

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TUOTANTOTALOUDEN OSASTO

TUOTANNON KEHITTÄMINEN AIHIOTEHTAASSA

Aihe on hyväksytty Tuotantotalouden osastoneuvoston kokouksessa 13.5.2005

Tarkastajat: Professori Anita Lukka

Professori Jorma Papinniemi

Ohjaaja: Hallituksen pj., Tekn. Arto Korkea-aho

Lappeenrannassa 26.5.2005

Arto Saukko

Korpraalinkuja 3 as 210

53810 Lappeenranta

puh. 040-588 6466

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Arto Tapio Saukko
Diplomityön nimi: Tuotannon kehittäminen aihioetehtaassa
Osasto: Tuotantotalouden osasto
Vuosi: 2005 Paikka: Lappeenranta
Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 78 sivua, 27 kuvaa, 4 taulukkoa. Tarkastajina professori Anita Lukka professori Jorma Papinniemi
Hakusanat: työntöohjaus, imuohjaus, ajoitus, tuotannon laatu
Keywords: push control, pull control, scheduling, quality of production
Työn tavoitteena oli kuvata Artowood Oy:ssä toteutettu tuotannon kehittämishanke sekä arvioida sen nykyistä tuotantoa. Lisäksi käsiteltiin yrityksen asemaa alihankintayrityksenä. Teoriaosuudessa verrattiin eri tuotannonohjausteorioita, käsiteltiin tuotannon ajoitukseen liittyviä kysymyksiä sekä paneuduttiin tuotannon kehittämiseen ja laatuun. Johtopäätöksenä, kehitetty tuotannonohjausjärjestelmä on toimiva nykyisissä olosuhteissa, mutta yrityksen kasvaessa on kiinnitettävä enemmän huomiota tuotannon ajoitusongelmien hallintaan. Lisäksi tuotannon laatua on joka tapauksessa kehitettävä. Artowood Oy on käynnistänyt toimenpiteet oman suoran viennin aloittamiseksi, sillä kotimaan markkinat ovat epävakaut kausivaihteluiden ja kiristyneen kilpailun seurauksena. Vientiprojektin onnistuminen on tärkeää, sillä kotimaassa on liian vähän sellaisia asiakkaita, joilla on tarve Artowood Oy:n tuotantoteknologian kannalta riittävän suurille valmistuserille.

ABSTRACT

Author: Arto Tapio Saukko
Name of the thesis: Production development in a component factory
Department: Industrial Engineering and Management
Year: 2005 Place: Lappeenranta
Master's thesis. Lappeenranta University of Technology. 78 pages, 27 figures, 4 tables. Supervisors professor Anita Lukka professor Jorma Papinniemi
Keywords: push control, pull control, scheduling, quality of production Hakusanat: työntöohjaus, imuohjaus, ajoitus, tuotannon laatu
<p>The aim of the thesis was to describe the production development as carried out in Artowood Oy and its current production. Artowood's position as a subcontracting firm was also taken into account.</p> <p>Various production control theories were compared in the theory section, questions related to production scheduling were discussed and more focus was placed on production development and quality. The conclusion reached was the fact that the developed production control system was working well in current conditions, but more attention has to be paid to the problem solving related to production scheduling. The quality of production has to be improved in any case.</p> <p>Artowood has taken steps to start up its direct export, as the domestic market is insecure due to seasonal fluctuations and stiffened competition. The success of the export project is of utmost importance for there are too few such customers at home as require large enough consignments of Artowood technology.</p>

SISÄLLYSLUETTLELO

KÄYTETYT LYHENTEET	3
1 JOHDANTO	4
2 YRITYSKUVAUS	5
2.1 Esittely	5
2.2 Toimintaympäristö ja tuotteet	5
3 TUOTANTOKUVAUS	9
3.1 Tuotantoprosessi	9
3.2 Tuotannon kuormitus	13
4 TUOTANNON ORGANISOINTI JA OHJAUS	17
4.1 Tuotantomuodot	17
4.2 Työntöohjaus	18
4.2.1 Materiaalitarvelaskenta	19
4.3 Imuohjaus	23
4.3.1 JOT	27
4.4 Imuohjaus vs. työntöohjaus	29
5 TUOTANNON AJOITUS	32
5.1 Tehdasrakenteet	32
5.2 Jaksottamissäännöt	32
5.3 Pullonkaulat	37
6 TUOTANNON KEHITTÄMINEN	43
6.1 Prosessijohtaminen	43
6.1.1 Tiimiorganisointi	45
6.2 Liiketoimintaprosessien uudistaminen	46
6.3 Laatuajattelu	48
6.3.1 Laatu ja kustannukset	52
6.3.2 Standardointi	54
7 KEHITYSTOIMINNAN ETENEMINEN	55
7.1 Lähtötilanne	55
7.2 Tuotantoprosessin kehittäminen	57
7.3 Aihoiden kehittäminen	62
7.4 Raaka-ainehankinnan kehittäminen	65
7.5 Toimintaympäristön muuttuminen	66

8 TUOTANNON NYKYTILA JA KEHITYSNÄKYMÄT.....	69
8.1 Nykytilan analysointi.....	69
8.2 Kehitysnäkymä	71
8.2.1 Laatuksoulutus.....	73
9 YHTEENVETO.....	76
LÄHTEET.....	77

KÄYTETYT LYHENTEET

JOT: Juuri oikeaan tarpeeseen. Imuohjaukseen perustuva johtamisfilosofia.

KET: Keskeneräinen tuotanto.

MRP: Material Requirement Planning, materiaalitovelaskenta.

MRP II: Manufacturing Recource Planning, valmistuksen resurssisuunnitelma.

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on kuvata kohdeyrityksen tuotannon kehittämishankkeen toteutuminen ja analysoida sen nykytilaa. Aikaväli on varsin pitkä, eli vuodesta 1999 vuoteen 2004. Laajuuden takia keskitytään kuvaamaan tuotannonohjausjärjestelmän kehittämisen pääkohdat. Kuluneina vuosina on toimintaympäristö muuttunut merkittävästi. Tällaisilla ulkoisilla tekijöillä on ollut vääjäämätön vaikutuksensa itse tuotantoon ja samalla sen ohjaukseen. Muutosten tarkastelu osaltaan hahmottaa nykyisen toiminnan kehittymistä.

Työn rakenne jakautuu kolmeen osaan. Aluksi esitellään yrityksen nykyistä toimintaa. Toisessa osassa, eli teoriaosuudessa, käsitellään eri tuotannonohjausteorioita ja tuotannon ajoitukseen liittyviä seikkoja. Lisäksi paneudutaan tuotannon kehittämiseen ja esitellään laatujohtamista. Kolmannessa osassa muodostetaan yrityksen tuotannon nykytilasta laajempi näkemys yhdistämällä kehityshankkeen toteutuminen, toimintaympäristön muuttuminen ja nykytilan analysoiminen eri tuotannonohjausteorioiden valossa. Termistä laatu esitetään näkemys sen soveltamisesta aihiotuotantoon.

Työssä on joukko rajauksia. Tuotantoprosessin tarkastelussa ei mennä syvälle tuotantoteknologiaan. Puuntyöstössä on omia erityispiirteitään, joiden käsitteleminen vaatisi rinnalla myös puuraaka-aineopin ja ns. puusepänsaamisen käsittelyä. Toinen merkittävä raja on varastoinnin, sen hallinnan ja kustannusten sekä raaka-aineiden tilauseräkokojen arvioinnin sivuuttaminen. Raaka-ainehankintoja ja sen kehittymistä käsitellään näkökulmasta, miten siitä on tullut tärkeä osa kilpailukykyä. Valitettavasti sana johtaminen on suomen kielessä liian monimerkityksinen. Englannin kielessä määritellään täsmällisemmin asioiden johtaminen (management) ja ihmisten johtaminen (leadership). Tässä tarkastelussa ei käsitellä ihmisten johtamista.

Tavoitteena on kirjallinen kuvaus yrityksen nykyisestä toiminnasta. Lähihistorian ja nykytilan jäsentelyn pohjalta arvioidaan tulevaisuudennäkymiä.

2 YRITYSKUVAUS

2.1 Esittely

Artowood Oy on Lappajärvellä sijaitseva vuonna 1993 toimintansa aloittanut aihiotehdas. Artowood Oy valmistaa alihankintana havupuukomponentteja ovi-ikkuna- ja huonekaluteollisuudelle. Merkittäviä yhteistyökumppaneita ovat olleet mm. Honkarakenne Oyj, Vest-Wood Suomi Oy, Alavus Ikkunat Oy, Skaala Ikkunat ja Ovet Oy, Astralis A/S Tanskassa sekä tärkeimpänä Alajärvellä sijaitseva ovitehdas Artopine Oy.

Artopine Oy ja Artowood Oy ovat eri yhtiöitä pitkälti samalla omistuspohjalla. Tilikaudella 2004 Artowood Oy:n liikevaihto oli 2,7 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä 26. Vastaavasti Artopine Oy:n liikevaihto oli 3,0 miljoonaa euroa henkilöstömäärän ollessa 25. Lappajärvelle on keskitetty pelkästään aihiotuotanto. Kummankin yhtiön laskutus, kirjanpito, palkkalaskenta ja muu hallinto hoidetaan Alajärvellä.

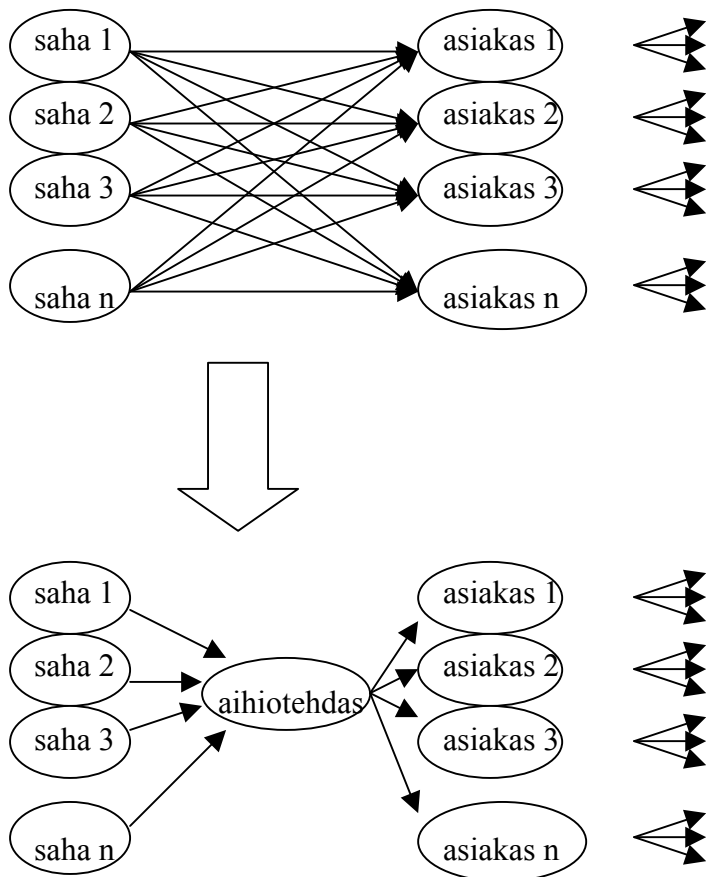
2.2 Toimintaympäristö ja tuotteet

Artowood Oy jatkojalostaa sahatavaraa asiakkaiden tarpeiden mukaisiksi komponenteiksi. Kilpailijoina voidaan pitää asiakkaita itse, sillä Artowood Oy valmistaa asiakkaiden ennen itse valmistamia komponentteja.

Aihioehtoan merkitys jalostusketjussa on perusteltavissa käytettävään raaka-aineeseen, eli puuhun, liittyvillä erityispiirteillä. Sahat lajittelevat ja sahaavat tukit yleisten laatuluokitusten mukaisesti. Puu on kuitenkin luonnonmateriaalia kaikkine vikoineen, jolloin jokainen saha tulkitsee sahatavaran eri laatuluokille sallittujen ominaisuuksien esiintymisen omien vakiintuneiden käytäntöjensä mukaisesti. Tietyn laatuluokan mukainen sahatavara on eri sahoilla erilaista esim. oksien koon ja oksatiheyden suhteen, mutta ne kuitenkin mahtuvat toleranssiin. Aihoiden oksien koon ja oksatiheyden toleranssit ovat paljon sahatavaran laatuluokkien

toleransseja tiukemmat. Aihiotuotanto vaatii oikean raaka-aineen löytämiseksi laajaa toimittajatuntemusta.

Artowoodin asiakkaat voivat tilata tarvitsemansa aihiot yhdestä paikasta, ja Artowoodin tehtävänä on eri sahojen keskinäinen vertailu ja valinta toimituskyvyn, toimituseräkokojen, sahatavaran laadun ja hinnan suhteen. Asiakkaan ei tarvitse itse huolehtia, mikä on sahatavaran saatavuus esim. kelirikkojen aikana.



Kuva 1. Aihioehtoan rooli jalostusketjussa.

Taulukko 1. Raaka-ainehankinnan osa-alueet.

AIHIOVALMISTUS	SAHA	HUOMIOITAVAA
Sahatavaran laatu heijastuu aihion laatuun. Laatu tarkoittaa tässä yhteydessä puun ominaisuuksia, kuten oksaisuutta, pihkaisuutta ym.	Yleiset laatuluokitukset käytössä, mutta sahakohtaisia tulkintaeroja.	Löytää saha, jonka laatuluokitus vastaa parhaiten aihiolle asetettuja vaatimuksia. Lisäksi eri aihioille voidaan joutua hankkimaan eri raaka-aineet eri sahoilta, seurauksena laaja toimittajapiiri.
Sahatavaran saanti eri vuodenaikoina turvattava.	Sahauksessa voi olla tuotantokatkoksia mm. kelirikkojen takia.	Vuosisopimuksilla turvattava raaka-aineen saanti. Kausivaihteluiden takia kysynnän ennustaminen vaikeaa. Vaarana ylisuuret varastot tai puutetilanteet.
Aihoiden kysynnän muutokset kausivaihteluiden seurauksena.	Sahaustoiminta pääomavaltaista. Pyrkimys suureen käyttöasteeseen, seurauksena pyrkimys suuriin toimituseriin.	Varastojen hallinta sahatavaran toimituseräkoon ja sen käyttötarpeen kesken.
Välillä tarve erikoisdimensioille.	Sahakohtaisia eroja minimierälle, jolle tehdään erikseen asetteet.	Etsiä saha, joka sahaa erikoismitaa tarvittavan määrän sovitulla laatumääreillä.

Asiakkailla on yleensä tarkka käsitys aihoiden hintatasosta ja jopa sen kustannusrakenteesta. Asiakkaat voivat verrata aihoiden hintoja omiin valmistuskustannuksiinsa, mistä loogisena seurauksena aihioitehtaan on menestyäkseen valmistettava aihiot asiakasta pienemmin yksikkökustannuksin.

Hyvällä toimittajatuntemuksella voidaan aihiot valmistaa tarkoituksenmukaisimmasta raaka-aineesta, jolloin saadaan raaka-ainesäästöjä. Toinen osa tulee tuotannon tehokkuudesta. Aihiovalmistus on siitä haastavaa, että matalasta jalostusasteesta huolimatta on lukuisia eri valmistustapoja halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Paremman valmistustavan kehittäminen vaatii usein suuriakin tuotekehitysponnistuksia. Aihiovalmistaja voi keskittyä muokkaamaan

sahatavaraa aihiokomponentiksi sitä jatkuvasti kehittäen sen asiakkaan pystyessä samalla siirtämään siihen sitoutuneet resurssit oman ydinosaamisensa kehittämiseen.

Artowood Oy:n ja sen omien asiakkaiden kysyntä on epäsuoraa. Tilauskanta riippuu asiakkaiden ja sen asiakkaiden myynnin onnistumisesta. Esimerkiksi aihoiden toimitus ovitehtaalle riippuu hirsitalovalmistajien tilauskannasta ja sen mukaisista ovien tarpeista.

Toimialalla kausivaihtelut ovat merkittäviä. Normaalisti hiljaisinta aikaa on joulujoulu- ja tammikuu. Kysyntä elpyy hiljalleen tultaessa kohti kevättä ja touko- ja lokakuun välisenä aikana on vilkkainta. Välissä on heinäkuu kesälomakuukautena. Viimeistään marraskuussa kysyntä jälleen rauhoittuu.

3 TUOTANTOKUVAUS

3.1 Tuotantoprosessi

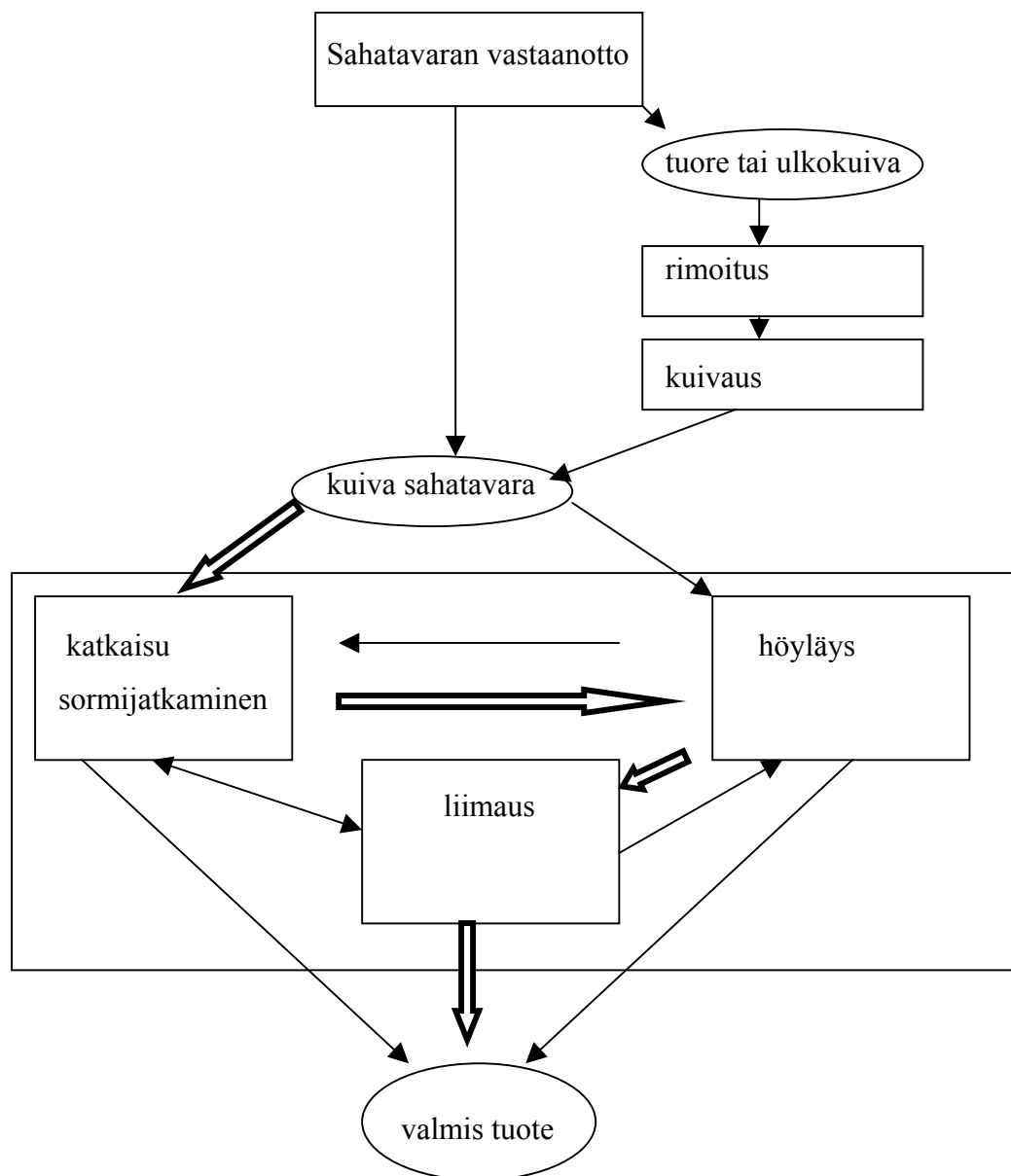
Raaka-aineet tilataan sahatavarana suoraan sahoilta. Merkittävimmät tavarantoimittajat ovat Finnforest Oyj, Stora Enso Oyj, Upm-Kymmene Oyj, Myllyahon saha Oy sekä Koskenvarren saha ja höyläämö Ky.

Tuotteet voidaan jaotella vakio- ja erikoistuotteiksi. Vakiotuotteiden kysyntä on toistuvaa, jolloin niiden tarvitsemia raaka-aineita voidaan pitää omissa varastoissa. Erikoistuotteiden kysyntä on ainutkertaista tai satunnaista. Näille tilataan raaka-aineet tilausten mukaan erikseen.

Jokaiselle vakiotuotteelle on määritelty siihen käytettävän raaka-aineen päätoimittaja, varatoimittaja(t), laatuluokitus ja dimensiot. Vuosisopimukset neuvotellaan päätoimittajien kanssa pohjana aikaisempien vuosien kulutus ja arvio tulevasta vuodesta. Varastoinventaario tehdään kerran viikossa, minkä pohjalta suoritetaan kotiinkutsut. Varatoimittajiin turvaudutaan silloin kun päätoimittaja ei pysty toimittamaan vaaditussa toimitusajassa tai vaadittua määrää.

Kokemusten perusteella sopiva raaka-ainevaraston taso on noin 400 m³, mikä vastaa tuotannossa noin kahden viikon tarvetta. Tätä pienemmällä varastotasolla on vaarana tuotannon puutetilanteet.

Tuotantoprosessi tyypillisesti etenee järjestyksessä sahatavaran vastaanotto, kuivaus, katkaisu, höyläys ja liimaus. Eri aihioilla voi kuitenkin olla hyvinkin erilaiset valmistusreitit. Täsmällisimmin tuotantoa voi kuvata siten, että käytössä on katkaisu-, höyläys-, liimaus- ja sormijatkoskapasiteettia, joiden avulla valmistetaan asiakkaan tarvitsema aihio.



Kuva 2. Tuotantoprosessi.

Saapuneelle sahatavaralle suoritetaan vastaanottotarkastus. Tehdystä tarkastuksesta on oltava kuittaus lähetyslistassa. Tarkastettavia kohteita ovat:

- Saapunut puumäärä vastaa lähetyslistassa ilmoitettua määrää.
- Silmämääräinen puun laadun tarkastus.
- Puun kosteus vastaa lähetyslistoissa ilmoitettua kosteutta.

Osa sahatavarasta tulee tuoreena, osa ulkokuivana ja osa erikoiskuivana. Ulkokuiva tarkoittaa kosteutta (15-20%), missä sahatavara säilyy sinistymättä. Erikoiskuiva

sahatavara on kuivattu jo sahalla suoraan tavoitekosteuteen. Puun kuivausta (tuore ja ulkokuiva) varten Artowoodilla on käytössään kuusi kamarikuivaamoja. Niistä neljällä kuivaamolla on kullakin kuivauskapasiteettia 25 m³ ja kahdella 55 m³. Yhteensä kuivauskapasiteettia on noin 200 m³. Sahatavara rimoitetaan ennen kuivausta kuivaustaakoiksi ja kuivataan haluttuun kosteuteen. Kuivauksessa on oma vastuuhenkilönsä, joka pitää kuivauspöytäkirjaa.

