

Paakkola Conveyors Oy:n eri toimintojen vaikutus  
tuotannon kustannustehokkuuteen

Jere Lehkonen

Tekniikan opinnäytetyö  
Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma  
Insinööri (YAMK)

KEMI 2013

## ALKUSANAT

Haluan esittää lämpimät kiitokset toimeksiantajalleni Paakkola Conveyors Oy:lle opiskelun ja opinnäytetyön mahdollistamisesta. Lisäksi kiitokset opinnäytetyöohjaajille Janne Nivalalle ja Lauri Kantolalle, sekä kaikille PC Oy:n työntekijöille, jotka ovat osallistuneen tähän työhön joko tietoisesti tai tietämättään.

Tervolassa 2.10.2013

Jere Lehkonen

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma
Opinnäytetyön tekijä:	Jere Lehtonen
Opinnäytetyön nimi:	Paakkola Conveyors Oy:n eri toimintojen vaikutus tuotannon kustannustehokkuuteen
Sivuja:	53
Päiväys:	2.10.2013
Opinnäytetyön ohjaajat:	TkL Lauri Kantola DI Janne Nivala
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Paakkola Conveyors Oy:lle. Työn aiheena oli tutkia ja selvittää, kuinka valmistuksesta saataisiin aikaisempaa kustannustehokkaampaa ja mitkä tekijät vaikuttavat valmistuskustannuksiin. Työn tavoitteeksi asetettiin valmistuskustannusten pienentäminen.</p> <p>Työssä perehdyttiin eri yksiköiden nykymuotoiseen toimintaan ja tutkittiin valittujen toimintojen merkitystä tuotantokustannuksiin. Esitettyjen johtopäätösten ja toimenpideratkaisujen taustalle on pyritty hakemaan vaikutteita Lean-ajattelusta. Lean-ajattelu ohjaakin voimakkaasti tämän työn johtopäätöksiä.</p> <p>Työn lähdeaineistoina käytettiin kirjallisuutta, haastatteluja, luentoaineistoja sekä sähköisiä julkaisuja. Haastatteluiden määrä työssä on suuri, jotta aineistosta saatiin mahdollisimman kattava ja eri näkökulmat huomioonottava.</p> <p>Työn tuloksena saatiin lukuisia ratkaisuvaihtoehtoja toimintojen kehittämiseksi ja tuotannon kustannustehokkuuden parantamiseksi. Lisäksi työssä käytiin läpi henkilöstöjohtamiseen liittyviä haasteita sekä esitettiin käytännön toimintamalleja johtamistyöhön liittyen.</p>	
Asiasanat: tuotanto, Lean-ajattelu, tekninen suunnittelu, laatu, johtaminen.	

## ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Technology Competence Management
Author:	Jere Lehtonen
Thesis title:	Impact of Various Activities on the Effectiveness of Production Costs at Paakkola Conveyors Ltd
Pages:	53
Date:	2 October 2013
Thesis instructors:	Lauri Kantola, Lic.Tech. Janne Nivala, MSc
<p>The aim of this Master's thesis was to explore and develop production cost effectiveness for Paakkola Conveyors Ltd. The main aim was simply to reduce the costs of production.</p> <p>The present form of the different units and the effectiveness of production costs were explored in this study. The conclusion and solution are based on the Lean thinking. Lean thinking was the main factor in the conclusion.</p> <p>Theoretical sources were taken from literature, interviews, lectures and the internet. Different perspectives are based on large number of interviews.</p> <p>The results of the study were several solutions for production development and solutions for reducing production costs. The challenges of human resource management and the practical managerial actions are also presented in this study.</p>	
Key words: production, lean thinking, technical design, management.	

## SISÄLLYS

ALKUSANAT .....	2
TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 PROJEKTILIIKETOIMINTA PAAKKOLASSA .....	10
2.1 Project Management .....	11
2.2 Technology and Engineering .....	12
2.3 Manufacturing .....	13
2.4 Service / Component .....	14
2.5 Taloushallinto .....	15
3 KULJETINTEKNIikka.....	16
3.1 Hihnakuljetin ja tukirakenteet .....	16
3.2 Syöttimet .....	17
3.3 Suppilo- ja siilorakenteet.....	18
4 LEAN-TUOTANTOJÄRJESTELMÄ.....	20
5 SUUNNITTELUN VAKIOINTI.....	23
5.1 Suunnittelun vaiheet .....	23
5.2 Suunnittelun merkitys tuotantoon .....	25
5.3 Suunnittelun vakiointi tuotannon näkökulmasta .....	27
5.4 Materiaalivalinnat.....	29
5.5 Suunnittelu virtautetun tuotannon näkökulmasta .....	30
6 LEANIN SOVELTAMINEN PAAKKOLA CONVEYORS OY:SSÄ .....	33
6.1 Tuotannon suorituskyvyn mittaus .....	33
6.2 Tuotannonsuunnittelu .....	35
6.3 Työnjohto .....	35
6.4 Hankinta .....	36
6.5 Työohjeet ja menetelmien vakiointi .....	38
6.6 Laatu .....	41
6.7 Virtautettu tuotanto.....	42
6.8 Palautejärjestelmä.....	45

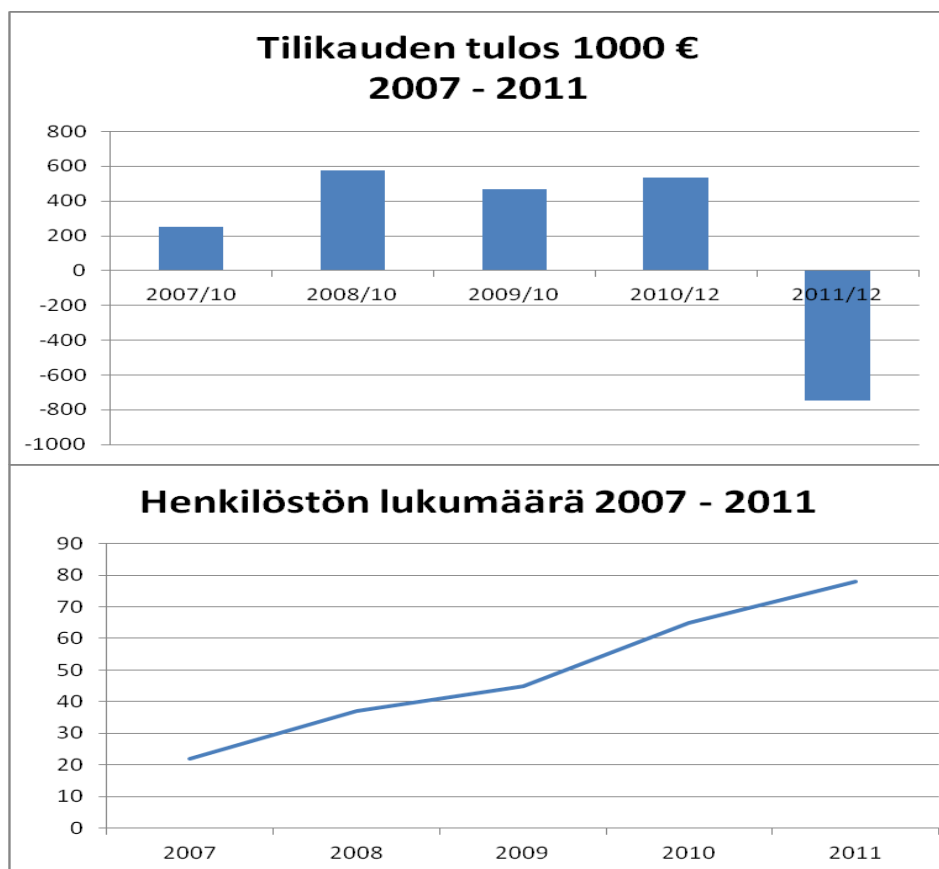
7	HENKILÖSTÖJOHTAMINEN MANU-YKSIKÖSSÄ .....	47
7.1	Yhteistyökyky ja luottamus esimiehen työkaluina.....	47
7.2	Käytäväkeskustelut luottamuksen rakentajana.....	48
7.3	Muutosjohtaminen.....	49
8	POHDINTA.....	51
	LÄHTEET.....	53

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PC	Paakkola Conveyors Oy
TPS	Toyota Production System
Manu	Manufacturing-yksikkö
Solu	Solutions-yksikkö
Serv	Service-yksikkö
Comp	Component-yksikkö
V10	Toiminnanohjausjärjestelmä
PNP	Piirustusnumeropolku

