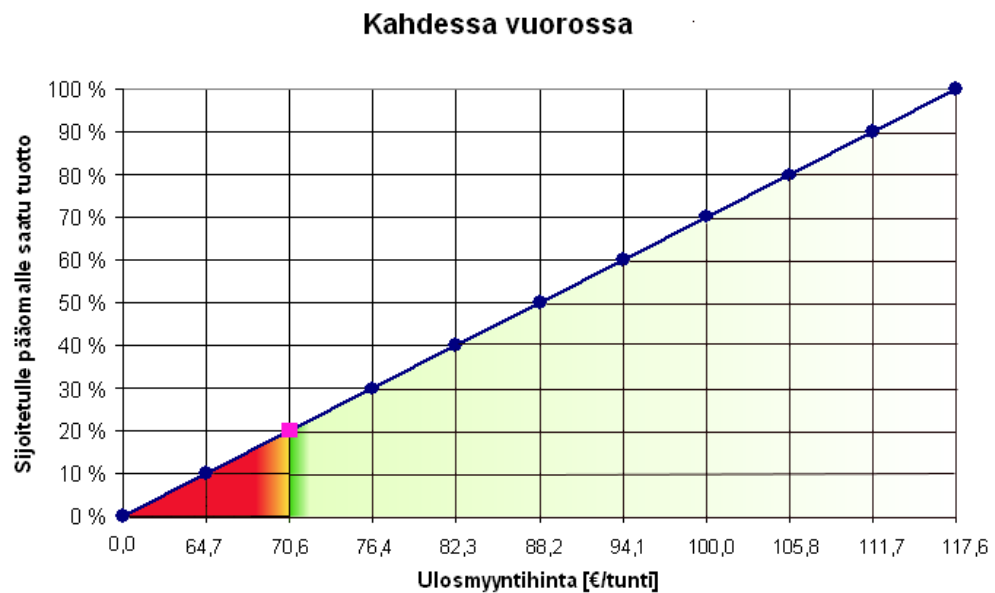
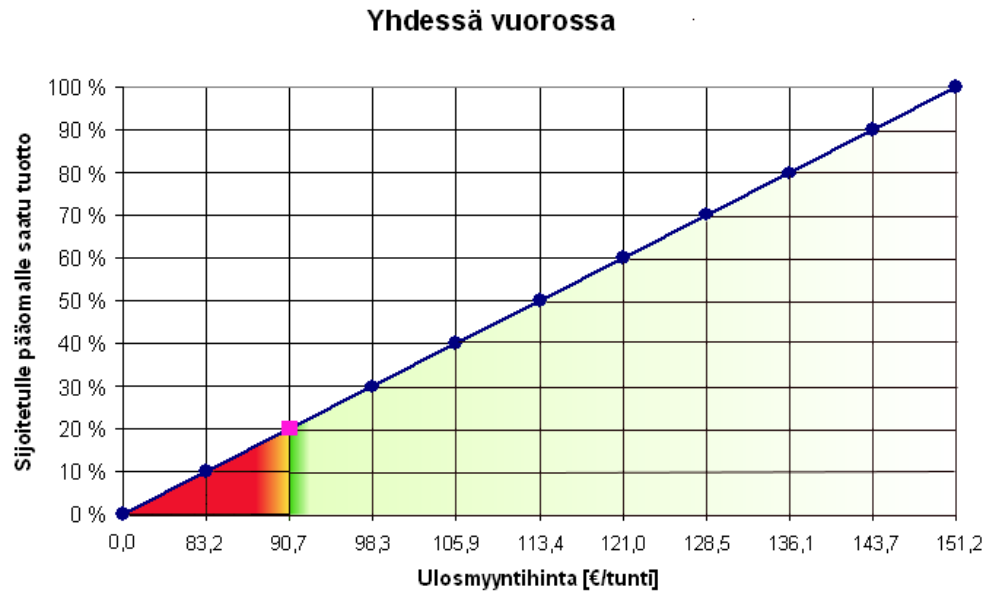
Jos investointi on suuruudeltaan 280 000 euroa, saadaan tuntihinnaksi yhdessä vuorossa 73,38 euroa ja kahdessa vuorossa 57,69 euroa. Taulukossa 18 on esitetty mahdolliset ulosmyyntihinnat eri sijoitetulle pääomalle saaduille tuottoosenteille.

Taulukko 18. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 280 000 euroa.



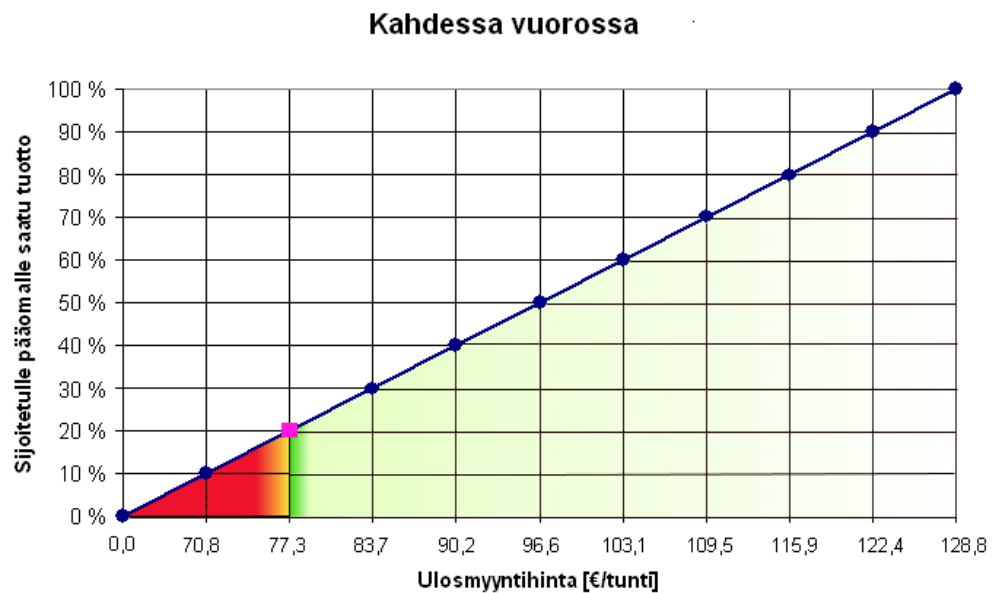
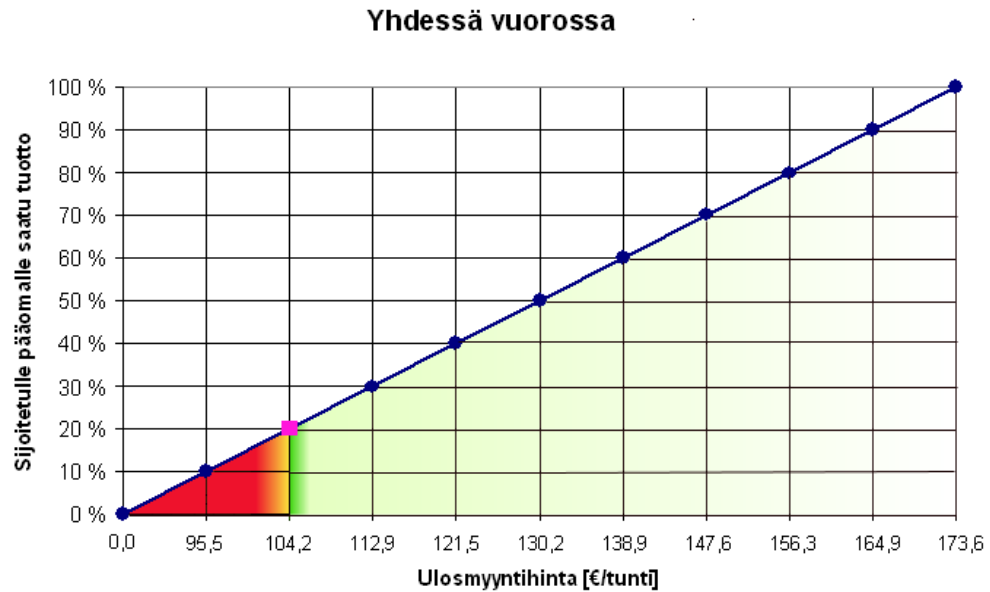
Investoinnin suuruuden ollessa 300 000 euroa, saadaan yhden vuoron tuntihinnaksi 75,61 euroa ja kahden vuoron 58,80 euroa. Taulukossa 19 on esitetty mahdolliset ulosmyyntihinnat eri sijoitetulle pääomalle saaduille tuottoprosenteille.