Puuntyöstö alkaa yleensä katkaisusta. Käytössä on sekä käsikäyttöisiä katkaisusahoja että optimoiva katkaisulinja. Katkaisuvaiheen tehtävänä on katkoa puuraaka-aine määrämittaan samalla poistaen puussa olevat virhekohdat, kuten lahon, sinistymän ja halkeamat. Lisäksi raaka-aine on hyödynnettävä mahdollisimman tarkoin eli jättepätkien osuus on oltava mahdollisimman vähäinen.

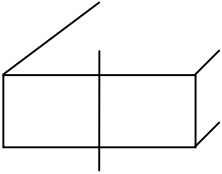
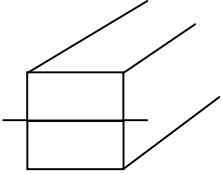
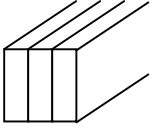
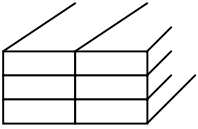
Pääsääntöisesti katkaisu suoritetaan optimoivalla katkaisulinjalla. Siinä työntekijä merkitsee väriliidulla puun viat, minkä jälkeen kone suorittaa optimoivan katkaisun annettujen katkaisulistojen mukaisesti. Lyhyet (<200 mm) ja huonolaatuiset katkaisupätkät hakkuroidaan ja loput (200-1000 mm) sormijatketaan muuhun käyttöön.

Katkaisua seuraava työvaihe on höyläys. Sen tehtävänä on raaka-aineen työstö haluttuihin leveys- ja vahvuusmittoihin. Höylillä voidaan varsinaisen höyläyksen lisäksi myös halkaista sahatavara. Höylällä on aina kaksi työntekijää, syöttäjä ja vastaanottaja.

Höyläystä seuraa liimaus. Käytössä on sekä suurtaajuusliimapuristin että lämpölevyliimapuristimia. Suurtaajuuspuristimessa mikroaallot lämmittävät liimasauman poistaen siitä kosteuden. Lämpölevypuristimilla vastaavasti lämpö siirtyy suoraan puristinlevyiltä liimasaumaan. Kunkin liimapuristimen soveltuvuus eri aihoiden liimaukseen määräytyy liimattavan aihion pituudesta, leveydestä ja/tai vahvuudesta. Liimausvaiheessa kappaleet liitetään yhteen huomioiden aihion eri sivuille ja lappeille asetetut laatuvaatimukset.

Sormijatkoskoneiden tehtävä on käänteinen katkaisuun verrattuna; sormiliitostekniikalla lyhyet katkaisupätkät jatketaan takaisin sahatavaramittoihin.

Taulukko 2. Ulko-oven kehäaihion työvaiheet.

Työvaihe	Kuvaus		Kone
Halkaisu	Leveä sahatavara halkaistaan ennen katkaisua. Halkaisu suoritetaan höylällä.		höylä
Katkaisu	Halkaistu sahatavara katkaistaan annettujen laatumääreiden mukaisesti.		katkaisulinja ↑ höylä
Halkaisu	Määrämittaan katkaistut kappaleet halkaistaan uudelleen.		katkaisulinja ↓ höylä
Höyläys	Halkaistut lamellit on höylättävä ennen liimausta.		höylä
Liimaus	Lamelleja liimataan kolme yhteen.		höylä ↓ liimapuristin
Höyläys	Liimattu puolivalmiste on höylättävä ennen toista liimausvaihetta.		höylä ↑ liimapuristin
Liimaus	Lopullinen muoto saadaan liimaamalla kaksi puolivalmistetta yhteen.		höylä ↓ liimapuristin

Tuotanto ei aina etene suoraviivaisesti katkaisusta höyläyksen kautta liimaukseen seuraavista syistä:

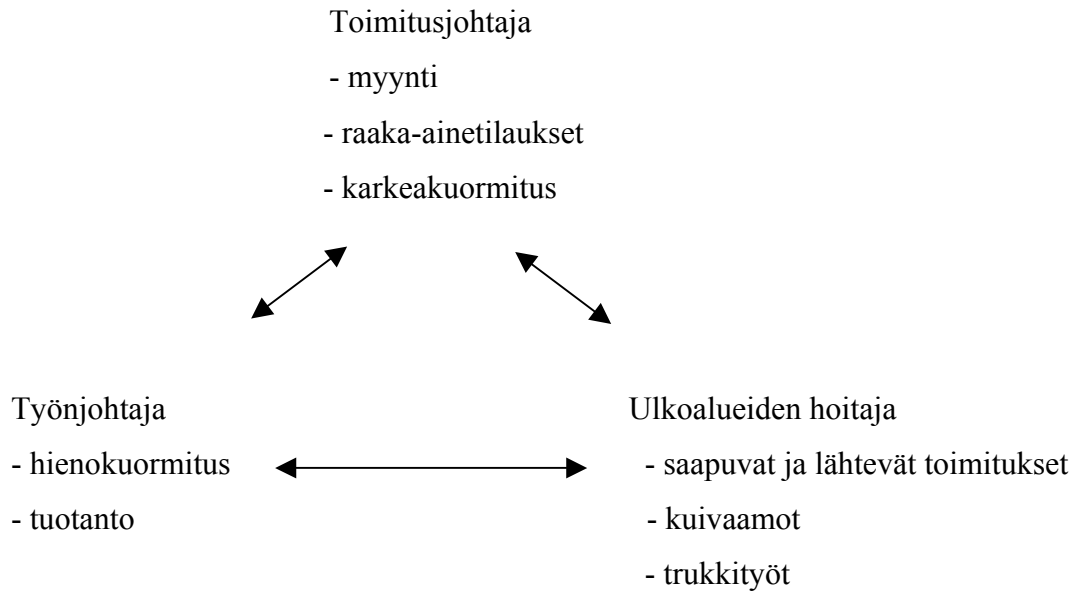
- Höylillä on kaksoisrooli. Höylillä on sekä halkaistava leveä sahatavara katkaisua varten että suoritettava itse höyläys liimausta varten.
- Mikäli aihiossa on useampi liimausvaihe, on höyläys suoritettava jokaisen liimausvaiheen välissä liimauksen mittatarkkuusvaatimusten takia.
- Joidenkin aihioiden määrämittaan katkaisu tapahtuu viimeisenä työvaiheena liimauksen jälkeen.

3.2 Tuotannon kuormitus

Tuotannon keskeisin prosessi on liimaus. Myynti ja tuotannon karkeakuormitus perustuu liimapuristimien kapasiteettiin. Muita työvaiheita kuormitetaan liimauksen vaatiman tarpeen mukaan.

Tuotanto on kahdessa vuorossa. Suurin osa työntekijöistä on jatkuvasti päivävuorossa osan ollessa vuorotöissä. Iltavuorossa on 5-6 työntekijää liimapuristimien toimimiseksi kahdessa vuorossa. Iltavuorolla ei ole työnjohtajaa, vaan erikseen nimetty työntekijä, joka oman työnsä ohella valvoo päivävuoron työnjohtajan antamien ohjeiden noudattamista. Pääpaino on aamuvuorossa, esimerkiksi uusien töiden aloittamiset on keskitetty siihen. Toimitusajoissa pysymiseksi liimauksen on oltava kahdessa vuorossa. Pelkän liimausprosessin keskittäminen kahteen vuoroon onnistuu siksi, että se on yleensä viimeisin ja hitain työvaihe. Tarvittaessa iltavuoroa voidaan käyttää myös tuotannon pullonkaulojen purkamiseen.

Toimitusjohtaja hoitaa materiaalihallintoa yhdessä ulkoalueiden hoitajan ja tuotantoa työnjohtajan kanssa.

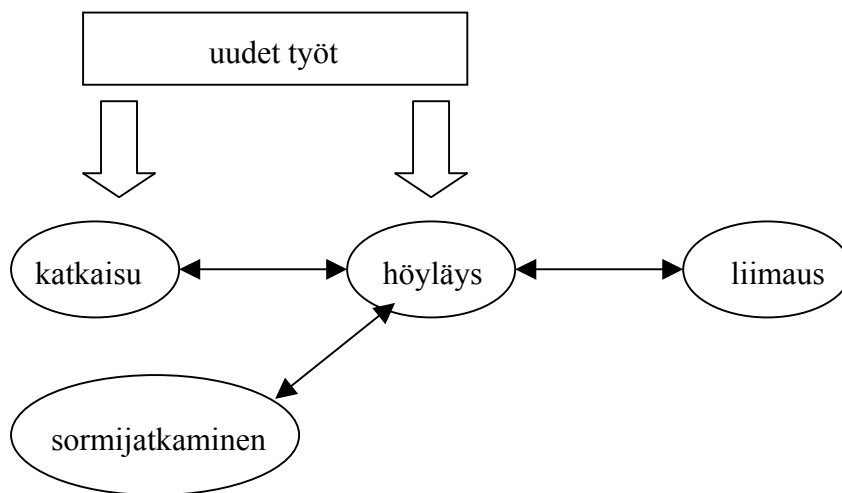


Kuva 3. Tuotanto-organisaatio.

Tuotannon karkeakuormitukseen perustuen suunnitellaan kuivausjärjestys. Puun kuivaus voi kestää kosteuden lähtötason ja halutun tavoitetason välisestä erosta sekä puun koosta riippuen 3-8 vrk.

Työnjohtajan vastuulla on tuotannon hienokuormituksen teko sekä tuotannon valvonta. Hienokuormitus tehdään kahdeksi vuoroksi eteenpäin ennen iltavuoron alkua. Hienokuormituksessa aluksi pannaan jokaiselle liimapuristimille jonoon uudet työt, jotka sitten kunkin työn valmistusreitien mukaan jäsennellään edeltäville prosesseille. Tämä kirjataan työvuorolistaan, mihin tulee seuraavat tiedot: kone, sille tulevat työt sekä tekijät tulevalle ilta- ja aamuvuorolle.

Höyläyksen ongelmana on löytää oikea työjärjestys, sillä höylät ovat tuotannon kannalta solmukohdassa, missä materiaalivirrat kulkevat hyvin moneen suuntaan. Etukäteen on vaikea arvioida oikeaa työjärjestystä siten ettei höyläyksen ajoitusongelmien takia tule mihinkään kohtaan tuotantoa puutetilanteita. Ongelma on ratkaistu höyläystä edeltävällä ja höyläyksen jälkeisellä keskeneräisellä tuotannolla. Tämä antaa pelivaraa höyläyksen kuormittamiselle



Kuva 4. Höyliäisen asema tuotantoprosessissa.

Iltavuoron pienuuden seurauksena materiaalivirrat kulkevat riittävän yksinkertaisesti kuormittamisen kannalta, joten iltavuorolle voidaan antaa tarkka höyläysjärjestys ja –määrät. Aamuvuorossa on seurattava tuotannon etenemistä ja sen perusteella päätettävä aina höylän seuraava työ.

Oleellista on keskeneräisen tuotannon hallinta. Uuden työn aloittamisessa on huomioitava kaksi seikkaa. Uusi työ on aloitettava riittävän aikaisin, jotta se ehtii ajoissa liimapuristimille. Toisaalta liian aikaisin aloitettu uusi työ taas ruuhkautuu höylille. Käytännössä ei ole siinä ongelmia, että uusi työ aloitettaisiin liian myöhään. Nopeimpien työvaiheiden ollessa tuotannon alkupäässä uhka keskittyy keskeneräisen tuotannon hallitsemattomaan kasvuun.

Eri aihoiden eri valmistusreiteistä ja –ajoista johtuen katkaisuvaiheessa aloitettavat työt ovat usein eri järjestyksessä kuin liimausjärjestys. Juuri tähän perustuu työvuorolistan merkitys: liimapuristimien töiden jonotus (=valmistusohjelma) puretaan aiemmille prosesseille, jolloin saadaan jonotettua katkaisu (=töiden aloitusjärjestys).

Työvuorolistaan merkitään työt ja työjärjestys koneittain. Ainoa poikkeus on aamuvuoron höylät, joiden työt on merkitty ikään kuin muistilistana. Työnjohtaja aamuvuoron edetessä päättää aina höyliäisen seuraavan työn. Viimeisenä vaiheena

työvuorolistan teossa on työntekijöiden sijoittaminen koneille. Tässä vaiheessa tehdään vielä lopulliset priorisoinnit. Usein käy niin, että jokaiselle kuormitetulle koneelle ei olekaan työntekijää sairauden tms. takia. Silloin on mietittävä, minkä työn aloittaminen voidaan jättää tuonemmaksi.

On vielä mainittava, että kaikissa aihioissa ei ole liimausvaihetta.

Hienokuormituksen periaate säilyy kuitenkin samana.

Taulukko 3. Kuormitusperiaatteet.

Prosessi	Ohjausperiaate	Erityistä
Liimaus	Uudet työt jonoon.	Uuden työn saa aloittaa vasta kun edellinen on kokonaisuudessaan valmis.
Höyläys	Aamuvuoro: höyläykselle muistilista. Iltavuoro: työt jonoon.	Aamuvuoron höyläystä ohjataan ad hoc muun tuotannon tarpeen mukaan.
Katkaisu	Työt jonoon. Järjestys voi poiketa liimausjärjestyksestä.	Katkaisua annostellaan KET:n mukaan, mikäli KET kasvaa liikaa, katkaisu keskeytetään.

4 TUOTANNON ORGANISOINTI JA OHJAUS

4.1 Tuotantomuodot

Ylläpidettävien varastojen mukaan tuotteet voidaan jaotella seuraavasti:

- A. Valmistetaan varastoon (varasto-ohjautuva).
- B. Kokoonpano tilausten mukaan.
- C. Valmistetaan tilausten mukaan (tilausohjautuva).

Varasto-ohjautuvassa strategiassa korostuu toimitusvarmuus ja standardinimikkeet. Tässä ympäristössä asiakas ei siedä toimitusviivästyksiä. Valmisvarastojen hallinta korostuu. Usein valmisvarastot kasvavat eri tuotevariaatioiden seurauksena.

Kokoonpanolle tilausten mukaan on ominaista laaja tuotevalikoima. Lopullinen kokoonpano tehdään vakiokomponenteista lyhyellä toimitusajalla, jonka määrittelee asiakkaat ja kilpailutilanne. Rajallisella komponenttien ja osakokoonpanojen määrällä voidaan valmistaa lukematon määrä variaatioita.

Tilausohjautuva strategia mahdollistaa erikoistuotteiden valmistuksen. Tuotesuunnittelu ja asiakkaan tarpeet korostuvat. Usein raaka-aineet tilataan vasta asiakkaalta tulleen tilauksen jälkeen, jolloin asiakkaan on siedettävä pitkiäkin toimitusaikoja./Fogarty et al., 1991, s.2-3/

Valmistustavan mukaan tuotanto voidaan ryhmitellä seuraavasti:

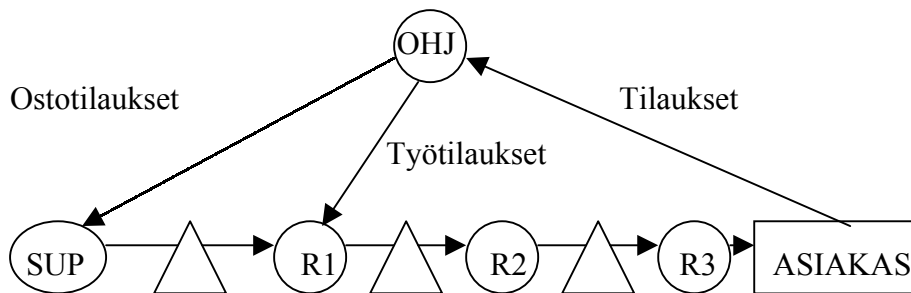
- A. Yksittäisvalmistus
- B. Erä- tai sarjavalmistus
- C. Jatkuva valmistus /Roos, 1982, s.29/

4.2 Työntöohjaus

Työntöohjaukseen kuuluu sekä tekninen osa että johtamiskäsite. Tekniseltä osaltaan siinä suunnitellaan tuotanto-ohjelmat, jotka ”työnnetään” tuotantoon.

Johtamiskäsitteeltään työntöohjaus on keskittyä suunnittelua. Päätökset tuotannon kuormituksesta tehdään keskitetysti, jotka sitten työnnetään organisaation alemmille tasoille./Sipper, Bulfin, 1997, s.533/

Työntöohjaus on ohjaustapa, missä materiaalien allokointia ohjataan reaali-prosessin reittien alkuun halutun toimitusohjelman toteuttamiseksi. Työntöohjauksessa ohjataan reitillä etenevää tuotantoa. Ohjaustapaa voidaan kutsua myös myötäsuuntaiseksi.



Kuva 5. Ohjausprosessi työntöohjauksessa. /Harju, 1999, s.83/

Ohjauksen tarkkuus riippuu allokointitarkkuudesta ja läpäisyajojen hajonnasta. Epävarmuus lisääntyy jokaisessa vaiheessa ja summautuu läpäisyajan hajonnaksi. Vaihtelualue on sisällytettävä ajoituksessa käytettyihin läpäisyajaka-arvioihin, muuten osa suoritteista ei täytä ohjattavuusehtoa ja niiden myöhästymiset aiheuttavat uusia priorisointi- eli järjestelytarpeita.

Mitä pitempiä reitit ovat, sitä suurempi on läpäisyajojen hajonta. Siksi työntöohjaamalla on vaikea saada rinnakkaisten reittien suoritteet kohtaamaan kokoonpaneissa vaiheissa samanaikaisesti. Helposti valtaosa tuotannosta puskuroituu odottamaan kokoonpanoa. Jonotusaikojen ja vaihtelun sidonnaisuuden

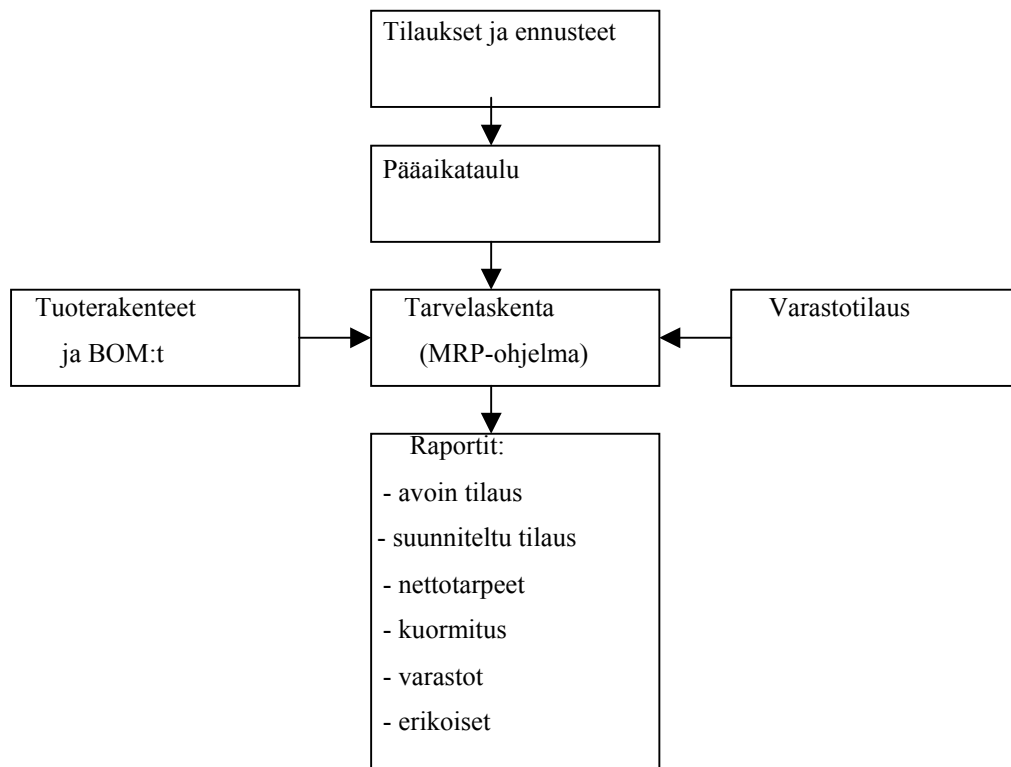
takia ohjauksessa läpäisyajoja voidaan lyhentää vain niiden vaihtelua eliminoimalla. Tärkein menetelmä siihen on FIFO-periaate. FIFO (First In First Out) tarkoittaa jonoperiaatetta, eli suoritteet käsitellään niiden saapumisjärjestyksessä.

Ulkoisessa ohjauksessa on useita toimintoja, jotka aiheuttavat yhä enemmän poikkeamia FIFO –järjestykseen samalla lisäten läpäisyn epävarmuutta:

- Kuormitustasaus, missä töitä voidaan käytännössä siirtää vain aikaisemmaksi.
- Töiden priorisointi työsisällön perusteella tuntematta niiden läpäisyajoja.
- Ajoitusilanteista johtuvat puutetilanteet.
- Myöhästymisuhan alaisten töiden kiirehtiminen.
- Odotusaikojen eliminointi työjärjestyksiä muuttamalla. /Harju, 1999, s.75-77/

4.2.1 Materiaalitarvelaskenta

Tavallisesti ulkoisissa ohjausjärjestelmissä ajoitus on ratkaistu jakamalla aikajänne suunnittelujaksoihin. Vaiheet ajoitetaan taaksepäin yksi vaihe per jakso eikä jaksojen sisäisiä työjärjestyksiä edes pyritä määrittämään. Menettelyä kutsutaan materiaalitarvelaskennaksi, MRP (Material Requirement Planning) tai MRP II (Manufacturing Resource Planning) järjestelmän laajuudesta riippuen. Ajoitusalgoritmi toimii samalla periaatteella kaikissa MRP –järjestelmissä.