## 1 JOHDANTO

Tässä työssä perehdytään Paakkola Conveyors Oy:n eri yksiköiden toimintaan ja pyritään antamaan suuntaviivoja toisistaan riippuvaisten osastojen toiminnan kehittämiseksi. PC Oy on Lapin läänin Tervolan kunnassa toimiva konepajayritys, jonka päätuotteita ovat kaivos- ja prosessiteollisuuden kuljetinjärjestelmät. Yritys on perustettu 1978 Juntikan suvun toimesta ja tällä hetkellä toimitusjohtajana toimii Tommi Juntikka. Valmistavia toimipisteitä yrityksellä on kaksi, Tervolan konepajantiellä toimiva Manu-yksikkö, sekä Tervolan Ylipaakkolassa toimiva Service- ja Component-yksikkö. Lisäksi myynti- ja hallintokonttorit löytyvät Tervolasta, Lahdesta ja Haaparannalta. Viime vuosina yritys on kasvanut nopeasti ja tästä tunnustuksena yritykselle myönnettiin Kauppalehden ``vuoden kasvuyritys`` -palkinto vuonna 2010. Nopean kasvun varjopuolena on olemassa tiettyjen toimintojen tehottomuus ja toimintojen päällekkäisyyksiä. Kuvassa 1 on esitetty PC Oy:n tulos- ja henkilöstömäärän kehitys vuosina 2007–2011. Työntekijöitä yrityksellä on tällä hetkellä noin sata henkilöä. (Leinonen 2009, 1-2; Kauppalehti 2010, hakupäivä 26.6.2013)



**Kuva 1. PC Oy:n tulos- ja henkilöstömäärän kehitys vuosina 2007 – 2011 (Talous- sanomat 2013, hakupäivä 30.8.2013)**

Tämän työn tarkoituksena on tutkia ja selvittää, millaisia toimintoja eri osastojen välillä tulisi olla, jotta toiminnasta saadaan aikaisempaa kustannustehokkaampaa. Tarkastelua ja tutkimusta tehdään pitkälti valmistettavuuden näkökulmasta, eli tarkastellen erityisesti sitä, kuinka saadaan valmistettavien tuotteiden läpimenoaikoja pienennettyä ja kustannustehokkuutta parannettua. Johtopäätöksien ja esitettyjen esimerkkien taustalla vaikuttaa Lean-ajattelu, jota on pidetty tässä työssä kaikkien toimintojen keskiössä. Olenaisena osana tässä tavoitteessa tulee olemaan myynti, suunnittelu ja luonnollisesti valmistus. Opinnäytetyön päävaiheet ovat seuraavat:

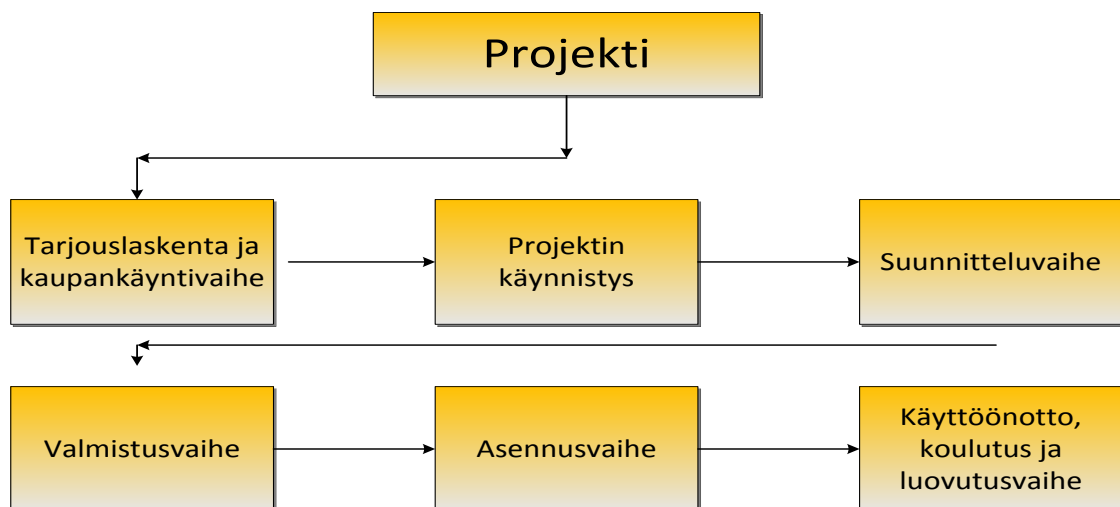
- toimintojen nykytilan ja tavoitetilan selvitystyö.
- suunnittelulinjausten vaikutus valmistuskustannuksiin.
- valmistustyövaiheiden dokumentointi Manu-yksikössä.
- henkilöstöjohtamisen nykytila ja kehittäminen.

Opinnäytetyön sisältö pyritään pitämään konkreettisena ja käytännönläheisenä esimerkkien avulla. Tärkeimpänä yksittäisenä lähteenä tässä työssä on käytetty Jeffrey K. Likerin teosta Toyotan tapaan, jossa perehdytään Toyotan Lean-tuotantojärjestelmän oppeihin. Näitä oppeja pyritään soveltamaan myös PC Oy:n toimintaan.

## 2 PROJEKTILIIKETOIMINTA PAAKKOLASSA

Projekti on ainutkertainen tapahtuma, jolla on tarkkaan määritelty alku ja loppu. Projektilla on omat resurssinsa, jotka on irrotettu projektin toteuttajan muista resursseista tai nimetty vain varsinaista projektia varten. Projekteja on hyvin monia erityyppisiä riippuen toimialasta, ja kaikki projekteiksi nimitettävät toiminnot eivät välttämättä täytä projektitoiminnan piirteitä. Selkeimpiä esimerkkejä projektitoiminnasta ovat erilaiset rakennus- ja toimitusprojektit, kun taas esimerkiksi kunnallisen alan kehitysprojektit ovat vaikeammin tunnistettavissa projekteiksi. (Mäkilouko 13.10.2011, luento)

Paakkolan toiminta on helposti tunnistettavissa projektiliiketoiminnaksi, sillä jokaisesta projektista löytyy selkeä päämäärä ja projekteilla on ennalta määrätty alku ja loppu. Jokainen projekti on ainutlaatuinen, mutta yleensä se pitää sisällään suunnittelun, hankinnan, valmistuksen, asennuksen ja käyttökoulutuksen. Paakkolan tapauksessa mahdollinen projekti käynnistyy asiakkaan yhteydenotosta, joka yleensä liittyy uusien laitteiden hankintaan tai avunpyynnöstä ongelman ratkaisemiseksi. Seuraavassa vaiheessa asiakkaalle esitetään ratkaisumalli, jota yleensä lähdetään muokkaamaan toteutuskelpoiseksi yhteistyössä asiakkaan ja suunnittelijoiden kanssa. Mikäli asiakas saadaan vakuutuneeksi esitetyn ratkaisun toimivuudesta ja sopimukset allekirjoitetaan, käynnistyy varsinainen projekti. Projektien lisäksi liikevaihtoa kerryttää myös Service-toiminto, joka on eriytetty omaksi yksikökseen. Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty Paakkolan projektiliiketoiminnan ketju.



**Kuva 2. PC Oy:n projektiliiketoiminnan vaiheketju (Paakkola Vault)**

## 2.1 Project Management

Project Management-yksikkö tarkoittaa nimensä mukaisesti projektin hallintaa. Uudelle projektille nimetään projektiorganisaatio, joka koostuu projektipäälliköstä ja projekti-insinööreistä. Projektiorganisaation koko on riippuvainen toteutettavan projektin koosta ja pieniin tai lyhytkestoisiin projekteihin nimetään yleensä ainoastaan projektipäällikkö. Nimetty projektiorganisaatio on vastuussa projektin taloudellisesta onnistumisesta ja toimitetun laitteiston toimivuudesta. Lisäksi se on ensisijaisesti yrityksen kasvot asiakkaan suuntaan ja sen toimintatapa edustaa asiakkaan silmissä koko yrityksen toimintatapoja. PC Oy:n projektitoiminnalla on oma johtajansa, jonka alaisuudessa projektipäälliköt ja projekti-insinöörit toimivat.