Taulukko 19. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 300 000 euroa.



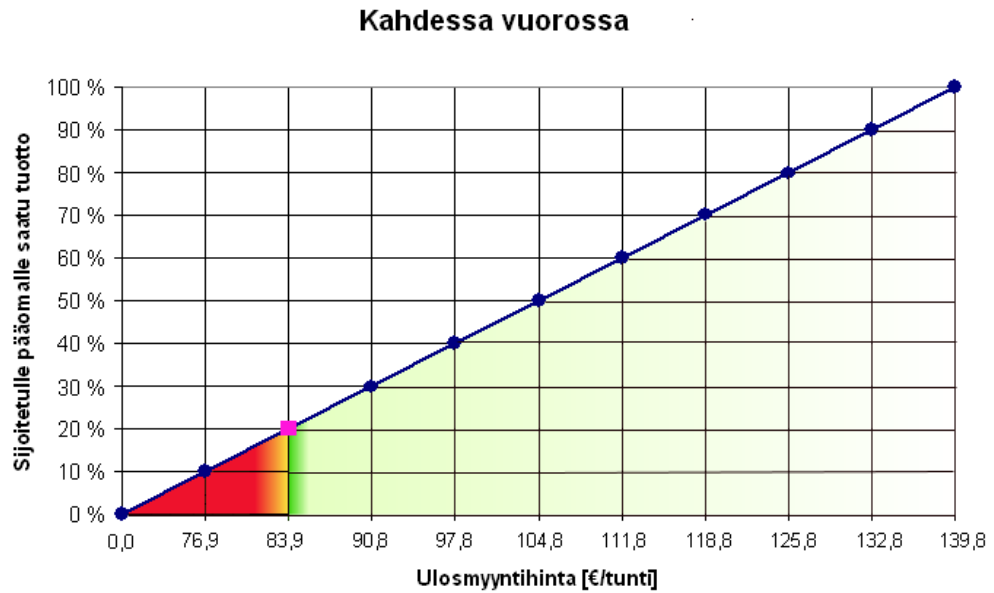
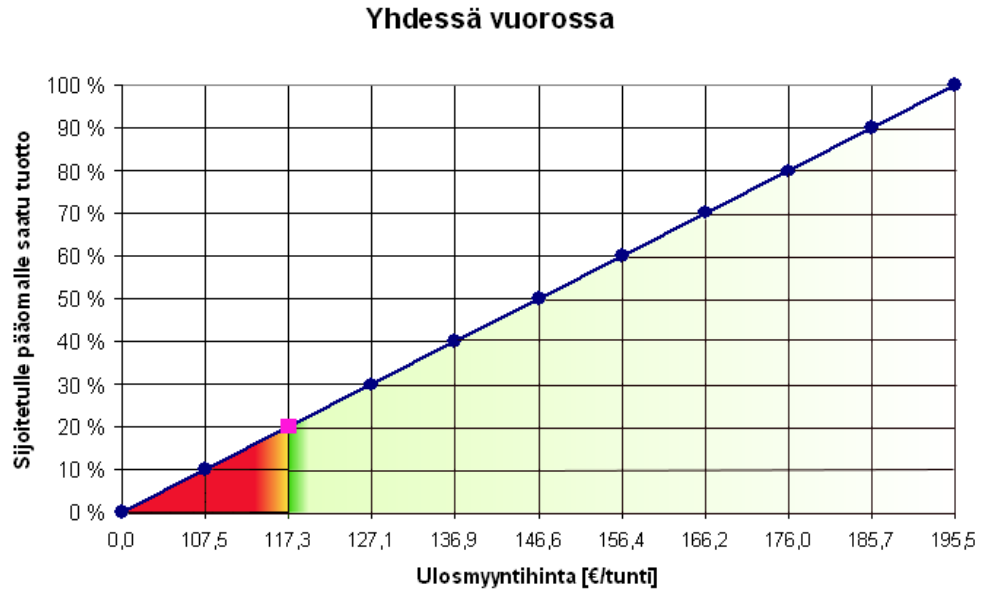
Investoinnin ollessa 400 000 euroa, saadaan yhden vuoron tuntihinnaksi 86,81 euroa ja kahden vuoron 64,41 euroa. Taulukossa 20 on esitetty mahdolliset ulosmyyntihinnat eri sijoitetulle pääomalle saaduille tuottoprosenteille.

Taulukko 20. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 400 000 euroa.



Investoinnin suuruuden ollessa 500 000 euroa, saadaan yhden vuoron tuntihinnaksi 97,76 euroa ja kahden vuoron 69,88 euroa. Taulukossa 21 on esitetty mahdolliset ulosmyyntihinnat eri sijoitetulle pääomalle saaduille tuottoprosenteille.

Taulukko 21. Ulosmyyntihinnan vaikutus sijoitetulle pääomalle saadulle tuotolle investoinnin ollessa 500 000 euroa.



#### 6.4 Kokoonpano

Hitsaussoluista pyritään valmistamaan tilavia ja väliseinäratkaisuuina käytetään kevyitä rakenteita, jotta tulevaisuudessa solujen liikuttelu/muuttaminen olisi helppoa.

