

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät



Tutkintotyö

Sami Salminen

## **OPERATIIVISEN KOKONAISOHJAUKSEN TERÄVÖITTÄMINEN**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä  
Tampere, 2009

Tekniikan lisensiaatti Esko Kurki  
Bronto Skylift Oy Ab, valvojana diplomi-insinööri Janne Pulkkinen

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Sami Salminen

Operatiivisen kokonaisuohjauksen terävöittäminen

Tutkintotyö

52 sivua

Työn ohjaaja

Esko Kurki

Työn teettäjä

Bronto Skylift Oy Ab, Janne Pulkkinen

Huhtikuu 2009

Hakusanat

toimitusketjun hallinta, materiaalien hallinta,  
tuotannonohjaus, toiminnanohjausjärjestelmä

## TIIVISTELMÄ

Yhtenä tuotannollisen toiminnan kulmakivenä voidaan pitää materiaalivirtojen ohjausta. Erityisesti toimittaessa verkostotuotannossa on informaation, materiaalien ja logistiikan hallinnalla erittäin keskeinen tehtävä.

Tutkintotyön perusajatuksena on tutustua tuotantotoiminnan peruskäsitteisiin sekä tarkastella mahdollisten poikkeamatilanteiden vaikutuksia toimitusketjussa.

Tavoitteena on luoda ja esitellä toiminnallinen viitekehys, jonka avulla operatiivisen tason ohjausta voidaan tarkentaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotannon kannalta kriittisimmät työvaiheet ja materiaalit huomioidaan tuotannonohjauksessa ja operatiivisissa ostoissa ja että toimittajaverkoston informointia selkeytetään ja yhtenäistetään.

Viitekehysten on tarkoitus lisätä tietoa poikkeamatilanteiden vaikutuksista toimintaympäristöön ja opastaa entistä selkeämpään toimintaan. Tavoitteena on näin saada optimoitua toiminta verkostossa.

# TAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and production engineering

Modern production systems

Sami Salminen

Redefinig operational control in production network

Engineering Thesis

52 pages

Thesis Supervisor

Lic.Tech Esko Kurki

Commissioning Company

Bronto Skylift Oy Ab, M.Sc (Tech) Janne Pulkkinen

April 2009

Keywords

Supply Chain Management, Material Management,  
Production Management, Enterprise Resource Planning

## ABSTRACT

One of the basic elements in production activities is material management and synchronizing material flows. Particularly, when operating as a part of a large supplier complex, holds managing of the information, materials and logistics key positions in processes.

Basic idea of this engineering thesis is to get acquainted to main terms of production concepts and review the effects of anomalies in production chain at collective level.

Objective of this thesis is to create and demonstrate a formal reference for rationalizing operations from the perspective of production, material managing and purchasing.

Practically, this means redefining of processing and handling of the most critical materials and issues which effects directly to production process. Intensifying and unifying information in supplier chain is also under development.

Purpose of this reference is to lead more formal actions in production chain.

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

KÄSITTEET JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	6
	1.1 Tutkintotyön rakenne	6
	1.2 Tavoite ja rajaus	6
	1.3 Bronto Skylift Oy	7
2	TOIMINNANOHJAUS JA TUOTANTO	7
	2.1 Kokonaisoptimi	7
	2.2 Toiminnanohjausprosessi tuotannossa	8
	2.3 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus	11
	2.4 Materiaalien hallinta	13
	2.5 Materiaalien ohjaustavat ja nimikkeet	15
	2.6 Tietojärjestelmät toiminnanohjauksessa	18
3	TOIMITTAJAVERKOSTO JA TOIMITUSKETJUN HALLINTA	19
	3.1 Verkoston rakenne	21
	3.2 Toimitusketjun hallinta, SCM	24
	3.3 Rajapintaprosessit ja yhteistoiminta verkostossa	25
4	TILAUS-TOIMITUSPROSESSI, BRONTO SKYLIFT	28
	4.1 Front-End -prosessi	29
	4.2 Materiaalit	31
	4.3 Valmistusprosessi	33
5	POIKKEAMAT VALMISTUSKETJUSSA JA TOIMINTAMALLIT	36
	5.1 Kapeikat valmistusketjussa	37
	5.2 Kriittiset materiaalit	41
	5.3 Laatupoikkeamat	46
	5.4 Muutokset tuoterakenteessa tai laitteen optioissa	47
6	TULOKSET JA TARKASTELU	50
	LÄHDELUETTELO	52

**KÄSITTEET JA LYHENTEET**

ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
MRP	Material Resource Planning, materiaalarvelaskenta
SCM	Supply Chain Management, toimitusketjun hallinta
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta
PFC-ETO	Plan for capacity - Execute To Order, Varaudu-Toteuta -toimintamalli
CRP	Capacity Requirements planning, kapasiteettitarvelaskenta

## 1. JOHDANTO

Toimittajaverkoston päähankkijan voimakkaasti kasvanut tuotantovolyymi luo paineita toimituskyvyn nostamiseen myös kauempana toimittajaverkostossa. Tilauskannan kasvu merkitsee usein myös tilauskannan pitenemistä, mikä puolestaan antaa mahdollisuuden pidemmän aikajänteen operatiivisen toiminnan suunnitteluun ja ennustamiseen verkostotasolla. Ennustamisen ja ennaltasuunnittelun päätavoitteena on kasvattaa verkoston toimituskykyä kokonaisuutena.

Tutkintotyö on toteutettu rutiininomaisen työn ohessa havainnoiden verkoston toimintaympäristöä tuotannonohjauksen perspektiivistä sekä perehtymällä aiheetta koskevaan kirjallisuuteen.

### 1.1 Tutkintotyön rakenne

Tutkintotyön kahdessa ensimmäisessä luvussa käsitellään yrityksen operatiivista toiminnanohjausta ja siihen liittyviä käsitteitä ja periaatteita sekä tarkastellaan yhteistoimintaa yritysverkostossa.

Empiirinen osio pyrkii kuvaamaan Bronto Skylift Oy Ab:n tilaus-toimitusprosessin ja selventämään valmistusketjun kokonaisohjaukseen vaikuttavia tekijöitä tuotannon ja materiaalinohjauksen kannalta.

### 1.2 Tavoite ja rajaus

Tavoitteena on selvittää Bronto Skylift Oy Ab:n ja sen toimittajaverkoston välisiä toimintoja ja rajapintoja ja kehittää siitä saadun tiedon pohjalta ohjeellinen toimintamalli kokonaisohjauksen työkaluksi tarkentamalla tuotannon kannalta kriittisten materiaalien määrittelyä ja käsittelytapaa sekä tehostamalla ohjausta tuotantoketjun pullonkauloissa.

### 1.3 Bronto Skylift Oy

Bronto Skylift Oy AB on osa Amerikkalaista Federal Signal Corporationia, ja sillä on tytäryhtiöt Saksassa, Ruotsissa ja Sveitsissä. Bronto Skylift on toimittanut lähes 6000 laitetta eri palokunnille ja urakointiyrityksille yli 120 maassa.

Bronto Skylift Oy Ab myy, suunnittelee, valmistaa ja huoltaa kuorma-autoalustaisia nostolavalaitteita, joita käytetään pelastustoimintaan ja palonsammutukseen, sekä erityyppisiin korkealla tehtäviin urakointi, huolto- ja korjaustöihin. Eri laitetyppejä on seitsemässä eri tuoteperheessä, joiden työskentelykorkeudet vaihtelevat 14 ja 104 metrin välillä. Laitteista on pyritty tekemään mahdollisimman modulaariset, jotta laitevarianttien määrä pysyisi kohtuullisena, mutta mahdollistaisi kuitenkin asiakaskohtaisen räätälöinnin.

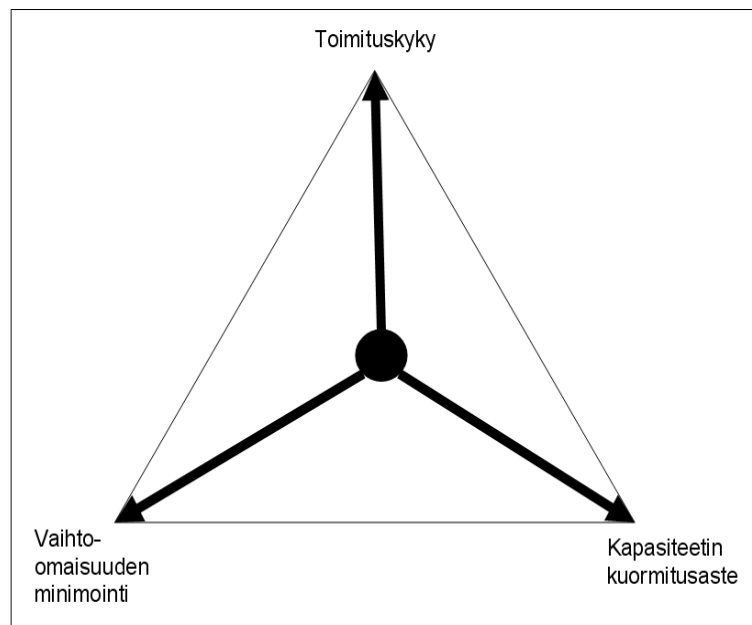
## 2. TOIMINNANOHJAUS JA TUOTANTO

Yrityksen kokonaisohjaus on liiketoiminnan tavoitteiden ja yrityksen keskeisten toimintojen ja resurssien yhteensovittamista. Toiminnot on suunniteltava siten, että liiketoiminnan tavoitteet saavutetaan. Toiminnanohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat kapasiteetin korkea tuottavuus, toimintaan sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimointi, hyvä toimitusvarmuus ja tuotannon nopea läpäisy aika. Toiminnanohjauksen tarkoituksena on pyrkiä näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla. /1/

### 2.1 Kokonaisoptimi

Suurimpana haasteena perinteisessä toiminnanohjauksessa on keskeisten tavoitteiden ristiriitaisuus toisiinsa nähden. Kapasiteetin korkeaa tuottavuutta tavoitellaan usein valmistamalla vakiotuotteita suurina sarjoina, jolloin kapasiteettia hukkaavat asetusajat pienenevät. Tilauskohtaiset, ns. massatuotannosta poikkeavat variaatiot laskevat tuottavuutta asetusajojen kasvaessa. Pitkät sarjat saattavat edellyttää suuria varastoja, jolloin vaihto-omaisuus kasvaa. Keskeneräiseen tuotantoon sitoutuneen pääoman eli vaihto-

omaisuuden pienentäminen vaatii pieniä valmistussarjoja ja puolivalmistevalastojen vähentämistä. Varaston kiertonopeus on pyrittävä saamaan mahdollisimman korkeaksi. Toiminnanohjauksen tehtävänä on sovittaa yhteen nämä tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla. Tätä tasapainotavoitetta voidaan kuvata kokonaisoptimi-kuviolla (kuva 1). Kuviota tarkastelemalla voidaan havaita eri osatekijöiden optimoinnin vaikutusta toisiinsa. Jos esimerkiksi halutaan, että toimituskyky pysyy jatkuvasti maksimissaan, on tällöin vaihto-omaisuuden määrää eli varastoja kasvatettava viivästymisien ja keskeytyksien välttämiseksi. Samoin kapasiteettia on nostettava kuormitusasteen pienentämiseksi. Tästä aiheutuu tietenkin runsaasti kustannuksia. Jos taas vaihto-omaisuuden määrää pienennetään radikaalisti ja hallitsemattomasti, on sillä todennäköisesti kielteisiä vaikutuksia toimituskykyyn.



**Kuva 1** Kokonaisoptimi /1/

## 2.2 Toiminnanohjausprosessi tuotannossa

Toiminnanohjausprosessit ovat lähes poikkeuksetta yrityskohtaisia. Yrityksen toimialasta, tuotteesta, tuotantoprosessista, organisointiperusteista, tietojärjestelmistä ja tavoitteista riippuu, minkälaisiksi ohjausperiaatteet ja menetelmät muodostuvat. Useimmissa tapauksissa toiminnan suunnittelussa





Kuormitus itsessään tapahtuu rajoittamattomaan kapasiteettiin, joten mahdollisia päällekkäisyyksiä ei tuotanto-ohjelmassa välttämättä huomioida. Kuormituskuvaajan avulla voidaan tarkastella kapasiteetin yleistä riittävyyttä ja toimituskyvyn tasoa tarkasteltavalla aikajaksolla Joissain yhteyksissä tästä käytetään myös nimitystä kapasiteettitarvelaskenta (CRP). /1;3/

Karkeasuunnittelun tietojen perusteella pystytään tuotantokapasiteettia kehittämään ja voidaan esimerkiksi tehdä päätöksiä henkilöstötarpeista ja henkilöstöressurssien jakamisesta. Myös valmistuksen ja oston väliseen toimintaan on karkeasuunnittelulla merkitys. Se on tärkeä linkki näiden kahden toiminnon välillä, kun valmistusta tai hankintoja koskevia päätöksiä tehdään. Materiaalien varhaisvaraukset sekä alihankkijoiden kapasiteettivaraukset voidaan tehdä karkeasuunnittelun pohjalta. Kriittisten materiaalien ja komponenttien ostotilaukset tai volyymisuunnitelmat laitetaan usein liikkeelle karkeasuunnittelun perusteella. /1/

Hienosuunnittelun lähtökohtana toimii karkeasuunnitussa suoritettu tuotantoerien karkean tason ajoitus. Hienosuunnittelussa toteutetaan tuotantoerän työvaiheiden ajoitus ja määritellään työvaiheiden toteutuksessa käytettävät tuotantoresurssit ja pyritään estämään ylikuormaa aiheuttavat päällekkäisyydet. Yksittäisen tuotteen tai moduulin läpimenossa huomioidaan siirto- ja odotusajat. Tämän perusteella syntyy tarkka tuotantosuunnitelma, jonka mukaisesti tuotteet pyritään valmistamaan. Kokonaisuuden hallinta niin resurssien kuin materiaalin ohjauksen ja logistiikankin osalta nousee tärkeään asemaan, sillä valmistettaessa suuria kokonaisuuksia, tuotteen valmistukseen tarvittavia kuormitusryhmiä ja valmistusyksiköitä on useita. /1/

Työvaiheet ja vaiheajat on tunnettava, jotta ajoitukset voidaan tehdä riittävän luotettavasti. Vaiheajojen selvittämiseen voidaan käyttää työntutkimusta sekä laskentaa toteutuneiden vaiheajojen historiatietojen perusteella kuormitusryhmäkohtaisesti. Usein hienosuunnittelu pyritään tekemään kuormitusryhmä- tai valmistussolutasolla, sillä yksittäisen työvaiheen ohjaaminen ei yleensä ole tarkoituksenmukaista. Tavallisesti hienosuunnittelussa pyritään hyvään toimitusvarmuuteen ja korkeaan tuottavuuteen. Seurattavia tunnuslukuja ovat esimerkiksi myöhästyneiden toimitusten osuus kaikista toimituksista,

kapasiteetin käyttöaste, varastojen kiertonopeus sekä keskeneräisen tuotannon arvo.  
/1/

Yleisesti käytössä oleva tuotannon ajoitusperiaate on taaksepäin ajoitus. Lähtökohtana on tilaajan määrittelemä valmiin tuotteen toimitushetki, josta lähdetään tarkastelemaan koko valmistusprosessia lopusta alkuun. Näin selvitetään viimeisin mahdollinen aloittamisajankohta kuormitusryhmäkohtaisesti sekä hankittavien materiaalien tilaukset ja kotiinkutsut. /1/

Ajoituksessa tulee huomioida tuotannon ns. pullonkaulat (kapeikkoajattelu), sekä mahdolliset yleiset vapaat ja vuosilomat. Vaiheet, jotka on todettu valmistuksen pullonkauloiksi, rajoittavat suurelta osin koko kapasiteetin käyttöä. Tällaiset työvaiheet on suunniteltava erityisen huolellisesti ja niiden kuormitusasteen tulee olla mahdollisimman korkea. Toisaalta myös pullonkaulaa edeltävien vaiheiden huolellinen suunnittelu on oleellista, jotta häiriöt ja viivästymiset näissä vaiheissa eivät aiheuteta valmistuksen pysähtymistä pullonkaulassa. Usein juuri pullonkaulat otetaankin ohjauksen lähtökohdaksi. Tällaista toimintamallia on yleisesti kutsuttu pullonkaula- tai kapeikkoajatteluksi.

### **2.3 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus**

Oleellisena osana toiminnanohjaukseen liittyy ohjattavan tuotantojärjestelmän suorituskyvyn parantaminen ja ominaisuuksien kehittäminen. Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi tuotannon tehokkuuteen ja sen ohjattavuuteen. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi

- tuotannon läpäisy aika
- materiaalivirtojen selkeys
- materiaalinimikkeiden määrä
- ohjattavien työvaiheiden määrä
- prosessin laaduntuottokyky
- toiminnan organisointiperusteet
- kapasiteetin joustavuus tuotantotekijöiden muutoksille.