Projekti-insinöörien lisäksi projektipäällikön epäsuorassa alaisuudessa toimii pääsuunnittelija, ostaja, tuotantopäällikkö ja asennuspäällikkö. Tässä tapauksessa epäsuoralla tarkoitetaan, että vaikka virallisesti asiat etenevät yrityksen organisaatiokaavion mukaisesti, niin käytännössä asioista sovitaan keskenään. Tämä epäsuora toimintatapa on joustavaa ja tehokasta ja sillä vältetään turhaa byrokratiaa. Projektit ovat monesti hyvin nopeitempöisiä ja kauppojen synnyn edellytys voi nimenomaan olla nopea toimitus. Projektipäällikön tehtävänä on keskustella aktiivisesti eri yksiköiden johtajien kanssa siitä, miten projekti etenee ja mistä asioista yksiköiden johtajien tulee ottaa vastuu.

Jotta projekti todella on projekti, on sillä oltava selkeä päämäärä ja aina paikkaansa pitävä aikataulu. Projektiorganisaation yksi tärkeimmistä tehtävistä onkin jatkuva aikataulun päivittäminen ja selkeän päämäärän esittäminen eri yksiköiden johtajille. Päivitetty aikataulu on syytä käydä läpi viikoittaisissa palavereissa, joissa edustettuina ovat eri osastojen johtajat. Nämä viikoittaiset palaverit ovat erityisen tärkeitä, sillä projekteissa tapahtuu jatkuvia muutoksia ja pelkästään sähköinen viestintä muutoksista on riittämätöntä. Muutokset voivat olla ulkoisia tai sisäisiä. Ulkoisilla muutoksilla tarkoitetaan esimerkiksi työmaalla tapahtuvien maansiirtotöiden viivästymistä, mikä puolestaan vaikuttaa suoraan asennusaikatauluun. Sisäiset muutokset voivat olla esimerkiksi jo suunniteltujen rakenteiden muuttamista kustannussyistä, mikä vaikuttaa suoraan suunnittelun sekä sen jälkeisten prosessien aikatauluun. Aikataulun laatimisessa onkin tehtävä tiivistä yhteistyötä eri osastojen välillä, jotta kapasiteetti ja siten myös kustannukset saadaan tavoitellulle tasolle. (Mäkilouko 13.10.2011, luento)

## 2.2 Technology and Engineering

PC Oy:n Technology and Engineering-yksikkö vastaa laitteiden suunnittelusta ja alihankintasuunnittelun valvonnasta. Osasto koostuu tällä hetkellä pääsuunnittelijasta ja neljästä suunnittelijasta. Lisäksi käytettävissä on useita eri alihankintasuunnittelijoita, jotka ovat pääsuunnittelijan valvonnassa. Suurissa projekteissa alihankintasuunnittelijoita voi olla töissä useita kymmeniä, kun taas pienet projektit voidaan hoitaa muutamalla omalla suunnittelijalla. Omien suunnittelijoiden etuna on, että he tuntevat yrityksen toimintatavat sekä valmistuksen käytettävissä olevat laiteresurssit. Näin ollen suunnitellut laitteet sopivat omaan tuotantoon yleisesti ottaen paremmin kuin ulkopuolisen suunnittelutoimiston suunnitelmat. (Erkkilä 30.5.2013, haastattelu)

Alihankintasuunnittelun järjestäminen, kilpailuttaminen ja valvominen kuuluvat pääsuunnittelijan tehtäviin. Tämä onkin ollut monesti yksi merkittävistä kompastuskivistä projektin toteutuksen kannalta. Aikataulut eivät ole pitäneet, suunnitellut laitteet eivät ole soveltuneet PC Oy:n valmistukseen ja pahimmissa tapauksissa laitteet eivät ole toimineet toivotulla tavalla tai ne ovat rikkoontuneet aiheuttaen tuotannonmenetyksiä asiakkaalle. Ongelmat ovat johtuneet pitkälti siitä, että aikaisemmin käytössä ei ole ollut kiinteää pääsuunnittelijaresurssia ja tarkastusvastuu on ulkoistettu joko alihankintatoimistolle tai pahimmassa tapauksessa jopa projektipäällikölle. Nimetyt projektipäälliköt ovat olleet kokemattomia PC Oy:n tavoista tehdä asioita, jolloin valmistusteknisesti vaikeat konstruktiot ovat päässeet läpi aina tuotantoon saakka. (Erkkilä 30.5.2013, haastattelu)

Oman suunnitteluosaston koko on käytännössä aivan liian pieni suhteutettuna toteutettavien projektien kokoon. Yleensä konepajoissa, joissa on vastaavanlaista omaa suunnittelua ja valmistusta, suunnittelijoiden osuus on noin 10 % koko henkilöstömäärästä. Varovaisinkin arvion mukaan puolet valmistuskustannuksista määritellään suunnittelussa, joten tältä osa-alueelta olisi saatavissa suurimmat kustannussäästöt lyhyellä aikavälillä. Alihankintasuunnittelijat pyrkivät suunnittelemaan mahdollisimman hienoja ja toimivia laitteita, mutta usein heiltä puuttuu näkemys tuotannosta, asennuksesta, hankinnasta ja logistiikasta. Näin ollen laitteet voivat olla vaikeasti valmistettavia ja lisäksi kuljetus- ja asennuskustannukset voivat olla korkeita. Näitä ongelmia on pyritty välttämään järjestämällä suunnittelukatselmuksia, mutta katselmuksiin varattu aika ei riitä yksityiskohtaisten valmistuspiirustuksien läpikäyntiin. (Erkkilä 30.5.2013, haastattelu)

## 2.3 Manufacturing

Manu-yksikön tehtävänä on valmistaa laitteita projektiorganisaation pyynnöstä. Pyyntö-sana kuvaa ehkä parhaiten tämän hetkistä tilannetta projektiorganisaation ja Manu-yksikön välisessä kaupankäynnissä, sillä toistaiseksi virallista sisäistä kaupankäyntiä ei harjoiteta. Käytännössä pyyntö tarkoittaa, että tuotantopäällikkö selvittää laitteen rakenteen, budjetin ja aikataulun olemassa olevien dokumenttien pohjalta. Tämän jälkeen tehdään päätös siitä, valmistetaanko tuote Manu-yksikössä, vai ohjataan valmistus hankinnan kautta ulkopuoliselle valmistajalle. Päätöstä ohjaa hyvin pitkälti se, millainen työkuorma kysytylle ajanjaksolle on olemassa ja miten hyvin tuote istuu yksikön valmistustekniikkaan. (Nivala 23.5.2013, haastattelu)

Tuotantopäällikön lisäksi yksikössä työskentelee yksi työnjohtaja ja tuotannosuunnittelija. Työnjohtajan tehtäviin kuuluu mm. hitsaustöistä, pintakäsittelystä ja laitteiden konepajakokoonpanosta huolehtiminen. Lisäksi tehtäviin kuuluu laaduntarkkailu, laatudokumenttien kirjaaminen sekä tarveaineista huolehtiminen. Tuotannosuunnittelijan tehtäviin kuuluu valmistusdokumenttien läpikäynti, valmistukseen oleellisesti liittyvien materiaalien hankkiminen ja työdokumenttien tekeminen työnjohtajalle. Lisäksi tuotannosuunnittelijan tehtäviin kuuluu valmiiden tuotteiden logistiikasta huolehtiminen asennustyömaalle. Hankintatoimien siirtäminen osaksi Manu-yksikön toimintaa on ollut strategisesti järkevää, sillä näin on pystytty vaikuttamaan saapuvien materiaalien esikäsittelyasteeseen, pakkaamiseen, toimituseriin ja aikatauluihin. (Nivala 23.5.2013, haastattelu)

Valmistuksessa työskentelee vakituisesti 15–20 henkilöä, joista kolme henkilöä toimii tiiminjohtajina. Tiiminjohtajia työskentelee hitsaus-, pintakäsittely- ja varusteluosastolla. Tiiminjohtajien tehtävänä on olla tukemassa suorittavia työntekijöitä sekä opastaa ja neuvoa valmistusteknisissä tai -laadullisissa asioissa. Kuormituspiikkien aikaan töissä voi olla jopa 30–40 henkilöä. Näiden tilanteiden tasaamiseksi käytetään ulkopuolista vuokratyövoimaa. Vuokratyövoiman käyttämisen ongelmana on usein työntekijöiden taitotasojen suuri vaihtelu, jolloin sopivan ja tuottavan työn löytäminen työntekijälle voi olla haastavaa. Työn haastavuutta lisäävät alati muuttuvat suunnittelutekniset ratkaisut, suunnittelun laadun vaihtelu sekä rajalliset työnjohtoresurssit. (Nivala 23.5.2013, haastattelu)