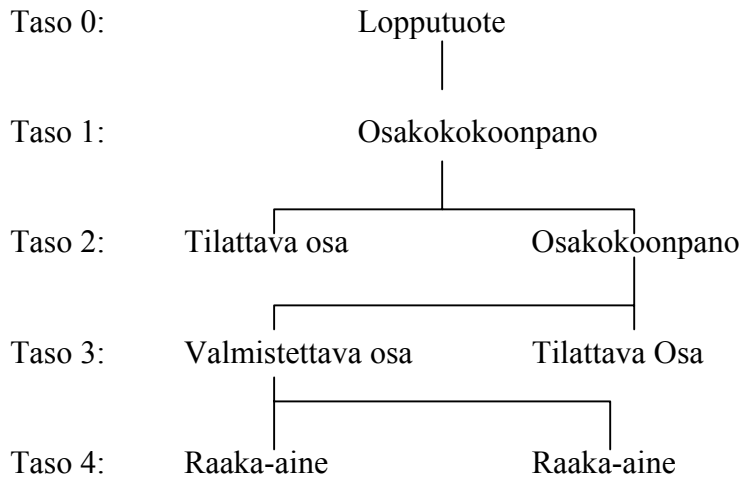


Kuva 6. MPR II –järjestelmä. /Harju, 1999, s.78/

MRP II on kolmitasoinen. Siihen kuuluu johtotason suunnittelu, toimintatason suunnittelu sekä toimeenpano. MRP II:n johtotason toimintojen perusteella määräytyy yritysstrategia, jolla on asetettu kuluvan vuoden tavoitteet. Tästä seuraa myynnille asetetut tavoitteet sisältäen liikevaihto- ja tuotantomäärätavoitteet. Näiden perusteella määräytyy tuotannolle asetettavat tavoitteet. Toimintatasoon kuuluu MRP (I). Tällä tasolla tehdään suunnitelmat toimeenpanoa varten. Toimeenpanovaiheeseen sisältyy valmistus, raaka-ainetilaukset, tuotannon seuranta, laadunvarmistus yms. /Sipper, Bulfin, 1997, s.534./

MRP:n päätehtävänä on määrittää ajoitetut raaka-aineiden tai komponenttien tarpeet. Syötettävänä tietoina ovat pääaikataulu, varastosaldot ja tuoterakenteet./Sipper, Bulfin, 1997, s.337/

MRP –järjestelmän ytimenä on lähtötietojen prosessointi tulostetiedoiksi, jotka koostuvat nettotarpeista. Työ- ja materiaalitulaukset tehdään nettotarpeen pohjalta. Prosessointi koostuu neljästä vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa tuotteet puretaan osiin, jolloin saadaan tuotekohtaiset tiedot sen eri tasoista: /Sipper, Bulfin, 1997, s. 340/



Kuva 7. Tuoterakenne /Sipper, Bulfin, 1997, s.341/

Prosessin toinen osa on materiaalitarpeen laskenta. Materiaalitarpeen määrittelyssä on kaksi osaa: brutto- ja nettotarve. Bruttotarve on se mitä tarvitaan huomioimatta varastotietoja. Nettotarpeessa huomioidaan varastotilanne ja avoimet tilaukset.

Siten nettotarve on:

$$\text{Nettotarve} = \text{Bruttotarve} - \text{Varastosaldo} - \text{Avoimet tilaukset}$$

Prosessin kolmas osa on tasapainotus. Siinä määritellään töiden aloitusajankohta. Nettotarpeet sovitetaan läpäisyajkojen tai materiaalitoimitusaikojen mukaan.

Prosessin neljäs vaihe on tilattavien materiaalien eräkokojen ja valmistuseräkokojen määrittely. /Sipper, Bulfin, 1997, s.340-343/

Tarvelaskenta voidaan suorittaa kahdella tavalla:

- Perinteisellä eräajoperiaatteella koko tuotantosuunnitelma ajetaan kerralla ja peräkkäiset vaiheet ajoitetaan peräkkäisille jaksoille kuormituksesta välittämättä. Siksi menettelyä kutsutaan karkeakuormitukseksi äärettömään kapasiteettiin. Kuormitus tasataan myöhemmin hienokuormituksessa siirtämällä töitä aiemmille jaksoille.
- Lisäysperiaatteella suoritettussa tarvelaskennassa ajoitetaan uudet työt entisten päälle. Silloin kuormitusta voidaan valvoa jo karkeakuormituksessa ja vaiheet ajoitetaan jaksoille, joilta löytyy vapaata kapasiteettia. Hienokuormituksessa määritellään vain jaksokohtaiset työjärjestykset.

Tarvelaskennassa on kaksi heikkoutta. Ensimmäinen on suunnittelujaksojen välille syntyvä täydellinen puskurointi, eli koko edeltävän jakson täytyy valmistua ennen seuraavan alkamista. Suunnittelujakson lyhentäminen nopeuttaisi läpäisyä, mutta se on hankalaa läpäisyn epävarmuuden takia. Toinen heikkous on priorisointimenetelmien puute. Kuormituksen tasauksessa on vapaata kapasiteettia etsittävä aina edeltäviltä jaksoilta, jolloin ongelmana on päättää, mitä töitä pitäisi aikaistaa. Ongelmaa voi vielä pahentaa materiaalitoimitusten epävarmuus. /Harju, 1999, s.77-78/

Käytännössä tarvelaskenta voi johtaa pitkiin läpäisyaikoihin ja sen suorittaminen on massiivinen toimenpide. Siksi monet yritykset käyttävät ainoastaan järjestelmän karkeakuormitusta ja priorisoinnit tehdään manuaalisesti erilaisin järjestelyin.

Vaihtoehtona tarvelaskennalle on käyttää ns. suoraa allokontiajoitusta, joka ei varsinaisesti ole jaksosidonnainen. Siinä työt ajoitetaan arvioitujen läpäisyajojen perusteella suoraan aloittaville resursseille ja muut vaiheet suunnitellaan hienokuormituksessa. Järjestelmä voidaan toteuttaa sekä eräajo- että lisäysperiaatteella.

Suorassa allokontiajoituksessa kuormitusvalvontaan voidaan käyttää hyvin lyhyttä jaksoa, mutta valvonnan tarkkuus voi olla heikko. Läpäisyn epävarmuus ei poistu, eikä välivaiheiden jaksosuunnitelmat pidä välttämättä paikkaansa. Täällä

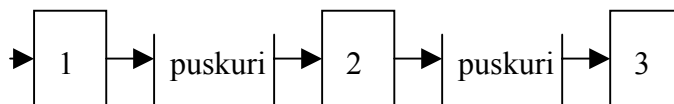
menetelmällä päästään kuitenkin tarvelaskentaa olennaisesti lyhyempiin läpäisyaikoihin ja kokemuksen karttuessa voidaan arvioita säädellä helpommin. /Harju, 1999, s.78/

4.3 Imuohjaus

Kuten työntöohjaukseen, myös imuohjaukseen sisältyy sekä tekninen komponentti että johtamisfilosofia. Tekniseltä osaltaan se on Japanissa Toyota Motor Companyn kehittämä tuotannonohjausjärjestelmä. Pyrkimyksenä on yksinkertainen tuotannonohjaus, jolla pienennetään sekä varastoja että keskeneräistä tuotantoa.

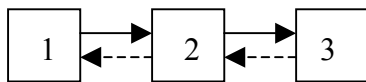
Imuohjauksen johtamisfilosofiasta käytetään nimitystä JOT, jota käsitellään myöhemmin erikseen.

Tuotetta valmistettaessa on työt jaettu erillisiin tehtäviin, tyypillisesti valmistus- tai kokoonpanoprosesseihin. Tehtävien välillä vallitsee vuorovaikutus, jonka pitäisi olla koordinoitua. Vuorovaikutus voi olla yksisuuntaista tai molemminpuolista. Yksisuuntainen vuorovaikutus on esitetty kuvassa 8. Jokaisen operaation suorite riippuu edeltävän operaation syötteestä. Esimerkiksi operaatio 2 on riippuvainen operaation 1 materiaalivirrasta ja operaatio 3 operaatiosta 2. Ensimmäisen operaation pysäyttäminen pysäyttää myös seuraavat operaatiot. Toisaalta operaatio 3 pysäyttäminen ei vaikuta aiempiin operaatioihin, vaan ne jatkavat valmistusta kasvattaen keskeneräistä tuotantoa, kunnes puskurivarastot ovat täynnä.



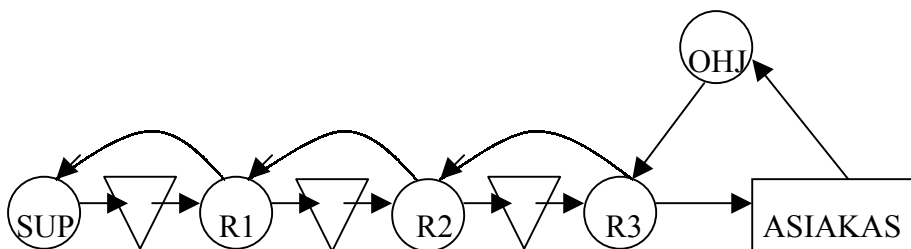
Kuva 8. Yksisuuntainen vuorovaikutus.

Kaksisuuntainen vuorovaikutus on esitetty kuvassa 9. Vuorovaikutus on kaksisuuntaista, koska materiaali- ja informaatiovirrat kulkevat eri suuntiin. Materiaalivirta kulkee myötäsuuntaisesti ja informaatiovirta vastasuuntaisesti. Siten operaatio 2 on riippuvainen operaation 1 materiaalista ja operaation 3 informaatiosta. Operaation 3 pysäyttämisestä tulee informaatio operaatiolle 2. Imuohjauksen peruseräite on nimenomaan tämä materiaali- ja informaatiovirran kulku vastakkaisiin suuntiin./Sipper, Bulfin, 1997, s.544-545/



Kuva 9. Kaksisuuntainen vuorovaikutus.

Kun työntöohjauksessa ohjataan reitillä etenevää tuotantoa, ohjataan imuohjauksessa kulutusta korvaavaa tuotantoa. Imuohjaus on mahdollinen silloin, kun prosessien välissä on pieni imupuskuri, jonka avulla valvotaan kulutusta. Nämä imupuskurit ovat aitoja varastoja, joihin sisältyy kysyntäriski. Tuotannon edetessä niissä tapahtuu suoritevaihto. Osavalmistus näyttää tapahtuvan pienellä viiveellä, mutta tuotteet eivät päädy osavalmistuksen käynnistäneeseen lopputuotteeseen. /Harju, 1999, s.81/



Kuva 10. Ohjausprosessi imuohjauksessa. /Harju, 1999, s.83/

Imuohjauksen edellytyksenä on se, että kysyntätieto on saatava kulkemaan suoritevirtaa vastaan. Itse tuotteet eivät siten voi toimia ohjausimpulsseina kuten työntöohjauksessa. Siihen tarvitaan erilliset impulssit, joiden välittäminen integroidaan reaali prosessiin osaksi suoritettavaa työtä. Kun työntöohjatun reitin

puskurit korvataan imupuskureilla, pilkkoutuu reitti lyhyisiin tilaus-toimitus-silmukoihin eli imukiertoihin. Imuvaikutus syntyy niiden siirtäessä kysyntäinformaatiota vastavirtaan kierrosta toiseen. Imukierron vaiherakenne koostuu seuraavista toiminnoista:

1. kulutuksen rekisteröinti ohjausimpulsseiksi
2. ohjausimpulssien välitys korvaavan prosessin käynnistämiseksi
3. korvaavan prosessin suorittaminen
4. korvaavan toimituksen suorittaminen.

Ohjausimpulssien käsittelyssä on oltava käyttökelpoiset ratkaisut. Niitä voivat olla visuaalinen ohjaus, suoritteiden siirtokonttien palautus, imukortit (kanban), sähköinen tiedonsiirto tai suulliset tilaukset. Kuitenkin tärkeintä on menetelmän toimivuus käytännössä. /Harju, 1999, s.82/

Imupuskureiden mitoituksessa varaudutaan tiettyyn kysyntään suhteella määrä/jakso. Puskureiden koko riippuu peräkkäisten kiertojen temposuhteesta. Tempo tarkoittaa kysyntävastetta, eli korvaavaan toimitukseen kuluva aikaa kulutustapahtumasta. Kysyntävaste riippuu vaiheajoista ja ohjattavuustilanteesta. Esimerkiksi prosessin ruuhkautuessa impulssit puskuroituvat, eikä korvaavaa tuotantoa saada nopeasti käyntiin.

Tilanteiden vaihtuessa imupuskurin palvelukyky edellyttää, että mitoituksessa käytettyä kysyntää ei ylitetä. Imuohjausta sovellettaessa seuraavat ongelmat on ratkaistava:

1. kuormituksen valvonta
2. puskuririittojen valvonta
3. priorisointimenettelyt.

Imupuskurit sallivat tilapäisen ylikuormituksen jos puskurin purkukapasiteetti on täydennyskapasiteettia suurempi. /Harju, 1999, s.82-84/

Koska Toyotan kehittämä Kanban on imuohjauksen kuuluisin sovellus, on imuohjausta usein kutsuttu Kanban –järjestelmäksi. Yksinkertainen esimerkki Kanban –sovelluksesta voidaan esittää komponenttien valmistuksen ja niiden kokoonpanon välisessä ohjauksessa. Oletetaan, että laatikoilla, joihin kuhunkin mahtuu kymmenen komponenttia, siirretään komponentit kokoonpanoon. Kun kaikki kymmenen osaa on käytetty, palautetaan laatikko komponenttien valmistusosastolle, jossa alkaa uusien komponenttien valmistus. Kun laatikko tulee täyteen, eli 10 kpl komponentteja, palautetaan se välittömästi kokoonpanoon. Tässä tapauksessa hyödyt ovat ilmeisiä. Valmistusosastolta ei voi ajautua ylimääräisiä komponentteja kokoonpanoon. Lisäksi, jos kokoonpanossa komponenttien tarve kasvaa, tieto valmistusosastolle siirtyy välittömästi, sillä tyhjät laatikot palautuvat useammin.

Kahden osaston välillä tarvittavien laatikoiden määrä riippuu kysynnän määrästä, tässä tapauksessa kokoonpano-osaston tarpeesta, kahden osaston välisestä siirtoajasta, laatikoiden siirtoa odottamasta ajasta ja prosessointiajasta. Tämä suhde kuvataan seuraavalla mallilla.

$$N \geq \frac{D(M+P)(1.0+S)}{Q}$$

missä N = tarvittavien imukorttien (laatikoiden) määrä

D = tarve / tunti

M = keskimääräinen odotusaika (sisältää käyttävän osaston prosessointiajan) ja siirtoon tarvittava aika. Siten M on kiertoon käytetty kokonaisaika, mikä laatikolta kuluu lähtiessä täytenä ja palatessa tyhjänä.

P = keskimääräinen asetus- valmistus- ja tarkastusaika, mikä tarvitaan laatikkoon tehtäville osille

S = prosentuaalisesti ilmoitettu varmuustekijä, mikä kompensoi osien valmistuksessa olevaa läpäisyajojen hajontaa.

Q = laatikossa olevien osien lukumäärä

Tässä esimerkissä kokoonpanon tarve on 20 kpl/h, siirtoaika 15 min (0,25h), kokoonpanoaika 30 min (0,5h), osien valmistusaika laatikollisen verran 24 min (0,40h), varmuustekijä 0,05 ja jokaisessa laatikossa on 10 osaa. Tarvittavien imukorttien määrä on: /Fogarty et al., 1991, s.590-591/

$$N = \frac{20(0,75+0,40)(1,0+0,05)}{10}$$
$$= 2,415 = 3 \text{ laatikkoa}$$

Termien selventämiseksi on vielä mainittava, että imuohjaus on materiaalivirtojen hallinnan opinkappale, Kanban on imuohjauksen manuaalinen työkalu, JOT käsittää koko järjestelmän materiaalivirtojen ohjauksesta johtamisfilosofiaan.

4.3.1 JOT

JOT –filosofian peruskäsitykset ovat:/Fogarty et al, 1991, s.568/

- A. Kaikki hukka, kaikki arvoa lisäämättömät tekijät tuotteessa tai palvelussa on eliminointava.
- B. JOT on jatkuvaa kehitystä.
- C. Varastot ovat tuhlausta. Se peittää ongelmia, jotka pitäisi pikemminkin ratkaista kuin kätkeä.
- D. Asiakkaiden laatumääritteet pitäisi huomioida tuotesuunnittelussa ja valmistuksessa. Tästä seuraa kasvava asiakaskohtainen räätälöinti.
- E. Valmistuksen joustavuus sisältäen nopean reagoinnin toimitus- tuotesuunnittelu- ja määrämuutoksiin on välttämätöntä.
- F. Avoimuuteen perustuva keskinäinen luottamus ja tuki pitäisi vallita organisaation, sen työntekijöiden, tavarantoimittajien ja asiakkaiden välillä.
- G. Tiimityöskentely on välttämätöntä kilpailukyvyn lisäämiseksi. Johtotason ja henkilöstön on oltava osallistuvia.
- H. Tehtävään osallistuvat henkilöt ovat paras lähde työvaiheen kehittämisessä. On tärkeää hyödyntää työntekijöiden aivoja, eikä pelkästään käden taitoja.

JOT –lähestymistapa sisältää:/Fogarty et al., 1991, s.570/

- A. Asetusaikojen lyhentämisen pienempien eräkokojen tekemiseksi.
- B. Sarjatuotannon lisääminen.
- C. Monitaitoisuuden kehittämisen.
- D. Laitteiston ja kapasiteetin joustavuuden lisääminen.
- E. Ehkäisevän kunnossapidon lisäämistä.
- F. Vakauden ja johdonmukaisuuden korostamista töiden aikataulutuksessa.
- G. Tavarantoimittajien kanssa pitkäaikaisen yhteistyön korostamista.
- H. Tavarantoimitukset useammin ja pienemmissä erissä.
- I. Tavarantoimittajien teknisen tuen parantamista.
- J. Työntekijöiden osallistumista tehtäviin, kuten laatupiireihin.
- K. Tilastollista laadunhallintaa (SPC).
- L. Tuotannon etuoikeuksien lopettaminen.
- M. Syy- ja seuraussuhteiden analysoimisen.

Suuri keskeneräinen tuotanto on monien vaikeuksien summa, kuten pitkät asetusajat, pitkät jonot työpisteissä, materiaalin siirron odottelua seuraavaan työvaiheeseen, työpisteiden väliset pitkät etäisyydet, odottamattomat laitteistorikot ja suuri varmuusvarasto suojaamaan mahdolliset rikkoutumiset. /Fogarty et al., 1991, s.571/

Työntekijöiden mukanaolo päätöksenteossa osana JOT –filosofiaa on linjassa asiakaskeskeisen järjestelmän kanssa. JOT –järjestelmässä tämä on saavutettu tiimityöskentelyllä ja työntekijöiden valtuuksien nostamisella. Jokaiselle työntekijälle on annettu enemmän vastuuta tuotantoprosessista. Ääriesimerkkinä jokainen työntekijä voi pysäyttää koko tuotannon, ellei laatu ole hyväksyttävää. Japanilaisessa terminologiassa tästä käytetään nimitystä Jidoka.

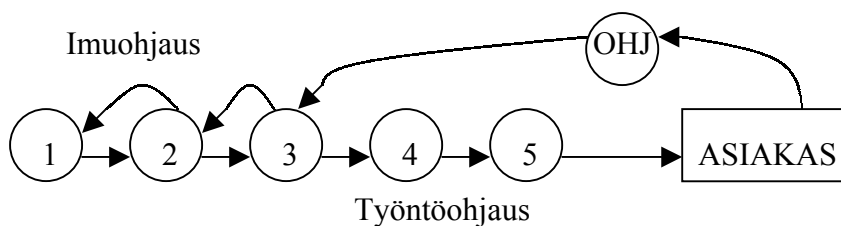
Tavarantoimittajien osallistuminen merkitsee erilaista asiakassuhdetta. Suuntauksena on ollut vähentää tavarantoimittajien lukumäärää ja luoda niiden kanssa pitkäaikaiset toimittajasuhteet./Sipper, Bulfin, 1997, s.545-546/

4.4 Imuohjaus vs. työntöohjaus

Imuohjausta voidaan soveltaa läpäisyajoiltaan nopeissa ja keskinopeissa valmistusprosesseissa, joissa toistuvuus ja ennakoitavuus ovat hyvät. Imuohjauksen edellytyksenä ovat raaka-aineiden ja komponenttien lyhyet toimitusajat. Olennaista on kyky pitää puskurit pieninä. Imuohjauksessa on ollut ongelmana huono reaktiokyky muutostilanteiden välittyessä hitaasti puskurilta taaksepäin. Imuohjauksen tavoitteena on tasainen materiaalivirta, jossa varastot välivarastot mukaan luettuna on minimoitu. Siksi tavarantoimitusten tulee tapahtua pieninä erinä suoraan käyttöpaikalle.

Työntöohjaus edellyttää varmaa tarvetta, jolloin sitä voidaan soveltaa erittäin nopeiden (läpäisy aika enintään muutama päivä) valmistusprosessien ohjauksessa. Myös hitaiden (läpäisy aika viikkoja tai kuukausia) valmistusprosessien ohjauksessa voidaan käyttää työntöohjausta, jos tarve on varma. /Hannus, 1994, s.165/

Monivaiheista reittiä voidaan ohjata imuohjauksella silloin, kun sen kaikki ohjausvaiheet ovat imuohjattavissa. Kuva 11 havainnollistaa tilannetta, missä vaihe 3 on ohjausvaiheena. Se ja sen jälkeinen reittiosuus on työntöohjattava. /Harju, 1999, s.82-84/



Kuva 11. Ohjausvaiheen vaikutus prosessirakenteeseen. /Harju, 1999, s.85/

Työntöohjaus sai alkunsa materiaalisuunnittelutekniikkana ja siitä kehittyi johtamis- ja tuotannosuunnittelu- sekä toimeenpanojärjestelmä. MRP II on tietokoneavusteinen keskitetty tuotannosuunnittelutyökalu. Ominaisuuksiltaan se on todennäköisesti paras sovellus dynaamisessa ympäristössä, kuten työpajassa. Sillä on kuitenkin kolme heikkoutta. Se olettaa kapasiteetin olevan ääretön, se

vaatii täydelliset tiedot kaikista tuotantotapahtumista ja se olettaa läpäisyajan olevan kiinteän, mikä haittaa tuotannon ajoitusta. Kiinteän läpäisyajan oletus on työntöohjauksen pahin haitta. Tässä kohdin on voimakasta tutkimustoimintaa meneillään ja parannettuja sovelluksia on odotettavissa.

Imuohjaus sai alkunsa tuotannon kontrollointitekniikkana, kanban, ja siitä kehittyi johtamisfilosofia JOT. Pääkohdiksi tulivat läpäisyajan hallinta ja hukan eliminointi tuotannon joka vaiheessa. Imuohjauksen etuna ovat lyhentyneet läpäisyajat, mikä lisää tuotannon joustavuutta vastata kysynnän muutoksiin, varastojen pienentäminen ja kaikenlaisen hukan eliminointi (virheelliset tuotteet, korjaukset). Kanban on halpa tapa imuohjauksen soveltamiselle. Imuohjauksen haittoina ovat:

- Se on lyhytnäköinen. Tulevaisuuden tapahtumia ei kyetä tunnistamaan, eikä niihin siten voida varautua.
- Imuohjaus ei toimi silloin, kun tuotevariaatioiden määrä on suuri.
- Imuohjauksella ei pystytä palvelemaan suurta määrää asiakkaita, joilla kullakin on omat erityistarpeensa./Sipper, Bulfrin, 1997, s.593/

Työntö- ja imuohjauksen määrittelyssä on käytetty paljon epämääräisiä termejä. 1970- luvulla imuohjaus oli ”huono” käytäntö johtuen sen tuotannonsuunnittelupuutteista esi-MRP –ympäristössä. 1980- luvulla japanilaisia johtamisjärjestelmiä arvioitaessa imuohjaus määriteltiin toimivaksi tekniikaksi sen mahdollistaessa varastotason pienentämisen. Imuohjausta alettiinkin pitää ”hyvänä” vastaavasti työntöohjauksen siirtymistä ”hyvästä” ”huonoksi”.

Nykyisin työntö- ja imuohjauksen määrittelyssä on kaksi päälinjaa. Joissakin yhteyksissä työntöohjaus kuvataan keskitetyksi päätöksenteoksi ja imuohjaus hajautetuksi päätöksenteoksi. Suunnittelu (sisältäen materiaalitarvelaskennan) on ”työntöohjausta” ja toimeenpano on ”imuohjausta”. Toisissa yhteyksissä työntöohjaus tarkoittaa ”tarjontaa” ja imuohjaus ”kysyntää”. Työntöohjaus liitetään liiallisiin varastoihin, suuriin eräkokoihin ja mahdollisimman suureen kapasiteetin käyttöasteeseen. Imuohjaus taas liitetään pieniin varastoihin ja eräkokoihin.