Tuotantojärjestelmän ohjattavuuden kehittämisen keinoja ovat mm. läpimenoaikojen lyhentäminen, tuotannon organisointi vastaamaan todellisia toimintaprosesseja, sekä modernin, tietojärjestelmäohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen. Ohjattavuuden ollessa hyvällä tasolla voidaan olemassa olevat resurssit hyödyntää tehokkaammin. /1/

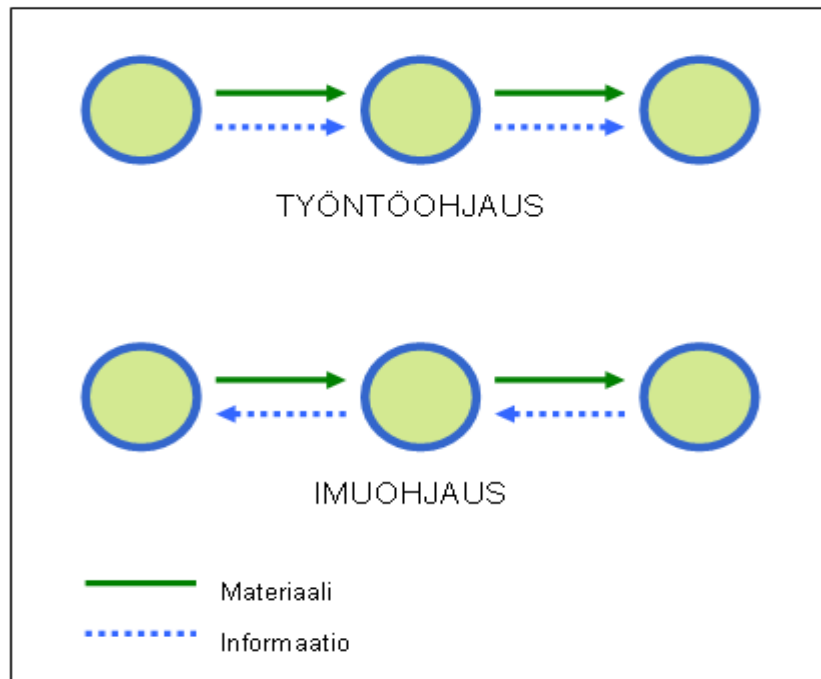
Eräs perusmenetelmä ohjattavuuden parantamiseen on ns. FIFO-periaate (First in - First out). Se tarkoittaa ohjausimpulssien käsittelyä niiden saapumisjärjestyksessä ja pyrkii säilyttämään saman vaihejärjestyksen koko prosessin läpi sen eri vaiheissa. Ohjausimpulssilla voidaan käsittää esimerkiksi työtilausta tai valmistuneen työvaiheen siirtämistä seuraavaan vaiheeseen. FIFO-menetelmällä pystytään minimoimaan kokonaisläpimenoaikojen hajonta. Toimiakseen, edellyttää FIFO-menetelmä ohjattavien yksiköiden monitaitoisuutta sekä joustavuutta. /5/

Tuotannonohjauksen perustoimintafilosofiat ovat työntö- ja imuohjaus (kuva 3). Työntöohjauksen periaatteena on ohjata valmistusreitillä etenevää tuotantoa. Imuohjauksen perusajatuksena on ohjata kulutusta korvaavaa tuotantoa.

Työntöohjaus on tyypillinen menetelmä linjamaisessa tuotannossa. Tuotannon työntöohjaus perustuu työn eri vaiheiden ajoitukseen valmistumisprosessissa. Perusajatuksena on valmistaminen tilauksen perusteella. Informaation sekä materiaalien kulkusuunta on prosessin alusta loppuun päin. Työntöohjaus toimii käytännössä siten, että työvaiheen valmistuminen toimii ohjausimpulssina saapuessaan prosessin seuraavaan vaiheeseen. Kuinka tarkkaa työntöohjaus on, riippuu siitä kuinka ohjattavien vaiheiden allokointi on toteutettu ja millainen on läpäisyajojen hajonta. Allokointiajatuksiksi kutsutaan työjärjestyksen eli sekvenssin määrittelyä vaiheiden oletettujen läpäisyajojen perusteella. Tuotannon erilaiset prosessit ja muut mahdolliset muuttujat, kuten läpäisyajojen hajonta hankaloittavat valmistuksen ajoitusta. Tämä aiheuttaa yleensä viivästymisiä sekä keskeneräisen tuotannon määrän eli varaston arvon kasvua. /1;5/

Imuohjauksen perusideana on, että valmistetaan ainoastaan todelliseen, välittömään tarpeeseen. Asiakaskysyntä käynnistää imuohjauksen, joka nimensä mukaisesti imee osakokonaisuuksia ja komponentteja koko tuotantoprosessin läpi, tarkoituksena on vapauttaa varastoihin sitoutunutta pääomaa. Imuohjauksessa

tuotannossa on ominaista riippuvuussuhteet eri toimintojen kesken. Informaation suunta on imuohjatussa tuotannossa lopusta alkuun päin eli vastavirtaan. Materiaalien ja komponenttien kulku taas tapahtuu luonnollisesti myötävirtaan. Tarveimpulssit siis etenevät lopusta alkuun päin vaiheittain. Imuohjaus toteutetaan valmistusprosessin väleihin sijoitettujen imupuskureiden avulla, joita täydennetään kulutuksen mukaan. Imupuskurit ovat pieniä materiaalivarastoja jotka siten sisältävät kysyntäriskin. /1;5/



**Kuva 3** Tuotannon työntö- ja imuohjaus

## 2.4 Materiaalien hallinta

Materiaalihallinnan päätehtävänä on koordinoida ja hallita eri toimintoja, jotka liittyvät materiaalien ja komponenttien liikkumiseen valmistusketjussa. Näitä toimintoja ovat toimittajien- ja varastojen hallinta, ostaminen, materiaalien ajoitukset sekä logistiikka. Materiaalien hallinta on siis materiaalivirtojen ohjaamista. Materiaalien hallinnan kaksi perustavoitetta ovat korkean palvelutason ylläpito ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Toisin sanoen, mahdollisimman tehokkaasti ja täsmällisesti, mahdollisimman pienin kustannuksin.

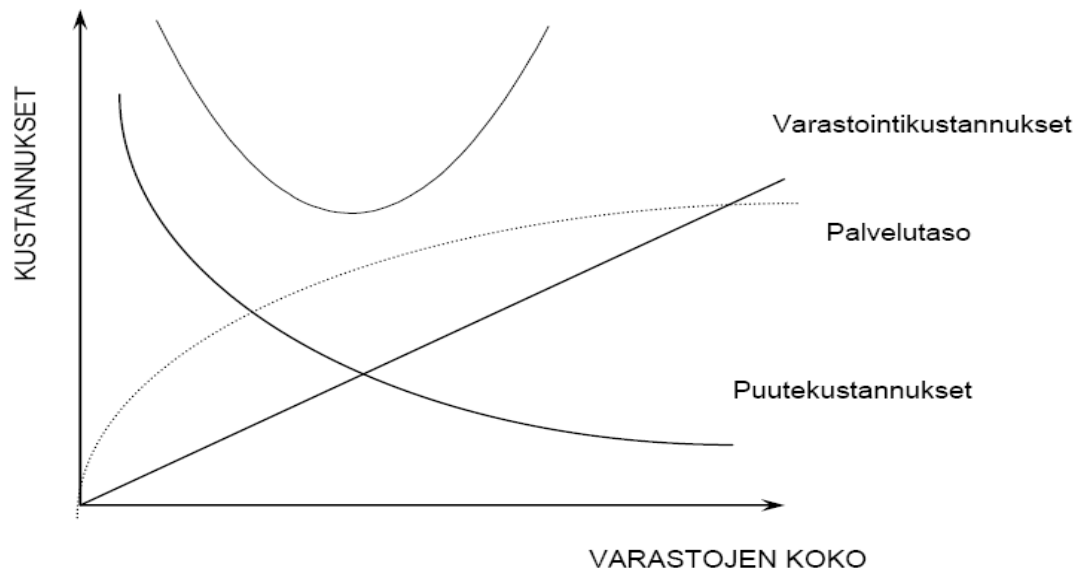
Materiaalivarastojen palvelutaso muodostuu tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusaikojen pituudesta. Toimintoja on pystyttävä kehittämään niin että varastot pystyvät palvelemaan tuotantoa ja sitä kautta loppuasiakasta tarkoituksen mukaisella tavalla. Palvelutasoon voidaan vaikuttaa varastoinnin ohella toimitustiheydellä, ennustamisella sekä yhteistyön kehittämisellä toimittajien ja asiakkaan kesken. /1/

Suomalaisessa teollisuudessa lähes 70 % liikevaihdosta kuluu erilaisten materiaalien ja palveluiden, kuten osaprosessin tai kapasiteetin ostoon, joten ne muodostavat merkittävän osuuden yritysten kustannusrakenteessa. Nykyisin ostaminen on muuttumassa varsinaisten tilausten tekemisestä ja toimitusaikojen seurannasta enemmänkin ulkoisten resurssien hallinnan suuntaan. Toimitusaikoihin sidottu hankintatoiminta onkin monessa tapauksessa osittain ennakoivaa. Karkeasti ajateltuna, hankintatoimi on nyky muodossaan jaettavissa kahteen päävaiheeseen: osto- ja toimittajasopimusten tekemiseen ja kotiinkutsuihin. Keskeisinä tavoitteina on toiminnan häiriöttömyyden varmistaminen ja kustannusten minimointi. /3/

Materiaalitoimintojen yritykselle aiheuttamat kustannukset muodostuvat seuraavista osatekijöistä:

- materiaalien hinta
- oston kustannukset
- varastointikustannukset
- puutekustannukset
- kuljetus, vastaanotto ja tarkastuskustannukset
- jakelukustannukset
- materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
- reklamaatiokustannukset.

Kehitettäessä materiaalitoimintoja, on asioita tarkasteltava kaikkien edellä mainittujen osatekijöiden kannalta erikseen, sillä esimerkiksi varastotasojen pienentäminen saattaa vaikuttaa oleellisesti hankinta- ja puutekustannuksiin. Toisaalta tehtäessä hankintapäätös ainoastaan hankintahinnan perusteella voi laatukustannukset kasvaa. Varastotasojen suhdetta kustannuksiin pyritään kuvaamaan kuvassa 4. /2/



**Kuva 4** Varastojen koko ja kustannukset

Puutekustannukset voivat muodostua esimerkiksi tuotantohäiriöistä, menetetyistä kapasiteetista, ylitöistä, ylimääräisistä alihankinnoista, laatuvirheistä sekä myöhästymissakoista ja hyvityksistä. Lisäksi on huomioitava, minkälaisia vaikutuksia puutteista johtuva heikko toimituskyky aiheuttaa maineeseen toimittajana ja onko huonon toimituskyvyn takia menetetty merkittäviä kauppvoja. Varastointikustannuksissa merkittävin osatekijä on sitoutuneen pääoman korko. Tämän lisäksi varastointikustannuksia kasvattaa tilakustannukset, hävikki (varkaudet, epäkuranttius), työvoimakustannukset sekä vakuutuskustannukset.

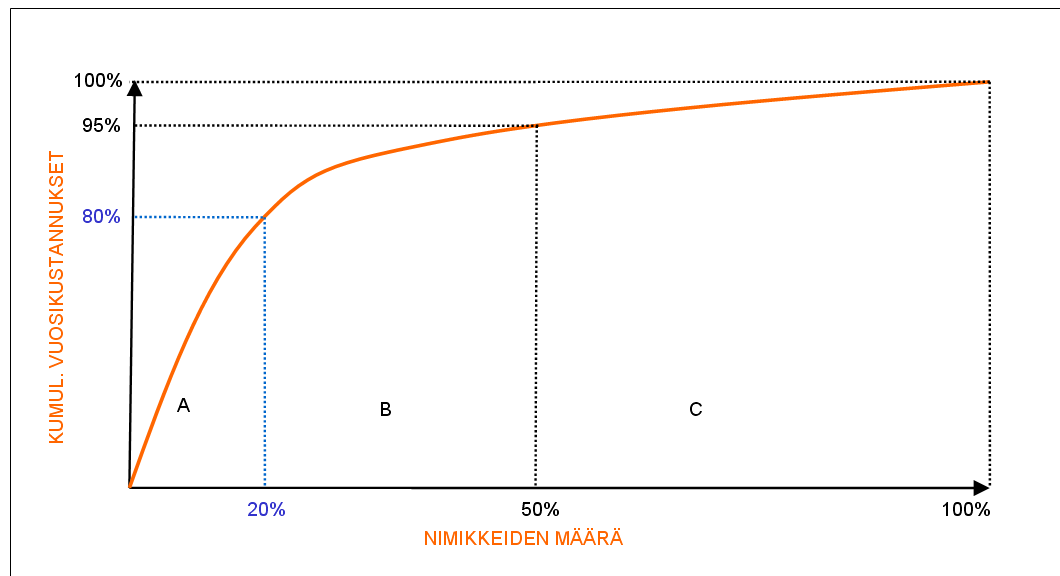
## 2.5 Materiaalien ohjaustavat ja nimikkeet

Materiaalien hallinnan oleellisimpia tehtäväalueita ovat varastotasojen ja materiaalien ohjausperiaatteiden määrittely. Palvelutaso on pyrittävä turvaamaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Varastoihin sitoutuu merkittävästi pääomaa ja lisäksi tavara voi vanhentua teknisesti tai taloudellisesti. Toimintaan sitoutuneen pääoman kannalta katsottuna olisikin optimaalista hankkia tarvittava tavara ainoastaan toteutuneiden tilausten perusteella. Tämä edellyttäisi äärimmäisen tiivistä yhteistyötä alihankkijaverkoston kanssa ja olisi todennäköisesti mahdotonta toteuttaa käytännössä. Eräs tapa on ennustaa kokonaisvolyyymi halutulle periodille

ja laatia ohjelma, jonka avulla voidaan sopia esimerkiksi, että tietyn ajan kuluessa tehdään tietty määrä hankintoja. /1/

Määriteltäessä materiaalien ohjaustapoja, on materiaalinimikkeet pystyttävä luokittelemaan ominaisuuksiensa perusteella. Varsin yleisesti käytetty luokittelumenetelmä on ABC-analyysi, joka alkuaan perustuu materiaalinimikkeiden luokitteluun vuosikulutuksen arvon perusteella. Luokittelun avulla pyritään saamaan käsitys siitä, miten materiaalinohjausta tulee kehittää ja mihin käytettävissä olevia resursseja tulee suunnata. ABC-analyysi on sovellus vanhasta Pareton 20/80 -säännöstä, jonka mukaan 20 % nimikkeistä aiheuttaa 80 % vuosikulutuksesta (kuva 5). /4/

ABC-analyysi ei huomioi materiaalin toimitusaikaa, joten kaikkien materiaalien osalta se ei ole riittävä menetelmä ohjaustavan määrittämiseksi. Tällöin luokittelun lisäperusteina voidaan käyttää luokittelun lisädimensioita, joita voivat olla esimerkiksi, materiaalin vanhenemisriski, saatavuuden varmuus ja saatavuusongelmien vaikutukset tuotantoon ja suunnitteluun, toisin sanoen materiaalin kriittisyys. Eräs tällainen luokittelutapa on XYZ, joka on ABC-analyysia täydentävä luokittelutapa. /4/



**Kuva 5** ABC-analyysin periaate

Materiaalien ohjaustavat voidaan jaotella esimerkiksi neljään pääryhmään. Tästä käytetään nimitystä 4-kenttämenetelmä, joka perustuu ABC-analyysiin. Jaottelu eri



ohjaustapojen välillä riippuu yrityksen toimialasta ja toimintatavoista ja voi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- A Muodostaa suurimman osuuden kokonaisvolyyymista. Nimikkeiden varastojenhallinta vaatii tarkan seurannan ja ohjauksen.
- B Hankintahinnaltaan kallis nimike. Nimikkeen kulutus on tilauskohtainen ja hankintapäätös tehdään vasta asiakastilauksen perusteella.
- C Hälytysrajaohjattu materiaalinimike, jonka kulutus on suhteellisen tasaista. Nimikkeen saldon mennessä alle hälytysrajan, muodostuu siitä tilausimpulssi ostajalle tai suoraan toimittajalle.
- D Massanimike jota kulutetaan paljon. Materiaalin toimittaja vastaa varastojen täydennyksistä. Tästä käytetään nimitystä VMI -toimintamalli (Vendor Managed Inventory).

Valmistettaessa suurempia kokonaisuuksia kuten koneita ja laitteita on ostettavien materiaalinimikkeiden lukumäärä erittäin suuri. Nimikemäärien hallintaan voidaan katsoa olevan kolme pääperiaatetta: Modulaarinen tuotesuunnittelu, jonka tavoitteena on luoda vakiomoduuleista useampia eri variaatioita kysynnän mukaan, sekä settiperiaate, jonka ajatuksena on yhdistää tarvittavat hankintaosat yhdeksi ohjausnimikkeeksi. Standardiosien mahdollisimman runsas käyttö, vähentää myöskin nimikemäärän turhaa kasvamista.