RST:n ja HST:n hitsaus keskitetään vain pariin soluun. Tämä takaa hyvät olosuhteet pölynmuodostuksen suhteen ja voidaan tuottaa parempaa laatua. Savunpoisto pyritään hoitamaan ”tukin” avulla, kohdepoistosta luovutaan.

Jatkossa pyritään myös panostamaan hitsaussolujen siisteyteen. Jokaisessa solussa sijaitsee laatikosto tarvittaville työkaluille. Solujen lähetyville sijoitetaan myös varastohylly, mistä tarvittavat jigat on helppo ja nopea noutaa. Koska osakokoonpanoista on suhteellisen isoja, kannattaisi kohdeyrityksen sijoittaa pylväsnostimeen. Tämä säästäisi työntekijöiden voimia ja estäisi työtapaaturmia. Kuvassa 16 on esitetty erään valmistajan pylväsnosturi.



**Kuva 16.** Eräänlainen pylväsnosturi (Erikkilä 2002, s. 2).

Pylväsnostureiden hinta vaihtelee 650 – 8 500 euron välillä. Hintaan vaikuttaa nosturityypin rakenne, kapasiteetti, pylvään korkeus ja ulottuma. Yleisin nostureiden nostokapasiteetti on 30 – 2 000 kiloa. Koska nosturin ulottuma on kuitenkin rajoittava tekijä, voisi työt ryhmitellä niin, että tietyissä soluissa kokoonpantaisiin suuremmat tuotteet ja tämän solun lähelle sijoitettaisiin nosturi. Hitsauskokoonpanoa

helpottamaan kannattaa myös investoida pyörällisiä vaunuja, joille on helppo lastata pienemmät kokoonpanot. Siirto tapahtuu kätevästi maalaamoon, eikä trukkia tarvita.

## 6.5 Varastojärjestelmä

Uusina vaihtoehtoina ovat automaattisesti ohjatut varastot tai manuaalivarastot. Automaattivarastoissa on monia vaihtoehtoja. Ensimmäisenä vaihtoehtona esimerkiksi varasto, jossa on kasettipaikkoja kahdessa tornissa. Hintaluokkaa kyseisellä varastolla on 100 000 – 130 000 euroa, riippuen millaisen version haluaa ja millaisia artikkeleita ajattelee varastossa säilöttävän.

Varastojärjestelmissä on kasettipakkoja, jotka voivat olla joko laatikoita tai hyllyjä, ja näin järjestelmä mahdollistaa erinäisten artikkeleiden säilömisen joustavasti. Joissakin malleissa yhteen kasettipakkaan voidaan laittaa tavaraa kolmen tonnin arvosta, painorajoitukset riippuvat varastojärjestelmän rakenteesta. Järjestelmiin voidaan myös liittää useita syöttö/purkupaikkoja, jotka mahdollistavat artikkeleiden hallinnan pituuden, painon tai numeroinnin mukaan.

Vaihtoehtona on myös manuaalisesti ohjattava varasto. Tällöin varastoa ohjataan silmämääräisesti ja miehitetysti. Hintaa järjestelmälle kertyy noin 45 000 – 55 000 euroa, koosta riippuen. Järjestelmässä olevat paletit kestävät painoa kolmen tonnin arvosta ja kasetteja voi varastohyllyssä sijaita kymmenisen kappaletta. Joidenkin valmistajien järjestelmään on mahdollisuus sijoittaa putkiaihoita, levyjä, työkaluja ja laatikoita, sekä puolivalmiita tuotteita tai valmiita tuotteita. Yhtä palettia pystytään lisäksi liikuttamaan neljään eri suuntaan, joka mahdollistaa nopean ja helpon materiaalikäsittelyn.

Nykyisin kohdeyrityksessä sijaitseva Pater-nostin tulee jäämään paikoilleen ja sen käyttöä pyritään tehostamaan.



## 6.6 Tilat ja layout-vaihtoehdot

Uusi tehdaslaajennus tulee sijaitsemaan vanhan tehdashallin päädyssä ja on alaltaan noin 900 neliötä. Laajennusosa muuttaa osittain materiaalin saapumista halliin. Nykyinen lastauslaituri ja –silta tulevat muuttumaan. Ajosilta tullaan kääntämään toiselle puolelle ja laituria laajennetaan laajennusosan seinustalle. Tämä aiheuttaa myös muutoksia katokseen, joka tullaan rakentamaan koko lastaussillan kokoiseksi.

Nykyisen hallin on tarkoituksena jäädä maalaamon ja putkilinjaston käyttöön. Levytyöt siirtyvät kokonaan uuteen osuuteen ja hitsausolot osittain uuden ja vanhan osan puolelle. Näin eri tuotannonvaiheet eristetään osaamisalueen mukaisesti ja materiaalivirrasta saadaan joustava. Pyritään siis funktionaaliseen layoutiin.

Maalaamo jää samaan kohtaan kuin se nykyisellään on. Se kuitenkin laajenee nykyisten hitsaussolujen kohdalle mahdollisen uuden linjaston myötä. Lisäksi maalaamon lopussa purku tapahtuu niin omalle tuotantopuolelle kuin seinän toisella puolella olevalle sidosyritykselle. Näin kappaleiden liikuttelua saadaan minimiin ja samalla minimoitua kuljetuksissa mahdollisesti tapahtuvat kolhiintumiset. Maalaamon lattia tullaan maalaamaan maalilla, joka on helppo pitää puhtaana ja turvallisena (ei liukastumisvaaraa mahdollisista maalipartikkeleista).

Kun uutta tilaa aletaan rakentaa, tulee perehtyä hyvin siihen mihin koneet sijoitetaan. Esimerkiksi levytyökeskus vaatii hyvän ja tukevan alustan paalutuksineen. Myös varastojen paikat pitää suunnitella hyvin etukäteen. Jälkikäteen lattian paalutus on kallista ja aiheuttaa tuotantokatkoksia. Maaperän analysointi on myös hyvä suorittaa ennen rakentamista, jotta ikäviltä yllätyksiltä vältyttäisiin. Kannattaa myös huomioida se, että tulevaisuudessa joidenkin koneiden paikkoja saatetaan vielä muuttaa ja investoida uusiin tuotantolaitteisiin.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Liikevaihdon kasvattamiseksi kaksin-kolminkertaiseksi ei onnistu ainoastaan työtapojen muutoksilla, vaan on varauduttava modernisoimaan nykyistä konekantaa ja investoimaan uusiin tuotantolaitteisiin. Henkilöstön mukaan saaminen ja uusien toimintatapojen opetteleminen ei tule tapahtumaan hetkessä. Kaikkien näiden onnistuminen yhdessä vaatii hyvän aikataulutuksen ja yhteisiä palavereja.