Termeistä työntö- ja imuohjaus johtuvien sekaannusten välttämiseksi olisi parempi ajatella asiaa termeillä keskitetty vastaan hajautettu suunnittelu ja tarjontaperusteinen vastaan kysyntäperusteinen toimeenpano. /Rice, Hatch, 1997, s.11.18/

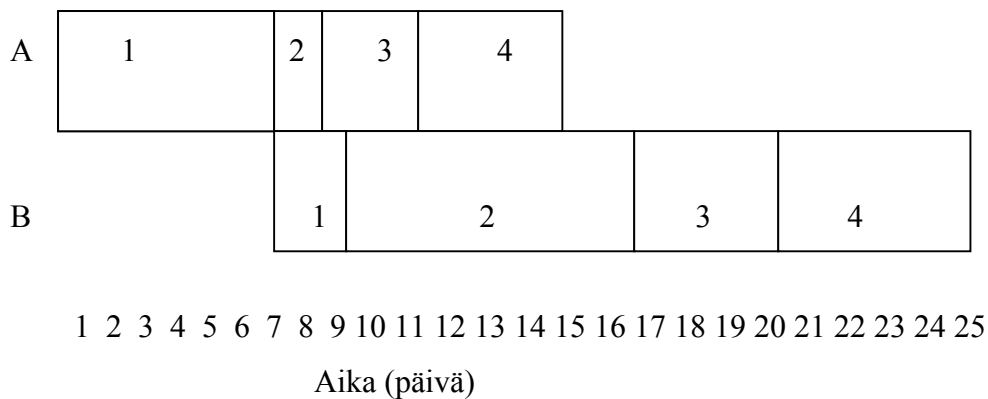
5 TUOTANNON AJOITUS

5.1 Tehdasrakenteet

Tuotannon virtauksesta tehtaan läpi ja koneiden layout-sunnitteluun on määritelty omat terminsä. Koneet voivat olla sarjassa. Puhdasoppisesti koneet ovat sarjassa silloin, kun työt etenevät aina täsmälleen samojen koneiden läpi täsmälleen samassa järjestyksessä. Yleisessä sarjamuodossa tietty työ voi ohittaa jonkin koneen. Työpajassa (job shop) tilanne on mutkikkaampi, sillä työ ei välttämättä etene samojen koneiden kautta ja työ voi lisäksi palata takaisin tietylle koneelle. Lisäksi voi vielä olla rinnakkaisia koneita. /Silver et al., 1998, s.669/

5.2 Jaksottamissäännöt

Koneiden työjärjestysten kuvaamiselle on yksinkertainen visuaalinen tekniikka, Ganttin kartta. Se on esitetty kuvassa 12. Siinä on esitetty neljän työn ajallinen kesto kahdelle koneelle.



Kuva 12. Ganttin kartta. /Silver et al., 1998, s.673/

Mallilla on omat heikkoutensa. Koneita voi olla useita ja töitä vaikka satoja, jolloin aikataulutusongelma on liian monimutkainen. Lisäksi, karttaan vain järjestellään työt tietämättä, miten optimaalinen saatu ratkaisu on. /Silver et al., 1998, s.672-673/

Töiden priorisoinneille yhdelle koneelle on kehitetty useita toimivia jaksottamissääntöjä. Niiden käytössä on huomioitava kaksi asiaa. Ensiksi, näillä säännöillä ainoastaan haetaan töille oikea suoritusjärjestys ottamatta kantaa kapasiteettirajoituksiin. Toiseksi, säännöt eivät vaadi suurempaa laskentaa, työt vain lajitellaan yhden parametrin mukaan. /Silver et al., 1998, s.676/

Töiden jaksottamiselle on seuraavia sääntöjä:

- Mielivaltaisuus. Valitaan seuraava työ mielivaltaisesti. Tätä sääntöä saatetaan käyttää kaotissa tuotannossa, eikä ole suositeltava.
- FCFS (First-Come-First-Served). Työt käsitellään saapumisjärjestyksessä. Koetaan monesti reiluna, ja on siksi yleinen käytäntö. Monesti kuitenkin kaukana optimaalisesta ratkaisusta.
- SPT (Shortest Processing Time). Valitaan työ, jolla on lyhin prosessointiaika. Tässä yhteydessä prosessointiaika sisältää myös asetusajat.
- SWPT (Shortest Weighted Processing Time). Valitaan työ, jolla on lyhin painotettu prosessointiaika. Paino on määritelty jokaiselle työlle perustuen työn arvoon (käsittelykustannukset) tai sen myöhästymiskustannuksiin.
- EDD (Earliest Due Date). Valitaan työ, jolla on aikaisin määräpäivä. /Silver et al., 1998, s.677/

Tutkimusten mukaan jaksottamissäännöistä lyhin prosessointiaika (SPT) antaa optimaalisimman tuloksen. Se minimoi

- kokonaisläpäisyajan
- keskimääräisen läpäisyajan
- keskimääräisen odotusajan
- keskimääräisen myöhästymisen
- kokonaismyöhästymisen.

Tämän säännön ainoa ongelma on siinä, että kun työt etenevät järjestyksessä nopeimmasta hitaimpaan, niin nämä viimeisiksi ajoitetut hitaimmat työt voivat myöhästyä kunnolla.

Aikaisin määräpäivä –sääntö (EDD) perustuu siihen, että työjärjestys laaditaan sen mukaan, milloin töiden on oltava valmiina muiden sääntöjen perustuessa töiden prosessointiaikoihin. Muut säännöt eivät siis huomioi töiden määräpäivää. Näin ollen EDD –sääntö minimoi enimmäismyöhästymisen. Keskimääräinen läpäisy aika on kuitenkin pitempi kuin SPT –säännöllä. /Silver et al., 1998, s.679-681/

Useammalle koneelle optimaalisen työjärjestyksen löytäminen on monimutkaisempaa. Oletetaan, että on m konetta ja n työtä. Silloin on $n!$ erilaista työjärjestystä/kone, jolloin kaikkia mahdollisia työjärjestyksiä on $(n!)^m$. Esimerkiksi kuusi työtä neljällä koneella antaa $2,687 \times 10^{11}$ erilaista vaihtoehtoa. Jos on vielä rinnakkaisia koneita, niin vaihtoehdot kasvavat. /Silver et al., 1998, s.687/

Kahdelle peräkkäiselle koneelle on kehitetty työjärjestyksen laadintaan algoritmi, joka minimoi enimmäisläpäisyajan. Yhden koneen tapaukseen verrattuna on nyt se ero, että koneilla voi olla joutoaikaa niiden odottaessa uutta työtä. Johnsonin teoreeman mukaan työ j edeltää työtä $j+1$, jos $\min(A_j, B_{j+1}) < \min(A_{j+1}, B_j)$, missä A on ensimmäisen koneen prosessointiaika työlle j (aika sisältää myös asetusajat) ja B toisen koneen prosessointiaika työlle j . /Magazine, 1996, s.613/

Teoreemaa on helppo soveltaa seuraavan algoritmin avulla:

Vaihe 1. Merkitään arvot A_j ja B_j kahteen sarakkeeseen.

Vaihe 2. Etsitään pienin jäljellä oleva arvo kahdesta sarakkeesta. Jos arvo on sarakkeessa A, ajoitetaan työ työjärjestyksessä ensimmäiseksi. Jos arvo on sarakkeessa B, ajoitetaan työ viimeiseksi.

	Prosessointiaika	Prosessointiaika
työ j	koneelle A	koneelle B
1	9	2
2	1	8
3	6	5
4	3	10
5	12	4

Esimerkissä pienin arvo on $A_2=1$. Koska tämä on sarakkeessa A, sijoitetaan työ 2 ensimmäiseksi ja poistetaan se listalta. Seuraavaksi pienin arvo on $B_1=2$, joten työ 1 sijoitetaan viimeiseksi. Samalla periaatteella jatketaan loppuun.

2xxxx

2xxx1

24xx1

24x51

24351

Eli työjärjestys on 2,4,3,5,1. /Silver et al., 1998, s.687-688/

Tyypillisin ja samalla vaikeimmin mallinnettava työpaja on sellainen, missä uusia töitä tulee satunnaisesti ja jatkuvasti ja prosessointiajat eivät ole kiinteitä. Kun koneille on jonossa odottamassa töitä, niin monessa tapauksessa päästään parhaaseen tulokseen silloin, kun valitaan aina se työ, millä on lyhin prosessointiaika (SPT –säntö).

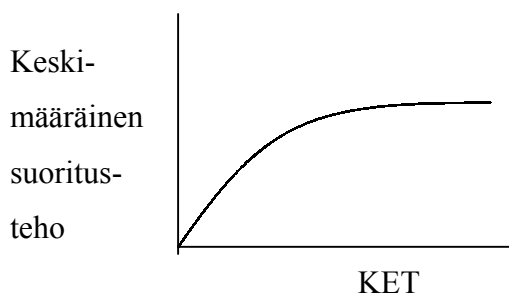
Työpajan tilanteen hahmottamiseksi otetaan pelkistetty esimerkki. Oletetaan, että työpajassa on viisi konetta. Samanaikaisesti on tulossa useita töitä, jotka menevät samojen vaiheiden ja koneiden kautta tuotannon läpi. Oletetaan lisäksi, että ei ole minkäänlaisia tiloja materiaalin varastoimiseksi odottamaan sen käsittelyä. Lopuksi vielä oletetaan, että prosessointiajat ovat kiinteät, yksi tunti/työ/kone. Tällaisen tuotannon dynamiikka on helppo ymmärtää. Ensimmäisellä koneella ei ole työn puutetta, koska uusia töitä on jatkuvasti odottamassa. Jokainen kone prosessoi työtä tasan tunnin ja työ siirtyy seuraavalle koneelle. Keskimääräinen suoritusteho (valmiiden töiden määrä/aikayksikkö) on yksi työ/tunti.

Seuraavaksi muutetaan oletusta siten, että prosessointiaika ei olekaan kiinteä. Se on keskimäärin tunti, mutta voi vaihdella puolesta puoleentoista tuntiin. Muut oletukset säilyvät ennallaan. Nyt keskimääräisen suoritustehon pitäisi laskea prosessointiajan vaihtelun takia. Aina kun kone prosessoi työtä hitaammin kuin tunnin sitä seuraavan koneen toimiessa nopeammin, joutuu seuraava kone aina

odottamaan edellistä konetta. Ja kun kone prosessoi nopeammin kuin seuraava kone, niin koneen on hidastettava tahtia, koska välivarastoille ei ole tilaa. Tässä tapauksessa on simulaatioiden avulla laskettu keskimääräiseksi suoritustehoksi 0,78 työtä/tunti, eli prosessointiaikojen vaihtelun takia on menetetty 22% teoreettisesta kapasiteetista.

Vaihtelusta huolimatta suoritustehoa voidaan lisätä keskeneräisen tuotannon avulla. Kun jokin kone toimii keskimääräistä nopeammin, voidaan koneelta tullut materiaali laittaa puskuriksi seuraavalle koneelle ja oman koneen puskuista voidaan ottaa välittömästi uusi työ käsittelyyn. Kuten kuvasta 13 huomaa, pieni keskeneräinen tuotanto nostaa jo huomattavasti keskimääräistä suoritustehoa. Suurin suoritusteho tässä tapauksessa on yksi työ/tunti. Jos on yksi pullonkaula, niin keskimääräinen suoritusteho ei voi ylittää pullonkaulan keskimääräistä suoritustehoa. Eli keskeneräinen tuotanto nostaa keskimääräistä suoritustehoa, mutta vain tiettyyn pisteeseen. Tämä piste on pullonkaulan keskimääräinen suoritusteho.

Yleensä tuotannon tavoitteena on aina pienentää keskeneräistä tuotantoa, mutta varastojen pienentäminen ilman vaihtelujen pienentämistä on kohtalokasta. Keskeneräisen tuotannon kasvattaminen on toisaalta hyödyllistä vain tiettyyn rajaan asti. /Silver et al., 1998, s.695-696/



Kuva 13. Keskeneräisen tuotannon ja keskimääräisen suoritustehon välinen riippuvuus. /Silver et al., 1998, s. 696/

5.3 Pullonkaulat

Tuotannon suunnittelussa resurssien kapasiteetit eivät käytännössä ole tasapainossa, eli toisilla resursseilla on enemmän kapasiteettia kuin toisilla. Siitä seuraa, että joidenkin resurssien kapasiteetti ei täytä kysyntää ja joillakin resursseilla on ylimääräistä kapasiteettia. Resursseja, joilla on ylimääräistä kapasiteettia, kutsutaan ei-pullonkaularesurssiksi ja resursseja, joilla ei ole ylimääräistä kapasiteettia, kutsutaan pullonkaularesurssiksi. /Srikanth, Umble, 1997, s.91/

- Pullonkaularesurssi. Resurssi, minkä kapasiteetti on yhtä suuri tai pienempi kuin siihen kohdistunut markkinakysyntä.
- Ei-pullonkaularesurssi. Resurssi, minkä kapasiteetti on suurempi kuin siihen kohdistunut markkinakysyntä.

Tässä määritelmässä on tärkeää se, että resurssin suhteellista kapasiteettia ei verrata toiseen resurssiin vaan kykyyn vastata kysyntään. Toisin sanoen hitain resurssi tai kuormitetuin resurssi eivät ole välttämättä pullonkauloja. Jäsenneltynä, miten resurssien käyttöajat jakaantuvat: /Srikanth, Umble, 1997, s.91/

- Työaika. Aika, mikä vaaditaan tietyn operaation suorittamiseksi. Ei sisällä asetusajoja.
- Asetusaika. Viimeisen valmistetun tuotteen A ja ensimmäisen valmistetun tuotteen B välille tarvittu aika.
- Joutoaika. Aika, jota ei käytetä asetteentekoon eikä materiaalin käsittelyyn.

Jos resurssi käsittelee materiaalia, ei se tarkoita sitä, että se olisi välttämättä tuottava. Perinteinen kustannusperusteinen ajattelu on luonut sen virheellisen ajatuksen, että resurssin käyttäminen on tuottavaa ja käyttämättömyys tuottamatonta. On huomattava, että kaikki työ ei ole tuottavaa työtä. Siksi on vielä määriteltävä hukka-aika:

- Hukka-aika. Kaikki se materiaalin käsittelyyn käytetty aika, mikä kuluu tehtäessä esim. viallinen tuote, keskeneräinen tuotanto, mitä ei tarvita tai valmis tuote, mille ei ole kysyntää.

Pullonkaulat määräävät tuotannon suoritustehon. Kaikki jouto- ja hukka-aika pienentävät sitä. Ei-pullonkauloissa työ- ja asetusaikojen yli jäävä kapasiteetti on todellakin ylimääräistä, eikä sitä kannata käyttää ylituotantoon. /Srikanth, Umble, 1997, s.93-95/

Koska pullonkaulassa ei ole yhtään ylikapasiteettia, on resurssin jokainen hetki käytettävä joko prosessoimiseen tai asetteentekoon. Oletetaan, että työaika voidaan lisätä pienentämällä asetusaikoja. Mikäli muualla tuotannossa ei ole muita rajoituksia, niin näin saavutettu lisäkapasiteetti lisää koko yrityksen suoritustehoa. Kaikki ongelmat, mitkä vähentävät pullonkaulan työaika, saadaan muutettua euroiksi siten, että menetetty aika on yhtä suuri kuin se arvo, joka olisi saatu sinä aikana valmistetuilla tuotteilla.

Ei-pullonkaulassa olevan joutoajan hyödyntämisessä on oleellista se, että miten joutoaika voidaan kääntää tuomaan arvoa tuotantoprosessiin. Jos ei-pullonkaulassa esimerkiksi pienennetään asetusaikoja, niin perinteisen käsityksen mukaisesti kustannustehokkuus kasvaa, sillä samassa ajassa tuotetaan enemmän osia tai vaadittujen osien tekemiseen tarvitaan vähemmän työaika. Tosiasiassa aikasäästöt kuitenkin vain lisäävät joutoaikaa, eikä sillä ole mitään vaikutusta järjestelmän suoritustehoon. Ajansäästö ei-pullonkaulassa on merkityksetöntä. Tätä ei kuitenkaan saa tulkita niin, että ei-pullonkauloissa ei ole mitään mahdollisuuksia parantaa yrityksen suorituskykyä. /Srikanth, Umble, 1997, s.96-97/

Kapasiteetti voidaan jaotella seuraavasti:

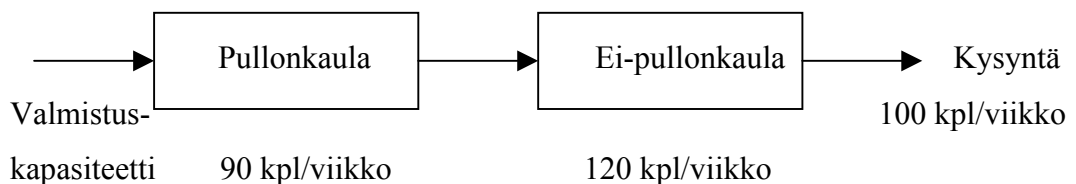
- Suoritustehokapasiteetti. Resurssin kapasiteetti, mikä vaaditaan täyttämään suoritusteho. Suoritusteholla tarkoitetaan sitä, että tuote on myyty, eikä pelkästään valmistettu.

- Suojaava kapasiteetti. Resurssin kapasiteetti, mikä tarvitaan aikatauluissa pysymiseen.
- Ylikapasiteetti. Suoritusteho- ja suojaavan kapasiteetin ylijäävä osa. Ylikapasiteetin vähentäminen ei vaikuta tuotantoon mitenkään.

Kokonaiskapasiteetti on edellisten summa, joten pullonkauloissa suoritustehokapasiteetti on yhtä suuri kuin kokonaiskapasiteetti. Mikäli pullonkaulat on huonosti johdettuja, esimerkiksi tapahtuu konerikkoja, materiaalipuutteita, työntekijän poissaoloja, osa suoritustehokapasiteetista muuntuu hukkakapasiteetiksi. Ei-pullonkauloissa tarvitaan suojaavaa kapasiteettia suojaamaan erilaisia vaihteluita. Ei-pullonkauloissa ylikapasiteetin tehokas hyödyntäminen usein johtaa kasvavaan keskeneräiseen tuotantoon, pitempiin läpäisyaikoihin, laatu uhrataan nopeudelle jne. /Srikanth , Umble, 1997, s.100-101/

Ei-pullonkauloissa ylikapasiteettia voidaan hyödyntää joustavuutta ja yrityksen kilpailuasemaa parantaen. Eräs mahdollisuus koskien ylikapasiteettia (ts. joutoaikaa) on lisätä resurssin asetteiden määrää. Tämä vaatii lisää asetus-aikaa, mutta sitä on tarjolla. Tällä on suotuisia vaikutuksia vähentää keskeneräistä tuotantoa ja läpäisy-aikoja sekä tasapainottaa tuotannon materiaalivirtoja. Toinen vaihtoehto joutoaajan hyödyntämiselle on työntekijöiden kouluttaminen, ehkäisevä kunnossapito, tutkimus ja tuotekehitys, ongelmien tunnistaminen ja ratkaisu./Srikanth, Umble, 1997, s.104/

Tarkastellaan aluksi tilannetta, missä valmistus etenee pullonkaulasta ei-pullonkaulaan.



Kuva 14./Srikanth, Umble, 1997, s.107/

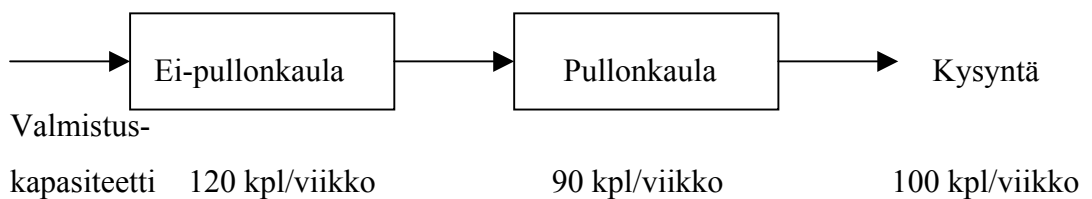
Tässä tapauksessa on kaikki pullonkaulassa käytettävissä oleva aika yritettävä käyttää kysynnän saavuttamiseen. Siksi pullonkaulassa on tuotantoa jatkettava niin

kauan kuin materiaalia on saatavilla. Tämä on helppoa silloin kun on kyseessä yksi tuote, sillä maksimaalisen tuottavuuden ja hyödyn saavuttaminen ei tuota ongelmia, ylituotantoa ei pääse tapahtumaan. Kuitenkin useamman tuotteen kohdalla on mahdollista, että yhden tuotteen kohdalla on ylituotantoa toisten kustannuksella.

Ei-pullonkaula on riippuvainen pullonkaulan materiaalitarjonnasta, ja se käsittelee materiaalin nopeammin kuin pullonkaula. Siksi ei-pullonkaula toimii vajaakäytöllä ja tuottavuusmittareiden käyttö ei ole mielekästä (voidaan valmistaa vain 90 kappaletta, vaikka kapasiteettia on 120 kappaleen valmistamiseen). Perinteinen lähestymistapa ei-pullonkaularesursseille tuottavuusmittareilla tuo kaksi ongelmaa. Ensiksi, ei-pullonkauloille kohdistetaan suoritustehomäärä, mitä ei voida saavuttaa. Toiseksi, huomio siirtyy pullonkauloista siihen, että yritetään parantaa ei-pullonkaulojen suoritustehoa.

Ei-pullonkaularesurssien hyödyntäminen kontrolloidaan järjestelmän kapeikkojen kautta. Koska ei-pullonkaula on riippuvainen pullonkaulan tarjonnasta, niin oleellista ei ole se, että miten hyödynnetään suojaavaa ja ylikapasiteettia vaan se, että miten toimitaan suoritustehokapasiteetin kanssa. /Srikanth, Umble, 1997, s.106-108/

Tapauksessa, missä tuotanto virtaa ei-pullonkaulasta pullonkaulaan, on esitetty kuvassa 15.



kuva 15 /Srikanth, Umble, 1997, s.109/

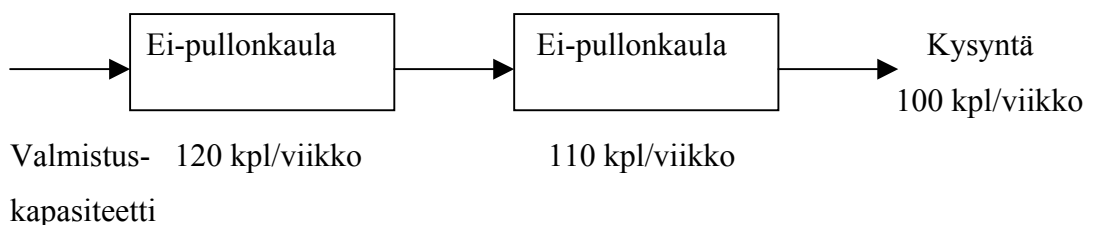
Ei-pullonkaula toimii nopeammin ja voi käsitellä materiaalia tehokkaasti niin kauan kuin sitä on saatavilla. Perinteisen tehokkuusajattelun mukaisesti vain tuotettaisiin keskeneräistä tuotantoa pullonkaulan eteen, ja käsittelykustannukset sekä läpäisy aika kasvavat. Tilanteen selkeyttämiseksi tähän yhteyteen määritellään kaksi termiä; aktivointi ja hyväksikäyttö. Aktivointi tarkoittaa resurssin käyttöä

materiaalin prosessoimiseen. Hyväksikäyttö tarkoittaa resurssin käyttöä materiaalin prosessoimiseen niin, että se edistää positiivisesti yrityksen suorituskykyä, eli suoritustehoa. Hyväksikäyttö on aktivoinnin osa-alue. Resurssin hyväksikäyttö edellyttää aktivointia, mutta aktivointi ei edellytä hyväksikäyttöä.