## 2.4 Service / Component

Serv-yksikkö myy kunnossapito- ja asennuspalvelua niin omille projekteille, kuin myös ulkopuolisille asiakkaille. Ulkopuolisina asiakkaina ovat yleensä kaivos- ja metsäteollisuuden asiakkaat. Service toimii omana yksikkönään Ylipaakkolassa sijaitsevassa konepajassa, jossa asennusmiehistö työskentelee silloin, kun asennustyötä ei ole tarjolla. Aikaisemmin kunnossapitotöiden myyntiä on ohjannut konepajan työkuorma, mutta uudessa toimintamallissa palvelua myydään huomioimatta Serv-yksikön työkuormaa. Suurin haaste toiminnassa on ulkopuolisten asiakkaiden lyhytkestoinen tarve asennusmiehille sekä nopeat aikataulumuutokset. (Kurttila 5.6.2013, haastattelu)

Kapasiteetin hallinta on yksi Serv-yksikön merkittävimmistä ongelmista. Konepajalla työskentelee muutamia henkilöitä, joita ei käytetä kunnossapito- tai asennustöissä, mutta valtaosa kapasiteetista on ns. myytävissä. Näin ollen konepajan työnjohtajan on hyvin vaikeaa suunnitella tulevia töitä, koska hän ei käytännössä voi tietää käytettävissä olevaa kapasiteettia päivää pitemmälle. Lisäksi Service-palveluiden myynnistä ja konepajan työnjohdosta vastaavat eri henkilöt, jolloin keskinäisen kommunikaation merkitys korostuu. (Kurttila 5.6.2013, haastattelu; Kolkkinen 5.6.2013, haastattelu; Liker 2006, 125–127).

Ratkaisuna tähän ongelmaan näen kaksi eri strategista vaihtoehtoa, jotka edustavat ns. tasoitetun tuotantoaikataulun filosofiaa Lean-oppien mukaisesti:

1. Keskitytään valmistamaan projektituotteita, joiden valmistusaika on pitkä, ja joka sallii kapasiteetin vaihtelut vaikuttamatta toimituspäivämääriin.
2. Valmistetaan sellaista tuotetta varastoon, jonka raaka-aineet on aina saatavilla ja jota jokainen Serv-yksikön työntekijä osaa valmistaa joko osittain tai kokonaan.

Myös Comp-yksikkö toimii Ylipaakkolan konepajalla samoissa tiloissa Serv-yksikön kanssa. Comp-yksikön tehtävänä on huolehtia projektin tilaamat komponentit kullekin projektille. Komponenteiksi luokitellaan rullat, rullatelineet, rummut, hihna-aurat, ohjauslaitat ja ruuvikiristyslaitteet. Pienissä tilauksissa rullat valmistetaan itse, mutta suuremmissa tilauksissa käytetään alihankkijaa. Muut komponentit valmistetaan itse, joko alihankinnasta hankituista tai itse valmistetuista osista.

Comp- ja Serv-yksiköiden alaisena samoissa tiloissa toimii myös levyleikepalvelu, jonka tehtävänä on toimittaa levyleikkeitä eri osastojen tarpeisiin. Nykymuotoinen toiminta on varsin sekavaa, sillä levyleikepalvelulta puuttuu selkeä ohjaus ja omistajuus. Levyleikkausta kuormittavat Comp-, Manu- ja Serv-yksiköt. Näin ollen saapuvien tilausten priorisointia ei tehdä, ja levyt valmistuvat ensimmäisenä sille osastolle, joka äänekäimmin niitä vaatii. Levyleikepalvelun toimitusvarmuus ja laatu ovatkin edellä mainituista syistä johtuen alhaisella tasolla. Laatu- ja toimitusvarmuusongelmista johtuen Manu-yksikön levyleikkeistä n. 80 % tulee alihankinnasta. (Rajalin 22.2.2013, haastattelu)

## 2.5 Taloushallinto

Taloushallinnossa työskentelee neljä henkilöä, joiden tehtävänä on PC Oy:n talousasioiden huolehtiminen. Taloushallinnon tehtäviin kuuluu mm. saapuvien laskujen kirjaus, laskuttaminen, palkka-asiat, talousennusteiden laatiminen sekä projektikohtainen seuranta. Talousennusteiden laatimisesta ja projektikohtaisesta seurannasta vastaa yksi henkilö, joka kerää projektikohtaiset kate-ennusteet tietyin väliajoin projektiorganisaatioilta. Yhden henkilön vastuulla ovat palkka-asiat, jotka saadaan V10-toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Jokaisen työntekijän velvollisuutena on kirjata itsensä sisään päätteeltä työvuoron alkaessa, sekä kirjautua ulos työvuoron päätteeksi. Ongelmia kirjauksissa syntyy etenkin silloin, kun työntekijät työskentelevät epäsäännöllisesti esimerkiksi urakaluontoisessa työssä, jota etenkin Manu-yksikössä suositaan paljon. Kunkin yksikön työnjohtajien vastuulla on tuntien tarkastaminen, minkä jälkeen tarkastetut tunnit etenevät palkkahallintoon. (Valkeinen 8.5.2013, haastattelu)

Saapuvat laskut ja niiden kirjaaminen järjestelmään työllistää yhden henkilön. Laskujen tarkastuksesta vastaa hankinnan tehnyt henkilö, joka tarkastaa laskun tiedot ja kuittaa laskun hyväksytyksi siirtäen laskukopion tarkastettujen laskujen sähköiseen arkistoon. Kaikki laskut kiertävät sähköisen arkiston kautta, jolloin sähköpostittelu tai paperilaskujen käsittely jää kokonaan pois. Edellä mainittu toimintamalli on selkeä ja sillä on saatu kitkettä aikaisemmin vaivannut laskunkäsittelyongelma lähes kokonaan pois. (Valkeinen 8.5.2013, haastattelu)

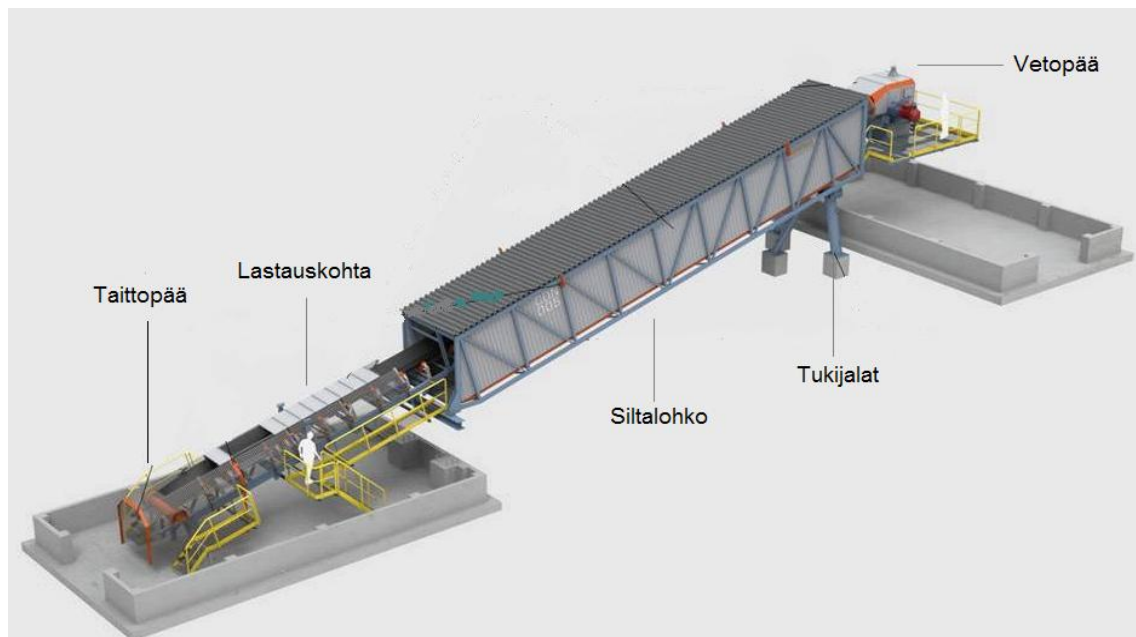
### 3 KULJETINTEKNIikka

Kuljettimia käytetään mm. kaivoksissa, paperi- ja selluteollisuudessa, energialaitoksissa ja terästeollisuudessa. Tunnetuin kuljetintyyppi lienee perinteinen hihnakuJETIN, jossa kuminen kuljetinhihna siirtää tavaraa tai materiaalia paikasta toisen. HihnakuJETTIMIEN pituudet voivat vaihdella muutamista metreistä aina useisiin kilometreihin. HihnakuJETTIMIEN lisäksi on olemassa mm. kola-, ruuvi, rulla- ja lamellikuJETTIMIA. PC Oy:n kuljetintuotteet toimitetaan pääsääntöisesti kaivosteollisuuteen ja ne pitävät usein sisälleen itse kuljetin lisäksi myös erilaisia siilo- ja suppilorakenteita. Myös syöttimet kuuluvat tuotevalikoimaan. Näiden runkorakenteet valmistetaan teräspalkeista ja teräslevyleikkeistä. Alla on kerrottuna tarkemmin, millaisesta tekniikasta nämä laitteet koostuvat.