Kirjallisuudesta poimituissa toimintamalleissa kaikissa päätekijänä oli tietojen jatkuva dokumentointi ja tuotannon seuranta. Jo saavutettuja parannuksia tulee myös jatkossa seurata ja kehittää. Jatkuva kehittäminen ja parantaminen tuottavat aina parempia tuloksia ja askeleen kohti parempaa tuotannon hallintaa.

Tehtaalla suoritettut havaintotutkimukset ja johdon antamat taulukot ja haastattelut vastasivat hyvin toisiaan. Ongelmat oli havaittu ja niihin oli halu löytää ratkaisu. Ongelmia ei myöskään haluttu ratkaista pelkästään ilman investointeja, vaan oltiin halukkaita sijoittamaan yrityksen tulevaisuuteen ja kilpailukykyyn. Tästä hyvänä esimerkkinä uuden lisäosan rakentaminen, joka entuudestaan parantaa kohdeyrityksen tuotantoa.

Tulevaisuuden kannalta kohdeyrityksen tulisi jaksaa panostaa enemmän työntekijöiden mielipiteen huomioon ottamiseen ja uusien mahdollisuuksien selvittämiseen. Hiljalleen uusien metodien käyttöönotto niin työntekijöiden, kuin johtoportaan kanssa luo tiiviin yhteistyöverkoston, jonka avulla tuloksia saadaan aikaan. Mahdolliset ongelmat, mitä tulevaisuudessa tulee mahdollisesti esiintymään, tulee ratkaista heti ja pohtia miksi näin pääsi käymään. Syyllistäminen ja syyllisten etsiminen ei ongelmia poista.

Ehdottoman tärkeää olisi tässä vaiheessa investoida uuteen maalauslinjastoon, joka toteutuessaan poistaisi pesu/fosfatointikoneen aiheuttaman pullonkaulan. Lisäksi uudella linjastolla mahdollistettaisiin isompien kokoonpanojen polymerisointi kerrallaan. Toisen pesu/fosfatointikoneen hankkiminen nykyisen koneen vierelle ei ole taloudellisesti kannattavaa. Investoinneissa ei tule pelkästään ajatella koneen hintaa, vaan on myös huomioitava työvoimakustannukset ja koneen viemä tila. Näin ollen tuotantoa saataisiin maalauslinjaston avulla joustavammaksi ja nopeammaksi.

Myös levytyökeskuksessa havaittuihin ongelmiin tulee nyt etsiä ratkaisu ja saada kone toimimaan sille luvatussa käyttöasteella. Pienen ongelman korjaaminen saattaa helposti ratkaista isomman ongelman ja edistää tuotannon viemistä parempaan suuntaan.

Kokkonaisvaltaisen toimintasuunnitelman laatiminen tarkalla aikajänteellä helpottaa tavoitteiden saavuttamista ja jo saavutettujen etujen dokumentointia. Tulevaisuudessa kannattaa myös panostaa paljon oman tuotannon seuraamiseen ja alkaa laskea muun muassa eri kappaleiden läpimenoaikoja. Kun kaikki tuotannon vaiheet dokumentoidaan, saadaan kattava tietopaketti omasta tuotannosta ja suunnasta mihin ollaan menossa.

## 8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia kohdeyrityksen tuotantoa ja sitä miten yrityksen liikevaihto saadaan tuplattua. Ongelmaan haettiin ratkaisua kirjallisuudessa esiintyvistä case-tapauksista, tuotannon seuraamisesta ja yritysjohdon haastatteluista. Tuotannonohjaukseen esitettiin yleisemmin yritysmaailmassa käytössä olevia tuotantomalleja, joiden avulla useampi yritys maailmassa on pystynyt ohjamaan tuotantoaan tehokkaampaan suuntaan.

Työn aloitusvaiheessa tiedettiin yrityksessä nyt jo tarkennetut pullonkaulat ja niistä johtuvat ongelmat tuotannossa. Ongelmiin haluttiin etsiä eri ratkaisuvaihtoehtoja ja ulkopuolisten ihmisten apua. Tämän takia johto ei yksinään pyrkinyt ratkaisemaan havaittuja ongelmia. Tiedettiin, että suurimmat ongelmat johtuvat putkileikkaukslinjasta, pesu/fosfatointikoneesta ja maalaamosta. Ongelmia esiintyy myös levytyökeskuksessa, mutta vikaa ei ole koettu liian ongelmalliseksi, kuitenkin haitalliseksi.

Putkileikkauksen ongelmana on suuri määrä eri putkiaihioita ja jo liian vanha saha. Ongelmia tuottivat myös piirustukset, jotka usein olivat epätarkkoja ja työntekijä itse joutui työn loputtua laskemaan materiaalikulutuksen. Jalostamatonta työtä tehtiin myös erittäin paljon, kappaleiden nostelua ensin leikkauksen jälkeen sahan päätyyn (leikkausnesteeseen valuttamista) ja siitä lavalle. Suurimmaksi osaksi aihioita pystyttiin sahaamaan vain yksi kerrallaan, joka osaltaan hidastaa tuotteiden valmistumista.

Pesu/fosfatointikoneen sijainti on huono maalaamoon nähden. Nämä koneet sijaitsevat lähes eri puolilla tehdashallia ja kappaleita joudutaan siirtelemään näiden välillä paljon. Lisäksi pesu/fosfatointikone on kapasiteetiltaan liian pieni jo nykyiseen tuotantoon.

Maalaamon suurimpana ongelmana oli uunin mitat, jotka rajoittivat valmistettävien kappaleiden mittoja. Tämä oli osaltaan ratkaistu niin, että suurimmat kappaleet valmistetaan ja polymerisoidaan osissa. Pulverimaalia oli myös pyritty kierrättämään, mutta tässä oli usein epäonnistuttu. Lisäksi maalaamon pienuuden tähden maalaamoon jonottavat kappaleet usein tukkeuttavat tehdaspuolen materiaalivirran ja näin vaikeuttavat muita tuotantopisteitä.

Ongelmiin haetaan nyt ratkaisua laajentamalla tehdashallia nykyisyydestään. Tämän laajennuksen myötä myös hallin koko layout joudutaan suunnittelemaan uudestaan. Lisätilan ansiosta myös pullonkauloina huomattuja kohteita voidaan nyt parantaa ja laajentaa. Materiaalivirtaa tullaan myös selkeyttämään, sijoittamalla muun muassa levytyökeskus ja hitsaussolut uusiin kohtiin. Materiaalivarastoja pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle niiden käyttökohteita, jotta ylimääräisiltä kappaleiden siirroilta vältyttäisiin.

Uusien investointien hankkimiseen liittyy aina riski. Riskiä pystytään kuitenkin minimoimaan erilaisilla laskelmilla ja tarkoilla tuntihintojen määrittämisillä. Laskuissa tulee huomioida niin investointi, kuin koneen tarvitsema energian ja tilan kustannus. Kun ulosmyyntihinnalle asetetaan tavoite, tulee siinä myös pitäytyä, näin luodaan yhteinen pelisääntö asiakkaan ja yrityksen välille.