Ei-pullonkaula on hyväksikäytetty silloin, kun sen tuotanto seuraa hitaamman pullonkaulan tuotantoa. Kaikki ei-pullonkaulan lisätuotanto on sen yliaktivointia. Siksi silloin, kun tuotanto etenee ei-pullonkaulasta pullonkaulaan on resurssien oltava hyväksikäytetty, ei pelkästään aktivoitu.

Huolimaton ei-pullonkaulan johtaminen voi johtaa kohtalokkaisiin seurauksiin. Voi käydä niin, että esimerkiksi laatuongelmien takia ei-pullonkaula tuottaa vain 80 kpl viikossa. Seuraavalla viikolla ei-pullonkaula pääsee takaisin aikatauluunsa tuottamalla 100 kpl. Mutta pullonkaulassa voidaan tehdä aluksi vain ne 80 kpl ja seuraavalla viikolla 90 kpl. Tämä 10 kpl:n erotus on menetetty. /Srikanth, Umble, 1997, s.110/

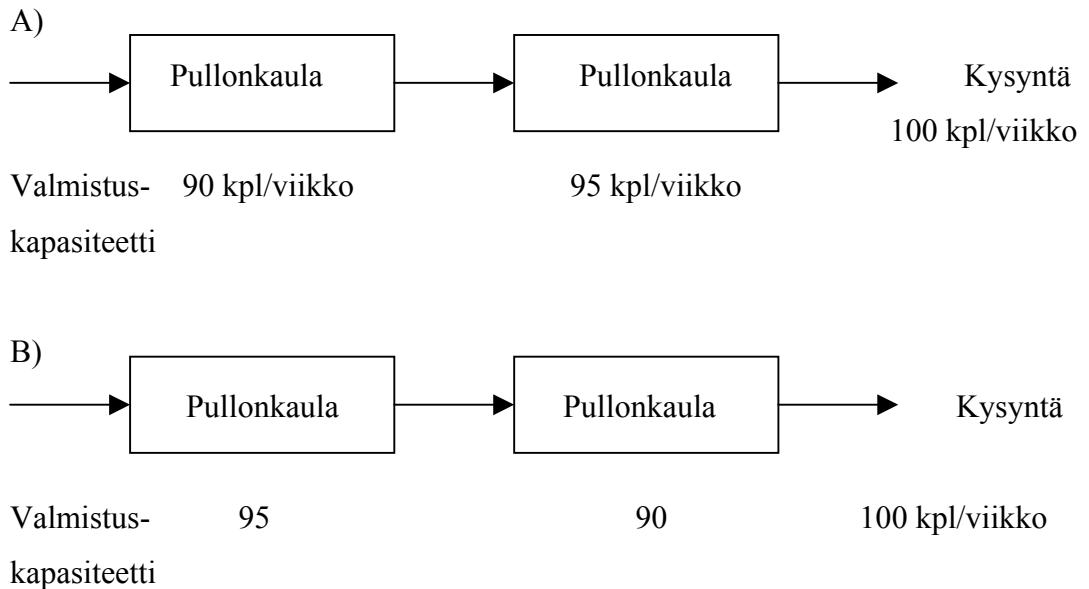
Tuotannon etenemistä ei-pullonkaulasta ei-pullonkaulaan on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16./Srikanth, Umble, 1997, s.111/

Molemmilla resursseilla on ylimääräistä kapasiteettia. Perinteinen tehokkuus tarkoittaisi yliaktivointia ja jonnekin kohtaa tuotantoa kertyisi ylimääräisiä varastoja. Tähänkin kohtaan käy periaatteet, että ei-pullonkauloja hallitaan kapeikkojen kautta ja että resurssi täytyy olla hyväksikäytetty, ei pelkästään aktivoitu. /Srikanth, Umble, 1997, s.111/

Kuvassa 17 on kaksi tapausta, kun tuotanto etenee pullonkaulasta pullonkaulaan.



Kuva 17. /Srikanth, Umble, 1997, s.112/

Kun tuotanto etenee pullonkaulasta pullonkaulaan, ei markkinakysyntää ehdiä täyttää. Tästä voi virheellisesti päätellä, että kumpikaan resurssi ei voi olla yliaktivoitu. On arvioitava näiden resurssien vaikutusta koko systeemin materiaalivirran kannalta. Tapauksessa A tuotanto virtaa hitaammasta pullonkaulasta nopeampaan. Vaikka jälkimmäinen pullonkaula on sitä määritelmän mukaan (kapasiteetti pienempi kuin markkinakysyntä), niin tässä tapauksessa se ei tosiasiallisesti ole pullonkaula. Sinne kertyy ylikapasiteettia koska edeltävä pullonkaula on hitaampi. Tässä tilanteessa on toimittava samoin kuin jos tuotanto etenee pullonkaulasta ei-pullonkaulaan.

Tilanteessa B tuotanto etenee nopeammasta pullonkaulasta hitaampaan. Vaikka jälleen nopeampi pullonkaula on sitä markkinakysyntään verrattuna, ei se ole sitä tässä tapauksessa. Tilanne on sama kuin tuotannon eteneminen ei-pullonkaulasta pullonkaulaan. Nopeampi pullonkaula voi olla täysin aktivoitu, mutta ei hyödynnetty. /Srikanth, Umble, 1997, s.111-112/

6 TUOTANNON KEHITTÄMINEN

6.1 Prosessijohtaminen

Funktionaalisen tehtävänjaon kautta tarkasteltuna unohtuu helposti yrityksen arvonnäkökulman syntyminen. Se tapahtuu useiden erilaisten toimintojen muodostamissa ketjuissa. Materiaalien ja raaka-aineiden hankinta, varastointi, tuotantoon siirto, varsinainen tuotanto, siirto lopputuotevarastoon ja jakelu muodostaa yrityksen eri osastojen läpi kulkevan reaaliprosessin. Aito arvonnäkökyys ei synny yksittäisistä työvaiheista tai osastoista, vaan hyvin suunnitellusta ja hallitusta joukosta toisiinsa linkittyvistä toiminnoista. Toiminnan tehostamisessa ja uudistamisessa on usein kyse nimenomaan arvonnäkökulman kannalta kriittisten prosessien eli ydinprosessien uudistamisesta. Tällöin on tunnistettava ydinprosessit oikein ja parantaa niitä sekä eliminoida ne toiminnot, jotka eivät tuota konkreettista arvoa prosessin sisäiselle tai ulkoiselle asiakkaalle./Karrus, 1998, s.185-186/

Liiketoimintaprosessi on toisiinsa liittyvien toimintojen ja tehtävien muodostama kokonaisuus. Se alkaa asiakkaan tarpeesta päättyen asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen. Esimerkkeinä uuden tuotteen kehittäminen, asiakaskannan hallinta, operatiivinen tilaus/toimitusketju, toimittajasuhteiden hallinta jne. Olennaisia tekijöitä liiketoimintaprosesseille ovat:

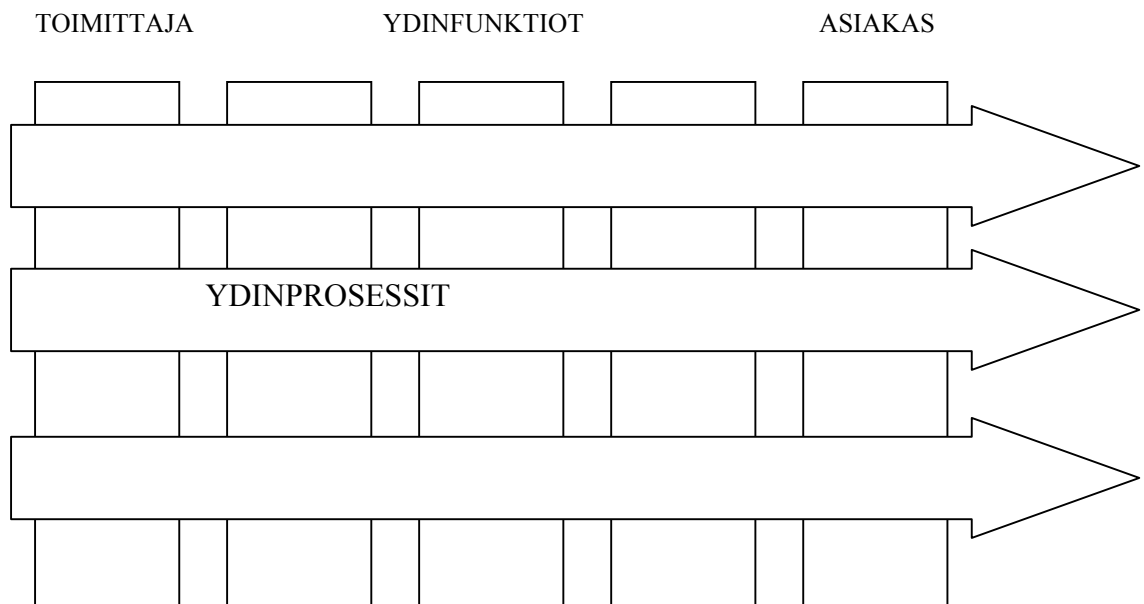
1. Prosessilla on aina asiakas, joka saa sille määritellyn lopputuloksen. Asiakas voi olla sekä yrityksen sisäinen että ulkoinen.
2. Prosessit ylittävät organisatoriset rajat, ja ovat yleensä organisaatiorakenteista riippumattomia.
3. Prosessien suorituskykyä on aina arvioitava asiakkaan (sisäinen tai ulkoinen) näkökulmasta. /Hannus, 1994, s.41/

Liiketoiminnan ydinprosessit ovat yrityksen ja sen avainsidosryhmien toimintaa läpileikkaavia toimintoketjuja. Ydinprosessit ovat joko suoraan asiakkaalle arvoa tuottavia liiketoiminnan ydinprosesseja tai varsinaista liiketoimintaa tukevia

ydinprosesseja (infrastruktuuriprosesseja). Ydinprosessit puolestaan koostuvat joukoista aliprosesseja. /Hannus, 1994, s.41/

Prosessijohtamisessa ydinprosesseille määritetään johtoryhmätasoiset ja linjavastuulliset prosessinomistajat, jotka vastaavat kustakin ydinprosessista ja sen suorituskyvystä kokonaisuutena. /Hannus, 1994, s.40/

Yleensä liiketoiminnan ydinprosessit kuvataan karkeimmalla tasolla ns. prosessikartan avulla. Se kuvaa yrityksen ja sen sidosryhmien ydinfunktiot, eli perustoiminnot ja prosessiryhmät ja niitä läpileikkaavat ydinprosessit graafisella kuvauksella ja sitä täydentävällä käsikirjalla. /Hannus, 1994, s.43-44/



kuva 18. Prosessikartan periaate /Hannus, 1994, s.44/

Prosessikartta on tärkeä työväline toiminnan uudistamisessa, sillä monet lähtötilanteen ongelmat yleensä liittyvät ydinfunktioiden välisiin rajapintoihin eli ns. organisaatiokaavion valkoisiin alueisiin. Prosessikartta tuo nämä rajapinnat esille. Prosessikartan avulla voidaan konkretisoida ydinosaminen ja strateginen kyvykkyys:

- Ydinosaaminen kytkeytyy ydinfunktioihin, kuten valmistukseen ja markkinointiin.
- Strateginen kyvykkyys kytkeytyy ydinprosesseihin, joiden kautta yritys luo asiakkailleen kilpailijoihinsa nähden ylivoimaista arvoa. /Hannus, 1994, s.44/

6.1.1 Tiimiorganisointi

Lattiatasolla prosessijohtamisen ehkä merkittävin vaikutus on tiimipohjaisen organisaation korostaminen. Tiimien merkitys korostuu sellaisissa murroksissa, joissa yrityksen suorituskyky riippuu koko organisaation käyttäytymistavan muutoksissa. Vaikka termiä tiimi käytetäänkin hyvin eri merkityksissä, niin se voidaan kuitenkin määritellä. Tiimi on pieni joukko toisiaan täydentäviä henkilöitä, jotka ovat sitoutuneet yhteisiin päämääriin ja suorituskykytavoitteisiin sekä työskentelytapoihin, joista he itse yhdessä kantavat vastuun.

Tavallisesti tiimit ovat pieniä, usein viidestä yhdeksään henkilöön. Tiimien kokoonpanossa pyritään löytää sopiva kokoonpano eri osaamisalueilta. Tarvittava osaaminen jakautuu kolmeen alueeseen, eli tekniseen ja/tai toiminnalliseen osaamiseen, ongelmanratkaisu- ja päätöksenteko-osaamiseen sekä ihmisten välisen kommunikoinnin taitoihin. /Hannus, 1994, s.63-64/

Taulukossa 4 on verrattu työryhmiä ja tiimejä. Kyseessä ei ole vastakkainasettelu, vaan molempia tarvitaan ja ne täydentävät toisiaan.

Taulukko 4. /Hannus, 1994, s.65/

	TYÖRYHMÄ	TIIMI
Johtajuus	Vahva, päämäärätietoinen johtaja.	Jaetut johtamisroolit tiimissä.
Vastuut	Yksilöllinen vastuunkanto.	Yksilöllinen ja yhteinen vastuunkanto.
Tavoite	Ryhmän tavoite sama kuin yrityksen laajempi liiketoiminnallinen tavoite.	Erikseen määritelty tiimitavoite, jonka mukaiseen tulokseen tiimi on sitoutunut.
Työsuoritukset	Yksilölliset.	Kollektiiviset.
Kokouskäytännöt	Tavoitteena tehokkaat kokoukset.	Tavoitteena avoin keskustelu ja aktiivinen ongelmanratkaisu.
Suoritusmittaus	Mittaa tuloksellisuuttaan epäsuoraan arvioimalla toimintansa vaikutusta muuhun toimintaan.	Mittaa suorituskykyään suoraan arvioimalla yhteisen työsuorituksensa.
Työtavat	Keskustelee, päättää, delegoi.	Keskustelee, päättää ja tekee aitoa työtä yhdessä.

6.2 Liiketoimintaprosessien uudistaminen

Liiketoimintaprosessien uudistamisessa projekteja lähestytään kolmelta suunnalta:

1. henkilöstö
2. tekniikka
3. prosessi. /Morris, Brandon, 1994, s.197/

Liiketoimintaprosessien uudistamiseen liittyy sille ominaisia muutostavoitteita:

1. Toiminnan virtaviivaistaminen
2. Kustannusten supistaminen
3. Laadun parantaminen
4. Tuottojen lisääminen
5. Asiakaskeskeisyyden kasvattaminen
6. Ostettujen yritysten sulauttaminen. /Morris, Brandon, 1994, s.107/

Toiminnan virtaviivaistamisella on usein tavoitteena saada prosessi huippukuntoon.

Vaikka tämä samalla merkitsee myös kustannusten karsimista, niin sitä ei yleensä

ilmoiteta tavoitteeksi. Syitä on useita. Ensinnäkin kustannusten karsiminen tuo vahvasti mieleen irtisanomiset, mistä voi seurata aiheettomia ongelmia. Toiseksi virtaviivaistamiseen sisältyy myös laatu- ja tehokkuusnäkökohtia, joita ei sisälly kustannusten alentamiseen. Kolmanneksi virtaviivaistaminen kiinnittää huomion vanhoihin, tehottomiksi tulleisiin prosesseihin. Virtaviivaistamisella parannetaan joustavuutta ja tehokkuutta, sillä päällekkäisiä toimintoja poistuu ja työnkulku sekä tukijärjestelmät paranevat. Täysin tehokkaassa toiminnassa tehdään vain se, mitä tarvitaan. Tuotannon asetus- ja odotusajat on minimoitu. Työnkulku on yksinkertaista, ja kaikista tarpeettomista tehtävistä on päästy eroon. Yleensä laatu paranee, sillä on vähemmän kohtia, missä asioita voi tehdä väärin.

Kustannusten supistaminen on yksi liiketoimintaprosessien uudistamisen tärkeimmistä syistä. Vaikka tavoite onkin tärkeä, niin sitä olisi hyvä pitää toissijaisena tavoitteena ja ensisijaisesti olisi pyrittävä toiminnan virtaviivaistamiseen ja laadun parantamiseen. Jos ensisijaiset tavoitteet saavutetaan, niin samalla kustannukset supistuvat. Kustannusten supistamisen toissijaisena tavoitteena pitämistä korostetaan siksi, että sitä tähdennetään yleensä liikaa. Se puolestaan vie yleensä huomiota pois laadusta ja tehokkuudesta. Samoin se johtaa välittömien hyötyjen korostamiseen eikä ota huomioon yrityksen pitkän aikavälin hyötyä. Liiketoimintaprosessien uudistaminen korostaa pitkäaikaista hyötyä, joten sekä teoriassa että käytännössä on ristiriitaista korostaa lyhytaikaisia säästöjä.

Kustannusten karsinta on kuitenkin usein liiketoimintaprosessien uudistamisen väistämätön tavoite. Jos tuotteen hintataso on määritelty markkinoilla, niin näihin ulkoapäin annettuihin lukuihin on päästävä markkinoilla säilymiseksi. Kustannusten karsimiseen on vielä pakottavampi tarve, jos prosessien uudistamiseen lähdetään tappiollisten tulosten takia. Kustannuksia voidaan säästää tietysti kaikilla toiminta-alueilla, mutta merkittävimpiä säästökohteita ovat työvoima, tieto, hankinnat, hallinto ja rahan kustannukset. Toisinaan on myös mahdollista säästää veroihin ja tulleihin meneviä kustannuksia. /Morris, Brandon, 1994, s.107-109/

Liiketoimintaprosessien uudistamisprojektissa pyritään lähes aina laadun parantamiseen. Kaikkien prosessien laadun parantaminen lisää varmasti tavaroiden ja palvelujen arvoa ja alentaa kustannuksia, koska hukkakäyttö pienenee. Prosessin laadun parantamisella pyritään kehittämään tuotetta ja minimoimaan uusintatyön ja hylättyjen tuotteiden osuutta. Samalla pyritään saavuttamaan johdonmukaisia tuloksia ja noudattamaan yhä tiukempia normeja. Kaikkien operatiivisten toimintojen normien jatkuva tiukentaminen on paras tae siitä, että laatu paranee. /Morris, Brandon, 1994, s.114/

On ilmeistä, että kustannusten alentamisen ohella myyntituottojen kasvu on se keino, jolla voittoa voidaan kasvattaa. Tuottoja voidaan kasvattaa joko tuotteiden hinnannostolla tai lisäämällä myytävien tuotteiden määrää. Tavallisesti hinnankorotus vähentää myyntimäärää, eikä se edellytä minkäänlaisia muutoksia liiketoiminnan harjoittamistavassa. Liiketoimintaprosessien uudistamisessa on kuitenkin aiheellista miettiä hinnankorotuksen vaikutusta myyntimäärään ja markkinaosuuteen. Muita myyntituottoja kasvattavia keinoja voivat olla saatavien tehokkaampi perintä ja tuotekehitys-, tuotanto- ja toimitusaikojen lyhentäminen. Näin voidaan vahvistaa tulovirtoja. Myös laadun parantaminen voi lisätä myyntituottoja.

Asiakaskeskeisyyden lisääminen on viime aikoina vahvasti nostettu muutosprojektien tavoitteeksi. Koska asiakkaan arvio yrityksestä riippuu paljolti palvelusta, on tämän alueen parannukset tärkeitä. /Morris, Brandon, 1994, s.120-121/

6.3 Laatuajattelu

TUOTANTOKESKEINEN LAATU

Perinteisin ja edelleen merkittävä näkemys laadulle on virheettömyys. Tuote täyttää sille asetetut vaatimukset silloin kuin se on valmistettu annettujen ohjeiden mukaisesti. Crosby määrittelee laadun ”todetuksi yhdenmukaisuudeksi vaatimusten kanssa”./Crosby, 1986, s.19/ Valmistettaessa tuotteita sarjoissa virhe

tuotantoprosessissa monistuu pahimmillaan kaikkiin siinä valmistuviin tuotteisiin. Siksi laadunvalvonnassa keskeisiksi asioiksi tulevatkin virheettömyys ja toistokertojen välisen vaihtelun minimointi, koska virheistä aiheutuu kustannuksia. /Lillrank, 1998, s.29/

Virheettömyyden vaatimuksen kautta saadaan laadun mittaamiselle mittari, joka on virheiden määrä. Se voidaan ilmaista monella eri tavalla tuotteesta ja prosessista riippuen. Virheellisten tuotteiden, komponenttien ja työvaiheiden lukumäärä voidaan laskea ja muuttaa se menetetyiksi euroiksi, työtunneiksi ja toimitusten viivästymisiksi. /Lillrank, 1998, s.29/

Virheettömyyden saavuttamiseksi on kehitetty nollavirheohjelma. Se luo virheitä ja vikoja ehkäisevän asenteen. Nollavirheohjelma on ennen kaikkea johtamisstandardi, ei motivointikeino. Virheettömään tuotantoon ei päästä sellaisilla epämääräisillä puheilla kuten ”tehdään hommat nyt oikein”, sillä silloin jokainen voi tai joutuu valitsemaan itse oman standardinsa laatukäsitystensä puitteissa. Laatusuoritukselle on oltava täsmälliset suoritusstandardit. Sen sijaan että käskettäisiin tehdä virheettömästi, niin opastetaankin, että miten tehdään virheettömästi. Puhtaimmillaan ainoa sallittu suoritus on yksiselitteisesti nolla virhettä. /Crosby, 1986, s.247-248/ Käytännössä kuitenkin prosesseissa esiintyy tiettyä vaihtelua johtuen inhimillisistä tekijöistä, jolloin on tyydyttävä erilaisiin vaihtelurajoihin. Täydellinen laatu maksaisi jo niin paljon, että se söisi katteen. /Lillrank, 1998, s.30/

Nollavirheajattelu virheettömästä tuotannosta perustuu työtoimintaa ohjaaviin tarkkoihin standardeihin ja niiden noudattamiseen. Aluksi ohjeiden noudattamista valvotaan tarkemmin, mutta vähitellen toivotaan työntekijöiden noudattavan vapaaehtoisesti, jolloin ohjeet ovat muuntuneet ”sisäisen kurin välineeksi”. Ongelmana vain on, että muutosvastarinta ja perinteinen toimintatapa hidastaa uudistuksen monivuotiseksi puurtamiseksi. On selvästi nähtävissä yhtäläisyyksiä Taylorin ”tieteelliseen liikkeenjohtoon”, eli pyrkimykseen löytää ja vakioida työntutkimuksen avulla parhaat suoritustavat työn tekemiseksi. /Sarala, Sarala, 1997 s.105/

Tuotantokeskeisessä laadussa on omat rajoituksensa. Jos tuote on valmistettu täsmällisesti ohjeiden mukaisesti, niin tämän laatumääritelmän mukaan se on virheetön. Mutta entä silloin, kun tuote on suunniteltu väärin? Virheettömyys työohjeisiin nähden ei auta, jos itse työohjeet ovat virheellisiä. /Sarala, Sarala, 1997, s.96/

SUUNNITTELUKESKEINEN LAATU

Suunnittelu- eli tuotekeskeinen laatu lähtee siitä, että tuotteessa on suorituskky, mikä määrittellään sen ominaisuuksien avulla. Laatu on sitä, että suorituskkyä maksimoidaan tuotesuunnittelun avulla sen ominaisuuksia parantamalla.