#### 3.1 HihnakuJETIN ja tukirakenteet

PC Oy:n päätuote hihnakuJETIN koostuu taittopäästä, välisosasta, väliosan tukirakenteista, vetopäästä ja hihnan kiristyksestä. Lisäksi taittopäähän kuuluu yleensä lastaussuppilo ja ohjauslaitat. Tätä suppilo- ja ohjauslaitakohtaa kutsutaan nimellä lastauskohta. Väliosan rakenteet voivat sisältää siltalohkoja, niiden tukirakenteita tai pelkästään kuljetinjohdetta. Yksinkertaisissa kuljettimissa riittää pelkkä kuljetinjohde, johon kiinnitetään rullatelineet rullineen. Tällaista kuljetinjohderatkaisua käytetään esimerkiksi sisätiloissa, joissa ei tarvita erityistä suojaava rakennetta, kuten kuljetinsiltaa. Vetopää koostuu vetorummun tukirakenteesta ja vetopään alla sijaitsevasta purkaussuppilosta.

Valmistustyön näkökulmasta työläimpiä ovat yleensä siltalohkot, jotka työmäärällisesti ovat yli puolet koko projektin valmistustyömäärästä. Siltalohko onkin tuote, johon suunnittelun vakiointi olisi järkevintä ensivaiheessa kohdistaa. Siltalohkot voivat olla avonaisia, mutta yleensä niihin asennetaan suojapellit, joiden tehtävänä on suojata kuljetinta erityisesti lumelta ja jäältä. Mikäli koko kuljetinlinja halutaan pitää lämpimänä, asennetaan siltalohkoihin eristeet eli yleensä Paroc-elementit. Lämmitetyllä kuljetinsillalla kyetään takaamaan toiminta myös kylmissä olosuhteissa. Kuvassa 3 on erään projektin hihnakuJETTIMEN 3D-malli, josta löytyvät edellä mainitut rakenteet



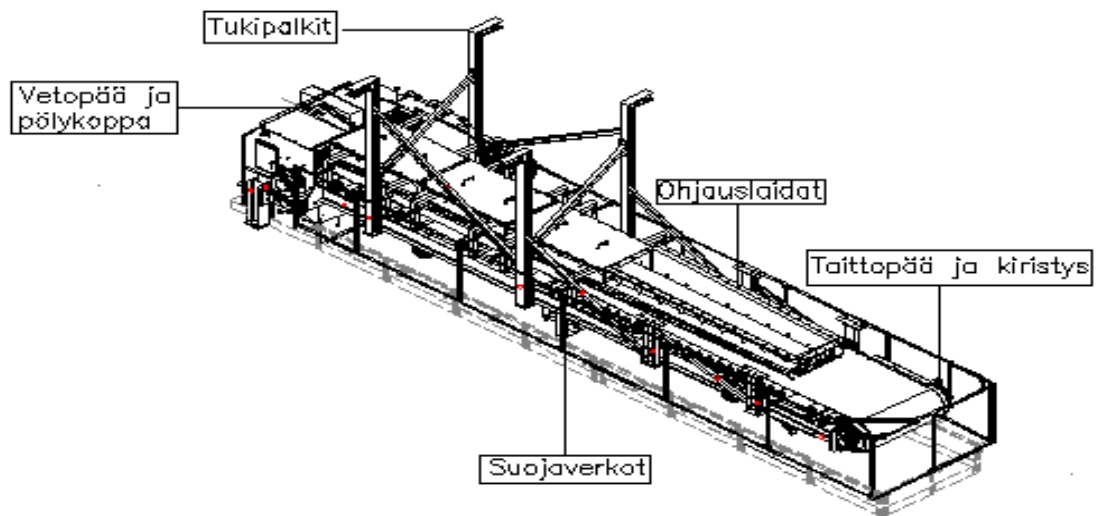
**Kuva 3. 3D-malli kuljettimesta (Paakkola Vault)**

Edellä mainitut rakenteet pitävät sisällään tietysti myös kuljetinkomponentteja. Kaikista hihnakuuljettimista löytyy ala- ja yläpuolen rullatelineet rullineen, veto- ja taittorummut, hihna-aura, kaavarit sekä tietysti kuljetinhihna, jota pitkin materiaali kulkee. Kaavareiden tehtävänä on pitää kuljetinhihna puhtaana paluu- eli alapuolelta, jotta ripe (eli pieni kiviaines) ei pääse varisemaan ympäristöön. Pöly ja ripe ovat varsin yleisiä ongelmia kaivosympäristöissä, ja ongelmien vähentämiseksi on olemassa lukuisia eri ratkaisuja kaavareiden lisäksi. Automaation osalta kuljettimista löytyy myös pyörintävahteja, sivuunajovartijoita, tukosvahteja, hätäpysäyttimiä ja hihnavaakoja. Pyörintävahdin tehtävänä on seurata rummun pyörimistä, ja sivuunajovartija seuraa hihnan sivuunajautumista. Hätäpysäyttimet kuuluvat luonnollisesti kone- ja laiteturvallisuusvaatimuksiin, ja niitä tulee sijaita riittävän tiheästi koko kuljetinlinjan matkalla. Hihnavaakoja käytetään tietyissä prosessipisteissä ja niillä mitataan materiaalivirtaamaa eli kapasiteettia. (Swinermann, Marti, Goldbeck, Marshall & Strebel 2009, 76 – 180)

### 3.2 Syöttimet

Syötin -sanaa käytetään lyhyistä n. 5-15 metriä pitkistä kuljettimista. Poikkeuksena kuljettimeen, syöttimen veto- ja taittopää ovat yleensä kiinteästi perusrungon mukana, eli itse runko koostuu yhdestä osasta. Syöttimistä löytyvät samat kuljetinkomponentit kuin suuremmistakin kuljetinlinjoista, ja hihnan kiristys tapahtuu ruuvikiristysmenetelmällä. Syöttimiä käytetään esimerkiksi siilon ja kuljettimen välissä tai prosessin loppuvaihees-

sa valmiin tuotteen varastointiin. Kuvassa 4 on kuvattuna tyypillinen syötin, jollaista käytetään siilon ja kuljettimen välissä.