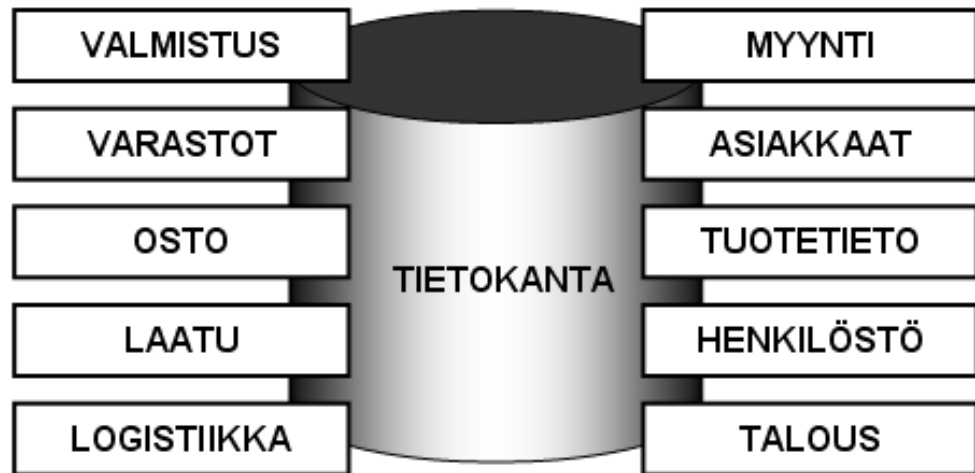
Modulaarisen tuotekehitystyön ongelmana on, että tuotesuunnittelun funktiot on jaettu teknologiaperusteisesti eri suunnitteluvaiheisiin tai luokkiin, esimerkiksi rakenne-, mekaniikka-, sähkö- ja hydraulikkasuunnittelu. Modulaaristen tuoterakenteiden suunnittelu vaatii yleensä laajaa asiantuntemuspohjaa, mikä puolestaan edellyttää suunnittelun eri funktioiden tiivistä yhteistyötä. Nopea tuotekehitystyö edellyttää suunnittelun eri funktioiden rinnakkaistamista, jolloin kuitenkin ns. iterointiriski kasvaa, mikä käytännössä tarkoittaa ainakin osittaista uudelleensuunnittelua tuotekehitystyön edetessä. /5/

## 2.7 Tietojärjestelmät toiminnanohjauksessa

Toiminnanohjausjärjestelmistä käytetään yleisesti nimitystä ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning). Järjestelmien ideana on keskittää kaikki yrityksen tietovarannot yhteen tietokantaan, josta organisaation eri osat voivat niitä tarvittaessa käyttää ja päivittää. Toiminnanohjauksen integrointi ERP-järjestelmään mahdollistaa yrityksen resurssien hallinnan, sekä toiminnan suunnittelun ja johtamisen yhden järjestelmän avulla. Järjestelmät ovat monimutkaisia, kalliita ja niiden käyttöönotto ja ylläpito yrityksessä on aikaavievää. Suuri tai keskisuuri yritys ei kuitenkaan käytännössä tule toimeen ilman tällaista järjestelmää. /2;3/

Toiminnanohjausjärjestelmien kehitys on alkanut 1970 –luvulta, jolloin kehitettiin ohjelmia varastoseurantaan. Ohjelmia käytettiin materiaalien tarvelaskentaan, sekä ostotoiminnan kehittämiseen. Järjestelmistä käytettiin nimitystä MRP (Material requirements planning). 1980-1990 luvulla järjestelmiin lisättiin tuotannonohjaukseen, taloushallintaan sekä kustannuslaskentaan liittyviä toimintoja. Syntyi ns. tuotannonohjausjärjestelmä MRP II (Manufacturing resource planning). /3/

ERP-järjestelmät sisältävät ominaisuuksia materiaalitarpeidenlaskenta – järjestelmistä (MRP), sekä perinteisistä tuotannonohjaus-järjestelmistä (MRP II). Siihen on myöskin liitettävissä lukuisia yrityksen eri toimintoja, kuten kustannuslaskentaa, asiakkuuden hallintaa (CRM) ja tuotetiedon hallintaa (PDM) tukevia osia ja sovelluksia kunkin yrityksen tarpeiden mukaan (kuva 6). Näiden lisäksi nykyaikainen ERP-järjestelmä on liitettävissä MES-järjestelmään (Manufacturing Execution System), joka yhdistää ERP-järjestelmän varsinaiseen tuotantoautomaatioon. /3/



**Kuva 6** Esimerkki ERP-järjestelmän moduleista

Tyypillisesti ERP-järjestelmä koostuu toimintokohtaisista moduleista, jotka käyttävät ja päivittävät samaa tietokantaa ja kommunikoivat keskenään. Useimmissa tapauksissa tietokanta ja ERP-ohjelmisto on asennettu yhdelle ja samalle palvelimelle, jonka käyttö tapahtuu asiakaskoneilta tietoverkon välityksellä. /3/

Keskeisin pyrkimys toiminnanohjausjärjestelmän suunnittelussa on pyrkimys tietovirtojen ja yrityksen toimintojen mahdollisimman pitkälle viety integraatio. Periaatteessa toiminnanohjausjärjestelmä on tarkoitettu sitä käyttävän yrityksen toimintojen suunnitteluun ja hallintaan, mutta käytännössä nykyaikaisissa järjestelmissä on valmiudet myös yritysten väliseen tiedonsiirtoon. /2;3/

### 3. TOIMITTAJAVERKOSTO JA TOIMITUSKETJUN HALLINTA

Valmistusorganisaatioissa tehdään päivittäin päätöksiä valmistetaanko tuote itse vai ostetaanko muualta (MOB, Make Or Buy). Päätöksen tekemiseen vaikuttaa useita eri tekijöitä, joiden mittaaminen voi olla hankalaa. Ostaa vai valmistaa -päätös vaikuttaa yrityksen rakenteeseen ja sen arvoketjuun. Alihankintapäätökset on analysoitavissa kolmelta eri taholta: kustannukset, voimakkuus/riippuvuus ja strategiset voimavarat. Yksinkertaisin ja samalla tyypillisin tapa on kustannusanalyysi, jossa vertaillaan ainoastaan kustannuksia alihankitun ja oman

tuottamisen välillä. Voimakkuus/riippuvuus perustuu Oliver E. Williamsonin liiketoimintakustannusteoriaan, joka tarkastelee liiketoimintakustannusten muodostumista ja miten ne ovat pienennettävissä. Tarkasteltaessa hankintapäätöstä strategisten voimavarojen kannalta on tarkoituksena löytää yrityksen ydinosaaminen, keskittyä siihen ja hankkia muu osaaminen yrityksen ulkopuolelta. /3/

Valittaessa alihankkijaa on huomioitava, että toimittajalla on riittävä tuotannollinen kokemus ostettavaan palveluun tai kokonaisuuteen ja minkälainen suunnittelu- ja valmistuskapasiteetti toimittajalla on. Lisäksi on syytä huomioida toimittajan laaduntuottokyky sekä taloudellinen asema.

Perinteisestä alihankintatoiminnasta on siirrytty yhä enemmän kohti tuote- ja palvelukokonaisuuksien arvoketjujen hallintaa. Verkostotoimintamallilla teollisuudessa pyritään kehittämään pääasiassa kilpailukykyä toimitusaikojen ja -kyvyn suhteen, sekä joustavuutta valmistusprosessissa. Yksi tärkeimmistä eduista on riskin jakaminen kysyntä- ja volyymimuutostilanteissa. Lisäksi yrityksen omaa osaamista voidaan täydentää verkostokumppanien omilla vahvuuksilla. Verkoston avulla on myös mahdollista avata uusia markkinoita. Toimitusketjun- ja tuotetiedon hallinnan merkitys korostuu verkostotoiminnassa voimakkaasti, joten suunnittelun ja hankintatoimen rooli on keskeinen. /3/

Verkostoitumisen avulla on saavutettavissa seuraavia kilpailuetuja:

- nopeampi ja parempi tuotekehitys yhteistyön avulla
- voidaan saavuttaa uusia tuotemarkkina-alueita
- kustannus- ja aikasäästöt infirmaatiovirran ja resurssienhallinnan kehittämisellä
- mahdollisuus estää tehokkaammin uusien kilpailijoiden markkinoille tulon.

Verkostoitumisen voidaan ajatella perustuvan joko toimittajien kilpailuttamiseen, joka on lähellä perinteistä ostotoimintaa tai yritysten väliseen yhteistoimintaan jonka perusajatuksena pitkäjänteinen toimittajayhteistyö. Kilpailuttamista hyödyntävä verkostoituminen perustuu pääasiassa näkemykseen, jossa verkoston

kehittäminen perustuu toimittajavalintoihin tuotteen tai palvelun hinnan perusteella. Verkostoitumisen yhteistyömallin ajatus on pidemmän tähtäimen yhteistyö toimittajan kanssa, jolloin toimittajalle annetaan vapaammat kädet ja suurempi vastuu tuotteiden tai palveluiden toteuttamisesta. Kehittämistavoitteet tässä toimintamallissa on laajemmat ja kauaskantoisemmat kuin kilpailuttamismallissa ja edellyttääkin osapuolilta molemminpuolista panostamista. /2/

### 3.1 Verkoston rakenne

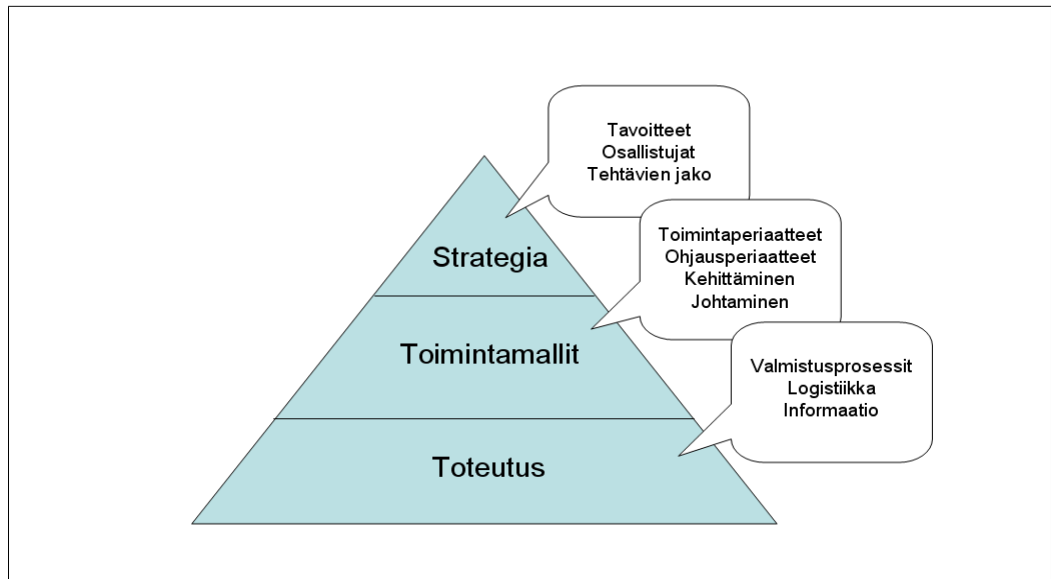
Toimittajaverkostossa kukin verkoston osa keskittyy omaan rajattuun tehtäväänsä ja osaamisalueeseensa, joten sen tehokkuus perustuukin verkoston osien erikoistumiseen ja hiottuihin toimintamalleihin. Verrattuna perinteiseen alihankintatoimitusketjuun on verkoston eri osien välillä enemmän kontakteja ja vuorovaikutusta. Yhteistyö verkoston eri osien väillä on monessa tapauksessa laaja-alaista ja mahdollisimman tehokkaasti toimiakseen se edellyttää jäsenyrityksiltään selkeän strategiamäärittelyn, jäsenyritysten sitoutumisen yhteisiin tavoitteisiin sekä verkostotoiminnan operatiivisen tason organisoinnin. Usein verkostoituminen tapahtuu kuitenkin suunnittelemattomasti, yksittäisten päätösten ja kehityshankkeiden summana. /2/

Toiminnan suunnittelu ja ohjaaminen verkostossa voidaan jaotella hierarkisesti kolmeen eri tasoon (kuva 7). Ylimmällä, strategisella tasolla päätetään rakennettavan verkoston osallistujat, määritellään osallistujien vastualueet, sekä pyritään mahdollisimman yhteneväisiin tavoitteisiin verkoston osien kesken.

Toimintamallien suunnittelu tehdään hierarkiamallin keskimäisellä tasolla. Tällä tasolla määritellään ne toimintamallit ja käytännöt, mitä operatiivisessa vaiheessa toteutetaan. Tyypillisesti keskeisin kehitysalue on verkoston logistiikka, informaatiovirrat, sekä materiaalinohjaus kokonaisuudessaan. Tehokkaan käytännön toiminnan kannalta on pystyttävä määrittelemään, miten informaatio- ja materiaalivirtoja sekä valmistusta hallitaan.

Toimintamallien operatiivinen toteuttaminen tapahtuu hierarkiamallin pohjimmalla tasolla. Tilaus-toimitusprosessin toteutus ja siihen liittyvät

operatiiviset toiminnot informaatiovirtoineen kuuluvat tähän kenttään. Tiedonkulun kehittäminen ja toimintojen sähköistäminen tässä kentässä on monissa yritysissä voimakkaan kehityspaineen alla. /2/

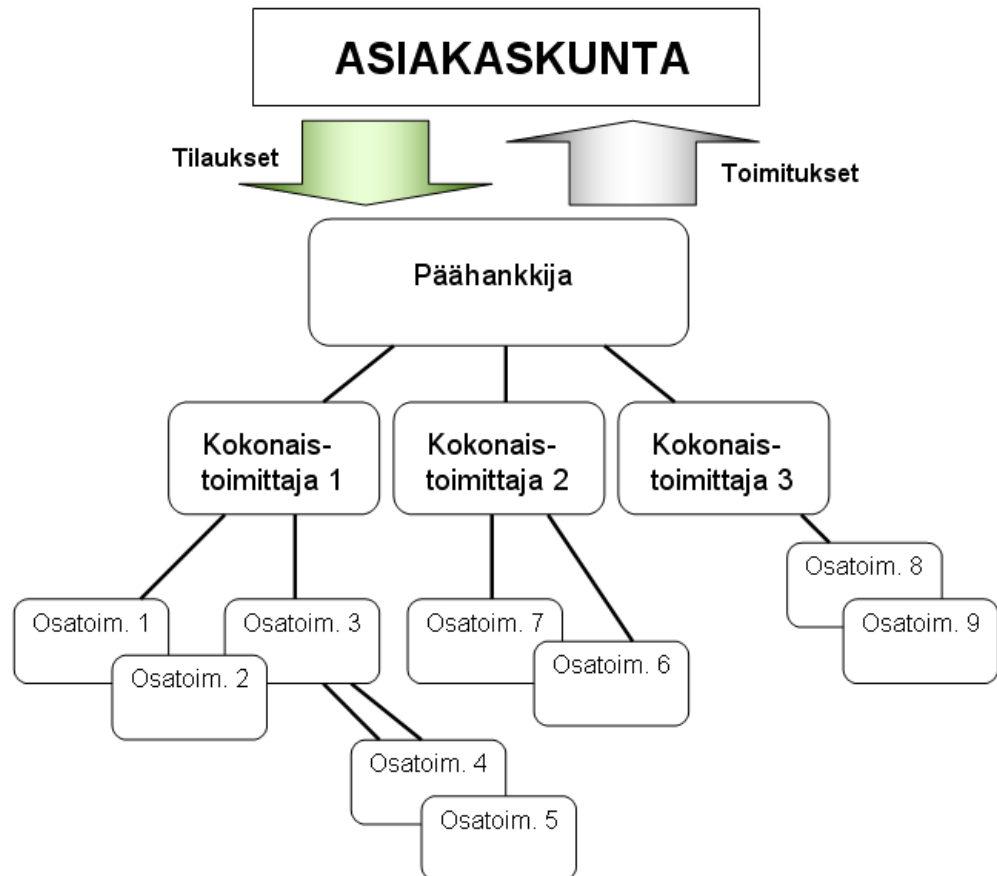


**Kuva 7** Verkoston suunnittelu- ja ohjaustasot /2/

Verkostot voivat olla hyvin monimutkaisia kokonaisuuksia ja ovat poikkeuksetta ainutlaatuisia. Lisäksi on syytä huomioida, että useimmiten jokainen verkoston jäsen on myös osana jotain toista toimitusverkostoa ja näkee siis oman asemansa verkostossa erilailla kuin muut, joten on mahdollista, että verkoston jäsenillä on ristiriitaisia tavoitteita toisiinsa nähden. /3/

Tyypillisimmillään yksittäinen toimittajaverkko rakentuu yhden keskusyrityksen (päähankkija) aloitteesta. Puhutaan strategisesta verkostosta. Tällöin verkosto muodostuu ns. puumaiseksi hierarkialtaan (kuva 8). Päähankkija toimii verkoston veturiyrityksenä ja sen vastuulla on lopputuotteen myynti asiakkaalle, suunnittelu, valmistuttaminen, sekä useimmissa tapauksissa verkoston kokonaisohjaus ja logistiikka. Verkoston alemmilla tasoilla ovat sopimusvalmistajat, ns. kokonaistoimittajat, jotka tyypillisesti ovat suorassa kanssakäymisessä päähankkijan kanssa ja mahdollisesti myös keskenään, sekä alimmalla tasolla materiaali- ja komponenttitoimittajat. Toimeksiannot, menekkitiedot ja ennusteet etenevät päähankkijan toimesta verkoston alemmille tasoille. Tällaisessa verkostossa on päähankkijalla paljon vaikutusvaltaa ja siitä johtuen periaatteessa velvollisuus kehittää koko verkoston toimintaa kokonaisuutena. Verkoston

toimintaa kehitettäessä on liiketoiminnan tavoitteita sekä liiketoimintaan liittyviä informaatiovirtoja tarkasteltava yhteisesti, koko verkoston kattavasti, sillä verkoston jokaisella jäsenellä on omat sisäiset liiketoimintaprosessit. Monet toimittajaverkostot ovat myöskin hyvin epämuodollisia, eikä verkoston alemman tason toimittajat välttämättä miellä verkostoa tai toimitusketjua ympärillään.