## LÄHTEET

Aho, T. 1989. Investointilaskelmat. EKONOMIA-sarja. Vaasa: Vaasa Oy. 317 s. ISBN 951-35-2539-2

Almgren, H. 1999. Start-up of advanced manufacturing technology systems – a case study .Integrated Manufacturing Systems 10/3, 126-135 p. ISSN 0957-6061

Burcher, P., Lee, G. 1999. Lessons for implementing AMT – some case experience with CNC in Australia, Britain and Canada. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19, No 5/6, p. 515-526

Caldan, 2006. Single conveyor – Type S180 and S270. Saatavissa: <http://www.caldan.dk/uk/index.asp> [viitattu 17.5.2006]

Caron, N. 2001. Lean manufacturing's effect on assembly process – getting the skinny on other companies' practices. The FABRICATOR, July -01, Vol. 31, No 7. p. 44–46

Christopher, M. 1998. Logistics and supply chain management: strategies for reducing cost and improving service. Second edition. Great Britain: Biddles Ltd. 294 p. ISBN 0-273-63049-0

Egren Oy. Annuiteetilaskuri. Saatavissa: <http://edgren.fi/laskurit.htm> [viitattu 9.5.2006].

Erikkila 2002. Prosystem – Kääntöpuominosturit. Saatavissa: <http://www.erikkila.com/fi/pdf/jibfi.pdf> [viitattu 16.5.2006].

Eskola, P., Parviainen M. 2000. Levyosien taloudellinen valmistettavuus lasertyöstö- ja levytyökeskuksilla. Tuotantotekniikan erikoistyöt. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 82 s.

Francis, G., Hinton, M., Holloway, J., Humphreys, I. 1999. Best practice benchmarking: a route to competitiveness?. Journal of air transport management 5. 105-112 p.

Imai, M., 1986. Kaizen (Ky'zen) – the key to Japan's competitive success. United States of America: 259 p. ISBN 0-07-554332-X

Jahnunen, J., Lahti, M. Virtanen T. 1997. LOGINET – toimittajayhteistyö tilausohjautuvassa toimitusketjussa. MET tekninen tiedotus 3/1997. Helsinki: Yleisjäljennös Oy. 102 s. ISBN 951-817-668-X

Kajaste, V., Liukko, T. 1994. Lean-toiminta - suomalaisten yritysten kokemuksia. MET tekninen tiedotus 6/94. 2. painos. Tampere: Tammer-Paino Oy. 105 s. ISBN 951-817-592-6

Karjalainen, J., Maijala, M., Lindgren, M. 1999. Tuotannollinen ulkoistaminen. Tekninen tiedotus 1999, 11. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy. 92 s. ISBN 951-817-716-3

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY – kirjapainoyksikkö. 398 s. ISBN 951-0-21436-1

Larikka, M., Pohjasmäki, J. 1995. Jatkuva Parantaminen – 100 käytännön esimerkkiä. MET tekninen tiedotus 3/95. Tampere: Tammer-Paino Oy. 161 s. ISBN 951-817-616-7

Liker, J. K. 1997. Becoming lean – inside stories of U.S. manufacturers. USA: Edwards Brothers. 535 p. ISBN 1-56327-173-7

Morris, D., Brandon, J. 1994. Liiketoimintaprosessien uudistaminen – Re-engineering. EKONOMIA-sarja. Juva: WSOY:n graafiset laitokset. 318 s. ISBN 951-35-5912-2

Muther, R. 1974. Systematic layout planning. Second edition. USA, Boston: Cahners Publishing Company Inc. ISBN 0-8436-0814-5

Mäenpää, S. 2006. LIKU-4410 Toimitusketjun hallinta. Luento 2, toimitusketjuintegraatio. Saatavissa: [http://www.tut.fi/liku/opetus/kurssit/LIKU-4410/luento2\\_verkkoon.pdf](http://www.tut.fi/liku/opetus/kurssit/LIKU-4410/luento2_verkkoon.pdf) [viitattu 30.3.2006]

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. 2004. Operations management. Fourth edition. Spain, Madrid: Mateu Cromo Artes Graficas. 794 p. ISBN 0-273-67906-6

Pelkonen, S. 2006. Tuotantotekniikan erikoistyö. Kevät 2006, 2.3.2006..

Peltonen, A. 1998. Tuottava tehdas – luku 6. Saatavissa: <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas1.html> [viitattu 30.3.2006].

Riikonen, H., Parkkinen, H 2006. Tuotantotalous 15 ov. Jakso 4: tuotannon suunnittelu ja ohjaus 3 ov. Saatavissa: [http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4\\_6kapasiteettivar.htm](http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_6kapasiteettivar.htm) [viitattu 30.3.2006]

Tekninen tiedotus 11/1981. Tuotannonohjaus solujärjestelmässä. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 37 s. ISBN 951-817-091-6

Tekninen tiedotus 32/1982. Tuotannon tavoitteiden asettaminen ja mittaaminen. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 129 s. ISBN 951-817-278-1