**Kuva 4. Siilon pohjaan kiinnitetty riippuva syötin (Paakkola Vault)**

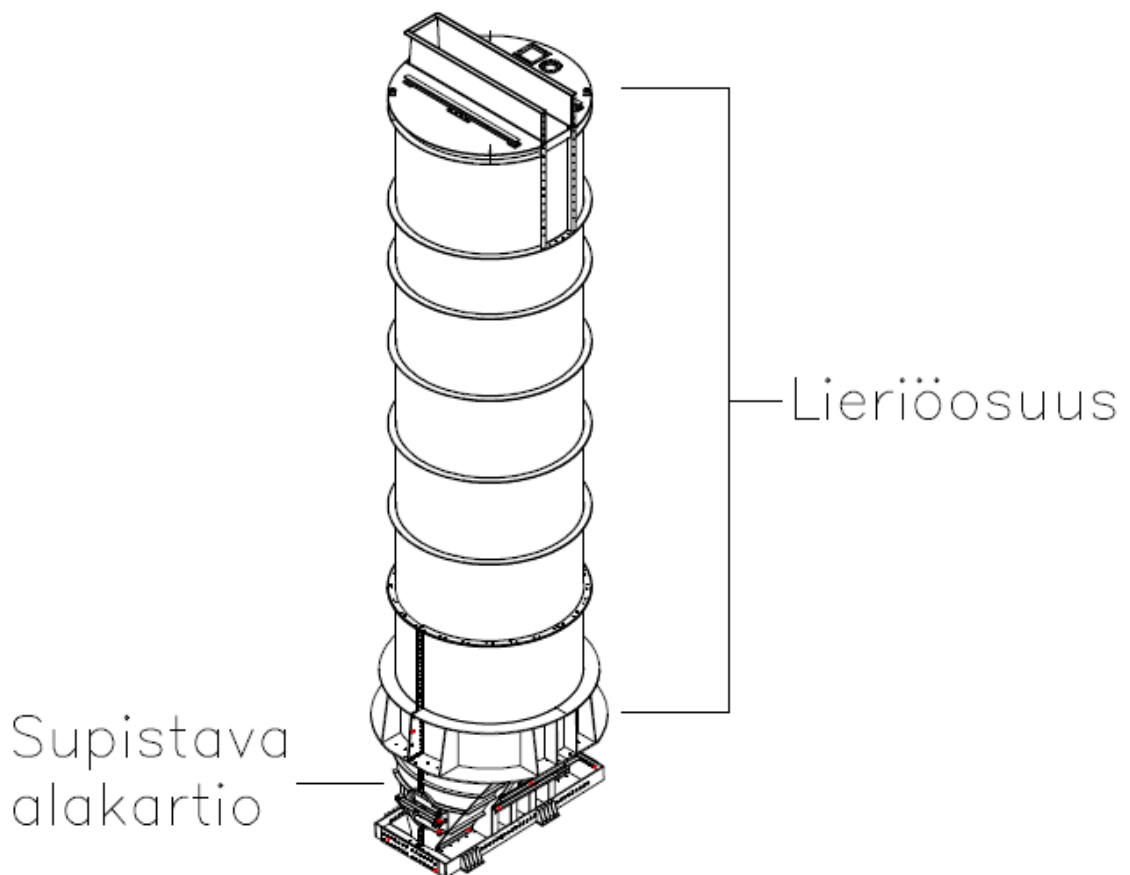
Kuvassa olevassa syöttimessä on ohjauksilaidat lähes koko pituudella, eli syötin on suljettu koko matkalta. Tällä tavoin saadaan materiaalista syntyvä pöly pidettyä suljetussa tilassa. Itse materiaalin syöttökohta sijaitsee perässä, jossa ohjauksilaitojen yläpuoli on avonainen. Vetopään ympärillä olevaa kotelorakennetta kutsutaan nimellä pölykoppa. Pölykopan laidoille sijoitetaan yleensä tarkastusluukut, joista voi tarkastaa osien kulu-  
neisuutta ja kaavareiden toimintaa. Syöttimen ympärillä näkyvät kehyköt kuvaavat suo-  
javerkkoja, joiden avulla pääsy syöttimelle estetään. Kuvan pystyssä näkyvät palkit ovat syöttimen tukirakenteita, joiden varassa syötin riippuu siilon pohjasta.

### 3.3 Suppilo- ja siilorakenteet

Kuljettimen purkaus- ja lastauspähän sijoitetaan yleensä myös suppilot. Suppilon tehtävänä on syöttää materiaalia keskelle hihnaa kulkusuunnan myötäisesti mahdollisimman pehmeästi ja jouhevasti. Suppilot ovat monesti hyvin erimuotoisia ja kokoisia riippuen laitteiden välisestä kohtauskulmasta ja kapasiteeteista. Suppilo tehdään pääosin teräslevystä ja sen sisäpintaan voidaan asentaa vuorausmateriaali, kuten kulutusmuovit tai kulutusteräksset. Toinen yleisesti käytetty vaihtoehto vuorauksen sijaan on autogeenityyppinen ratkaisu. Siinä suppilon sisälle rakennetaan hyllyjä, jotka täyttyvät kuljetettavasta materiaalista. Hyllyihin jäävä materiaali suojaa suppilon runkorakennetta. Suojauksen valintaan vaikuttaa käsiteltävän materiaalin koostumus ja kappalekoko.

Suppiloiden suunnittelu on haastavaa, sillä siinä on pystyttävä selvittämään materiaalin käyttäytyminen tietyllä hihnanopeudella. Monesti käykin niin, että koeajojen jälkeen suppiloita joudutaan muokkaamaan tai niihin lisätään muutososia paremman virtauksen aikaansaamiseksi. (Swindermann ym, 100 – 115)

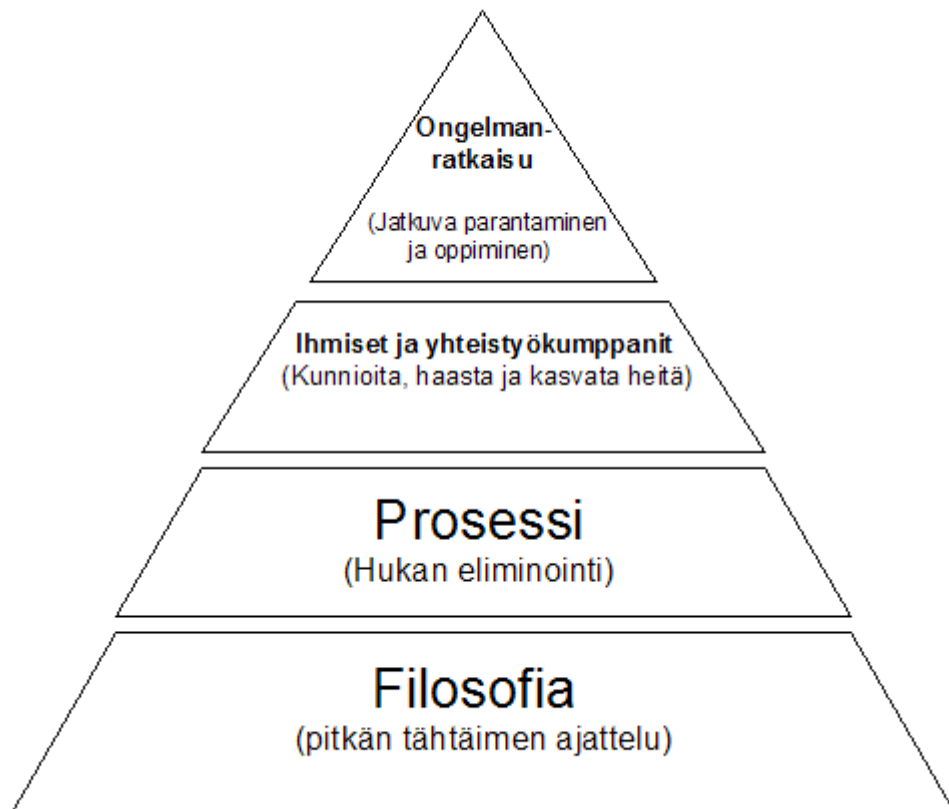
Siilot ovat lieriön- tai kartionmuotoisia suuria rakenteita, jotka toimivat materiaalien välivarastoina prosessin eri vaiheissa. Siilon yläosa valmistetaan yleensä hitsaamalla pyöreitä teräksisiä sektoreita peräkkäin. Alaosa on puolestaan supistava, jolla pyritään saamaan aikaan jouheva materiaalin purkautuminen alapuolella sijaitsevalle kuljettimelle tai syöttimelle. Siilot rakennetaan siten, että ylhäällä käytetään hieman ohuempia materiaalityyppejä ja alas tultaessa materiaalityypit kasvavat. Näin toimitaan siksi, että siilon ollessa täynnä paine alhaalla on moninkertainen yläosaan verrattuna. Vuorauksia siiloissa käytetään erityisesti alaosissa, jossa suositetaan muovia hyvän virtauksen aikaansaamiseksi. Vuorauksien materiaalityypin valintaan vaikuttaa tietysti materiaalin ominaisuudet aivan kuten suppiloissakin. Kuvassa 5 on esitettyä erään projektin siilorakennetta. (Swindermann ym, 100 – 115)



**Kuva 5. Tyypillinen siilorakenne (Paakkola Vault)**

#### 4 LEAN-TUOTANTOJÄRJESTELMÄ

Lean on filosofia, joka käsittelee yrityksen toimintojen organisoimista. Sen alkuperänä pidetään Toyotan kehittämää TPS-konseptia. Lean on tietynlainen tapa toimia, jossa pyritään kehittämään tehokkaita prosesseja mahdollisimman vähillä resursseilla. Sen jatkuvan parantamisen tavoite keskittyy lähinnä johtamiseen ja työtapojen kehittämiseen, ei niinkään uuden tekniikan hyödyntämiseen. Leanissä kaikki toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle, ovat hukkaa. Hukaksi luokitellaan ylituotanto, odottaminen, turhat kuljetukset, ylisuuret varastot, turhat liikkeet sekä luovuuden käyttämättä jättäminen. Alla näkyvässä kuvassa 6 on kuvattuna Toyotan tavan neljän peruseriaatteen malli, johon Lean pohjautuu. (Merikallio & Haapasalo 2009, 8-10)