**Kuva 8** Esimerkki puumaisesta toimittajaverkosta

Verkostotominnassa on periaatteessa kyse koko arvoketjun tehokkaan toiminnan hallinnasta. Keskeisiä perusasioita verkoston systemaattisessa kehittämisessä ovat pitkäaikaiset toimittajasuhteet, verkoston merkittävimpien jäsenten keskinäinen luottamus ja laatuun panostaminen. /2;3;7/

### 3.2 Toimitusketjun hallinta, SCM

Toimitusketjun hallinnalla (Supply Chain Management, SCM) tarkoitetaan toimitusketjun eri osien laaja-alaista yhteensovittamista. Tavoitteena on maksimoida loppuasiakkaan saama hyöty minimaalisin kustannuksin verkostotasolla. Voidaan puhua myös arvoketjun hallinnasta, jossa tilaus-toimitusprosessia pyritään kehittämään systemaattisesti aina loppuasiakkaaseen asti. Kyseessä on siis perinteistä logistiikkaa ja materiaalinhallintaa huomattavasti laajempi käsite. /3/

Toimitusketju on jatkuvasti muuttuva dynaaminen systeemi, jonka toimintakyvyn ylläpito edellyttää jatkuvaa kehittämistä. Oleellisena osana toimitusketjun hallintaan liittyy kaikkien verkoston tai toimitusketjun jäsenten keskinäisen tiedonkulun kehittäminen, ja sitä kautta koko tuotantoprosessin tehostaminen. Pyritään toimimaan yhtenäisenä kokonaisuutena ja käytännössä perustavoitteena onkin yhteisen tahdin löytäminen ketjussa. Käytännössä pyrkimyksenä on saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä, lyhentää toimitusaikoja, parantaa tuotteiden saatavuutta sekä tehostaa muutosten hallintaa. Kokonaisoptimin löytäminen koko verkostolle on kuitenkin käytännössä mahdotonta. /2;3/

Toimitusketjun hallinnan keskeisin kehittämis- ja ylläpitokeino on yhteisten prosessien synkronointi, sekä tietovirtojen suunnittelu ja hallinta verkoston eri jäsenten välillä. Mikäli tiedonkulku saataisiin tehokkaaksi verkoston osien välillä, voitaisiin aikaansaada pitävämpiä ennusteita ja toimintasuunnitelmia esimerkiksi logistiikan ja tuotannonohjauksen tehostamiseksi, vähentää käytettävien materiaalien ja komponenttien varastointia, lyhentää valmistusketjun läpimenoaikaa, ja sitä kautta parantaa toimituskykyä. Prosessin nopeuden kasvaessa pääomakustannukset pienenee. Tavoitetilanteessa perustuisi koko toimitusketjun toiminta mahdollisimman reaaliaikaiseen tietoon loppuasiakkaan kysynnästä. /2;3/

Toimitusketjujen hallinnassa yleisesti käytetty, periaatteeltaan yksinkertainen toimintafilosofia on Plan for Capacity, Execute to Order. Vakiintunutta suomenkielistä vastinetta tällä mallilla ei ole, mutta joissain yhteyksissä siitä on



käytetty nimitystä varaudu-toteuta –malli. Ominaista toimintamallille on tilauskannan ja myyntiennusteiden käyttö materiaalin-ohjauksessa ja kapasiteetinkäytön suunnittelussa. Volyymisuunnitelmaa ladittaessa huomioidaan menekin lisäksi tuotantoprosessin ominaisuudet sekä liiketoiminnalliset tavoitteet. Kapasiteetti, materiaali- ja puskurivarastot, sekä toimitusajat määritellään olemassaolevan tilauskannan, sekä myyntiennusteen pohjalta. Verkostotasolla mallia sovelletaan käytännössä siten, että verkoston päähankkija välittää volyymisuunnitelman koko toimitusketjun käyttöön. Hankinta- ja ostotoiminta, sekä tuotteiden varsinainen valmistus aloitetaan vasta kun asiakkaalta on saatu lopullinen tilaus. Volyymisuunnitelman pohjalta toimitusketjun jäsenet pystyvät suunnittelemaan alustavasti kapasiteettitarpeen määrän, sekä mahdollisesti varautumaan valmistukseen materiaalityökalujen osalta. Yksinkertaisimmillaan varaudu-toteuta –malli voi pohjautua kausisopimuksiin verkoston jäsenten kesken. Tällainen tapa toimii, mikäli tuotteen menekki on suhteellisen tasaista. Jos taas menekki on epätasaista tai valmistettava tuote sisältää asiakaskohtaista räätälöintiä on ennusteita päivitettävä huomattavasti säännöllisemmin. Varaudu-toteuta –mallin etuina on yksinkertaisuus ja selkeys eri osapuolten välillä. Mallia voidaan soveltaa eri toimittajien kanssa helposti ja se on kehitettävissä vähitellen eteenpäin aikajäniteitä lyhentämällä ja suunnittelua lisäämällä. Toisaalta varaudu-toteuta –malli edellyttää verkostolta nopeutta ja joustavuutta. Lisäksi pitkät toimitusajat materiaaleilla aiheuttavat ongelmia ja uudelleenjärjestelyjä koko verkoston tasolla.

/2;3/

### **3.3 Rajapintaprosessit ja yhteistoiminta verkostossa**

Yksi ongelmallisimmista hallittavista osa-alueista toimitusketjun hallinnassa ovat eri organisaatioiden väliset rajapinnat. Verkoston eri osapuolien erilaiset prosessit, toimintamallit ja tietojärjestelmät asettavat haasteita tehokkaalle toimitusketjun hallinnalle. Toiminnanohjausta verkostotasolla ollaankin kehitetty yrityksissä jo jonkin aikaa. Sähköinen kaupankäynti ja verkostoyhteistoiminta kasvaa ja kehittyy jatkuvasti internetin ja sen puitteissa syntyneiden tietojenkäsittely- ja tiedonsiirtopalveluiden mennessä eteenpäin. Tästä kehityksestä johtuen tuotantoprosessit muuttuvat entistä reaaliaikaisemmiksi, joka taas asettaa uusia vaatimuksia tiedon läpinäkyvyydelle toimittajaverkostossa. Kuvaavaa on, että

useissa tapauksissa päähankkija kantaa jossain määrin huolta myös kauempana toimitusketjussa olevien toimittajien tilanteesta ja toimituskyvystä. Verkoston tehokkaan toiminnan kannalta on keskeistä, että verkoston jäsenyryyksillä on yhteinen päämäärä ja keskinäinen luottamus. Valittaessa verkostoon toimittajia, voidaan ehkä tärkeimpinä kriteereinä pitää toimittajan reagoitukykyä ja joustavuutta. Ei siis ainoastaan keskitytä suoraan kustannusten pienentämiseen. Toimitusketjun reagoitukykyyn ja tehokkuuteen panostamalla saadaan investointi takaisin materiaalipuutteiden vähentymisenä ja varastotasojen pienentymisenä. Toimintaan sitoutuneen pääoman määrä pienenee. /2;3/

Verkoston yritysten välille syntyneitä toimintamalleja ja käytäntöjä voidaan kutsua verkoston rajapintarakenteiksi. Rajapinnoilla tarkoitetaan yritysten välisiä yhteisiä toimialueita liiketoimintaa harjoitettaessa. Ongelmat rajapinnoilla voivat johtua tietojärjestelmistä, tiedonkulusta, yritysten sisäisistä prosesseista tai ihmisistä, sillä samaa informaatiota on usein mahdollista tulkita eri tavalla. Verkoston toimintaa kehitettäessä on liiketoimintaa, sen tavoitteita ja informaatiovirtoja sekä prosessien yhteensopivuutta syytä tarkastella koko verkoston laajuudella yhteisesti. Tarkasteltaessa liiketoiminnan prosesseja on huomio kiinnitettävä pääasiassa materiaalivirtoihin koko verkoston näkökulmasta, ei yksittäisen koneen tai tuotantoyksikön kannalta. /3/

Verkostotoiminnan kehittäminen on aloitettava liiketoimintaprosessien määrittelyllä. Prosessimalli on kyttävä mallintamaan sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää prosessien ohjautuvuuden tutkimiseen, prosessien suunnitteluun, toiminnan organisointiin sekä taloudellisten päätöksen tekoon. Prosessimallin tarkoitus on siis kuvata toiminnan ohjattavia kokonaisuuksia. /5/

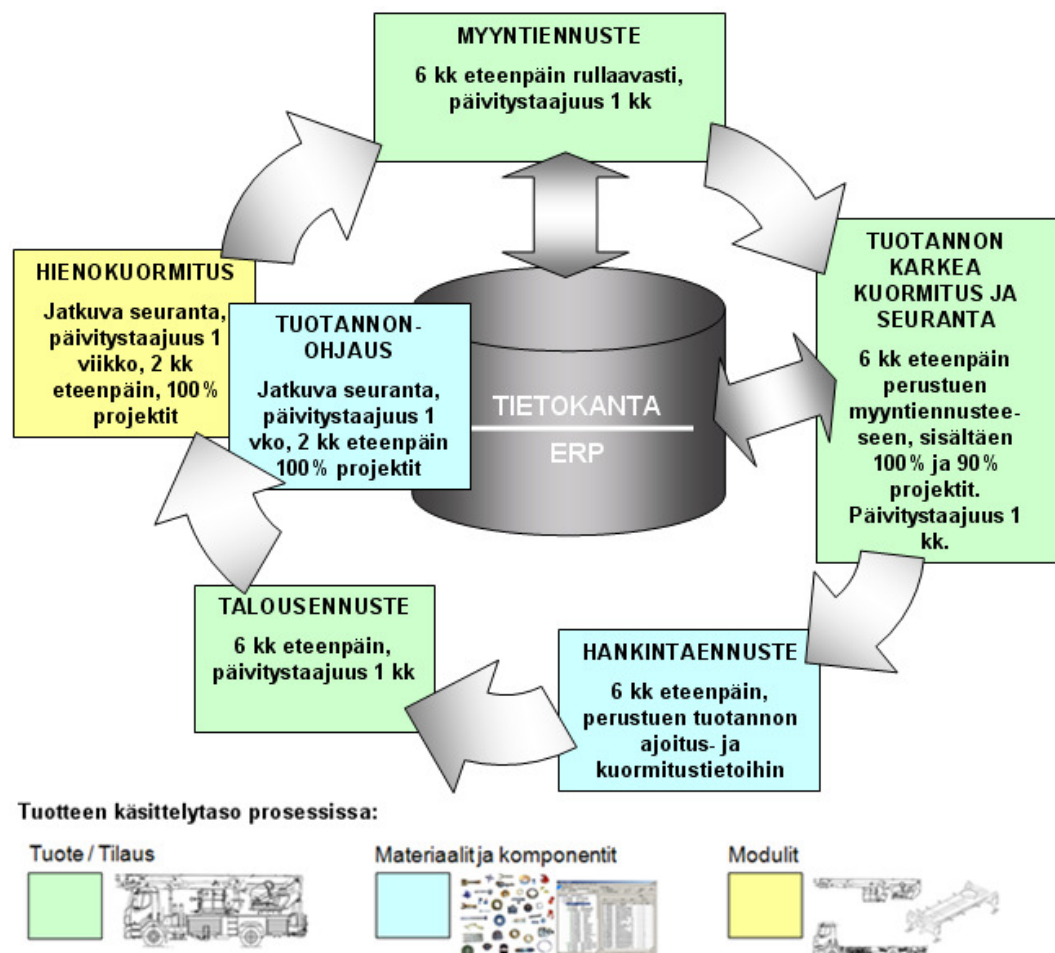
Eräissä tutkimuksissa on esitetty, että informaation jakaminen verkostossa ei saavuta täyttä hyötyä, jos se ei perustu pitkäaikaiseen yhteistyöhön ja verkoston jäsenten väliseen luottamukseen. Jotta informaation jakamisesta olisi merkittävää hyötyä, se on jaettava myös verkoston alemmille tasoille, komponentti- ja materiaalitoimittajille, ei ainoastaan järjestelmä- tai kokonaistoimittajille. Reaaliaikaisen tiedon hyväksi käyttäminen verkoston kokonaisohjauksessa edellyttää informaation läpinäkyvyyttä. Läpinäkyvyyden toteuttaminen ja kehittäminen laajamittaisesti on kuitenkin hyvin työlästä ja vaikeaa, niin käytännön

toiminnassa, kuin tietoteknisestikin, johtuen verkoston yritysten erilaisista toimintaprosesseista ja tietojärjestelmistä verkoston muihin jäseniin nähden. Lisäksi suurempien yritysten omat sisäiset tietojärjestelmät saattavat koostua useampien eri tietojärjestelmien integraatiosta. Näin ollen läpinäkyvyyden hyödyntäminen edellyttää tarkkaa toimintamallien ja informaatioisältöjen standardointia. /3/

Tietojärjestelmien rooli on tässä kehityksessä hyvin keskeinen, mutta oleellisinta on organisaatioiden sisäisten ja ulkoisten prosessien määrittely ja standardointi. Valittujen yhteistyöyritysten väliset tiedonsiirtorajapinnat on määriteltävä verkoston jäsenten yksilöllisten tarpeiden mukaisesti, mutta kuitenkin siten, että ne palvelevat koko toimitusketjua parhaalla mahdollisella tavalla. Integroidun, toimittajaverkoston kattavan tietojärjestelmän struktuuri on kokonaisuudessaan suunniteltava mahdollisimman hyvin verkoston jäseniä palvelevaksi ja samalla tietoturvalliseksi. On tarkoin määriteltävä, mitä ja minkälaista tietoa verkoston jäsenille jaetaan. Jaettavaa informaatiota verkostossa on siis rajattava yrityskohtaisesti mm. tietoturva syistä. Toimittajaverkoston kattavassa tietojärjestelmässä on vastuu verkoston kokonaisohjauksesta päähankkijalla. /3/

#### 4. TILAUS-TOIMITUSPROSESSI, BRONTO SKYLIFT

Toiminnan operatiivinen kokonaisohjaus Bronto Skyliftillä toteutetaan rullaavasti liiketoiminnan eri osa-alueiden vaatimalla tarkkudella ja tarkastelutaajuudella (Kuva 9). Perustana toimii luonnollisesti tilauskanta, myyntiennuste, sekä tuotannollinen ja taloudellinen tilanne tarkastelujaksolla.



**Kuva 9** Operatiivinen kokonaisprosessi, Bronto Skylift

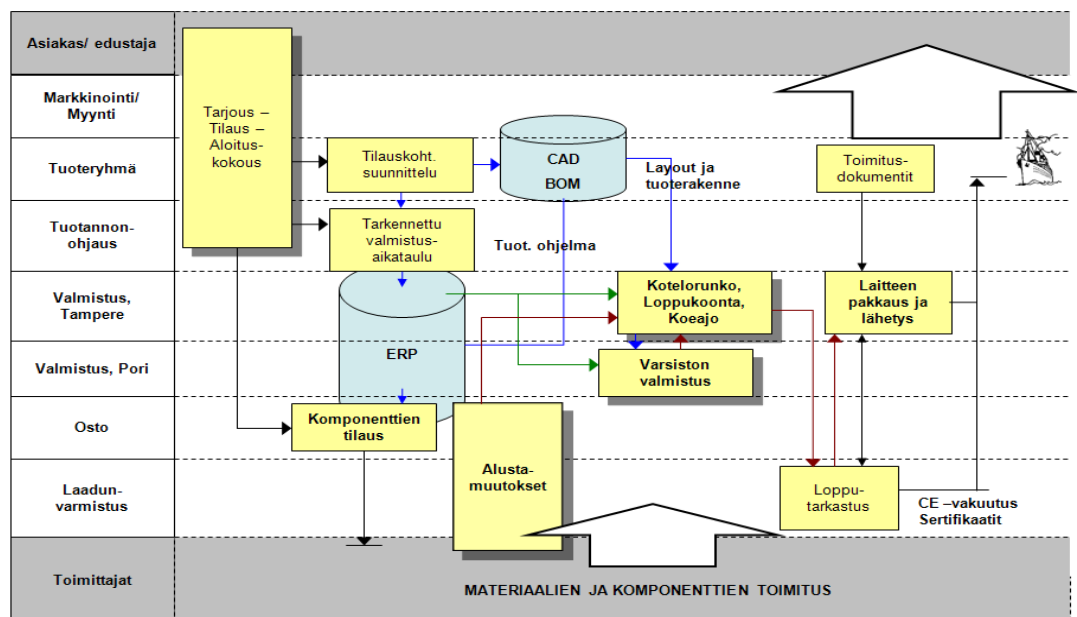
Tilaukanta tarkastellaan ja tarvittaessa päivitetään toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan kuukausittain, kuusi kuukautta tarkasteluhetkestä eteenpäin. Tarkastelussa huomioidaan tilaukantaan kirjatut tilaukset (100 %), jotka ovat prosessissa, sekä 90 % todennäköisyydellä toteutuvat kaupat, ns. ennustetyöt, joita pidetään tilaukannassa yllä pääasiassa kapasiteetin riittävyyden tarkasteluun. Edellisten perusteella saadaan likimääräiset luvut ostolle, sekä tätä kautta kausittainen talousennuste. Lähijakson tarkastelu ja täsmällinen kuormituspiste-kohtainen hienokuormitus päivitetään tarvittaessa viikottain.