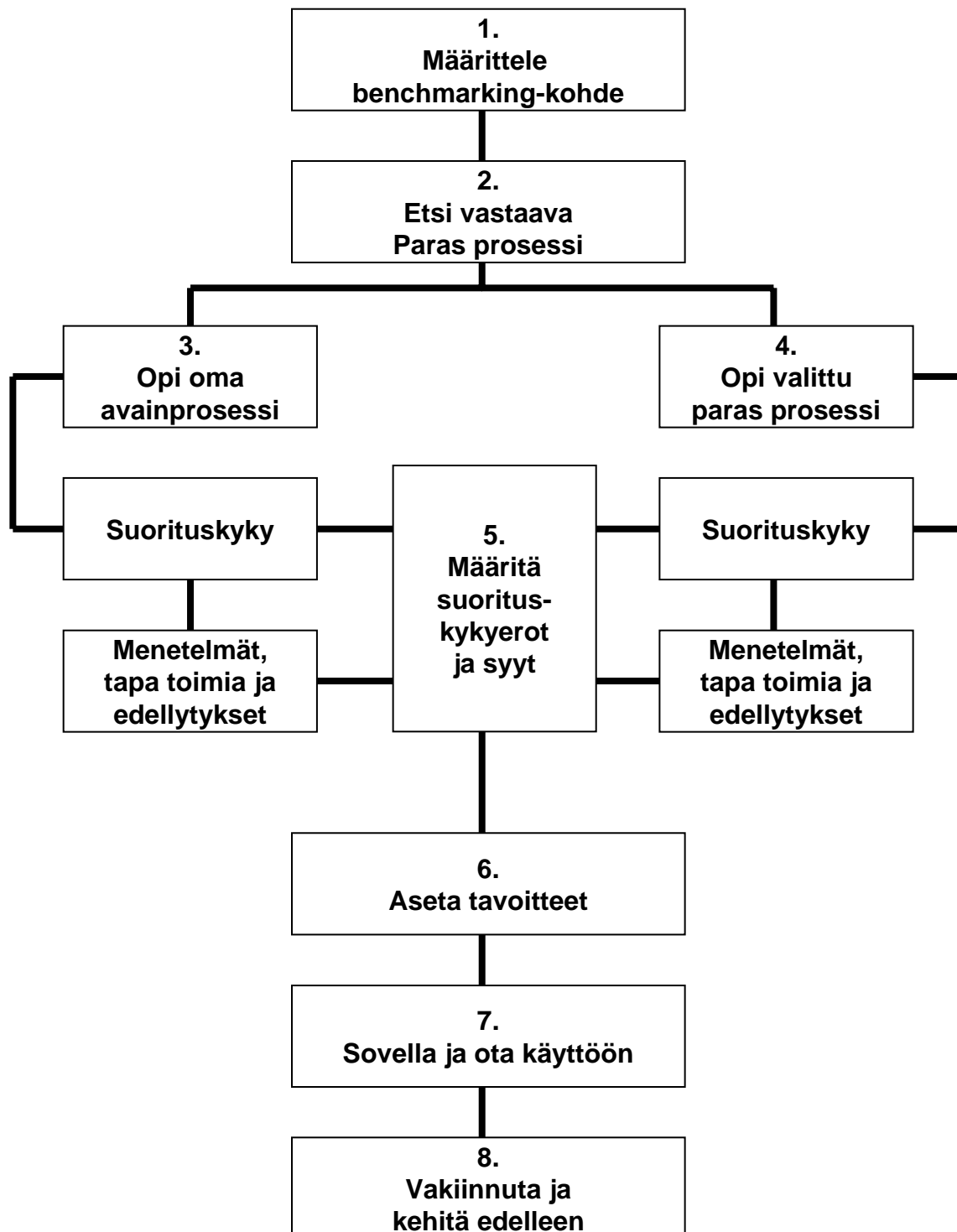
Tekninen tiedotus 12/1887. JOT käytännössä. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 51 s. ISBN 951-817-345-1

Tuominen, K. 1993. Benchmarking Prosessiopas – opi ja kehitä kilpailijoita nopeammin. MET tekninen tiedotus 10/93. Tampere: Tammer-paino Oy. 113 p. ISBN 951-817-575-6

Toimintojohtaminen 1995. Activity Based Managementin suomalaisia sovelluksia. EKONOMIA-sarjaa. 3. painos. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset. 199 s. ISBN 951-35-5643-3

Vonderembse, M., White, G. 1996. Operations management – concepts, methods, and strategies. 3<sup>rd</sup> edition. USA: West Publishing Company. 845 p. ISBN 0-314-06340-4

VTT 1986. Anglo-Finnish joint symposium on advanced manufacturing technology. March 17-21<sup>st</sup>. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. 291 s.



## Keskeisimmät kysymykset kussakin vaiheessa

1 Määrittele benchmarking-kohde	Mitkä ovat menetykselle kriittiset avainprosessimme? Ketkä ovat avainprosessien ulkoiset ja sisäiset asiakkaat? Mitä kukin asiakas odottaa näiltä avainprosesseilta? Mikä on avainprosessiemme suorituskyky? Miten ne ovat verrattuna kilpailijoihin? Mitkä ovat kehitysvaatimukset?
2 Etsi vastaava paras prosessi	Mitkä yritykset suorittavat tämän prosessin paremmin? Mikä yritys on paras tässä prosessissa? Kuinka löytää tämä yritys? Kuinka saamme tietoja prosessista? Mitä voimme oppia tältä yritykseltä? Keneen meidän pitäisi ottaa yhteyttä?
3 Opi oma avainprosessi	Kuinka prosessimme toimii? Mikä on sen suorituskyky? Mitkä ovat vaiheet ja teknologiat ja menetelmät? Mitkä ovat toimintatavat ja toimintaedellytykset? Miten prosessi voidaan kuvata? Kuka on prosessin omistaja?
4 Opi valittu paras prosessi	Miten valmistelemme vierailun? Ketkä osallistuvat vierailuun? Miten dokumentoimme aineiston? Mikä on heidän prosessinsa? Mikä on heidän suorituskykytavoitteensa? Kuinka hyvin prosessi toimii eri paikkakunnilla? Kuinka he mittaavat prosessin suorituskyvyn? Mikä saa aikaan heidän prosessinsa suorituskyvyn? Mikä voisi estää heidän prosessinsa soveltamisen?
5 Määritä suorituserot ja syyt	Mikä on suorituskyvyn eron luonne ja suuruusluokka? Mitkä piirteet määrittelevät sen ylivoimaiseksi?
6 Aseta tavoitteet	Mitkä parannukset voisimme välittömästi tehdä? Mitkä lyhyen ja pitkän tähtäyksen tavoitteiksi? Tavoitteet menetelmissä, tavassa toimia ja edellytyksissä?
7 Sovella ja ota käyttöön	Mitä meidän pitäisi muuttaa sopiakseen meille? Olemmeko ymmärtäneet heidän yrityskulttuurinsa? Mitkä toiminnot prosessissamme pitäisi muuttaa? Kuinka voimme toteuttaa muutokset prosessissamme? Pitäisikö meidän uudistaa suorituskykymittarimme? Miten myydä ideat muille? Miten laadimme toteuttamissuunnitelman?
8 Vakiinnuta ja kehitä edelleen	Mitä opimme parantaaksemme vielä tätäkin paremmaksi? Vaatiiko seuraava tavoite eri benchmarking-kumppanin? Mitä opimme itse benchmarking-prosessista?

**TUOTANTO**

- Miten tuotantoa ohjataan?
- Onko työnjohtajaa? Heidän roolinsa tuotannossa?
- Ohjauspisteiden määrä?
- Miten tuotannon raakakuormituksen/hienokuormituksen suunnittelu tapahtuu?
- Miten tuotantoprosesseja valvotaan ja seurataan? Onko olemassa seurantaraportteja?
- Mikä on tuotannon avainkoneiden käytösuhde vs. kapasiteetti? (saha, ltk, maalaamo, pesu, hitsaus, särmärit, hitsaussolut...)
- Mikä on vaihto-omaisuuden kiertonopeus? (esim. raaka-aineille, keskeneräiselle tuotannolle ja valmiille tuotteille)
- Onko käytössä millaisia laatumittareita? Ja miten laatua tarkkaillaan?
- Kuinka monessa eri vuorossa töitä tehdään eri tuotannon avainkoneilla?
- Avainkoneiden ohjelmointi, kuka tekee?
- Suunnitelmien tuotteistaminen, kuka tekee?
- Settiajattelu?
- Tilaus – toimitusprosessin kuvaus vaiheittain!
- Kuinka kauan etukäteen tiedetään tilaukset ja niiden suuruus?
- Mikä on toimitusvarmuus?
- Onko yrityksellä sidosryhmiä?
- Levymateriaalien määrä (paksuudet ja koot) varastossa nyt, oletus tulevasta
- Tankomateriaalien käytössä olevat putkipalkkidimensiot nyt, oletus tulevasta