**Kuva 6. Toyotan tavan neljän periaateluokan malli (Liker 2006, 6)**

Se, mitä Lean-tehtaissa voi nopeasti havaita, on hukan eliminointi. Tästä syystä monet itseään Lean-tehtaana pitävät yritykset olettavatkin, että poistamalla hukan he ovat yhtä kuin Lean. Asia ei kuitenkaan ole suinkaan näin, vaan Lean-filosofiaan sisältyy myös paljon muuta, erityisesti työkuulttuurillisia asioita. Jotkut yritykset ovat jopa yrittäneet noudattaa Leanin hukkaoppeja niin orjallisesti, että ovat poistaneet varastot lähes kokonaan vaatien logistiikalta yhä enemmän. Tämä puolestaan on aiheuttanut suoranaisia

tuotannon menetyksiä, koska pienikin häiriö logistiikassa voi aiheuttaa merkittäviä negatiivisia kerrannaisvaikutuksia tuotannossa. Vaikka Toyotan ydinajatuksena onkin ollut tarkkaan ennalta määritetyt tarpeet tuotantoprosessissa, niin kokemuksen ja erehdyksen kautta hekin ovat osanneet varautua tarvittaviin puskureihin kriittisissä komponenteissa. (Liker 2006, 203–207)

Lean voidaan määrittää viisivaiheiseksi prosessiksi: asiakkaan arvon määrittäminen, arvovirran määrittäminen, prosessin virtaus, imuohjaus asiakkaasta taaksepäin ja erinomaisuuden tavoittelu. Nämä prosessin vaiheet muodostavat aikajanan, jonka jatkuvaan kehittämiseen ja parantamiseen Lean keskittyy. Tilaus-toimitusprosessi voidaan mieltää arvonalisäysprosessiksi, jonka keskiössä on virtautetun tuotannon ylläpito keskeytyksettä. Jotta yrityksen tuotanto tai jokin muu toiminto voi toimia Lean-oppien mukaisesti, tulee yrityksen kaikkien toimintojen toimia Leanin mukaisesti. Jokaisen yrityksen Lean on ja saa olla omintakeinen, sillä Lean-kulttuurin muodostumiseen vaikuttavat hyvin monet asiat. Perusarvojen tulee kuitenkin olla Leanin mukaisia, eli pitkän tähtäimen filosofia, virtautettu tuotanto, ihmisten ja yhteistyökumppaneiden haastaminen sekä jatkuvan parantamisen malli. (Liker 2006, 7; Patoranta-Lötjönen 2012, 8-10)

Prosessin suorituskyvyn mittaaminen auttaa tavoitteiden saavuttamisessa ja toiminnan johtamistyössä. Lean-filosofiasta johdetut mittarit kertovat prosessin arvoa tuottavista toiminnoista ja arvovirrasta, hukasta, hajonnasta sekä ihmisten toiminnasta. Alla muutamia esimerkkejä tällaisista mittareista (Merikallio & Haapasalo 2009, 28):

- lisäarvoa tuottava aika (%) suhteessa koko tuotteen tai tehtävän suorittamiseen käytettyyn aikaan.
- odotusaika, varaston kiertoaika, varaston hävikki ja virheiden korjauskustannukset.
- toimitusten täsmällisyys, tuotteiden suunnitelmanmukaisuus ja tehtävien toteuttamisen luotettavuus.
- onnettomuudet, läheltä piti -tilanteet ja aloitteiden määrä.

Ymmärtääkseen Leaniä on hyvä ymmärtää sen pääkehittäjä Toyotan matkaa 1800-luvun lopulta nykypäivään. Toyotan toiminta sai alkunsa 1800-luvun lopussa, kun sen perustaja Sakichi Toyoda keksi koneistetun kutomakoneen. 1930-luvulla Toyota myi koneistetun kutomakoneen patentin ja perusti myynnistä saaduilla rahoilla Toyota Motor Corpo-

rationin. Toisen maailman sodan jälkeen Toyota oli hyvin erilaisessa tilanteessa, kuin esimerkiksi amerikkalaiset Ford tai General Motors. Fordin ja GM:n valmistusprosessi pohjautui pitkälti Taylorismiin, eli pitkälle standardoituun ja suuria massoja suosivaan valmistusjärjestelmään. Toyota puolestaan toimi ainoastaan pienellä markkina-alueella Japanissa ja joutui toiminnan ylläpitämiseksi valmistamaan pieniä eriä erilaisia ajoneuvoja asiakastarpeesta riippuen samalla tuotantolinjalla. Tämä toimintamalli auttoi Toyotaa tekemään Leanin olennaisimman löydön. Kun läpimenoajat saadaan lyhyiksi ja keskitytään tuotantolinjojen joustavuuteen, lopputuloksena on parempi laatu, parempi asiakastyytyväisyys, parempi tuottavuus ja parempi tilan hyödyntäminen. (Liker 2006, 3-26)

1980-luvulle tultaessa mielenkiinto Toyotaa kohtaan kasvoi myös globaalisti ja erityisesti amerikkalaiset autonvalmistajat kiinnittivät huomiota Toyotan tapaan toimia. Toyotaa sai siis luoda Lean-kulttuuriaan rauhassa 40 vuotta ennen kuin globaali kiinnostus sitä kohtaan heräsi. Samalla kun se loi Lean-kulttuurin yritykseen, se kykeni vahvistamaan yrityksen taloutta ja aloitti globalisoitumisen toden teolla 1980-luvulla. Amerikkaan Toyota meni yhdessä pahimman kilpailijansa GM:n yhteistyökuvion kautta. Juurruttaakseen Lean-kulttuuria Amerikkaan se perusti tehtaan yhteistyössä GM:n kanssa. Tehtaan tehtävänä oli opettaa GM:n toimihenkilöille Lean- ja TPS-filosofiaa. Tästä yhteistyökuvioista huolimatta kesti 15 vuotta ennen kuin GM onnistui ymmärtämään ja käytännössä soveltamaan oppeja. Sen jälkeen kesti vielä viisi vuotta, ennen kuin opit alkoivat todella näkyä tuottavuudessa ja laadussa. (Liker 2006, 3-26)

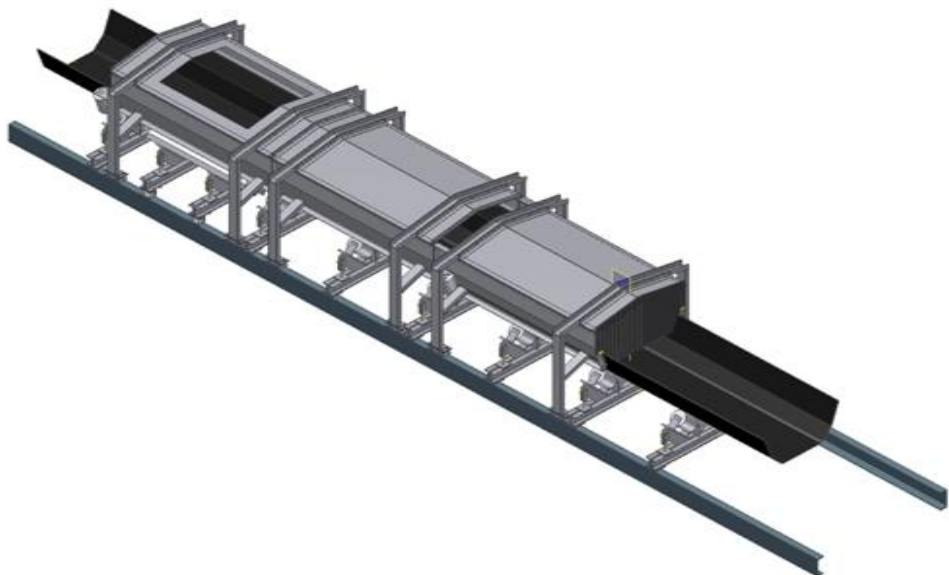
Toyotaa pidetään siis Lean-eksperttinä ja sen toimintatapaa on yritetty soveltaa myös muissa yrityksissä vaihtelevin tuloksin. Ongelmana on kuitenkin ollut yritysten vajavaisten ymmärrys tätä tuotantojärjestelmää kohtaan. Moni yrityksistä on luullut Leanin olevan yhtä kuin jatkuva virtaus, eli standardoitua työtä, olematonta varastoa ja virheiden tarkastusta. Lean on kyllä näitä edellä mainittujakin asioita, mutta sen taustalla on suurempi voima ja kulttuuri, joka saa aikaan näitä asioita. Myös johdon sitouttaminen pitkäjänteiseen työhön kvartaalitaloudessa on ollut monissa yrityksissä haastavaa. Avain näihin asioihin on Toyotan mukaisesti yhtiön johdon jatkuva investointi työntekijöihin ja kulttuuriin. (Patoranta-Lötjönen 2012, 8-10)

## 5 SUUNNITTELUN VAKIOINTI

Suunnittelun merkitys koko PC Oy:n toimintaan on erittäin merkittävä. Suunnittelu määrittää joko tietoisesti tai tietämättään hyvin merkittävän osan kunkin projektin katteesta ja kannattavuudesta. On harmittavaa, että juuri tämä toiminto on jäänyt vähälle huomiolle, eikä siihen ole mielestäni saatu riittävästi osaavia resursseja. Osaavilla resursseilla tarkoitetaan henkilöitä, jotka tuntevat PC Oy:n yksikkökohtaiset valmistusmenetelmät, osaamisen ja käytettävissä olevat laiteresurssit.