## 4.1 Front-End -prosessi

Pääasiallisesti toimitustapoja on kahta tyyppiä: alustallinen toimitus, jossa asiakkaalle toimitetaan suoraan kuorma-autoalustalle valmistettu henkilönostin täydellisesti testattuna, sekä alustaton toimitus jolloin toimitetaan laitteen varsisto ja kotelorunko tukijalkoineen asiakkaan tai myyntiedustajan hankkimaan alustaan.

Ne toiminnot, jotka tapahtuu ennen varsinaisen valmistusprosessin alkamista kutsutaan front-end -prosessiksi. Se käsittää siis tilaus-toimitusprosessin vaiheet myyntitilauksen tilaukseen kirjaamisesta tuotantoon tarvittavien materiaalien hankintaan.

Tilaus-toimitusprosessi (kuva 10) käynnistyy myyntitilauksen kirjaamisella tilaukseen. Myyntitilauksesta avataan yksilöllinen työnnumero jonka perusteella ohjataan ja seurataan valmistusta ja hankintoja, sekä aktiviteettitunnus joka ohjaa kustannukset kyseessä olevalle tilaukselle.



**Kuva 10** Tilaus-toimitusprosessi, Bronto Skylift

Kun myyntitilaus on kirjattu ja työ- ja aktiviteettitunnus on avattu, laitteen valmistuksen karkean tason ajoitus määritellään tuotannonohjausjärjestelmään asiakkaalle vahvistetun toimituskuukauden mukaan. Lähtökohtana ajoitukselle on laitteen suunniteltu valmistumisajankohta, eli ajoittaminen määräytyy viimeisen työvaiheen päättymisestä taaksepäin, jolloin saadaan selville milloin kukin

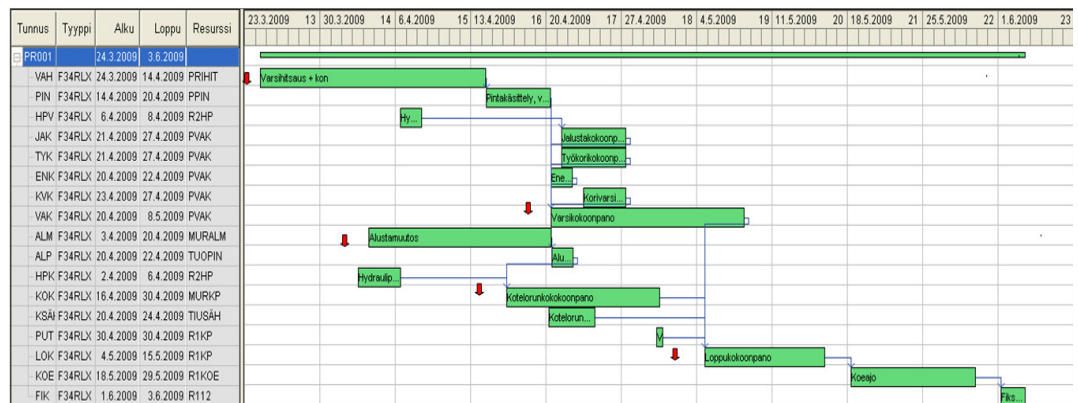
työvaihe on aloitettava, jotta laite valmistuu suunniteltuna ajankohtana. Valikoimassa oleville laitetyppeille on laadittu omat vaihemallit, joiden avulla karkean tason tuotantoaikataulu, sekä laitteen valmistukseen käytettävät resurssit, eli kuormituspisteet, voidaan määrittää. Laitetyyppien perusvaihemallit on laadittu kerätyn historiatiedon, sekä vallitsevien käytäntöjen perusteella. Vaiheen läpimenoajat ja kuormittavat tunnit määritellään tarkemmin, kun laitetypin variantti ja mahdolliset lisäoptiot laitteeseen on varmistettu.

Avattujen töiden tuotantoprosessi käynnistetään aloituskokouksessa, johon osallistuvat laitteen myyjä, tuotannosuunnittelija, sekä valmistettavan laitteen teknisestä osuudesta vastaava tuotepäällikkö. Kokouksen koollekutsusta vastaa tuotannosuunnittelija, joka myös kirjaa kokouksessa esille tuotavat tuotantoaikatauluihin vaikuttavat tekijät pöytäkirjaan. Tapauskohtaisesti voi kokoukseen osallistua myös oston edustaja. Aloituskokous pidetään periaatteessa jokaiselle laitteelle erikseen ja siinä määritellään laitteen tekninen spesifikaatio pääkohdiltaan, sekä valmistukseen ja materiaalitoimintojen aikatauluihin merkittävästi vaikuttavat tekijät. Näitä tekijöitä voivat olla esimerkiksi laitevariantti ja siihen kuuluva varustelu itsessään, laitteen toimitusehdot ja -tapa, sekä kriittisimpien materiaalien ja komponenttien saatavuus, kuten esimerkiksi alustan saapuminen autotehtaalta tai asiakkaan toimittaman osan saapuminen. Lisäksi läpikäydään vaadittavat asiakas- ja viranomaistarkastukset, sekä maakohtaiset sertifioinnit.

Tuotannosuunnittelu määrittelee laitetypin, tuotantoaikataulun ja kapasiteetin perusteella mitä kuormitusryhmiä ja valmistusyksiköitä kyseisen laitteen valmistaminen kuormittaa, määrittelee laitteen kuormittavat työtunnit, sekä vaiheiden läpimenoajat toiminnanohjausjärjestelmään. Teknisestä osuudesta vastaavan tuotepäällikön toiminnanohjausjärjestelmään määrittelemän tuoterakenteen perusteella luodaan ostoedotukset, jonka perusteella osto käynnistää hankinnat.

Bronto Skyliftillä käytössä olevalla LEAN-toiminnanohjausjärjestelmällä on mahdollista visualisoida valmistuksen ajoitukset Gantt-kaavion muotoon (kuva 11). Ajoitukset on päivitettävissä tätä kautta koko järjestelmään, paitsi tuotannonohjaukseen ja hankintatoimeen, myös kokonaistoimittajille sekä joillekin

osatoimittajille. Tätä kautta myös valmistuksen eteneminen on seurattavissa läpi koko organisaation. Vaiheen tietoihin on resurssien, sekä läpimenoaikojen (kalenteriaika) lisäksi sisällytetty myöskin vaiheen kuormitustiedot, eli kuinka monta työtuntia vaiheen valmistuminen tarvitsee. Tämä mahdollistaa yksittäisen resurssin kuormitustilanteen tarkastelun halutulla jaksolla (vrt. kuva 2, sivu 9).



**Kuva 11** LEAN System, läpimenoaavio

Pääkuormitus- ja moduulivaiheita edeltävät punaiset nuolet kuvaavat vaihekohtaisten materiaalien ja komponenttien kotiuttamispäivämäärää kullekin pääkuormitusvaiheelle. Sovelluksessa nämä materiaalipisteet näkyvät valmistuksen kaikilla vaiheilla ja on näin ollen myös määriteltävissä erikseen. Gantt -kuvaajasta on nopeasti havaittavissa vaiheiden suhde ja riippuvuus toisiinsa nähden, sekä kriittisten materiaalien tai komponenttien myöhästymisen tai laatupuutteen vaikutus yksittäisen laitteen koko valmistusketjun ajoitukseen.

## 4.2 Materiaalit

Materiaalihankinnat voidaan käynnistää, kun laitteen tekninen spesifikaatio on määritelty ja tuotantoaikataulu vahvistettu aloituskokouksessa. Minimi hankinta-aika perusmateriaaleille on 10 viikkoa, joillekin muutamia viikkoja enemmän. Varsinainen hankintaprosessi alkaa kun toiminnanohjausjärjestelmään luodut tuoterakennekohtaiset materiaalivaraukset luodaan, jolloin järjestelmään syntyvät ostoehdotukset tarvittaville materiaalinimikkeille.

Ostettavia materiaalinimikkeitä on nimikekannassa kaikkiaan n. 56200, joista yksittäiselle laitteelle kohdistuu 700 – 1500 eri nimikettä laitetyypistä riippuen. Ostanimikkeet jakautuvat varastointi- ja ohjausperiaatteiltaan seuraavasti:

- Työlle kotiinkutsuttava, n. 27600 nimikettä. Nimikettä ei varastoida, vaan se hankitaan ainoastaan todelliseen tarpeeseen työnumerokohtaisesti.
- Varastonimike, n. 4500 nimikettä. Järjestelmä seuraa nimikkeen varastosaldoa ja luo automaattisesti tilausimpulssin kun varastotaso on riittävän alhainen (ns. tilauspistemenetelmä).
- 2-laatikko, saldollinen, n. 2600 nimikettä., varastosaldon seuranta järjestelmässä. Järjestelmä luo automaattisesti tilausimpulssin, varastotaso on riittävän alhainen (ns. tilauspiste menetelmä).
- 2-laatikko, ei saldollinen, n. 4700 nimikettä. Visuaalinen varastonvalvonta, varastosaldoja seurataan järjestelmässä karkeasti. Tilausimpulssi menee ostolle suoraan tuotannosta tilauskortin muodossa.
- Ämpäri, n.1500 nimikettä. Materiaalitoimittaja ylläpitää varastoja VMI-periaatteella. (Vendor Managed Inventory).
- Alihankittava, n. 400 nimikettä. Kokonaisuudessaan alihankintana teetettävä kokonaisuus.
- Alihankkija hankkii, n. 14900 nimikettä. Komponentti sisältyy laitteen rakenteeseen, mutta jonka hankintavastuu on toimitajaverkoston alemmilla tasoilla, kokonais- tai osatoimittajalla.

Järjestelmä suorittaa seurattaville nimikkeille brutto- ja nettotarvelaskennan, mikä tarkoittaa kunkin materiaalinimikkeen kokonaistarpeen laskentaa olemassa olevalle



tilauskannalle, sekä nimikkeiden todellisen tarpeen huomioiden nimikkeen kappalemäärän varastossa. Ostoehdotuksista luo ostaja ostotilaukset ja välittää ne toimittajalle sovitussa muodossa. Toimituspäivämäärä tilatuille materiaaleille määrittyy työnumerokohtaisten vaiheajoitusten perusteella (kuva 11, s. 31).

Hankitut materiaalit ohjautuvat oikeisiin varastoihin ja varastopaikkoihin työnumeron, vaihetunnuksen ja vaiheen resurssin eli todellisen valmistusyksikön sijainnin ja toimitusosoitteen perusteella (kuva 12).

**Työn materiaalivaraukset - LEAN - 06**

Lomake Muokkaa Työkalut Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Etyri Profiili

**Rajaukset**  
 Työ: 5826 F32RLX BSD D Nimike: 00012354 Määrä: 1 kpl Mater.pvm: 09.12.08

Näytä: Kaikki työn materiaalit, Kaikki tyytit, Kaikki

Nim.tunnus	Nim.nimi	Nim.nimi (pitkä)	Määri	Tila	Pvm	Nim.tyyppi	Vaihe	Vast.alue	Varasto	Var.pka
00000579	Vesitykki	Vesitykki, sähköhydr., F	1	Saapunut	10.02.09	Työlle kotiinkutsu	TYK	BSPORI	TIUVAR	TIUVAR
00009132	Vesivaaka	Vesivaaka, päältäluetta	1	Otettu	02.12.08	2-Laot saldollinen	ALM	BSTRE	TREVAR	KARDEX
00010095	Vilkkuvalo	Vilkkuvalo, keltainen, o	2	Otettu	10.02.09	2-Laot saldollinen	KOK	BSTRE	MURVAR	SAAPUVA

**Kuva 12** Työn materiaalien varastopaikat

Materiaalin saavuttua varastopaikkaansa kirjataan se vastaanotetuksi järjestelmään, jolloin varastotiedot päivittyvät. Edelleen nimikkeen varastotiedot päivittyvät kun vaiheen työjakso alkaa ja kyseinen nimike otetaan käyttöön. Nimikkeen saldo vähenee järjestelmän varastosta, kun työvaihe kirjataan valmistuneeksi

### 4.3 Valmistusprosessi

Millä tavoin ja mitä reittejä valmistusprosessi suunnitellaan toteutettavaksi, riippuu pääasiassa laitetyypistä ja variantista. Valmistusketjun päävaiheita ovat

- alustamuutokset
- varsisto- ja jalustahitsaus
- varsistokokoonpano
- kotelorunko- ja tukijalkakokoonpano
- loppukokoonpano

- koeajo
- lopputarkastus ja korjaavat toimenpiteet.

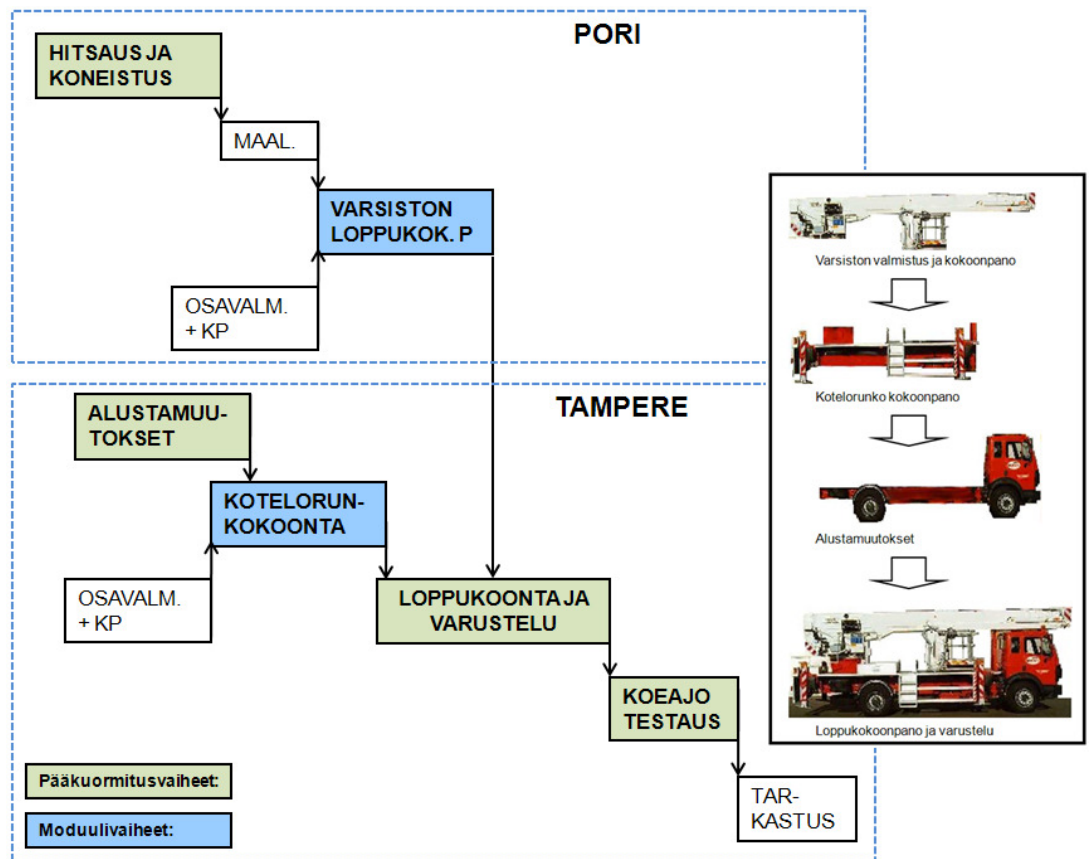
Alustamuutokset teetetään valituissa yhteistyöyrityksissä alihankintana laitevaatimusten, asiakastarpeiden, sekä alustan vastaanottotarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella laadittujen muutosohjeiden mukaisesti. Muutokset saattaa sisältää erilaisten kiinnityskorvakkeiden ja vahvikkeiden lisäyksiä, akselien lisäyksiä, akselivälimuutoksia sekä laajuudeltaan vaihtelevia sähkö- ja hydraulikka-asennuksia.

Henkilönostimien varistot ja jalustat valmistetaan Bronto Skyliftin Porin yksikössä. Porin tehdas toimii itseohjautuvana, tuotannollisena yksikkönä.. Porin tuotantoyksikkö vastaa henkilönostinten varistojen, jalustojen ja työkorien kokoonpanotöistä, sekä varsijaksojen ja jalustojen hitsauskokoonpanoista. Tehtaan valmistamien hitsausrakenteiden koneistus- ja pintakäsittelytöt suoritetaan pääosin omissa tiloissa.

Porin tehtaan valmistusprosessi alkaa teräsrakenteiden hitsauskokoonpanosta varsi-aihioiden ja jalusta-aihioiden osalta ja päättyy koneistuksen ja pintakäsittelyn jälkeen näiden moduulien loppukokoonpanoon. Porin tehtaalle kuuluu lisäksi työkorimoduulien kokoonpano ja jalusta-, varsisto- sekä työkorimoduulien yhteen liittäminen.