Esimerkiksi auton perussuorituskky on se, että sillä pääsee paikasta A paikkaan B ja tarvittaessa paikkaan C. Autossa on rakenteellisia ominaisuuksia, jotka suorittavat jotakin tarpeellista osana kokonaissuorituskkyä.

Suunnittelukeskeisen laadun rajoituksena on se, että voivatko suunnittelijat päättää asiakkaan puolesta sen että mikä on hyvä suorituskky. /Lillrank, 1998, s.31-34/

ASIAKASKESKEINEN LAATU

Asiakaskeskeisessä laadussa tarkastellaan sitä, miten tuote erilaisine ominaisuuksineen soveltuu asiakkaalle. Oleellista on se, että asiakkaan valintoihin liittyy maksaminen. Ostaessaan tuotteen asiakkaalla on siitä odotuksia. Asiakkaalla ei välttämättä ole täydellistä tietoa käytettävissään eikä siten valitse tuotetta objektiivisten ominaisuuksien perusteella vaan omien mielikuviansa ja kokemustensa avulla. Koska asiakkaan tarpeet ilmenevät odotuksina, mitkä enemmän tai vähemmän perustuvat todellisuuteen, niin silloin laatu on sitä, mitä asiakas sanoo sen olevan. Tuotteen on vastattava odotuksia.

Koska asiakas maksaa, niin silloin mukaan tulee tärkeä tekijä, hinta. Se ei ole tuotteen laatuominaisuus vaan eräs, usein kylläkin ratkaiseva tekijä asiakkaan ostopäätöksessä. Jos tuote on valmistettu absoluuttisen virheettömästi ja siinä on aivan huipussaan oleva suorituskky, mutta asiakas ei haluakaan maksaa niiden

aikaansaamiseen vaadittavia kustannuksia, niin tuote jääkin varastoon, eikä niissä siten ole asiakaskeskeistä laatua.

Hinnan lisäksi asiakkaan käyttötilanne ja –tarve määrittelee sen alueen, johon laatu on sovitettava. Jos asiakkaan mielestä perheautoon riittää 80 kilowatin moottori, niin silloin 250 kilowattia ei edusta parempaa laatua. Tästä päästäänkin keskeiseen oivallukseen, että laatu ei tarkoita tuotteen erinomaisuutta tai luksusta, vaan määrättyyn hinta/tarve –haarukkaan mahtuvien ominaisuuksien kokonaisuutta.

Asiakaskeskeisessä laadussa tavoitteena on se, että asiakas on niin tyytyväinen tuotteesta, että valitsee sen joka kerta uudelleen. Asiakastyytyväisyyttä voidaan mitata erilaisilla markkinatutkimuksilla, kyselyillä ja haastatteluilla.

Asiakaskeskeiselläkin laatu näkemyksellä on omat ongelmansa. Yksisilmäinen asiakaskeskeisyys voi johtaa ylilaatuun, eli laatuominaisuuksien ja kustannusten epäsuhtaan. Asiakkaalla voi olla koko ajan lisätoivomuksia, mutta asiakas ei välttämättä haluakaan maksaa enempää. Toiseksi, toimiiko asiakas aina ympäristöllisesti ja yhteiskuntamoraalisesti oikein. Jos asiakas haluaa syödä pandakarhun sisäfilettä, niin asiakassuuntautunut lihakauppias hankkii sitä. Siksi tarvitaan vielä yksi laatu näkemys, systeemilaatu. /Lillrank, 1998, s.34-37/

SYSTEEMIKESKEINEN LAATU

Systeemikeskeisessä laadussa lähdetään siitä, että tuotteella voi olla asiakkaan kokemus- ja käsitysmaailmaa laajempia vaikutuksia, joista aiheutuu ongelmia. Näin laatua määrittelemään tulee joukko toimijoita ja sidosryhmiä, jotka eivät välttämättä suunnittele, valmista, valitse tai käytä tuotetta. Tärkein toimija on tietysti lainsäätäjä. Tuotteen on täytettävä sille asetettavat lainsäädännölliset velvoitteet asiakkaan mielipiteestä riippumatta. Poliitikkojen toimintaan puolestaan vaikuttavat erilaiset liikkeet ja painostusryhmät, kuten luonnonsuojelijat, kuluttajajärjestöt, tasa-arvoaktivistit, kuluttajajärjestöt ja yleinen mielipide, johon taas vaikuttaa media. Sidosryhmistä rahoittajat eivät puutu laatuominaisuuksien

yksityiskohtiin, mutta vaativat taloudellisesti kannattavaa hinta/laatusuhdetta. Lisäksi alihankkijoiden toiminta vaikuttaa ratkaisevasti kokonaislaatuun.

Systeemilaadussa tarkastellaan tuotteen asiakkaan saaman tarpeentyydytyksen suhdetta muiden tahojen muihin tarpeisiin. Hyvän systeemilaadun tavoite on hyvin monista tekijöistä hyvin koottu kokonaisuus eli yhteinen hyvä. Käsitteenä systeemilaatu on jokseenkin epämääräinen, joten sitä on käytettävä varoen. Oleellista on kuitenkin se, että nyky-yhteiskunnassa on huomioitava ainakin tuotteen ekologiset, yhteiskunnalliset ja eettiset vaikutukset. /Lillrank, 1998, s.37-41/

6.3.1 Laatu ja kustannukset

Laadun kustannukset voidaan ryhmitellä kolmeen osaan: ehkäisevän toiminnan aiheuttavat kustannukset, valvontakustannukset ja virhekustannukset.

Ehkäisevän toiminnan aiheuttamat kustannukset tarkoittavat kaikkia niistä toimenpiteistä aiheutuvia kustannuksia, joiden tarkoituksena on estää suunnittelun, kehittelyn, hankinnan ja kaiken muun tuotteen tai palvelun aloittamiseen liittyvät viat ja virheet. Yksittäisiä kohtia voivat esimerkiksi olla:

- Suunnittelun tarkistukset
- Tuotehyväksyntä
- Piirustusten tarkistukset
- Teknisen laadun määrittäminen
- Toimittajien arviointi
- Työkalujen säätö ja tarkistus
- Prosessien suorituskyvyn tutkiminen

Valvontakustannuksia aiheutuu suoritettaessa tarkastuksia, testejä ja muita arviointeja määrittämään sitä, vastaako tuote tai palvelu sille asetettuja vaatimuksia. Yksittäisiä kohtia voivat esimerkiksi olla:

- Prototyyppien tarkastus ja testaus
- Tuotteen spesifikaatioiden yhdenmukaisuuden analysointi
- Toimittajan valvonta
- Vastaanottotarkastus ja –testi
- Tuotteen hyväksyminen
- Prosessin ohjauksen hyväksyminen
- Tilanteen mittaus ja raportointi

Virhekustannukset syntyvät silloin, kun vaatimuksia ei täytetä sekä tällaisten virheiden arviointi ja hoitaminen. Virhekustannuksiin kuuluvat kaikki raaka-aineet ja työpanokset. Myös asiakkaiden luottamuksen menetys on toisinaan laskettu tähän ryhmään. Virhekustannuksia voivat esimerkiksi olla:

- Uudelleensuunnittelu
- Tekninen muutos
- Hankintamuutos
- Kustannukset korjaavista toimenpiteistä
- Lisätyö
- Romu
- Takuut
- Toistuvat huollot
- Tuotevastuu

/Crosby, 1986, s. 127-129/

Laatu on ilmaista. Laatukustannukset syntyvät työssä tehdyistä virheistä, jolloin haaskataan pääomaa. Lisäksi, jos asiat tehdään kerralla kunnolla oikein, ei laatuosastoa tarvittaisi./Crosby, 1986, s.280-281/

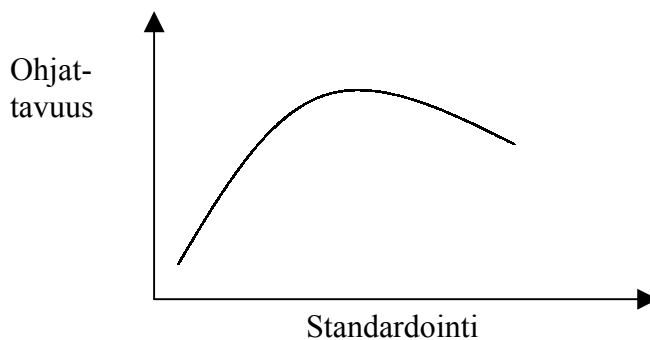
Edellä mainittu ei kuitenkaan ole täysin yksikäsitteinen asia. Tietysti kannattaa tehdä asiat kerralla kunnolla oikein. Virheet aiheuttavat suuria kustannuksia, kun joudutaan korjaamaan, korvaamaan vahinkoja ja vaikkapa rauhoittelemaan asiakasta. Mutta jos kerran laatu on ilmaista, niin miksi sitä ei käytetä rajattomasti?

Miksi virheitä tapahtuu? Tarvitaan asenteiden muutosta, ongelmanratkaisua, standardisointia, kontrolloituja kokeita ja laatujärjestelmiä, jotta päästäisiin virheettömään tuotantoon. Ja tämä kaikki maksaa palkkatyönä tehtävinä asioina. Siksi on täsmennettävä, että laadun kehittäminen maksaa, mutta se on investointi.

Laatukustannuksia kannattaa vielä täsmentää. On niitä tuotannon laatukustannuksia, jotka on helposti korjattavissa toimintaa muuttamalla ja niitä, joissa toimintatavan muutosta pitää saarnata ja organisoida vuosikausia. On sellaisia laatukustannuksia, jotka vaativat laite- ja käyttöinvestointeja. Tuotteen paremman suorituskyvyn aikaansaaminen maksaa, ainakin suunnittelutunteja./Lillrank, 1997, s.46-47/

6.3.2 Standardointi

Standardointi perustuu siihen, että syyn ja seurauksen välillä on suoraviivainen kausaalinen suhde tai riittävän vahva todennäköisyyteen perustuva suhde. Standardoinnilla saadaan järjestelmää toimimaan ennustettavalla tavalla eli ohjattavuus kasvaa. Standardoinnin vaikutusta ohjattavuuteen on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Standardoinnin ja ohjattavuuden suhde./Lillrank, 1997, s.128/

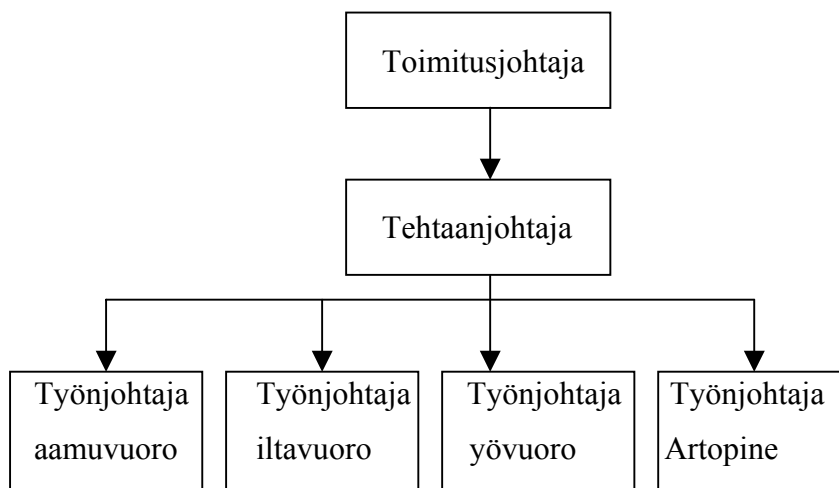
Alkuvaiheessa standardoinnin asteen kasvaessa ohjattavuus paranee alkuvaiheessa. Mutta standardien määrän lisääntyessä niiden kompleksisuus kasvaa ja systeemin sisäisten tuntemattomien tekijöiden yhteisvaikutus kasvaa. Standardien eli uusien määräysten jatkuva lisääminen tekee systeemistä vaikeammin ohjattavan./Lillrank, 1997, s.128-129/

7 KEHITYSTOIMINNAN ETENEMINEN

7.1 Lähtötilanne

Alkuvuonna 1999 tehtiin merkittäviä koneinvestointeja. Höylät uusittiin ja hankittiin lisää liimauskapasiteettia. Siihen asti suurin asiakas oli Artopine Oy. Investoidulla lisäkapasiteetilla oli tarkoituksena hakea kasvua uusista asiakkaista. Investointien yhteydessä käynnistettiin myös tuotannonohjaus- ja seurantajärjestelmien kehityshanke. Tuotantomuodoltaan oli tarkoitus siirtyä yksittäistuotannosta kohti toistuvaa erävalmistusta.

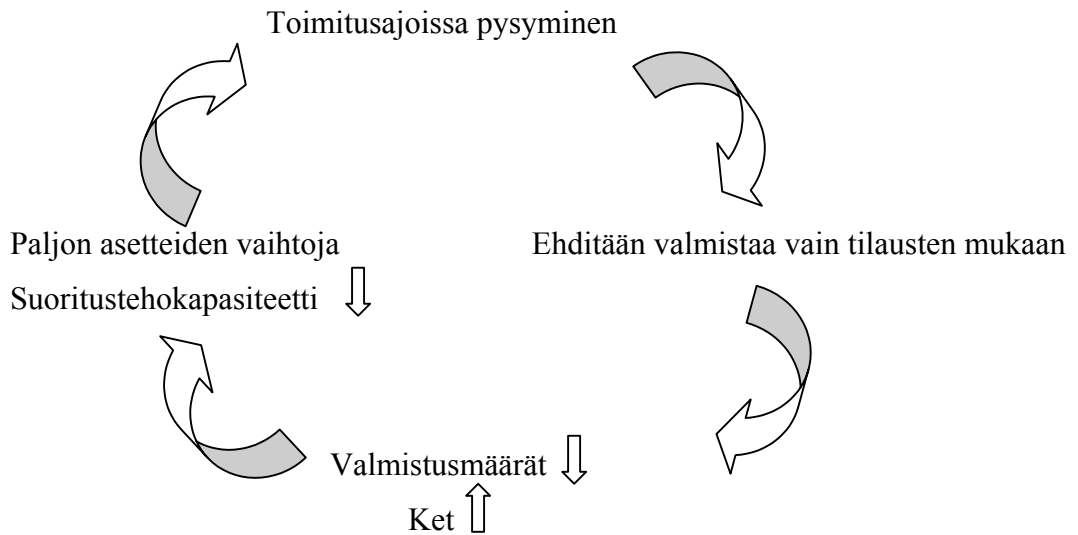
Keväällä 1999 organisaatio oli seuraavanlainen:



Kuva 20. Lähtötilanteen tuotanto-organisaatio.

Tuotanto jaettiin kahteen osastoon siten, että vanhalla konekannalla hoidettiin edelleen Artopinen aihiovalmistus sekä muiden asiakkaiden pienet valmistuserät. Tästä vastasi oma työnjohtajansa. Uudet koneet taas oli tarkoitettu suuremmille valmistuserille.

Suurempien erien valmistaminen alkoi osoittautua vaikeaksi, sillä käytännössä tuotanto päättyi aina samaan kehään:



Kuva 21.

Osoittautui, että tilanteen muuttamiseksi ei riittänyt pelkkä päätös valmistuserien kasvattamisesta, vaan syyt olivat syvemmillä. Tuotannossa puuttuivat yhteinen näkemys, kurinalaisuus ja suunnitelmallisuus. Näihin asioihin taas vaikutti kuormituksen puutteellisuus. Tehtaanjohtaja laati päivittäin työjärjestyksen. Työnjohtajilla oli kuitenkin liian suuret mahdollisuudet sen toteuttamiselle. Omissa vuoroissaan työnjohtajat päättivät aina tilanteen mukaan, miten tuotanto etenee konekohtaisesti ja missä vaiheessa uusi työ aloitetaan. Seurauksena oli osaoptimointi. Työnjohtajat luonnollisesti ajattelivat tilanteet aina oman vuoronsa kannalta omilla näkemyksillään, jolloin materiaalivirrat kulkivat eri vuorojen välillä erilailla. Tehtaanjohtaja ei voinut mitenkään ennalta tietää aamulla töihin tullessaan, mitä edellisen ilta- ja yövuoron aikana tarkalleen tehty. Tuotannon ohjaus oli ennakoivan sijaan korjaavaa. Kun materiaalivirrat eivät edenneet suunnitellusti, niin viimein oltiin aina siinä tilanteessa, että tuotanto ei tahtonut pysyä aikataulussaan.

Kaikki saapuneet tilaukset olivat toimistossa kaikkien nähtävillä. Tämä lisäsi tuotannon sekaannusta. Työnjohtajat saattoivat ottaa omaa vuoroaan optimoidessaan sen kannalta sopivia tilauksia työn alle.

Kolmeen vuoroon oli siirrytty nimenomaan siksi, että vuorokokoja pienentämällä tuotanto olisi paremmin hallinnassa. Pienemmällä vuorolla on pakosta kapeampi materiaalivirta. Tämä ei kuitenkaan tuonut ongelmaan toivottua helpotusta, sillä vastapainoksi tuli yksi osaoptimoiva vuoro lisää. Kahden osaston mallikin oli ongelmallinen. Artopinen tuotannosta vastaava työnjohtaja oli alisteisessa asemassa tehtaanjohtajaan nähden. Tehtaanjohtaja joutui omissa tuotantopaineissaan lainaamaan työnjohtajalta työntekijöitä. Tämä vei työnjohtajalta pohjan tuotannon suunnitelmallisuudesta, sillä edes kuluvan vuoron kapasiteettia ei aina pystynyt ennakoimaan.

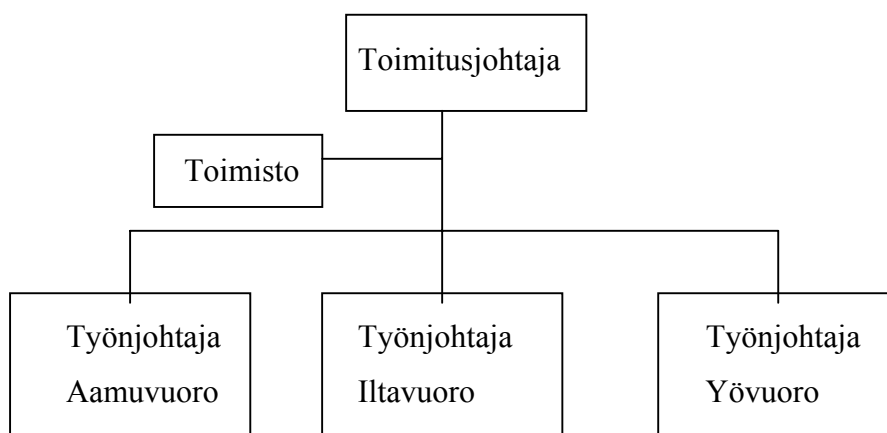
Tuotannon kehittämisessä oli kolme päälinjaa:

1. Tuotantoprosessin kehittäminen.
2. Aihoiden kehittäminen.
3. Sahatavaran hankinnan kehittäminen.

Tuotannon saaminen paremmin hallintaan oli ensimmäinen ja akuutein tarve. Tämän jälkeen tulivat rinnan aihoiden tuotekehitys sekä raaka-aineiden hankinnan kehittäminen.

7.2 Tuotantoprosessin kehittäminen

Kehityshanke lähti etenemään vasta organisaatiomuutoksen kautta kesällä 1999. Aluksi purettiin kahden osaston malli ja sen jälkeen koko tuotantovastuu siirrettiin suoraan toimitusjohtajan alaisuuteen. Näin koko tuotanto, osto ja myynti oli keskitettiin. Uusi organisaatio oli seuraavanlainen:



Kuva 22.

Ensimmäisenä toimenpiteenä oli työnjohtajien tarkka ohjeistaminen siitä, mitä töitä tehdään milläkin koneella ja missä järjestyksessä. Työnjohtajat eivät enää saaneet suunnitella tuotantoa, vaan heidän täytyi keskittyä valvomaan annetun valmistusohjelman toteutuminen. Pää tarkoituksena oli materiaalivirtojen eteneminen vuorojen läpi suunnitellusti. Jokaista vuoroa seurattiin erikseen tarkasti, eikä mitään omatoimisia poikkeamia työlistoihin sallittu. Tuotanto oli saatava elämään sen hetkistä tilannetta. Tietoa tulevista töistä jouduttiin rajoittamaan, jotta oltaisiin voitu keskittyä nykyisiin tilauksiin.

Tuotannossa alettiin saavuttaa ensimmäinen tavoite. Oli erittäin oleellista, että suunnitellut työlistat toteutettiin käytännössä. Tuotantoon alkoi kehittyä ennustettavuutta ja samalla sen todellinen luonne alkoi hahmottua. Nyt tuotannosta alkoi palautua sen kuormitukseen tarvittavaa informaatiota. Tästä alkoi kehittyä nykyinen työvuorolista.

Varastonhallintaan, mm. epäkuranttiusriskiin, liittyvistä syistä kerran tuotantoon otettu nippu käsitellään kokonaisuudessaan. Siksi valmistusmäärä on usein tilausmäärää suurempi. Tuotantopaineissa on suuri houkutus heti valmistusmäärän tullessa täyteen siirtyä uuteen työhön. Tuotannolliseksi lähtökohdaksi tuli että kun uusi työ aloitetaan, niin koko erä ajetaan kerralla tuotannon läpi. Ei enää sallittu sitä, että tilausmäärän tullessa täyteen aloitettiin uusi työ ja loput jätettiin

keskeneräiseksi tuotannoksi. Keskeneräistä tuotantoa alettiin kontrolloida. Tämä vaati myös vanhan suuren KET:n purkamista.

Artopinen aihioita alettiin valmistaa varastoon. Näin kasvatettiin sarjakokoja. Artopinen aihiovalmistusta alettiin muutenkin hyödyntää tuotannon tasapainottamisessa.

Puolen vuoden päästä, eli loppuvuodesta 1999 voitiin siirtyä takaisin kahteen vuoroon. Vuorojen koko kasvoi ja materiaalivirta leveni. Toisaalta hienokuormitus vastaavasti oli jo kehittynyt niin että materiaalivirran leventyminen tapahtui hallitusti. Kummatkin vuorot olivat tasavahvoja ja niillä oli omat työnjohtajansa.

Työvuorolista kehittyi nykyiseen muotoonsa. Vaikka koneille löytyi oikea työjärjestys, niin keskeneräisen tuotannon hallinta säilyi edelleen ongelmallisena. Uusien töiden aloitus ajoittui tasaisesti aamu- ja iltavuoroon. Vuorotyönjohtaja teki edelleen omassa vuorossaan päätöksen tarkasta aloitusajankohdasta.