**TUOTTEET**

- Päätuotteet?
- Päätuotteiden kohdalta valmistusketjun kuvaukset, vai onko samat?
- Onko eri tuotteilla samoja osia tai ovatko eri tuotteet variaatioita toisistaan?
- Onko olemassa siis erilaisia moduuleita?
- Mitkä ovat tuotteiden vaiheajat?
- Tuotteiden läpimenoajat
- Paljonko mitäkin päätuotetta keskimäärin kuukaudessa valmistetaan? Eräsuuruudet?
- Mitkä ovat asetusajat eri työvaiheille ja kappaleille?
- Paljonko tuotteita on varastossa
- Mikä on maksimaalinen tuotantokapasiteetti eri tuotteilla?
- Suurimpien käsiteltävien kappaleiden painot ja dimensiot?

**TULEVAISUUDEN VISIOT**

- Mitä tuotteita tulevaisuudessa valmistetaan?
- Mistä tuotteista koostuu tulevaisuuden 2-3 kertainen liikevaihto?

- Tuleeko mahdollisesti tuotantoon uusia tuotteita? Mikä on niiden osuus kokonaistuotannosta tulevaisuudessa?
- Materiaalit ja materiaalivahvuudet uusissa tuotteissa, materiaalien ja vahvuuksien pääpaino tulevaisuudessa
- Pintakäsittelyjen tarve tulevissa tuotteissa
- Värisävyjen määrä
- Sahauksen kapasiteettitarve tulevaisuudessa (paljonko nyt tehdään katkaisuja/materiaaliryhmä jollain tietyllä ajanjaksolla)

**TUOTANTO**

- Miten tuotantoa ohjataan?
  - Linos 6 toiminnanohjausjärjestelmän avulla muodostetaan työkortit ja lähetteet. Valmistus tapahtuu asiakkailta saatujen kuvien mukaan. Isoimmissa projekteissa Excelillä taulukot lähetteisistä ja työkorteista. Tämä siksi, että pysytään mukana osista mitkä on jo tehty.
- Onko työnjohtajaa? Heidän roolinsa tuotannossa?
  - Tällä nimikkeellä olevaa ei ole. Toimitusjohtaja hoitaa kaikkia toimintoja, apuna tarvittaessa samassa rakennuksessa sijaitsevan tärkeimmän sidosyrityksen tuotantopäällikkö ja joiltakin osin kaksi tuotannon työntekijää (raaka-aine tarpeiden kartoitus, työn ohjaus osittain).
- Ohjauspisteiden määrä?
  - Jaettu viiteen resurssiin: sahaus, levytyökeskus, levytyöt (särmäys ja levyleikkurityöt), hitsaus ja maalaus. Sahauksen ja pesun hoitaa sama työntekijä.
- Miten tuotannon raakakuormituksen/hienokuormituksen suunnittelu tapahtuu?
  - Tällä hetkellä vain ”näppituntumalta”. Tämä on iso ongelma.
- Miten tuotantoprosesseja valvotaan ja seurataan? Onko olemassa seurantaraportteja?
  - Työkortit ja lähetteet toimivat seurantaraportteina, joihin merkitään tunnit, raaka-aineet ja merkinnät laatutarkistuksista.
- Mikä on tuotannon avainkoneiden käytösuhde vs. kapasiteetti? (saha, ltk, maalaamo, pesu, hitsaus, särmärit, hitsaussolut...)
  - Tarkkoja lukuja ei ole, mutta särmäystä vaille kaikki toiminnat toimivat resurssien ylärajoilla.
- Mikä on vaihto-omaisuuden kiertonopeus? (esim. raaka-aineille, keskeneräiselle tuotannolle ja valmiille tuotteille)
  - Nämä pitää laskea. Vaihto-omaisuuden arvo on noin 40 000 – 50 000 euroa.
- Onko käytössä millaisia laatumittareita? Ja miten laatua tarkkaillaan?
  - Laatumittareina käytetään uudelleen tehtävien töiden tuntimäärää suhteessa kokonaistuntimäärään
  - Kaikkien työntekijöiden kanssa on käyty läpi ISO 9001 laatujärjestelmän periaatteet
  - Jokainen vastaa oman työnsä jäljestä ja tekee tarkistusmerkinnät työkortin laaduntarkistus sarakkeisiin

- Valmiille tuotteille pakkausvaiheessa lopputarkastus
- Kuinka monessa eri vuorossa töitä tehdään eri tuotannon avainkoneilla?
  - Lähes pelkästään yhdessä vuorossa. Maalaamo muutaman kerran kuukaudessa kahdessa vuorossa.
- Avainkoneiden ohjelmointi, kuka tekee?
  - Levytyökeskus: kaksi työntekijää pystyy ohjelmoimaan
  - Särmäyspuristin: kolme työntekijää pystyy ohjelmoimaan
- Suunnitelmien tuotteistaminen, kuka tekee?
  - Uusista tuotteista valmistetaan prototyypit ja samalla tehdään tarvittavat jigit. Mukana ovat suunnittelija, toimitusjohtaja ja kukin työntekijä.
- Settiajattelu?
  - Kyseistä ajattelutapaa ei ole huomioitu kohdeyrityksessä.
- Tilaus – toimitusprosessin kuvaus vaiheittain!
  - Tilausasiakirjat asiakkaalta: postin kautta, faxilla, e-mailina, OVT:n kautta tai tuotuna
  - Tilausvahvistus Linos 6 avulla, josta samalla lähete
  - Työkortit Linos 6 avulla, jako resursseihin: sahaus, levytyökeskus, levytyö, hitsaus ja maalaus
  - Kuvat, lähete ja työkortit tuotantoon
  - Valmistus
  - Lopputarkastus ja pakkaus
  - Toimitus
- Kuinka kauan etukäteen tiedetään tilaukset ja niiden suuruus?
  - Tärkeimmän sidosyrityksen tilaukset ovat usein tiedossa pitkälti etukäteen karkealla tasolla mutta muilta asiakkailta tilaukset tulevat melko tasaiseen tahtiin ilman varsinaista ennakkotietoa. Myös tärkeimmän sidosyrityksen tilaukseen tulee lisäyksiä ja muutoksia ennakoimattomasti lähes päivittäin.
- Mikä on toimitusvarmuus?
  - Viime syksyyn saakka hyvä, sen jälkeen ollaan oltu usein myöhässä (useita viikkoja), huomattavasti kasvaneiden tilausmäärien vuoksi. Tämä on vakava ongelma.
- Onko yrityksellä sidosryhmiä?
  - Tärkein sidosyritys on samassa rakennuksessa sijaitseva yritys. Tältä sidosyritykseltä kapasiteetista tulee 2/3 ja osuus tulee kasvamaan.