Tampereen tehtaan valmistusprosessi koostuu nostolaitteen tukijalkojen ja koteloringon kokoonpanosta, hydrauliiikaputkistojen valmistuksesta, ajoneuvoalustojen päälle asennuksista, nostolaitteen moduulien yhdistämisestä, loppukokoonpanosta ja nostolaitteen koeajoista, tarkastuksista ja testauksista. Valmistukselle kuuluu lisäksi koeajosolussa tehtävä tuotteiden testaus ja testausdokumenttien laatiminen. /6/

Uusien laitetyyppien eli ns. protolaitteiden valmistus toteutetaan irrallaan vakiotuotantoketjusta, suunnitteluorganisaation vetämänä.



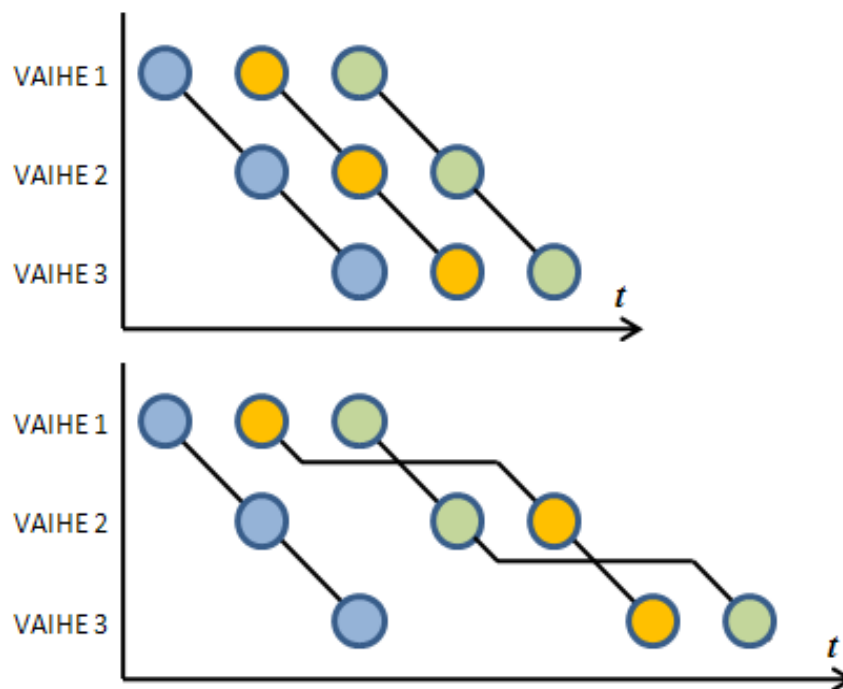
**Kuva 13** Valmistusprosessi ja moduulivaiheet, Bronto Skylift

Pääsääntöisesti päivittäin seurattavia vaihteita ovat pääkuormitus- ja moduulivaiheet (kuva 13), joiden perusteella tehdään myös kuormitussuunnittelu. Tiettyjen laitetyyppien moduulivaiheiden, varsiston ja kotelorunon loppukoonta toteutetaan valituissa yhteistyöyrityksissä vaihealihankintana (vrt. kokonaistoimittaja, kuva 8, sivu 23). Varsiston vaihealihankinnasta vastaa Porin yksikön osto-osasto ja kotelorunkokoonnan osalta hankintavastuu on Tampereen yksiköllä. Nämä yritykset toimivat tiivissä yhteistyössä Bronto Skyliftin (vrt. päähankkija, kuva 8, sivu 23) tuotannon kanssa ja ovat käytännössä luettavissa Bronto Skyliftin vakiokapasiteettiin. Näillä yrityksillä on myös rajoitettu pääsy päähankkijan toiminnanohjausjärjestelmään. Valmistumisen etenemistä ja kuormituksen kehittymistä näissä yksiköissä voidaan seurata tietoverkon välityksellä. Tätä kautta voivat nämä yhteistyöyritykset tehdä myöskin ostoehdotuksia päähankkijan suuntaan havaittujen materiaalipuutteiden peittämiseksi. Varsinaisista ostoista päättää kuitenkin päähankkija. Eri moduulivaiheiden kokoonpano tapahtuu siis useammassa eri resurssissa eli valmistusyksikössä

Pääkuormitus- ja modulivaiheiden etenemisellä on kriittisin vaikutus yksittäisen laitetilauksen kokonaisläpimenoaikaan, sekä vaihekohtaisen kuormitusilanteen kehittymiseen lähijaksolla. Moduulivaiheet, erityisesti varsikoonta, varaavat myös suurimman osan valmistukseen ostettavista materiaaleista. Näiden materiaalien osuus varaston arvosta on siis merkittävin.

## 5. POIKKEAMAT VALMISTUSKETJUSSA JA TOIMINTAMALLIT

Laatu- tai materiaalipuutteet, puutteelliset suunnittelutiedot sekä muut mahdolliset kapasiteettihäviöt, kuten laiterikot tai yllättävät poissaolot vaikuttavat suoraan valmistuksessa olevan tilauksen läpimenoaikaan. Usein ei nähdä, että viivästymiset moduulivaiheissa vaikuttavat suoraan myöskin rinnalla tehtävien tilausten vaiheisiin, sekä lähijaksolla alkaviin työvaiheisiin. Tämä aiheuttaa valmistusketjussa sekvenssivirheen (kuva 14).



**Kuva 14** Sekvenssivirheen vaikutus läpimenoaikaan

Yksinkertaistetussa periaatekuvassa (kuva 14) on havaittavissa, miten kolmesta tilauksesta kahden läpimenoajat pitenenvät vaihekohtaisen viivästymän johdosta (vrt. kuva 11 ,sivu 31). Käytännössä tästä aiheutuu ylikuormaa jäljempänä

suunnitelmassa oleville rinnakkaisille työvaiheille, mikä puolestaan johtaa herkästi priorisointiin. Priorisointi työsisällön tai myöhästymisuhan perusteella aiheuttaa lisää poikkeamia työjonosekvenssien järjestykseen.

Läpimenoajan kasvaessa heikkenee varaston kiertonopeus, toimitusvarmuus, ennustettavuus, sekä tätä kautta mahdollisesti asiakastyytyväisyys. Vaihtomaisuuden määrä, sekä valmistus- ja prosessikustannukset kasvavat. Myöskin epäkuranttiusriski, sekä hintaeroosion riski kasvaa.

Valmistusketjussa ilmeneviä poikkeamia on pyrittävä ehkäisemään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta toiminnan tehokkuus, toimituskyky, sekä ennustettavuus paranee. Myynnin ennustetietoja tulee pystyä käyttämään tehokkaammin hyväksi esimerkiksi ennakoitaessa tulevia materiaalihankintoja sekä kapasiteettitarpeita toimittajaverkoston eri yksiköissä.

## 5.1 Kapeikot valmistusketjussa

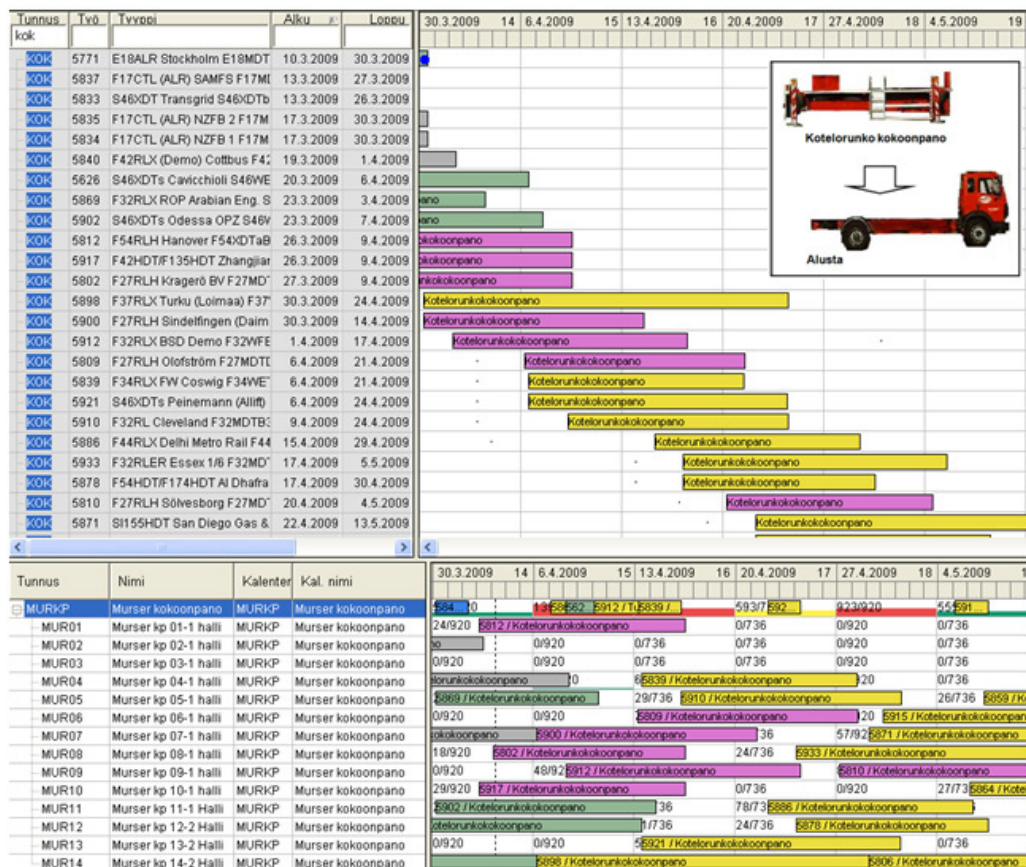
Pääosin valmistuksen kuormitus ja ajoitukset toteutetaan karkealla tasolla, tarkastelemalla laitetyyppien valmistusreiteillä olevien tuotantoyksiköiden kokonaiskapasiteetia suunniteltavalla ajanjaksolla. Tällainen kuormitustapa ei kuitenkaan ole riittävän tarkka ketjun solmukohdissa joissa pyritään palvelemaan useampaa eri sisäistä asiakasta tai yksikköä jonka kuormitustaso on hyvin korkea ja jonka suorituskyvystä koko valmistusketjun läpäisy on riipuvainen. Näitä kuormituspisteitä tulee kuormittaa huomattavasti täsmällisemmin, valmistusyksikön todellisten työpisteiden lukumäärän ja/tai henkilökapasiteetin perusteella.

Pullonkaulakuormitusryhmää ja siihen suoraan kytköksissä olevia toimintoja tulee seurata taajasti. Poikkeamatilanteet ja niiden aiheuttajat kirjataan ylös työnumero- ja poikkeamakohtaisesti. Pyrkimyksenä on kehittää yksikön toiminta sellaiseksi, ettei erillisseurantaa tarvita. Tällöin haetaan prosessista seuraava pullonkaula, jossa toteutetaan vastaavanlainen menettely.

Esimerkkitapauksessa tarkasteltavana on kokonaistoimittaja jonka tehtävänä toimittajaverkostossa on pienemmän kokoluokan kotelurunkojen kokoonpanotyöt

ja valmiin kotelorunkoasetelman asentaminen muutetun alustan päälle. Tämän jälkeen toimitetaan yhdistelmä loppukokoonpanoon toiseen valmistusyksikköön. Kokoonpanotyön alkaminen on riippuvainen kotelorungon valmiin hitsauskokoonpanon saapumisesta valmistusyksikköön. Hitsauskokoonpanon saapumisen viivästyminen vaikuttaa suoraan laitteen kokonaisläpimenoaikaan, joten kyseessä on kriittinen komponentti. Vastaavasti alustan saapuminen muutostöistä vaikuttaa kotelorungon kokoonpanovaiheen lopulliseen valmistumiseen.

Tarkasteltavan valmistusyksikön tilakapasiteetti on jaettu toiminnanohjausjärjestelmässä kokoonpanopaikkoihin, jolloin kuormittaminen voidaan suorittaa mahdollisimman tarkasti, toisin sanoen kahta työtä ei voi olla päällekkäin samassa kuormituspisteessä. Kuvassa 15 on esitetty pullonkaulan kuormitus ja vaiheistus LEAN-tuotannonohjausjärjestelmän näkymästä.








**Kuva 15** Pullonkaulavaiheen kuormitus, LEAN System

Ylempi lohko kuvassa 15, vaiheistusnäyttö kuvaa aikajanoina koko valmistusyksikön alkavia kokoonpanotöitä työnnumerokohtaisesti tarkasteltavalla

jaksolla. Näkymä on käyttökelpoinen ajoitettaessa materiaalitoimituksia oikea-aikaisesti valmistusyksikköön. Erityisesti kotelorunkojen hitsauskokoonten toimitukset tulisi pyrkiä toteuttamaan oikea aikaisesti lähelle työvaiheen suunniteltua alkua, paitsi keskeneräisen tuotannon arvon tarpeettoman kasvamisen välttämiseksi, myöskin siitä syystä että kotelorunkojen varastointi ja siirtely sinällään on kallista ja hankalaa niiden ollessa erittäin suurikokoisia ja raskaita komponentteja. Käsityksen yksikön kokonaistilanteesta on myös saatavissa vaiheistusnäytöstä. Alemmassa lohossa, ns. kuormitusnäytössä on kuvattuna samat työjaksot sijoiteltuna todellisille kokoonpanopaikoilleen. Menetelmällä ehkäistään mahdolliset päällekkäisyydet kokoonpanovaiheiden valmistussuunnitelmassa.

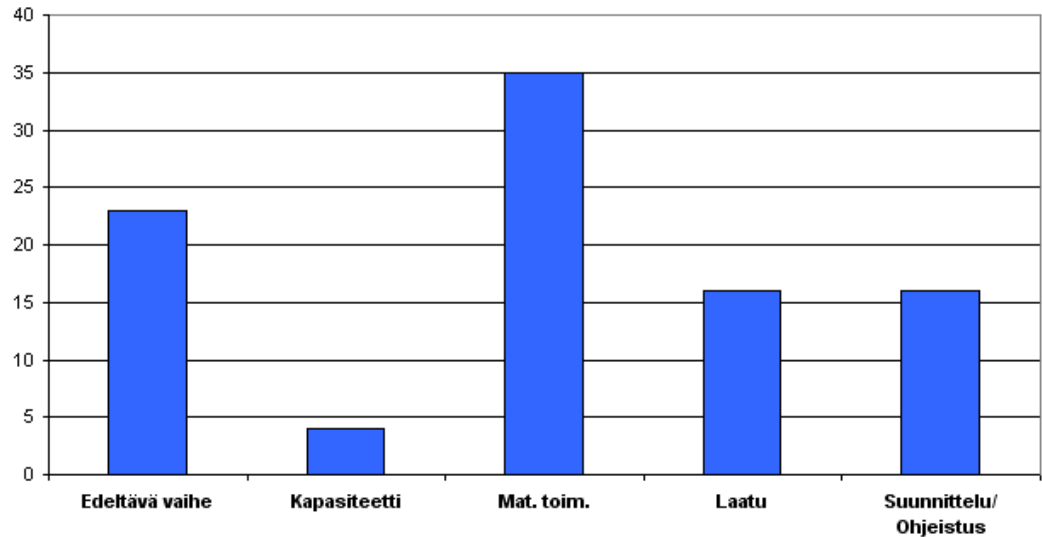
Eri värit aikajanoissa kuvaavat työvaiheen statusta tarkasteluhetkellä.

-  Suunniteltu. Edeltävät työvaiheet eivät valmiita, tarkasteltava vaihe aloittamatta
-  Aloituskelpoinen. Edeltävät työvaiheet valmiita, tarkasteltava vaihe aloittamatta
-  Vaihe aloitettu. Työvaihe kirjattu aloitetuksi toimintaohjausjärjestelmään
-  Valmis. Työvaihe valmis seuraavaan työvaiheeseen
-  Ostotilaus tehty. Työ tilattu alihankkijalta

Pullonkaulan poikkeamaseuranta toteutetaan viikottaisella tai sitä taajemmalla seurannalla. Esimerkkitapauksessa voidaan poikkeamat luokitella viiteen eri pääryhmään:

- edeltävän työvaiheen viivästyminen
- tilapäinen kapasiteettivaje
- materiaalitoimitusten viivästyminen
- laatu poikkeama
- suunnittelu- tai ohjeistusvirhe.

Kaikki vaiheen läpimenon viivästymiseen vaikuttavat tekijät kirjataan työnumerokohtaisesti ja arvioidaan poikkeaman vaikutus valmistumisen viivästymiselle, toisin sanoen määritellään poikkeaman painoarvo.



**Kuva 16** Poikkeamien painottuminen kotelorunkokokoonnassa

Seurantajaksolla, kahden kuukauden aikana kirjatut kotelorunkokokoannan viivästymiseen johtaneet poikkeamat painottuivat selvästi materiaali- ja puutteiden aiheuttamaan viivästymiseen (kuva 16). Tämä antaa suunnan siitä, mihin toimintoihin tuotantoketjussa kehityspanoksia tulee viedä läpimenoaikojen lyhentämiseksi ja vakiinnuttamiseksi pääkuormitus- ja moduulivaiheissa.

On kuitenkin huomattava että havaittujen poikkeamien jakaumaa tarkastellaan tässä esimerkissä vain ja ainoastaan kotelorunkokokoannan näkökulmasta; tässä vaiheessa ei siis vielä ole varmuutta siitä, miten esimerkiksi laatu- ja puutteelliset tai myöhästyneet suunnittelutiedot vaikuttavat materiaali- ja komponenttitoimituksiin kotelorunkokokoannan. Tarkastelu antaa kuitenkin suuntaa siitä, mitä kautta ilmenneitä poikkeamia kannattaa lähteä kartoittamaan.