Vuoden 2003 alussa tehtiin tuotannon kehityksen kannalta merkittävä organisaatiomuutos. Pääpaino siirrettiin aamuvuoroon ja iltavuoroon jäi pelkästään liimaus ja sitä tukeva höyläys. Uusien töiden aloitus keskitettiin aamuvuoroon. Vuorotyönjohtajista toinen jäi aamuvuoroon työnjohtajaksi ja toinen siirrettiin ulkoalueiden hoitajaksi. Näin iltavuorossa ei enää ollut työnjohtajaa. Hienokuormitus siirrettiin työnjohtajalle, joka joutui nyt itse suunnittelemaan aamu- ja iltavuoron ohjelman ja valvomaan itse sen toteutumista. Töiden ajoitusongelmat alkoivat vähentyä, kun työnjohtaja itse joutui etukäteen jäsentelemään tuotannon. Luonnollisesti tulokset eivät näkyneet heti, vaan kyseessä oli normaali oppimisprosessi. Yrityksen sisäisessä kielenkäytössä puhutaan ns. romupäivistä silloin kun uusien töiden aloittaminen pysäytetään kokonaan ja keskitytään purkamaan ylimääräinen keskeneräinen tuotanto. Vielä keväällä 2003 jouduttiin pitämään näitä romupäiviä, mutta vuoden 2004 aikana ne olivat jo harvinaisia.

Toisen vuorotyönjohtajan siirtäminen hoitamaan kuivaamoja ja trukkitöitä oli kehityksen kannalta merkittävä päätös. Tuotannon tuntemus toi materiaalinhallintaan itseohjautuvuutta. Työvuorolistan nähtyään voi trukinkuljettaja hahmottaa päivittäisen raaka-ainetarpeen. Tuotannon rytmin tuntien trukinkuljettaja suurin piirtein tietää, milloin mitäkin raaka-ainetta tuotannossa tarvitaan. Tällä on merkitystä oman työpäivän tehtävien ajoituksessa. Sellaiset tilanteet, joissa tuotannon tarvitessa raaka-ainetta trukin samanaikaisesti ollessa sidottuna muuhun tehtävään, alkoivat vähentyä. Tuotannon tuntemus toi vielä sen edun, että sahatavaran kuivauksen ajoitus tuli paremmin hallintaan. Pohjana tieto tulevista töistä ulkoalueiden hoitaja osasi itse laatia kuivausohjelman niin, että tuotannon tarvitessa raaka-ainetta sitä oli kuivana riittävä määrä.

Valmistustavan kehittämisessä on ollut yhtenä suuntauksena sahatavaran käsittely mahdollisimman pitkänä läpi tuotantoprosessin. Määrämittaan katkaisu tapahtuu vasta lopussa. Seuraavassa on kaksi lupaavia tuloksia antanutta esimerkkiä.

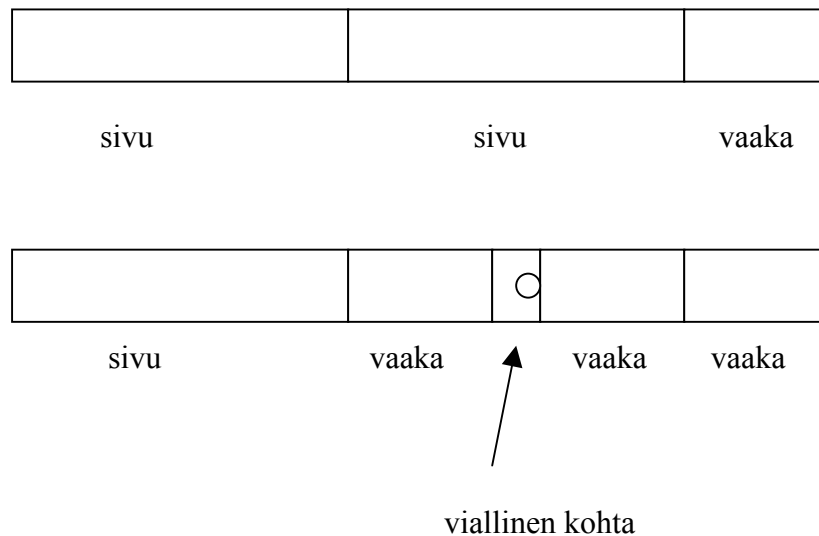
ESIMERKKI 1.

Oveen tarvitaan kaksi sivua (pituus 1735 mm) ja kolme vaakaa (ovimallista riippuen 730 mm tai 690 mm). Vaakojen keskinäinen tarve on suhteessa $\frac{1}{2}$ ja $\frac{1}{2}$. Jos valmistetaan aihiot 2500 oveen, tarvitaan 5000 kpl sivuja ja 3750 kpl kumpaakin vaakamittaa. Sivuja liimataan tunnissa keskimäärin 130 kpl ja vaakoja 100 kpl. Liimausajaksi tulee sivujen osalta $5000 \text{ kpl} / 130 \text{ kpl/h} = 40 \text{ h}$ ja vaakojen $(3750 * 2) \text{ kpl} / 100 \text{ kpl/h} = 75 \text{ h}$ kokonaisliimausajan ollessa 115h. Valmistustapaa muutettiin niin että alettiin katkoa pelkästään sivumittaa 1735 mm ja vaa'at katkottiin liimatuista sivuaihioista. Nyt 2500 oveen on liimattava 8750 sivua, joista 3750 kpl katkaistaan lopuksi vaa'iksi. Liimaukseen kuluu nyt aikaa $8750 \text{ kpl} / 130 \text{ kpl/h} = 70 \text{ h}$, eli liimauksessa säästetään aikaa 45h, mikä tarkoittaa 39% ajansäästöä. Ensimmäinen katkaisuvaihe nopeutui, sillä katkottavien kappaleiden lukumäärä väheni, koska sahatavarasta katkottiin pelkästään pitkää mittaa. Toisaalta tarvittiin toinen katkaisuvaihe liimauksen jälkeen, mutta katkaisu on huomattavasti liimausta nopeampaa, joten nopeutunut liimaus korvasi hyvin uuden katkaisuvaiheen työajan.

Liimauksen nopeutumiseen vaikuttivat liimaustekniset syyt. Parhaiten kyseisen aihion liimaukseen soveltui suurtaajuuspuristin. Puristimella ei kuitenkaan voinut liimata lyhyitä mittoja, jotka oli liimattava lämpölevypuristimilla. Siirtymällä pelkästään pitkien sivujen liimaukseen saatiin kyseisen aihion liimaus keskitettyä suurtaajuusliimapuristimelle, jolloin lämpölevyliimapuristimien kapasiteettia vapautui niille paremmin soveltuvaan liimaukseen.

ESIMERKKI 2.

Oven karmiaihioon tarvitaan kaksi sivua ja yksi vaaka. Sahatavaraa katkottaessa tehtiin samalla vianpoisto. Nyt tuli ongelmaksi, että vaakoja tuli liikaa suhteessa sivuihin. Ongelma ratkesi sillä, että katkaisussa lopetettiin vianpoisto ja keskityttiin pelkästään katkomaan mahdollisimman pitkiä mittoja eli sivuja.



Kuva 23.

Pitkien sivujen saanto parani ilman vianpoistoa. Kyseinen sahatavara halkaistaan katkaisun jälkeen, jolloin viallinen kohta usein jää pelkästään toiseen halkaistuun kappaleeseen toisen vielä käydessä karmiin.

Vaikuttaisi aika luontevalta että sahatavarasta poistetaan viat heti alkuvaiheessa, jolloin siitä eteenpäin tuotannossa olisi vain virheettömiä kappaleita. Käytännössä

on kuitenkin osoittautunut, että tuotantoprosessi nopeutuu jos sahatavara voidaan käsitellä tuotannossa mahdollisimman pitkällä mitoilla, sillä tarkka vianpoisto heti alkuvaiheessa lyhentää tuotannossa käsiteltäviä pituusmittoja samalla lisäten käsiteltävien kappaleiden lukumäärää.

Tarkoituksellinen vianpoiston poisjättäminen katkaisussa tarkoittaa vianpoiston siirtymistä liimausvaiheeseen. Silloin liimaajan on pantava ennen liimausta syrjään aihion laatuvaatimuksia täyttämättömät kappaleet, tai jos mahdollista, saatava viallinen kohta aihiossa piiloon liimasaumaan. Liimaajille tämä ei ole uutta asiaa, sillä katkaisun jälkeisessä höyläyksessä puusta tulee aina esiin sellaisia vikoja, joita katkaisuvaiheessa ei voitu huomata, joten liimaajat ovat aina joutuneet valikoimaan liimattavat kappaleet.

7.3 Aihoiden kehittäminen

Vaikka kehitystoiminnan alussa oli jo tiedossa ja samalla myös tavoitteena aihoiden kehittäminen, niin tähän työhön päästiin käsiksi vasta sen jälkeen, kun tuotanto oli riittävästi hallinnassa. Tässä tilanteessa olisi ollut kerralla liian suuri muutos luoda koko tuotannolle uusia pelisääntöjä ja samanaikaisesti kokeilla yksittäisille ahiomalleille erilaisia valmistustapoja. Eri muutosten vaikutusten mittaaminen ja arviointi olisi ollut mahdotonta.

Tuotannon selkiytyminen osoitti jo joidenkin aihoiden kohdalla suoraan, että valmistusprosessi oli liian hidas ja monitöinen. Jälkilaskelmat antoivat myös tukea epäilyille, että jossain aihioissa oli selvää ylilaatua.

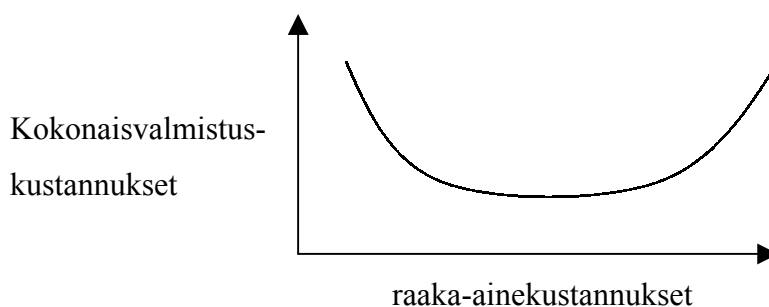
Jälkilaskenta vaati seurannan kehittämistä. Työntekijöiden täyttämään tuntikorttiin oli syksyyn 1999 merkitty vain tuote ja siihen käytetty aika. Tuntikorttia muutettiin niin, että työntekijän oli nyt merkittävä, millä koneella teki mitään tuotteen työvaihetta ja kuinka kauan. Näin tuntikorttien perusteella pystyttiin tuotekohtaisesti seuraamaan jokaisen työvaiheen kestoa.

Jälkilaskennassa otettiin huomioon valmistuserään käytetty raaka-ainemäärä ja tuntikorteista saatu tieto eri työvaiheisiin käytetyistä ajoista. Näinkin suppeassa muodossa tehty laskenta antoi jo riittävästi informaatiota. Tärkeintä oli ylipäättään saada edes jonkinlainen käsitys aihion valmistuksen kannattavuudesta silloisilla valmistusmenetelmillä. Työvaihekohtainen työajan analysointi auttoi antamaan kehityssuuntia.

Kauttaaltaan liiallinen ajankäyttö eri työvaiheissa viittasi ylilaatuun. Työntekijät olivat omaksuneet liian tiukkoja standardeja. Todennäköisesti ylilaadun syynä oli väärin tietojen liikkuminen työntekijöiden keskuudessa. Saattoi myös olla, että kun tuotanto ei ollut kovinkaan hallinnassa, niin työntekijät eivät osanneet hahmottaa, mistä aihionvalmistuksessa on kyse. Epävarmuus peilautui varman päälle toimimisena. Aihoiden kehittämisessä tuli yhdeksi linjaksi laatutason uudelleenmäärittely, koska siinä oli näkemyseroja.

Aihion valmistuksessa usein parhaimman tavan löytämiseksi on tehtävä erilaisia kokeiluja, yrityksiä ja erehdyksiä. Valmistustavan muuttaminen tarkoittaa aina kompromissien tekoa. Eri valmistustapoja mietittäessä on huomioitava, että ajan säästö tietyssä työvaiheessa voi kostautua toisessa työvaiheessa. Jossakin työvaiheessa lisääntynyt työaika voi jättää jonkin toisen työvaiheen kokonaan pois. Lisäksi lähtöraaka-aineen laadulla on vaikutus käytettyyn valmistusaikaan.

Tarkastellaan raaka-aineen laadun vaikutusta kokonaisvalmistuskustannuksiin. Niillä tarkoitetaan tässä yhteydessä aihion tekoon käytettyä välitöntä raaka-ainetta ja työtä.

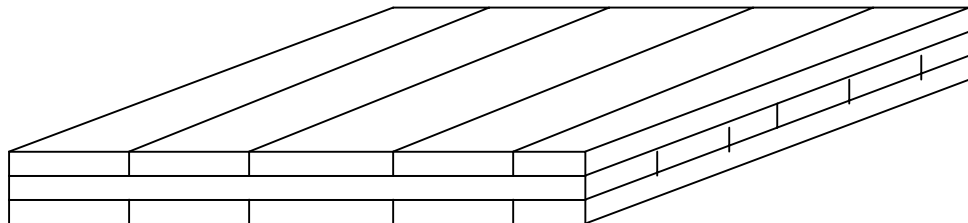


Kuva 24.

Puuraaka-aineen laatu vaikuttaa kokonaisvalmistuskustannuksiin kahdella tapaa. Mitä huonompilaatuista (ja samalla halvempaa) raaka-aine on, sitä vähemmän raaka-aineessa on hyödynnettäviä aihion kannalta virheetömiä kohtia. Seurauksena on katkaisuhukan kasvu. Tämä myös hidastaa koko katkaisuprosessia, sillä luonnollisesti mitä virheetömämpää raaka-aine on, sitä helpompaa ja samalla nopeampaa sen katkenta on. Kun lähtöraaka-aineen laadussa alitetaan tietty piste, niin raaka-aineostoissa saavutettu säästö kumoutuu kasvaneena katkaisuhukkana ja hidastuneena katkaisuprosessina.

Siirryttäessä kohti parempilaatuisia raaka-aineita tulee aina se raja vastaan, missä kokonaisvalmistuskustannukset nousevat. Lähtöraaka-aineen laadun (ja hinnan) ylittäessä tietyn pisteen ei pienentynyt katkaisuhukka ja nopeutunut katkaisuprosessi riitä enää kompensoimaan kasvaneita raaka-ainekustannuksia. Tässä vaiheessa ollaan muutenkin yliladussa. Puuraaka-aine on liian hyvää ja kallista asiakkaan tarpeisiin nähden.

Voi sellaisia tilanteita voi tulla eteen, että annetuille aihiomitoille ei löydy kannattavaa valmistustapaa asiakkaan hyväksymällä hintatasolla. Tällöin on yhtenä mahdollisuutena neuvotella asiakkaan kanssa aihion mittamuutoksista. Esimerkkinä oksattoman sisäoven peiliaihion vahvuus oli 31,5mm. Peili oli kuvan 25 mukaisesti ristiinliimattu kolmesta päällekkäisestä lamellista.



Kuva 25. Ristiinliimattu peiliaihio

Kunkin lamellin vahvuus oli 10,5mm. Keskimmäisessä lamellissa puulle ei ollut minkäänlaisia laatuvaatimuksia, koska siitä mikään osa ei jäänyt näkyviin valmiissa ovesa. Ongelma tuli siitä että oksattomat lamellit oli tehtävä lähimmän kokoluokan

oksattomasta pintalaudasta, mikä oli 19mm vahvaa. Vahvuudesta lähti höyläyksessä 8,5mm, eli 44,7%. Asia oli kriittinen koska oksaton pintalauta on kallein Artowoodin käyttämä raaka-aine.

Ongelma ratkaistiin asiakkaan muuttaessa ovimallin peiliihion vahvuudeksi 24 mm. Nyt voitiin käyttää 8 mm vahvaa peililautaa, jota saadaan 25 mm vahvasta oksattomasta pintalaudasta halkaisemalla kaksi kappaletta. Prosessiin tuli yksi työvaihe eli halkaisu lisää, mutta toisaalta vahvuushukka pieneni 36%:iin.

7.4 Raaka-ainehankinnan kehittäminen

Kehityshankkeen toimeenpanovaiheessa oli myös raaka-aineverastot saatava hallintaan. Varastoihin oli kertynyt monenlaisia raaka-aineita, joille ei ollut suoraa käyttöä. Paitsi että ne veivät tarpeettomasti varastotilaa, ne myös sitoivat pääomia. Tuotantoprosessin kehittämisen yhteydessä tehtiin myös päätös vanhojen raaka-aineverastojen purkamisesta. Koska oli raaka-aineita, joille ei ollut suoraa käyttöä, jouduttiin käyttämään ne sellaisiin aihioihin, joihin niitä ei olisi kannattanut käyttää. Tässä vaiheessa realisoitui vääristä raaka-ainehankinnoista kertynyt tappio.

Aihoiden kehittämiseen liittyen niiden raaka-ainepohjaa alettiin vakioida. Lähtötilanteessa aihoiden raaka-aine valittiin kulloisenkin tilanteen mukaan. Osalla aihioista ei ollut raaka-aineiden suhteen selkeää ohjeistusta. Vakioiminen alkoi osaltaan selkiyttää koko tuotantoprosessia. Ohjattavuus kasvoi kun standardoitiin miten tehdään ja mistä tehdään.

Raaka-aineiden vakioimista kehitettiin seuraavassa vaiheessa tilaamalla tiettyyn aihioon tiettyä dimensiota aina tietyltä sahalta. Aina saman sahan sahatavaran käyttäminen tiettyyn aihioon toi raaka-aineeseen tasalaatuisuuden. Tuotantoprosessiin tämä toi helpotusta. Laadussa on helpompi päästä samaan lopputulokseen raaka-aineen ollessa aina samanlaista. Raaka-aineiden nimikemäärä kasvoi, mutta se ei ollut ongelma sillä jokaiselle raaka-aineelle oli tiedossa käyttökohde.

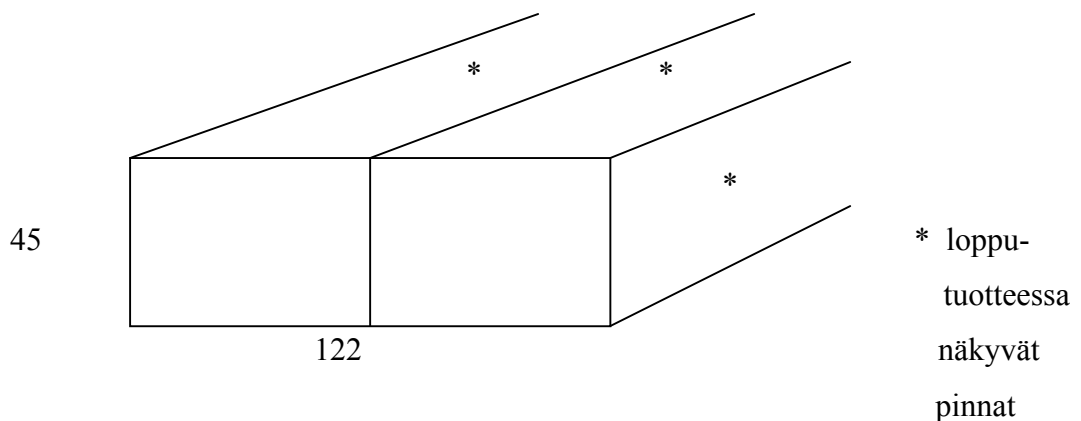
Sahoilla on aina sellaisia sahatavaraeriä, joista ne haluavat päästä sopivin alennuksin eroon. Tällaisten erien hankinnasta luovuttiin kokonaan. Käytännössä osoittautui, että jos erälle ei ole heti sopivaa käyttökohdetta tiedossa, niin ei sitä tahtonut myöhemminkään löytyä.

7.5 Toimintaympäristön muuttuminen

Kotimaan markkinoilla havaittavia trendejä ovat olleet kilpailun koveneminen, puulle asetettujen laatuvaatimusten jatkuva nostaminen sen kuitenkin saamatta vaikuttaa aihion hintaan, voimakkaat kausivaihtelut ja toimitusaikojen lyheneminen. Omat vaikutuksensa on myös ollut Saksassa rakentamisen hiipuminen laman seurauksena.

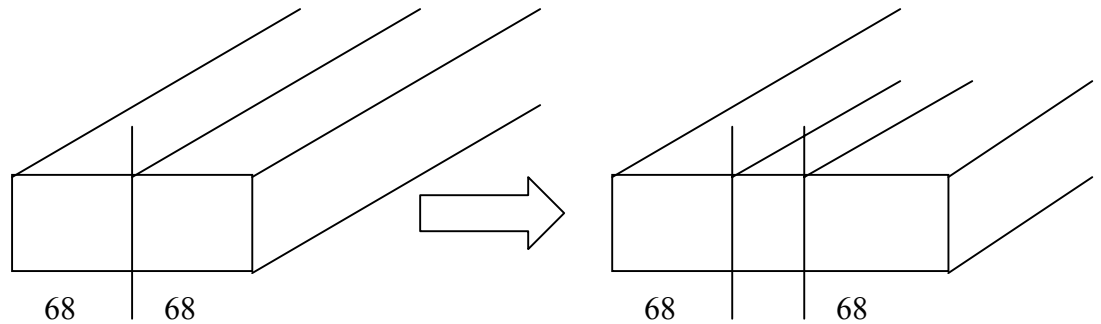
Venäjän ja Viron tulo Suomen markkinoille on jo alkanut vaikuttaa kilpailutilanteeseen. Kyseiset maat haluavat nostaa sahatavaran jalostusastetta, eli ne ovat kehittäneet aihiotuotantoaan. Kilpailuetuna niillä on hinta luonnollisena seurauksena kyseisten maiden halvemmasta raaka-aine- ja työvoimakustannuksista.

Aihioille asetettujen laatuvaatimusten koveneminen on pitkäaikainen ja lähes huomaamaton prosessi. Esimerkiksi aihio on alun perin hinnoiteltu sen perusteella että aihioon käytettävän raaka-aineen dimensiot ovat 50x150 (leveys kertaa korkeus mm). Sahatavara halkaistaan mittaan 50x68, jonka jälkeen se höylätään mittaan 45x61. Lopuksi aihio liimataan kuvan 26 mukaisesti.



Kuva 26.

Aikaa myöten on tullut huomautuksia, että näkyvät pinnat (toinen sivu ja toinen lape) eivät täytä oksaisuusvaatimuksia. Laatuvaatimuksien täyttämiseksi on täytynyt siirtyä sahatavarassa seuraavaan kokoluokkaan, eli 50x175:



Kuva 27.