- Levymateriaalien määrä (paksuudet ja koot) varastossa nyt, oletus tulevasta
  - Levymateriaaleista saatiin erillinen lista.
- Tankomateriaalien käytössä olevat putkipalkkidimensiot nyt, oletus tulevasta
  - Tankomateriaaleista saatiin erillinen lista.

## **TUOTTEET**

- Päätuotteet?
  - Kalusterungot putkista ja profiileista
  - Ohutlevystä valmistetut kaapit
  - Ohutlevystä valmistetut hakkurin osat
  - Ohutlevystä valmistetut konesuojat
  - Ohutlevystä valmistetut osat ambulansseihin, poliisi- ja turva-autoihin
- Päätuotteiden kohdalta valmistusketjun kuvaukset, vai onko samat?
  - Kalusterungot: sahaus, pesu, hitsaus ja maalaus
  - Levytuotteissa: ohjelmointi, levytyökeskus, levytyöt, pesu, hitsaus ja maalaus
  - Joskus pesu myös hitsauksen jälkeen
- Onko eri tuotteilla samoja osia tai ovatko eri tuotteet variaatioita toisistaan?
  - Jonkin verran sekä putkiosissa että levyosissa
- Onko olemassa siis erilaisia moduuleita?
  - Eipä juuri kohdeyrityksen näkökannasta katsoen
- Mitkä ovat tuotteiden vaiheajat?
  - Tuotteita lukematon määrä. Tämä pitää tutkia erikseen esimerkki tuotteiden avulla.
- Tuotteiden läpimenoajat
  - Tuotteita lukematon määrä. Tämä pitää tutkia erikseen esimerkki tuotteiden avulla.
- Paljonko mitäkin päätuotetta keskimäärin kuukaudessa valmistetaan?  
Eräsuuruudet?
  - Sarjakoko vaihtelee yksittäisestä kappaleesta useisiin satoihin. Tyypillisesti 10 – 30 kappaletta.
- Mitkä ovat asetusaajat eri työvaiheille ja kappaleille?
  - Tämä pitää tutkia erikseen esimerkki tuotteiden avulla.



- Paljonko tuotteita on varastossa
  - Valmiita tuotteita ei varastoida, vaan tuotteet menevät asiakkaille heti valmistumisen jälkeen. Raaka-ainevaraston arvo on 40 000 – 50 000 euroa, kuukausittain laskettuna.
- Mikä on maksimaalinen tuotantokapasiteetti eri tuotteilla?
  - Tämä pitää tutkia erikseen esimerkkituotteiden avulla.
- Suurimpien käsiteltävien kappaleiden painot ja dimensiot?
  - Maksimipaino noin 200 kiloa, koska halliin ei ole haluttu hallinostureita.
  - Uunin mitat rajoittavat kappaleen mitat 3100x1350x2100 (pituus x syvyys x korkeus)

#### **TULEVAISUUDEN VISIOT**

- Mitä tuotteita tulevaisuudessa valmistetaan?
  - Pääosin samoja kuin nyt, mutta määrien odotetaan kasvavan.
- Mistä tuotteista koostuu tulevaisuuden 2-3 kertainen liikevaihto?
  - Pääosin samoista kuin nyt, määrät vain kasvavat.
- Tuleeko mahdollisesti tuotantoon uusia tuotteita? Mikä on niiden osuus kokonaistuotannosta tulevaisuudessa?
  - Tärkeimmän sidosyrityksen tämän hetken muista materiaaleista valmistamia tuotteita muutetaan ohutlevytuotteiksi. Tästä tulee merkittävästi lisää peruskuormaa.
- Materiaalit ja materiaalivahvuudet uusissa tuotteissa, materiaalien ja vahvuuksien pääpaino tulevaisuudessa
  - Kohdeyritys pitää edelleen ohutlevyissä.
- Pintakäsittelyjen tarve tulevissa tuotteissa
  - Sama kuin nyt, pesu ja pulverimaalaus
- Värisävyjen määrä
  - Asiakkaan tilauksen mukaan, noin 10 kappaletta päävärejä.
- Sahauksen kapasiteettitarve tulevaisuudessa (paljonko nyt tehdään katkaisuja/materiaaliryhmä jollain tietyllä ajanjaksolla)
  - Tämä pitää tutkia erikseen.

Kuvaus	Työnvaihe	Käsittely	Kuljetus	Odotus	Tarkastus	Huomautus
1 Varastosta	○	⊙	⇄	▼	□	Käsin
2 Katkaisuun	○	⊙	⇄	▼	□	
3 Koneella	○	⊙	⇄	▼	□	
4 Autom. katkaisu	●	⊙	⇄	▼	□	
5 Mittatarkastus	○	⊙	⇄	▼	■	
6 Leikkausnesteen valutus	○	⊙	⇄	▼	□	
7 Kuormalavalle	○	⊙	⇄	▼	□	
8 Siirto poraukseen	○	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
9 Kuormalavalla	○	⊙	⇄	▼	□	
10 Nosto porakoneelle	○	●	⇄	▼	□	
11 Poraus	●	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
12 Tarkastus	○	⊙	⇄	▼	■	
13 Lastaus kuormalavalle	○	●	⇄	▼	□	
14 Siirto pesuun	○	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
15 Kuormalavalla	○	⊙	⇄	▼	□	
16 Lastaus pesulavalle	○	●	⇄	▼	□	
17 Pesu	●	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
18 Lastaus kuormalavalle	○	●	⇄	▼	□	
19 Siirto hitsaussolulle	○	⊙	⇄	▼	□	
20 Kuormalavalla	○	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
21 Siirto jigiiin	○	●	⇄	▼	□	
22 Hitsaus	●	⊙	⇄	▼	□	
23 Tarkastus	○	⊙	⇄	▼	■	Pumppukärryllä
24 Siirto kuormalavalle	○	●	⇄	▼	□	
25 Siirto pesuun	○	⊙	⇄	▼	□	
26 Kuormalavalla	○	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
27 Lastaus pesulavalle	○	●	⇄	▼	□	
28 Pesu	●	⊙	⇄	▼	□	
29 Lastaus kuormalavalle	○	●	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
30 Siirto maalaamoon	○	⊙	⇄	▼	□	
31 Siirtolavalla	○	⊙	⇄	▼	□	
32 Siirto maalaustankoon	○	●	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
33 Maalaus	●	⊙	⇄	▼	□	
34 Maalaustangolla	○	⊙	⇄	▼	□	
35 Poltto	●	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä
36 Siirto kuormalavalle	○	⊙	⇄	▼	□	
37 Kuormalavalla	○	⊙	⇄	▼	□	
38 Siirto kokoonpanoon	○	⊙	⇄	▼	□	Pumppukärryllä