## 5.2 Kriittiset materiaalit

Kriittisten materiaalien ja komponenttien rooli tuotantosuunnitelman toteutumisessa ja valmistusketjun läpimenoajoissa on kokonaisuutena merkittävien. Tyypiltään kriittisiksi materiaaleiksi voidaan luokitella ne nimikkeet, jotka täyttävät seuraavat ehdot:

- nimikkeen puutteen välitön vaikutus valmistusketjuun
- nimike ei ole korvattavissa vähäisin toimenpitein
- nimikkeellä oletusarvoisesti pitkä toimitusaika
- nimikkeen toimitukset toistuvasti myöhässä.

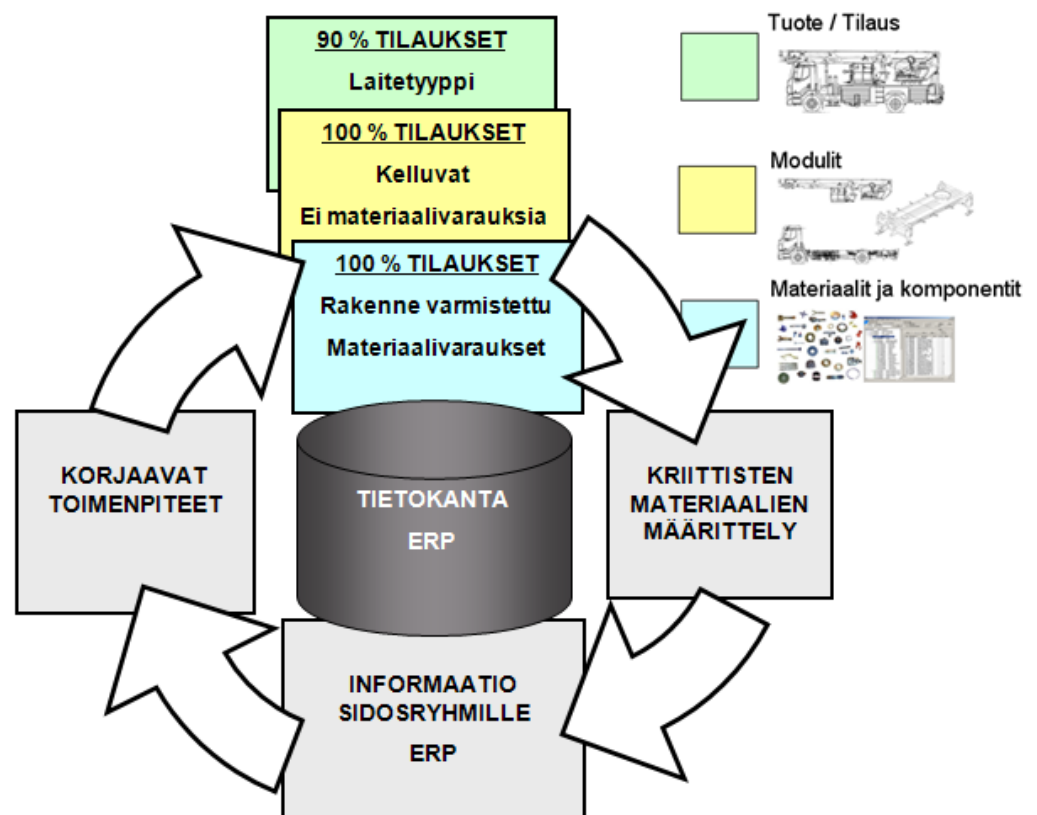
Näiden materiaalien hankinta ja varastojen ylläpito teettää tyypillisesti eniten ns. manuaalista työtä niin ostossa, kuin varastossa ja tuotannossakin. On huomattava, että nimikkeen yksikköhinnalla, tai ohjaustavalla ei sinällään ole osuutta tässä määrittelyssä, vaan kriittisyyttä tarkastellaan pääasiassa laitteen valmistuksen läpimenoajan ja tuotannon toimituskyvyn, sekä ennustettavuuden kannalta.

Kuten luvussa 4 todettiin, ylläpidetään tilauskannassa varmistuneet laitetilaukset sekä ns. ennustetilaukset. Varmistetuista laitetilauksista käytetään merkintää 100% ja ennusteista 90%. Prosenttiluku kuvaa kaupan toteutumisen todennäköisyyttä. Kaikenkaikkiaan operatiivisessa ohjauksessa huomioitavia tilauksia tai ennusteita on pääasiassa kolmea erilaista tyyppiä:

1. Varmistuneet laitetilaukset (100%), joiden tekninen spesifikaatio, sekä valmistusaikataulu on varmistettu aloituskokouksessa ja että kyseessä olevalle tilaukselle on luotu nimikerakenne ja mahdollisesti materiaalivaraukset toiminnanohjausjärjestelmään ja tätä kautta saatettu oston tietoon järjestelmän luoman ostoehdotuksen muodossa. Tämän tason tilausten kriittisten materiaalien seuranta ja käsittelytapa voidaan näin ollen toteuttaa komponenttitasolla tilaus- ja materiaalitoimittajakohtaisesti.
2. Varmistuneet laitetilaukset (100%), joiden tekninen spesifikaatio, tuoterakenne ja lopullinen, tarkennettu valmistusaikataulu ei ole täysin varmistettu, eikä tilauksella ole nimikerakennetta järjestelmässä. Myöskään

täyttä varmuutta materiaalien ja komponenttien yksityiskohtaisemmista ominaisuuksista ja mitoista ei vielä ole varmistettu. Näin ollen kriittisten materiaalien käsittelyä ja seuranta ei ole mahdollista toteuttaa komponenttitasolla kaikilta osin, vaan käsittely on tehtävä pääosin moduulitasolla. Tämänkaltaisista tilauksista voidaan käyttää nimitystä ”kelluva”. Tämän tyyppistä informaatiota voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi arvioitaessa toimittajaverkoston lähitulevaisuuden kapasiteettitarvetta, sekä joissain tapuksissa materiaalityyppejä.

3. Tilausennuste (90%). Laitteesta on tiedossa pääasiassa laitetyyppi, sekä mahdollinen toimituskuukausi kvartaalitasolla. Tämän kaltaista informaatiota on mahdollista hyödyntää pääasiassa arvioitaessa tulevaa kapasiteettitarvetta tarkasteltavalla aikajaksolla, sekä joitain materiaalityyppejä karkealla tasolla, etenkin niiden kriittisten materiaalien osalta, joiden toimitusaika on hyvin pitkä. Tilausennuste ei sinällään aiheuta muita toimenpiteitä materiaalien hankinnassa tai tuotannossa.

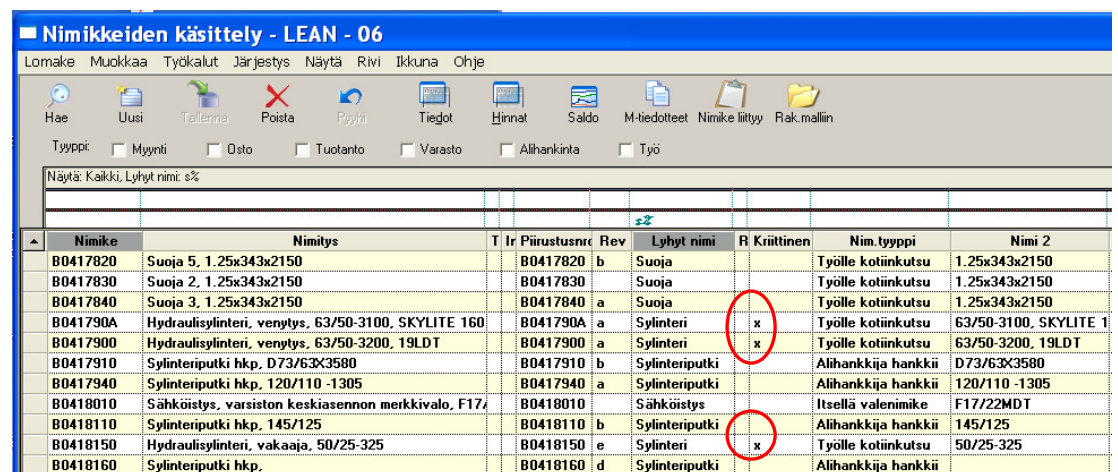


**Kuva 17** Kriittisten materiaalien käsittelyprosessi kvartaaleittain

Kriittiset materiaalit läpikäydään ja määritellään vuosineljänneksen välein syklisesti (kuva 17). Pääperiaatteena ja ehdoton edellytys toiminnalle on pyrkimys poistaa materiaalin tai komponentin kriittisyys mahdollisuuksien rajoissa olevin toimenpitein.

Ominaista toimintamallissa on informaation jakaminen laajalti toimitusketjussa, lähinnä kyseessä olevien materiaalien statuksen ja toimitusaikojen suhteen, jotta mahdollisista viivästymisistä johtuvat tuotantoaikataulujen muutokset pystytään huomioimaan, suorittamaan tarvittavat muutokset, sekä tarvittaessa informoimaan myöskin myyntiä ja loppuasiakasta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Käytännön tasolla informointi ja tätä kautta myös ohjauksen terävöittäminen tapahtuu käytössä olevan LEAN System toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksia hyväksikäyttäen. Materiaalin kriittisyys merkitään järjestelmän nimikekantaan niiden korostamiseksi muun nimikemassan joukosta (kuva 18). Tämä mahdollistaa kyseessä olevien nimikkeiden erilliskäsittelyn, sekä esimerkiksi erilaisten tietokantakyselyjen suorittamisen erillisillä sovelluksilla, kuten Microsoft Accessilla tai vastaavalla.

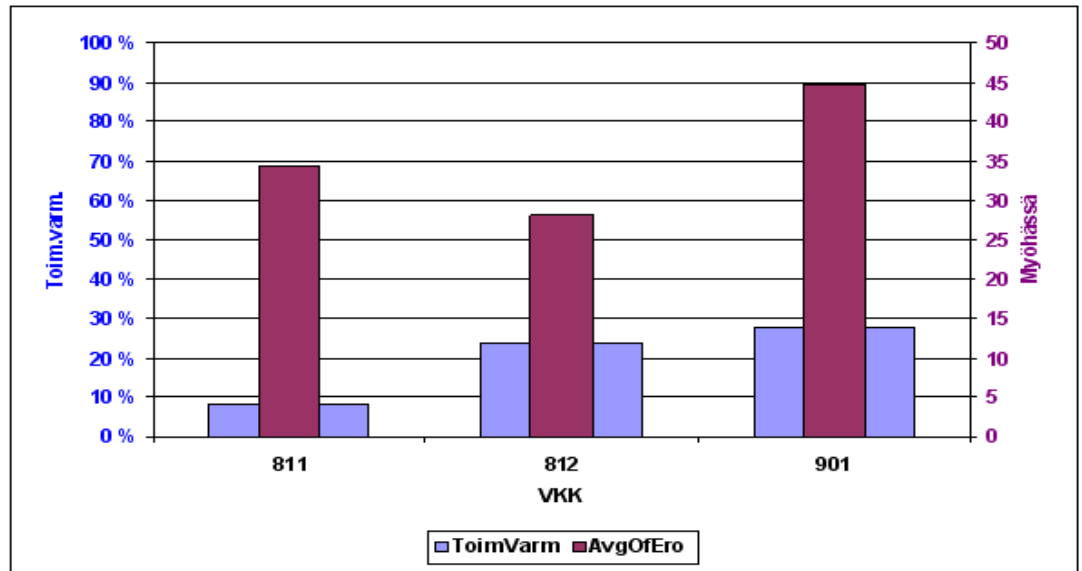


Nimike	Nimitys	T	Ir	Piirustusno	Rev	Lyhyt nimi	Kriittinen	Nim.tyyppi	Nimi 2
B0417820	Suoja 5, 1.25x343x2150			B0417820	b	Suoja		Työlle kotiinkutsu	1.25x343x2150
B0417830	Suoja 2, 1.25x343x2150			B0417830		Suoja		Työlle kotiinkutsu	1.25x343x2150
B0417840	Suoja 3, 1.25x343x2150			B0417840	a	Suoja		Työlle kotiinkutsu	1.25x343x2150
B041790A	Hydraulisyylinteri, venytys, 63/50-3100, SKYLITE 160			B041790A	a	Sylinteri	x	Työlle kotiinkutsu	63/50-3100, SKYLITE 160
B0417900	Hydraulisyylinteri, venytys, 63/50-3200, 19LDT			B0417900	a	Sylinteri	x	Työlle kotiinkutsu	63/50-3200, 19LDT
B0417910	Sylinteriputki hkp, D73/63x3580			B0417910	b	Sylinteriputki		Alihankkija hankkii	D73/63x3580
B0417940	Sylinteriputki hkp, 120/110 -1305			B0417940	a	Sylinteriputki		Alihankkija hankkii	120/110 -1305
B0418010	Sähköistys, varsiston keskiasennon merkivalo, F17/22MDT			B0418010		Sähköistys		Itsellä valenimike	F17/22MDT
B0418110	Sylinteriputki hkp, 145/125			B0418110	b	Sylinteriputki		Alihankkija hankkii	145/125
B0418150	Hydraulisyylinteri, vakaaja, 50/25-325			B0418150	e	Sylinteri	x	Työlle kotiinkutsu	50/25-325
B0418160	Sylinteriputki hkp,			B0418160	d	Sylinteriputki		Alihankkija hankkii	

**Kuva 18** Kriittiset materiaalit nimikekannassa

Erityisesti niiden toimittajien kohdalla, joiden toimitusnimikekirjo käsittää useampia kriittisiä materiaaleja ja/tai on kriittisten materiaalien toimittajien joukossa toistuvasti tulee toimitusvarmuutta pystyä mittaamaan ja seuraamaan säännöllisesti tarkastelujaksolla. Toimittajan toimitusvarmuutta mitataan tietokantakyselyn avulla toiminnanohjausjärjestelmän tietokannasta vertaamalla

järjestelmän määrittelemää materiaalin toimituspäivämäärää ja toteutunutta toimituspäivämäärää keskenään. Laskennan avulla saadaan kuvaaja toimitusvarmuusprosentista, sekä keskimääräinen viivästymisaika päivinä (kuva19). Kuvaajan avulla voidaan toimittajan ja toiminnan kehityssuuntaa tarkastella halutulla aikavälillä.



**Kuva 19** Materiaalitoimittajan toimitusvarmuus 3 kk aikana

Yksi tärkeimmistä toimenpiteistä materiaalin kriittisyyden poistamiseksi ovat toimittajasopimukset toimitusajoista, toimittajan varastotasoista kyseessä olevien materiaalien osalta, tai kapasiteettivaruksista ja sitä kautta varmennetuista toimitusaikatauluista. Tämän tyyppistä toimintamallia voitaisiin joissakin tapauksissa ajaa myöskin kauemmaksi toimittajaverkostoon, toimittajien toimittajille.

Potentiaalisimpien toimittajien kohdalla voitaisiin myöskin tutkia mahdollisuutta toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämiseen verkostotasolla, toisin sanoen pyrittäisiin tietojärjestelmätason yhteistyöhön valittujen toimittajien kesken. Käytännössä tämä tarkoittaa pidemmän aikajakson yhteistyötä ko. toimittajien kesken ja että toimittajalla olisi rajoitettu pääsy päähankkijan toiminnanohjausjärjestelmään.

Materiaalien ohjaustapoja tulisi myöskin tarkastella kriittisesti. Joidenkin komponenttien ohjaustapaa voisi olla järkevää muuttaa soveltuvin osin. Tämä

tarkoittaa käytännössä, että tutkitaan, onko tuoterakenteissa materiaalinimikkeinä kriittisiä materiaaleja tai komponentteja, jotka tällä hetkellä ovat tilauskohtaisesti kotiinkutsuttavia materiaaleja, mutta jotka voitaisiin muuttaa tyypiltään varasto-ohjautuvaksi tilauspistemenetelmällä. Tämän tyyppinen ratkaisu tulee kyseeseen, mikäli toimittajien kesken on sovittu tietojärjestelmätason yhteistyöstä ja että nimike ei ominaisuuksiltaan ole aikaisessa vaiheessa varioituva. Esimerkkinä myöhäisestä varioinnista voitaisiin pitää komponentteja, jotka ovat perusrakenteeltaan täsmälleen samanlaisia, mutta joiden työnumerokohtaisuuden määrittää ainoastaan maalausväri. Tilauspistemenetelmällä saadaan nimikkeen varastopositio mitoitettua perusyhtälöllä

$$V = n_0 ( T_p + t_v )$$

jossa  $V$  = nimikkeen tilauspistetaso  
 $n_0$  = nimikkeen kulutus jakson aikana  
 $T_p$  = nimikkeen toimitusaika  
 $t_v$  = varmuusaika

Pitkän toimitusajan omaavien ja mahdollisesti kalliiden varasto nimikkeiden varastojen ylläpito on mahdollista muuttaa dynaamiseksi, jolloin nimikkeen varastotaso määräytyisi suoraan todellisen kysynnän mukaan hankinta-ajat huomioiden. Nimikkeen varsinainen hankinta tapahtuu siis ns. ennakoimpulssilla. Pitkien toimitusaikojen nimikkeiden varastopositio voidaan mitoitaa yhtälöllä

$$V = n_0 ( T_p - T_E + t_v )$$

jossa  $V$  = nimikkeen tilauspistetaso  
 $n_0$  = nimikkeen kulutus jakson aikana  
 $T_p$  = nimikkeen toimitusaika  
 $t_v$  = varmuusaika  
 $T_E$  = ennakointiaika

Huomattavaa on että tällaisessa menettelyssä voidaan ennakointiajat vähentää tilauspistetasoista, eli jos ennakointiaika on sama kuin nimikkeen toimitusaika, kumoavat ne toisensa. Näin ollen tilauspistetaso toimii ainoastaan

varmuusvarastona. Mikäli katsotaan, ettei varmuusvarastoja ko. nimikkeelle tarvita, voidaan tilauspistetasoksi määritellä nolla. Tällöin nimikettä ei ole varastossa lainkaan jos nimikkeellä ei ole kysyntää.