Sahatavaraan pätee periaate että mitä leveämpää sen parempilaatuista. Leveämpi lankku on sahattu suuremmasta tukista, jolloin oksat ovat harvemmassa. Kun aihio nyt tehdään leveämmästä raaka-aineesta, on sen keskeltä otettava soiro pois. Poistetulle soirolle on vaikea löytää käyttökohdetta, koska se on puun sydänosaa, joka sisältää sydänhalkeamia. Jos oletetaan, että keskiosalle ei ole mitään käyttöä, ts. lasketaan se hukaksi, niin aihion teko leveämmästä sahatavarasta tässä tapauksessa lisää raaka-ainekustannuksia 16,7%, minkä verran tarvitaan kuutioita enemmän saman aihiomäärän valmistamiseen. Laatuason nousu on seurausta asiakkaiden oman kilpailutilanteen kiristymisestä. Samaan hintaan on jatkuvasti tarjottava entistä parempaa.

Kysynnän ollessa epäsuoraa on Artowoodilla kausivaihteluihin sopeutujan rooli. Kausivaihteluiden ongelmana on niiden heikko ennustettavuus. Vaikka kausivaihteluilla on tietty rytmensä, ei eri vuosien vastaavat ajankohdat ole keskenään vertailukelpoisia. Hiljaisimpaan aikaan, eli vuodenvaihteeseen, on varauduttu ajoittamalla sinne pekkasvapaat. On ollut myös tapauksia, että tietty asiakas on siirtänyt omien lomautustensa pelossa aihionteen takaisin itselleen hiljaisena aikana.

Asiakkaiden lyhentyvät omat toimitusajat eivät niinkään heijastu Artowoodiin omien toimitusaikojen lyhenemisenä vaan kysynnän ennustettavuuden vaikeutumisena. Lyhentyneet toimitusajat merkitsevät lyhentynyttä tilauskantaa. Tarkimman tiedon tulevaisuudesta asiakkaat voivat antaa oman tilauskantansa perusteella. Tilauskannan lyhentymisen seurauksena asiakkaat pystyvät kertomaan entistä lyhyemmistä lähiaikojen tarpeistaan.

Kotimaan markkinoilla on edellä lueteltujen piirteiden lisäksi vielä eräs Artowoodin kannalta vaikea tilanne. Sahat käyttävät mielellään termiä, että sopiva toimituserä on vähintään rekkakuorma. Artowoodin tuotantoteknologian kannalta tämä olisi myös sopivan suuruinen toimituserä koko myös omille toimituksille. Kotimaan markkinoilla on kapea asiakassektori, jolla on näin suurille aihioitoimituksille tarvetta. Artowood onkin käynnistämässä oman vientitoiminnan harjoittamisen kahdesta syystä, eli riittävän suurien toimituserien ja kausivaihteluiden tasaamisen takia. Vuodenvaihteessa 2004-2005 on tarkastelun kohteena ollut erityisesti Iso-Britannian markkinat.

8 TUOTANNON NYKYTILA JA KEHITYSNÄKYMÄT

8.1 Nykytilan analysointi

Tuotantoimpulssiltaan on sekä varasto- että tilausohjautuvia elementtejä. Artopinen päätuotteita valmistetaan varasto-ohjautuvasti. Artopinen päätuotteiden valmistuserien koko ei ole kiinteä, vaan se sovitetaan kapasiteetin käyttöasteen ja Artopinen lähiajan tarpeiden mukaan. Muiden tuotteiden ja asiakkaiden kohdalla toimitaan pääosin tilausohjautuvasti, sillä tuotenimikkeiden suuren lukumäärän seurauksena valmisvarastojen hallinta on osoittautunut vaikeaksi. Tilanne muistuttaa muotoa kokoonpano tilauksen mukaan. Tulevista lähiajan tilauksista tiedetään suurella todennäköisyydellä toimitusajankohta sekä tilauksen kokonaismäärän suuruusluokka, mutta ei tiedetä tarkkoja aihiokohtaisia määriä. Tilanteeseen on varauduttu huolehtimalla siitä, että tarvittavaa raaka-ainetta on riittävästi kuivattuna tilauksen saapuessa. Raaka-aine ikään kuin jo valmiiksi odottaa tulevaa tilausta.

Puhdasoppisen työntö- ja imuohjauksen vertailussa tuotanto toimi ja toimii työntöohjauksella. Toimivan imuohjauksen kiistaton etu, nopeat toimitusajat, ei riitä perusteeksi, että kannattaisi siirtyä imuohjaukseen. Ensinnäkin Artowoodin toimitusajat ovat muutenkin lyhyet. Tilauksen tullessa toimitusajat ovat 1-3 vuorokaudesta kahteen viikkoon riippuen siitä, mitä asiakkaan kanssa on sovittu. Poikkeuksena tietysti erikoistilaukset, mihin raaka-aineet on hankittava erikseen. Toiseksi, tuotevalikoima ja raaka-ainepohja on laaja. Useimmilta aihioilta puuttuu imuohjauksen vaatima toistuvuus, jolloin aihoiden imupuskurit olisivat nimikkeiltään laajat ja kierto huono. Kolmanneksi, imuohjauksen vaatimus, nopeat tavaratoimitukset, olisivat ongelma, sillä sahoja voisi olla saada sopeutumaan siihen.

Laajemman näkemyksen mukaan tuotannon suunnittelu on keskitettyä, eli se on työntöohjattua. Toimeenpanossa on vahvoja imuohjauselementtejä. Keskittyminen keskeneräisen tuotannon hallintaan on imuohjausoppien mukaista.

Kirjallisuudessa usein mainitaan JOT- ajattelun kehittyneen japanilaisessa imuohjausympäristössä sen soveltuessa myös työntöohjausympäristöön. Vaikuttaa siltä että JOT on ymmärretty Suomessa väärin. Imuohjausympäristössä uhkana ovat jatkuvat tuotannon puutetilanteet, joita ehkäisemään JOT on kehitetty. Työntöohjausympäristössä puolestaan uhkana ovat ylisuuret varastot ja KET. JOT käsitetään helposti niin että varastot ja KET minimoidaan, jolloin työntöohjaukseen tulevat JOT:n mukana ne samat tuotannon puutetilanneongelmat joista JOT:n avulla pyritään imuohjauksessa eroon. Silloin kun JOT tarkoittaa puutetilanteiden ehkäisemistä, on se käyttökelpoinen ajatus. Kun tilannetta ajatellaan niin päin, että kun varmistetaan välttämätön ja tarpeellinen, niin viimein päästään kysymykseen, mikä on ylimääräistä. Varastojen pienentämisestä ei välttämättä seuraa tehostunutta ja hallitumpaa tuotantoa, mutta tehokkaasta ja hallitusta tuotannosta yleensä seuraa pienemmät varastot.

JOT on käsitteenä muutenkin ongelmallinen. Sen lisäksi, että sen tuotannonohjauskomponenttia sovelletaan suomalaisessa työntöohjausympäristössä väärin tehden siitä kiroisanan, sen johtamisfilosofia on liian moninainen. JOT – filosofian alle on kerätty kaikki hyvä ja hieno kuviteltavissa oleva johtamisoppi, jolloin sen koko merkitys hämärtyy. JOT –filosofian itsekritiikkittömyyden seurauksena voidaan se määritellä uudestaan ytimekkäämmin: mikä tahansa toiminnan parantaminen on JOT –filosofiaa ja mikä tahansa huonontaminen sen vastaista. JOT on toki ajatuksena erinomainen, mutta sitä sovellettaessa yrityksen täytyy tarkasti yksilöidä, mitä se yrityksessä konkreettisesti tarkoittaa. Artwoodin kohdalla JOT on keskeneräisen tuotannon hallintaa.

Artwoodin tuotanto on joustavaa. Yleensä tilapäiset häiriöt pystytään ohittamaan siten, että suoritusteho ei laske lukuun ottamatta liimapuristimia, joissa menetetty työtunti on pois suoritustehosta. Resurssien kuormituksia voidaan lisäksi säädellä vuoron aikana siirtämällä työntekijöitä toisiin työpisteisiin.

Tuotannon pullonkauloja ovat liimapuristimet riippuen kausivaihteluista. Yhdessä vuorossa liimausprosessit eivät ehdi täyttää niille asetettua markkinakysyntää.

Höyläys toimii normaalisti siten, että aamuvuorossa on kaksi höyläparia ja iltavuorossa yksi. Teoreettisesti laskettuna höyläyskapasiteetin pitäisi riittää, vaikka iltavuorossa ei höylättäisikään. Silloin ei höylille tosin enää jäisi suojaavaa kapasiteettia, eli höylät olisivat pullonkauloja.

Katkaisun ja sormijatkamisen kuormitukset toimivat ad hoc -periaatteella, eli tilanteen mukaan. Tilapäisesti on ollut tilanteita, joissa katkaisu ja sormijatkaminen ovat olleet pullonkauloja, mutta niin ei tapahdu normaaleissa olosuhteissa.

Työntekijöiden laatukäsityksissä sekoittuvat tuotannon ja tuotteen laatu keskenään. Koska sahatavaran laatu vaihtelee sahoittain ja toimituserittäin, työntekijöiden huomio kiinnittyy puun laatuvaatimuksiin. Silloin jää vähemmälle huomiolle itse valmistusprosessi. Tuntuu unohtuvan se, että lähtöraaka-aineen laadusta riippumatta aihiossa ei saa olla valmistusvirheitä, kuten liimasaumojen aukioloa.

Tuotannollisesta näkökulmasta Artwoodin tulos muodostuu kapasiteetin käyttöasteesta, erityisesti liimapuristimien. Tuottavuuden ja käyttöasteen välillä on vahva korrelaatio. Varsinkin liimapuristimien käyttöastetta voisi alkaa tilastoida. Informaation laatu kuitenkin rajoittuu siihen, että millainen tulos saavutetaan milläkin käyttöasteella. Tuotannollisista lähtökohdista parempi mittari on tilikaudelle asetettu liikevaihtotavoite ja sen toteutumisen arviointi. Uudelle tilikaudelle asetetaan aina liikevaihtotavoite senhetkisten tietojen pohjalta, joita tulevan vuoden kysynnästä on käytettävissä. Liikevaihtotavoitteen seuranta kytkee toisiinsa sisäiset tekijät, eli tuotannon tehokkuuden, ja ulkoiset tekijät, eli kysynnän. Jos tavoitteessa ei pysytä sen takia, että tuotanto ei pysy aikataulussaan, niin syyt ovat sisäisiä. Tällöin on keskityttävä tuotannon ongelmiin. Jos taas tavoitteessa ei pysytä kysynnän puutteen seurauksena, on painopiste siirrettävä myyntiin.

8.2 Kehitysnäkymä

Artwoodilla on mahdollisuus nostaa tuotantoaan ilman koneinvestointeja kasvattamalla iltavuoron kokoa. Iltavuoro voidaan nostaa aamuvuoron tasolle, jolloin mahdollisuus on 7-8 lisätyöntekijään. On ollut kaavailuja, että nykyisestä

tuotannosta vastaavasta työnjohtajasta tehtäisiin ylityönjohtaja ja vuoroihin palkattaisiin omat vuorotyönjohtajansa. Tällaisessa muutoksessa on omat riskinsä, joihin on syytä varautua.

Organisaatiomuutoksesta seuraisi tuotannon suunnittelun ja sen toimeenpanon eriytyminen. Aamuvuoro ei olisi ongelmallinen, sillä ylityönjohtajan itsekkin ollessa paikalla voitaisiin uusien töiden aloittaminen ajoittaa kontrolloidusti. Mahdollinen ongelma olisi iltavuorossa.

Tässä tilanteessa korostuisi tuotannon ja sen luonteen perusteellisen opastuksen lisäksi uusien työnjohtajien tarkka toimenkuvan määrittäminen. Vuorotyönjohtaja vastaa vain ja ainoastaan omasta työvuorostaan. Keskittymällä oman vuoron kohdalla materiaalivirtojen tasapainottamiseen eikä yksittäisten koneiden kapasiteetteihin täsmenyy uusien töiden aloitusajankohta. Työvuorossa ei tarvitse eikä saa ajatella seuraavaa vuoroa. Uutta työtä ei saa aloittaa iltavuorossa sillä perusteella, että muutoin pelkona olisi työnpuute seuraavassa aamuvuorossa. Juuri tämä oli aiemmin ongelmana. Ajoitusongelmien taustalla oli usein työnjohtajien taipumus ajatella jo seuraavaa työvuoroa. Omassa työvuorossa töiden riittävyys on ajateltava itsekkäästi vain oman vuoron kannalta. Sen verran on kuitenkin ajateltava seuraavaa vuoroa, että se pääsee aloittamaan ilman puutetilanteita, eli seuraavan vuoron töiden riittävyyden voi varmistaa seuraavan puolen tunnin ajaksi.

Uusien työnjohtajien tuotannosta kertyneen kokemuksen karttuessa olisi heillä paljonkin annettavaa itse tuotannon kuormitukselle. Tässä kohtaa tulee suurin uhkatekijä. Vaikka työnjohtajilla olisi miten hyvin perusteltuja parannusehdotuksia tahansa, niin niitä ei saisi omin päin soveltaa omassa vuorossa. Sen sijaan olisi hyvä, jos he toisivat tällaisen tiedon esille jo kuormitusvaiheessa, jolloin se huomioitaisiin jo työvuorolistassa ja jolloin työvuorolista ja tuotannon toimeenpano vastaisivat toisiaan. Kaikki sellaiset tapahtumat, joissa luvatta poiketaan työvuorolistasta, on paluuta lähtötilanteeseen.

Tuotannollisesti on merkityksellistä, tuleeko kasvu suurista vai pienistä asiakkaista. Ihannetilanne olisi, jos päästäisiin tekemään mahdollisimman suppeaa nimikemäärää mahdollisimman suurii määriä.

8.2.1 Laatuksoulutus

Laatuasioissa on ollut ongelmana jatkuva tuotannon ja tuotteen laadun sekoittuminen. Keskusteluissa työntekijöiden kanssa keskustelu laadusta kääntyy aina aihioiden oksaisuusvaatimuksiin. Työntekijät haluavat aina tietää, mihin lopputuotteeseen aihio käytetään ja minkä näköinen aihio on lopulliseen profiiliinsa työstettynä. Sinällään on työntekijöiden kannalta hyvin oleellista tietää aihion lopullinen muoto ja käyttötarkoitus, sillä työntekijä voi silloin paremmin hahmottaa, mitä hän tekee ja miksi. Tätä voi verrata tilanteeseen, että asiakas valmistaa itse aihionsa, jolloin aihion valmistukseen osallistuva näkee konkreettisesti lopputuotteen.

Työntekijöiden jatkuva kiinnostus aihioiden jatkojalostuksesta on sikäli positiivinen asia, että se kertoo työntekijän ammatillisesta kiinnostuksesta työtään kohtaan. Työntekijä ei ikään kuin ole vain töissä, joka tekee mitä käsketään, vaan hän haluaa tietää oman työnsä merkityksen ja merkittävyyden koko jalostusketjussa. Tämä on kuitenkin osaltaan vaikeuttanut tuotannon laadun ja nollavirheajattelun omaksumista. Ehkä työntekijät kokevat siinä siirtymistä puusepänsaamisesta kohti taylorismia.

Frederik Taylor kehitti vuonna 1914 mekanistisen toimintatavan, jossa yhtenä kohtana oli koneenrakennusopin ja mekaniikan periaatteiden soveltaminen ihmistyöhön. Työmenetelmiä kehitettiin työntutkimuksen avulla. Siinä tutkittiin huolellisesti, miten tuottelias ja hyvä työntekijä teki töitään. Kaikki liikkeet ja niihin kulunut aika merkittiin muistiin. Toimintaa tehostettiin suunnittelemalla liikkeet niin, että liikeradat olivat mahdollisimman lyhyet ja yksinkertaiset. Kaikki tarpeettomat liikkeet ja työvaiheet karsittiin. Ihminen oli ikään kuin kone, joka teki kaikki ne työvaiheet, joita ei kannattanut koneistaa. Huomio keskittyi ulkoiseen

käyttäytymiseen eikä ihmisen psyykkisestä puolesta oltu kiinnostuneita. /Sarala, Sarala, 1997, s.18/

Ei ole mitään taylorismia nostaa koko asian yläpuolelle valmistuksen virheettömyyden vaatimusta. Esimerkiksi aihion liimasauman aukiolo ei ole missään olosuhteissa hyväksyttävää. Liimasauman aukioloon on monia syitä. Niitä ovat esimerkiksi kuivausvirhe, eli puu on liian kostea liimaukseen, höyläysvirhe, eli liimattavat kappaleet eivät ole suorakulmaisia tai itse liimauksessa on väärät puristusaineet tai liian lyhyt liimausaika. Laatukeskustelu pitäisi saada käännettyä valmistuksen laatuun. Asiakkaat eivät hyväksy valmistusvirheitä.

Jatkuva kiinnostus itse tuotteen laadusta on seurausta toiminnan luonteesta. Asiakassektorin jatkuva eläminen tuo valmistukseen epätietoisuutta. Työntekijöillä alkaa hämärtyä, mitä he ovat tekemässä.

Laatuajattelun kehittämiseksi on luotava laatua koskevat pelisäännöt. Tuotteen ja valmistuksen laatu on saatava erilleen. Ensiksi on puututtava valmistuksen laatuun. Jokainen työntekijä vastaa itse omasta työstään. Tässä on koulutettava työntekijöitä. Valmistuksessa edellytetään työn alkuvalmistelujen ja asetteiden teon huolellisuutta ja rutiininomaisuutta. Kun asetteet tehdään aina samoin, niin oletuksena on valmistuksen virheettömyys. Eli työntekijöitä ei käsketä tekemään virheettömästi, vaan opastetaan tekemään virheettömästi. Jos kuitenkin alkaa tulla virheellisiä tuotteita, niin silloin koneessa on jokin vika. Siksi työntekijöiden on myös itse valvottava omaa työvaihettaan ja vikoihin on heti puututtava. Näin alkaa myös koneiden huolto- ja korjaustoiminta kehittyä luonnostaan.

Uuden työn aloituksen yhteydessä työnjohtaja käy nykyisin antamassa työntekijöille ohjeet. Tämä on kriittinen vaihe. Tätä ei työntekijä saa kokea käskynjakotilaisuutena, että teet näin, vaan työntekijällä on oikeus vaatia kaikki mielestään tarvitsemansa tiedot työstään suoriutuakseen. Tässä korostuu yksilöllisyys. Toiset työntekijät haluavat mahdollisimman seikkaperäiset tiedot aihioista, osa taas kokee paremmaksi yksinkertaiset ohjeet.

Aihionvalmistuksen ohjeidenannon laajuus on keskusteluissa siirrettävä yritystasolta yksilötasolle. Mitään sellaista periaatetta ei tarvitse määritellä, että valmistetaanko aihiot annettujen toleranssien mukaan vai kerrotaanko aihioista kaikki tiedettävä asia. Annettavien tietojen laajuus on määriteltävä työntekijäkohtaisesti.

9 YHTEENVETO

Selvästi näkyvä osoitus kehittämishankkeen onnistumisesta on tuotanto-organisaation keventyminen. Lähtötilanteessa tuotanto-organisaatiossa tarvittiin kuusi esimiestä ja 21 työntekijää. Nykyään on kolme esimiestä ja 23 työntekijää.

Kehittämishanke ei ollut aina pelkkää menestystarinaa, ja vähissä oli tilanteet, joissa yksittäisillä toimenpiteillä otettiin suuri harppaus eteenpäin. Suuret muutamat muutokset tulivat lukuisten pienten asioiden vuosien mittaisesta väliin hitaastakin parantamisesta. Välillä kehittämistoiminta tuntui pysähtyvän ja välillä otettiin selviä taka-askelia.

Oleellisinta oli tuotannon saaminen hallintaan. Aivan ensimmäinen vaihe oli tuotannon suunnittelun ja toimeenpanon keskittäminen. Toisessa vaiheessa toimeenpanovastuu siirrettiin alemmaksi työnjohtotasolle. Kolmannessa vaiheessa myös suunnittelun hienokuormitusvaihe siirrettiin työnjohtotasolle. Töiden ajoitusongelmien seurauksena on toimivimmaksi ratkaisuksi osoittautunut hienokuormituksen ja toimeenpanon yhdistäminen.

Tulevaisuudessa vielä riittää haasteita. Kotimaan markkinoiden myllerrys aiheuttaa edelleenkin epävarmuutta. Vientitoiminnan edistyminen vaatii varmasti vielä paljon pitkäjänteisyyttä, määrätietoisuutta ja kovaa työtä. Yrityksellä on vielä omat haasteensa, jotka on rajattu tämän tarkastelun ulkopuolelle. Itse tuotannon kehittämisessä ei enää ole tarvetta yhtä massiivisiin toimenpiteisiin.

Tuotannonohjausta kannattaa luonnollisesti kehittää vielä tavanomaisen ns. jatkuvan parantamisen nimissä, mutta suuria muutoksia ei tarvitse tehdä. Kannattaa keskittyä keskeneräisen tuotannon ja materiaalivirtojen tasapainon parempaan hallintaan. Tuotantokeskeinen laatuajattelu on saatava markkinoitua koko organisaatiolle.

Kokonaisuudessaan tulevaisuus näkyy positiivisena. Artowoodilla on nyt selkeät toimintatavat, asema jalostusketjussa ja oma kilpailuetunsa, joiden pohjalta on hyvä rakentaa liikevaihdon ja kannattavuuden kasvua.

LÄHTEET

Crosby, Philip. 1986. Laatu on ilmaista. Helsinki, Laatuteema. 316 s.

Fogarty, D.W., Blackstone, J.H., Hoffman, T.R. 1991. Production & inventory management. Cincinnati (OH), South-Western Publishing, cop. 870 s.

Hannus, Jouko. 1994. Prosessijohtaminen: ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. Jyväskylä, Gummerus kirjapaino Oy. 368 s.

Karrus, Kaij. 1998. Logistiikka. Porvoo, WSOY. 419 s.

Harju, Pekka K.J. 1998. Kvalitatiivinen kyvykkyys: massaräätälöinnin periaatteet ja menetelmät. Jyväskylä, Gummerus kirjapaino Oy. 198 s.

Lillrank, Paul. 1998. Laatuajattelu: laadun filosofia, tekniikka ja johtaminen tietoyhteiskunnassa. Keuruu, Otava. 203 s.

Magazine, Michael. 1996. Scheduling and sequencing. In: Gass, Saul I., Harris, Carl M.(toim.). Encyclopedia of operations research and management science. Boston, Kluwer Academic Publishers. s. 610-614.

Morris, D., Brandon, J. 1994. Liiketoimintaprosessien uudistaminen. Juva, WSOY. 318 s.

Rice, J.W., Hatch, M.F. 1997. Manufacturing resource planning. In: Greene, James H.(toim.). Production and inventory control handbook. New York, McGraw-Hill, cop. s. 11.1-11.42.

Roos, Yngve. 1982. Tuotannonohjauksen yleiskuva. Helsinki, Insinööritieto. 98 s.

Sarala, Urpo, Sarala, Anita. 1999. Oppiva organisaatio: oppimisen, laadun ja tuottavuuden yhdistäminen. Tampere, Tammer-Paino Oy. 214 s.

Silver, Edward A., Pyke, David F., Peterson, Rein. 1998. Inventory management and production planning and scheduling. New York, Wiley, cop. 754 s.

Sipper, D., Bulfin, R. 1997. Production: planning, control and integration. New York, McGraw-Hill, cop. 630 s.

Srikanth, Mokshagundam L., Umble, M. Michael. 1997. Synchronous management profit-based manufacturing for the 21st century Vol 1. Guilford (CT), The Spectrum Publishing Company. 310 s.