Nykyisellä järjestelmällä on dynaaminen varastonohjaus periaatteessa toteutettavissa, mutta edellyttää tilauskohtaisten rakennemallien olemista ajantasalla tällaisten nimikkeiden osalta heti, kun myyntitilaus on kirjattu toiminnanohjausjärjestelmän tietokantaan, toisin sanoen oleellisia muutoksia front-end –prosessin alkuvaiheisiin.

### 5.3 Laatupoikkeamat

Laatupuutteiden vaikutus läpimenoaikaan ja toimituskykyyn on varsin yksiselitteinen, etenkin kriittisimpien materiaalien osalta. On mahdollista, että laatupoikkeama huomataan vasta moduulivaihetta aloittaessa tai sen aikana, jolloin viivästyminen saattaa venyä hyvinkin pitkäksi. Pahimmassa tapauksessa voidaan laatupoikkeama joutua korjaamaan tavarantoimittajan tiloissa, jolloin kuljetukset eri yksiköiden välillä lisäävät viivettä sekä kustannuksia.

Varsinkin useimmat vaativat hitsauskokoonten tai koneistustöitä vaativat suuremmat kappaleet, kuten kotelorunkojen hitsauskokoonten aiheuttavat todennäköisesti pitkän viiveen valmistusketjussa juuri ylimääräisten siirtojen sekä pintakäsittelyvaiheen uusimisen johdosta, mikäli vakavia laatupuutteita ilmenee. Siksi onkin perusteltua, että tällaisten komponenttien laatu- ja mittaukset suoritetaan poikkeuksetta tavarantoimittajalla jo ennen toimitusta kokoonpanoon tai jatkojalostukseen. Erityisesti uusien toimittajien kyseessä ollen on ohjeistuksen syytä olla hyvin yksityiskohtainen ja täysin yksiselitteinen. Valmistuksen valvonnan tulee olla hyvin intensiivistä yhteistyön alkuvaiheilla, jotta mahdollisista ongelmakohtista ja epäselvyyttä aiheuttavista tekijöistä saadaan kiinni mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

## 5.4 Muutokset tuoterakenteessa valmistusprosessin aikana

Puutteelliset suunnittelutiedot tai muutokset laitteen rakenteessa valmistusprosessin aikana vaikuttavat valmistusketjun läpäisyyn, etenkin jos muutokset koskevat moduulivaiheita tai loppukokoonpanoa. Lisäksi on huomioitava, että loppukokoonpanossa on suurin kustannuskertymä ko. laitteelle jo tässä vaiheessa kasautunut. Rakennemuutoksia laitteeseen voi aiheuttaa asiakkaan suunnalta tulevat lisävaatimukset laitteen ominaisuuksiin tai varusteluun, tai ennalta suunnittele mattomat rakenteelliset tai toiminnalliset muutokset alustan tekniikassa. Kuormitussuunnittelun ja kokonaisohjauksen kannalta ongelmana on, että kaikkia tällaisia muutoksia ei välttämättä ole edes mahdollista suunnitella etukäteen, ennen hankinta- ja valmistusprosessin alkamista, jolloin tuotannon ja hankintojen ajoittaminen perustuu arvioihin.

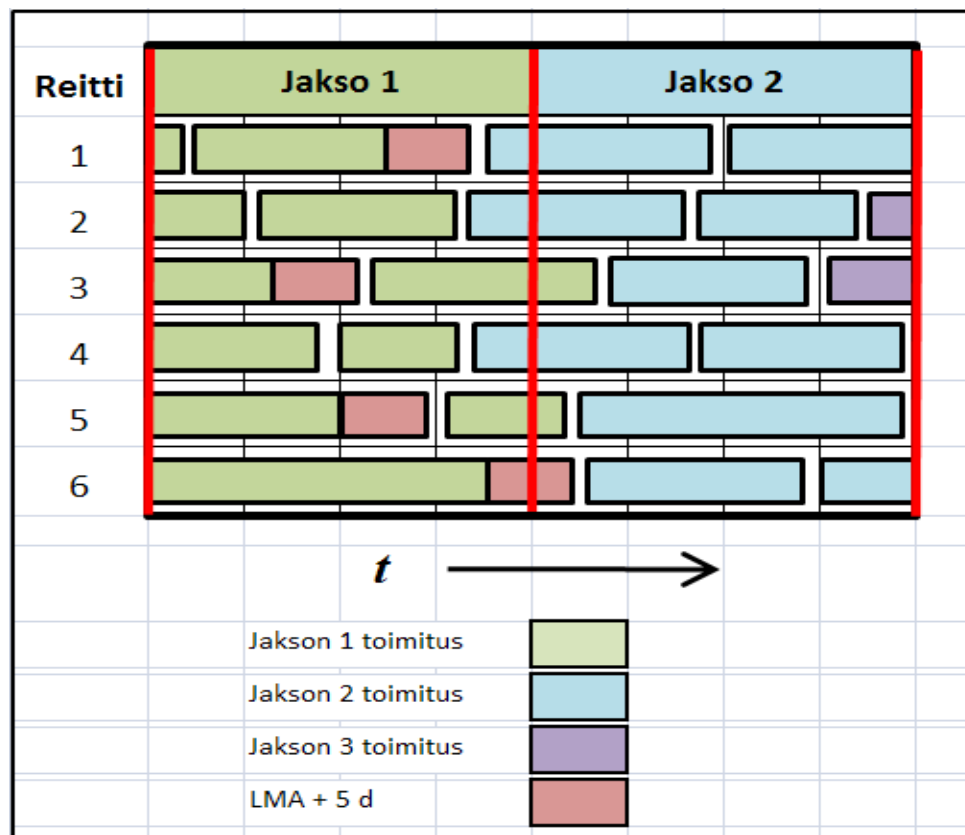
Organisaation tiedotus lisäyksistä ja muutoksista rakenteessa tapahtuu työnumerkohtaisen lisätoimituserittelyn välityksellä, jonka jakelu tapahtuu sähköpostilla organisaation eri osille. Lisätoimituserittelyyn on kirjattu mahdolliset poistot, sekä lisäykset nimiketasolla ja mitä työvaihetta valmistusketjussa muutos koskee. Lisätoimituserittely ei ota kuitenkaan kantaa aikatauluihin millään tavalla.

Mikäli merkittäviä muutoksia laiterakenteessa tulee kesken valmistusprosessin on tapauskohtaisesti pystyttävä arvioimaan minkälaisiin toimenpiteisiin kapasiteetin ja ohjauksen suhteen on ryhdyttävä. Tarkastelussa ei huomioida materiaaleista tai lisätöistä aiheutuvia suoria lisäkustannuksia, vain ainoastaan kokonaisläpimeno-aikaan vaikuttavia tekijöitä. Aikatauluihin vaikuttaa lisättävän komponentin tai ominaisuuden materiaalihankintoihin tai vaiheen lisätöihin kuluva aika. Esimerkiksi, mikäli hankittavan komponentin toimitusaika on pitkä, on mahdollista että laitteen valmistus joudutaan keskeyttämään, jolloin kokonaisläpimenoaika saattaa venyä hyvinkin pitkäksi. Tällaisessa tapauksessa on ajateltava, että keskeytyksestä johtuva vapautuva kapasiteetti pyritään käyttämään hyväksi, mikä on sinänsä järkevää. Tämä kuitenkin aiheuttaa sekvenssivirheen, eikä FIFO -periaatetta voida käytännössä toteuttaa.

Toimintaa valmistusprosessin aikaisissa rakennemuutostilanteissa tulee ajaa formaalimpaan suuntaan, jossa epävarmuudet ja muutokset pystytään ottamaan

karkealla tasolla huomioon ajoituksissa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Jos esimerkiksi jo aloituskokouksessa tai front-end –prosessin muussa vaiheessa ilmenee, että joitain kohteita ei ole mahdollista luotettavasti suunnitella ennen kuin laite on sellaisessa valmiusasteessa että se on fyysisesti mitattavissa tai tilaukselle on muista syistä odotettavissa muutoksia, tulee se ottaa vaiheajoituksissa huomioon jo tässä vaiheessa.

Moduulivaiheiden tai laitteen loppukokoonpanon aikana tulevat rakennemuutokset tulee käsitellä lisättävien materiaalien hankinta-ajat sekä muutostöiden työvaiheeseen aiheuttama lisäkuorma huomioiden. Periaatteena toiminnassa voidaan pitää viiden työpäivän rajaa. Tällä tarkoitetaan sitä että jos muutoksista johtuvat materiaalihankinnat ja vaiheen kasvanut työkuorma yhteensä aiheuttaa viiden päivän lisäyksen vaiheen läpimenoaikaan on ajoitus käytävä läpi formaalimmin. Yksinkertainen simulointimalli (kuva 20) osoittaa, millä tavoin viiden päivän lisäys yksittäisen vaiheen läpimenoaikaan vaikuttaa toimitusvarmuuteen ja ennustettavuuteen lähijaksolla



**Kuva 20** Simulointi lisätöiden vaikutuksesta läpimenoaikoihin



Kuvan 20 simulointimallista on havaittavissa reitillä 3, 5 ja 6 läpimenoajan pidentymisen vaikutus jakson 1 toimituksiin. Pitenemisen johdosta siirtyy 3 laitetta toimitettavaksi jaksolle 2, mikä käytännössä tarkoittaa myöhästymistä sovitusta toimitusajasta. Jaksolla 1 piti suunnitelman mukaan valmistua laitteita 11 kpl joista 3 siis myöhästyy. Toimitusvarmuusprosentti jaksolla 1 on näin ollen

$$\frac{\textit{toteutuneet toimitukset} \times 100}{\textit{suunnitellut toimitukset}} = 73\%$$

Läpimenoaikojen pidentymiset jakson 1 toimituksissa reitillä 1 ja 6 vaikuttavat suoraan myös jakson 2 toimituksiin, mikäli erikoisjärjestelyjä ei pystytä tekemään kuormitustilanteen kasvaessa lyhyellä aikajänteellä. Käytännössä erikoisjärjestelyt tarkoittavat uudelleen suunnittelua ajoitusten ja valmistusreittien sekä kapasiteetin käytön suhteen.

Reiteillä tarkoitetaan tässä simulaatiomallissa suunniteltua kokoonpanopaikkaa tai yksikköä ja jaksolla suunniteltua toimituskuukautta. Käytännössä simulointimalli on toteutettu tarkastelemalla loppukokoonpanovaihetta, jossa suurin osa laitteen asiakaskohtaisesta räätälöinnistä tapahtuu. Useissa tapauksissa lisäykset ja muutokset laitteen varusteluun tai ominaisuuksiin havaitaan laitteen jo ollessa loppukokoonpanossa.

Formaalimpi käsittely muutostapauksissa tarkoittaa käytännössä sitä että laitekohtaiset muutokset ja sen vaikutukset aikatauluihin käydään läpi samalla periaatteella kuin aloituskokouksessa. Käsittelyyn osallistuu vähintään tuotannosuunnittelija ja tuotepäällikkö. Tuotepäälliköllä on ensikäden tieto tarvittavista muutoksista ja lisähankinnoista, joten tiedotusvastuu muutoksista on tuotepäälliköllä ja hoitaa myös mahdollisen uudelleenkäsittelyn koollekutsun. Käsitellyt asiat ja tehdyt päätökset kirjataan pöytäkirjaan ja informoidaan aikataulumuutoksista organisaation muita osia vastaavalla tavalla kuin aloituskokouksessa.

## 6. TULOKSET JA TARKASTELU

Tämän tutkintotyön tarkoituksena oli kartoittaa tuotannon kokonaisläpäisyyn vaikuttavia tekijöitä henkilönostinlaitteiden tilaus-toimitusprosessissa ja luoda siitä saatujen havaintojen perusteella toimintamalli, jolla tehostetaan tuotannon läpimenon kannalta oleellisten tekijöiden hallintaa. Käytännössä työn toteutus tapahtui tuotannosuunnittelutyön lomassa tarkastelemalla tuotantoketjua pääosin henkilönostinlaitteiden kotelorunkokokoonpanon näkökulmasta, jota voidaan pitää yhtenä kokonaisläpimenoa eniten vaikuttavana työvaiheena.

Reittiperusteisessa tuotannossa, jossa valmistusketjun reitit perustuvat laitetyypin teknisiin ominaisuuksiin, vaikuttaa valmistusyksiköiden kuormitustasoon pääosin kysynnän vaihtelu. Kapeikot eli pullonkaulat valmistusketjussa voivat siis siirtyä yksiköstä toiseen riippuen jo pelkästään tilauskannan tuotetyypeistä ja ajoituksista. Tutkintotyön aikana toteutettiin toimintamalli, miten valmistusketjun kriittisimpiä työvaiheita tulee kuormittaa ja ohjata kokonaisläpäisyn kannalta tehokkaammin ja mitä asioita tulee ottaa huomioon, jotta tällaisten työvaiheiden toimintaa saadaan kehitettyä. Vastaavaa toimintamallia voidaan harjoittaa missä tahansa valmistuksen vaiheessa olemassa olevilla työkaluilla jos niin halutaan.

Materiaalien ohjaus on tuotannollisen toiminnan keskeisin osa-alue. Tämä korostuu voimakkaasti toimittaessa verkostossa. Valmistuksen kannalta kriittisten materiaalien erilliskäsittely ja -seuranta ohjaa osto- ja tuotanto-organisaatioita samaan suuntaan materiaalien ja tuotannon synkronoinnissa. Tämä edellyttää koko organisaatiolta yhteneviä käytäntöjä materiaalien määrittelyssä sekä informoinnissa. Vuosineljänneksen välein tehtävä kriittisten materiaalien määrittely ja yhteistoiminnan kehittäminen toimittajaverkostossa tulee ottaa osaksi perusrutiineja ostotoiminnoissa. Käsiteltäessä kriittisiä materiaaleja on syklisen toimintamallin perusajatuksena jatkuva toiminnan parantaminen.

Valmistusprosessin aikaiset muutokset laitteen ominaisuuksissa tulee huomioida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jo front-end -prosessin aikana, mikäli mahdollista. Tässä tutkintotyössä esitelty käytännön toimintamalli formaalimmasta käsittelystä saatetaan kokea organisaatiossa raskaana menetelmänä, mikä ei sinällään ole tarkoitus. Sen johtoajatuksena ei ole lisätä byrokratiaa tai

pöytäkirjojen ja palaverien lukumäärää, vaan pyrkiä ajamaan toimintaa voimakkaammin siihen suuntaan, että laitteen tekninen suunnitelma olisi mahdollisimman valmis ennen tuotantoprosessin alkua ja että mahdollisten muutosten vaikutukset tuotanto-aikatauluihin pystyttäisiin huomioimaan mahdollisimman luotettavasti jo tilaus-toimitusprosessin alussa.

Tutkintotyön tekeminen työn ohessa oli oman oppimisen ja kehittymisen kannalta hyvin tärkeää ja se mahdollisti eri asioiden tarkastelemisen normaalia objektiivisemmin. Toiminnan kehittäminen kokonaisuutena edellyttääkin eri näkökulmien huomioon ottamista toimintaympäristössä. Tutkintotyön aiheen mielenkiintoisuutta lisää se, että tarve kehitykselle tuotantotoiminnassa ei käytännössä poistu lainkaan, ainoastaan tarpeet ja painotukset muuttuvat. Omalta osaltaan se tukee elinikäisen oppimisen periaatetta.

**LÄHDELUETTELO**

- 1 Teollisuustalous. Matti J. Haverila – Erkki Uusi-Rauva – Ilkka Kouri  
Asko Miettinen. 5. painos. Infacs Oy, Tampere 2005. ISBN 951-  
96765-5-4
- 2 Verkostojen toiminnanohjauksen nykytilan analyysi. Marko  
Seppänen – Ilkka Kouri
- 3 Kokonaistoimittajan operatiivisen toiminnanohjauksen  
tietojärjestelmät imuohjatun tuotannon verkostossa. Jarno Hovi,  
diplomityö
- 4 Nimikkeiden luokittelu ja luokittelun hyödyntäminen  
varastonohjauksessa. Katri Niiranen, tutkielma. Lappeenrannan  
teknillinen yliopisto, kauppatieteellinen tiedekunta
- 5 Kvalitatiivinen kyvykkyys, kurssimateriaali. Pekka K. J. Harju, MR-  
keskus
- 6 Bronto Skylift, Laatukäsikirja
- 7 Yritysverkoston strateginen kehittäminen. VTT tiedote 2348. Katri  
Valkokari - Merja Airola – Taru Hakanen – Raimo Hyötyläinen –  
Sanna-Kaisa Ilomäki - Iiro Salkari