### 5.1 Suunnittelun vaiheet

PC Oy:n tuotesuunnittelua tehdään projektien monissa vaiheissa ja usein jo ennen projektin käynnistymistä. Tarjousvaiheessa tarjouksen liitteeksi voidaan laittaa isometrinen kuvaus siitä, millaista laitetta asiakkaalle ollaan tarjoamassa. Tämä kuvaus voi olla pieni muunnelma aikaisemmin toimitetusta laitteesta tai täysin tarjousta varten räätälöity kuva. Kuva ei ole täysin lopullinen, eikä sen pohjalta voida tehdä konepajavalmistusta, mutta se toimii tarvittaessa ohjeistuksena konepajasuunnittelijalle, mikäli tarjous päättyy tilausvaiheeseen. Kuvan avulla voidaan myös kilpailuttaa alihankintasuunnittelua. Lisäksi tarjouksen liitteenä voi olla kapasiteetilaskentaa tarjottavasta laitteistosta. Kuvassa 7 on esitetty tyypillinen tarjouksen mukana toimitettava isometrinen kuvaus.



**Kuva 7. Malliesimerkki tarjouksen mukaan liitetystä kuljettimen lastauskohdasta (Paakkola Vault)**

Tarjoussuunnittelun jälkeen vuorossa ovat ensivaiheen uloslyöntipiirustuksen luominen sekä tarvittavat laskelmat kapasiteetin ja lujuuksien suhteen. Uloslyöntikuva on dokumentti, joka yleensä luovutetaan asiakkaalle. Lisäksi sen avulla koko organisaation on tarkoitus ymmärtää valmistettava laitteistokokonaisuus. Sen pohjalta myös päätetään, mitkä osat kuljettimesta valmistetaan itse ja mitkä laitetaan mahdollisesti alihankintaan. Uloslyöntipiirustusta päivitetään suunnittelun edetessä ja lopullinen kuva valmistuu yleensä vasta viimeisenä kaikkien konepajapiirustusten ja niiden revisiointien jälkeen.

Uloslyöntipiirustuksen jälkeen suunnittelussa siirrytään konepajapiirustusten tekemiseen. Tämä vaihe on yleensä kaikkein työläin, sillä jokaisesta valmistettavasta kappaaleesta tehdään oma piirustus, ja määrällisesti näitä tehdään eniten. Pienissä projekteissa yksittäisiä piirustuksia syntyy satoja ja keskikokoisissa tai suurissa projekteissa tuhansia. Näissä piirustuksissa tulee näkyä kaikki valmistuksen kannalta oleelliset mitat, paino, ja osaluettelosta tulee käydä ilmi tarvittavat materiaalit. Kappalekohtaisten piirustusten lisäksi tehdään osakokoonpanoja. Esimerkiksi taittopäästä tehdään täydellinen kokoonpano, joka sisältää kaikki siihen kuuluvat osat. Tämän lisäksi taittopään teräsrakenteesta tehdään hitsauskokoonpano, jossa esitetään hitsaustyössä tarvittavat osat ja niiden kokoonpano. Siltalohkorakenteissa osakokoonpanoja voi olla jopa 4-5 kappaletta, etenkin jos teräsrakennepiirustuksista ja lopullisista varustelupiirustuksista vastaavat eri suunnittelutahot. Tämä malli palvelee myös tuotantoa, sillä prosessimielessä hitsauskokoonpano tehdään omana prosessina ja lopullinen kokoonpano omanaan.

Nykytuotoinen suunnitteluprosessi on kallis ja aikaa vievä, koska jokaisesta valmistettavasta osasta tehdään oma dokumentti. Dokumentin luomisen lisäksi se on tarkastettava, syötettävä sähköiseen arkistoon ja merkattava PNP:hen hierarkisesti oikein. PC Oy:n tapauksessa sähköinen arkistointi hoidetaan Autodeskin Vault tuotetietohallinta ohjelmalla ja PNP puolestaan Microsoftin Excel taulukkolaskentaohjelmalla. Muutamalla pienellä muutoksella voitaisiin suunnitteluprosessia hieman keventää ja samalla alentaa suunnittelukustannuksia. Tuotanto itsessään ei välttämättä tarvitse jokaisesta osasta omaa piirustusta, vaan tieto muutamista oleellisista asioista riittäisi. Levyleikkeistä omat piirustukset on oltava, sillä levyleikkauslaitteistot lukevat sähköisen kuvan muotoviivoja. Palkeista ei kuitenkaan tarvita omia kuvia, vaan ne voitaisiin hoitaa merkkiaamalla palkin tyyppi, pituusmitta ja tarvittavat sahauskulmat suoraan teräskokoonpanokuvaan. Rullatelineiden ja rullien sijoittamisessa riittäisi hyvin yksinkertainen kuva kuljetinlinjasta, johon olisi merkattu tarvittavat rulla ja telinetyypit esimerkiksi

symboleina. Vähentämällä dokumenttien määrää saataisiin aikaan säästöä ja todennäköisesti myös suunnitteluprosessi nopeutuisi. Lisäksi käsiteltävien dokumenttien määrä vähenisi niin suunnittelussa kuin tuotannossakin. Kuvassa 8 on esitetty erään tuotteen dokumenttihierarkia PNP:ssä.

Projekti:nro	Päivitys	Edellinen	Ext_lav	Statukset	V = kuva on suunnittelussa T = Kuva on tarkastettu suunnitelma H = kuva on hyväksytty tuotantoon A = kuva on tuotannossa		Projekti:n nimi	Revisio A-Z	Status	Siirretty Vautiin	Hyväksytty pvm	
11263	18.3.2013	11.3.2013					KOVDOR 2013					
Positio numero	Piir.nro. osan:ro	Piir.nro. osan:ro	Piir.nro. osan:ro	Piir.nro. osan:ro	Piir.nro. osan:ro	Piir.nro. osan:ro	Osa kpl	Kuvan sisältö	Revisio	Status	Siirretty Vautiin	Hyväksytty pvm
61a	213 013							Layout		V	11.3.2013	15.3.2013
61a		213 300						Pääkokoontyö		T	11.3.2013	15.3.2013
61a		1	213 014				1	Vetopää, konepajakokoontyö		H	19.2.2013	25.2.2013
61a			1	213 015			1	Vetopään runko		A	19.2.2013	25.2.2013
61a				1	213 016		2	Laakeripesän tukirunko		A	19.2.2013	25.2.2013
61a					1	213 276	2	Levy		A	14.2.2013	25.2.2013
61a					2	213 016-2	1	Latta, FL 70x20 - 440		A	19.2.2013	25.2.2013
61a				2	213 267		2	Levy		A	13.2.2013	25.2.2013
61a				14	213 262		2	Levy		A	13.2.2013	25.2.2013
61a				15	213 263		2	Levy		A	13.2.2013	25.2.2013
61a				16	213 266		4	Levy		A	13.2.2013	25.2.2013
61a				17	213 270		1	Levy		A	13.2.2013	25.2.2013
61a				18	213 015-18		1	Latta, FL 70x10 - 1483		A	19.2.2013	25.2.2013
61a				19	213 015-19		1	Putkipalkki, 100x100x8 - 1473		A	19.2.2013	25.2.2013

**Kuva 8. PNP:en dokumenttihierarkia (Paakkola Vault)**

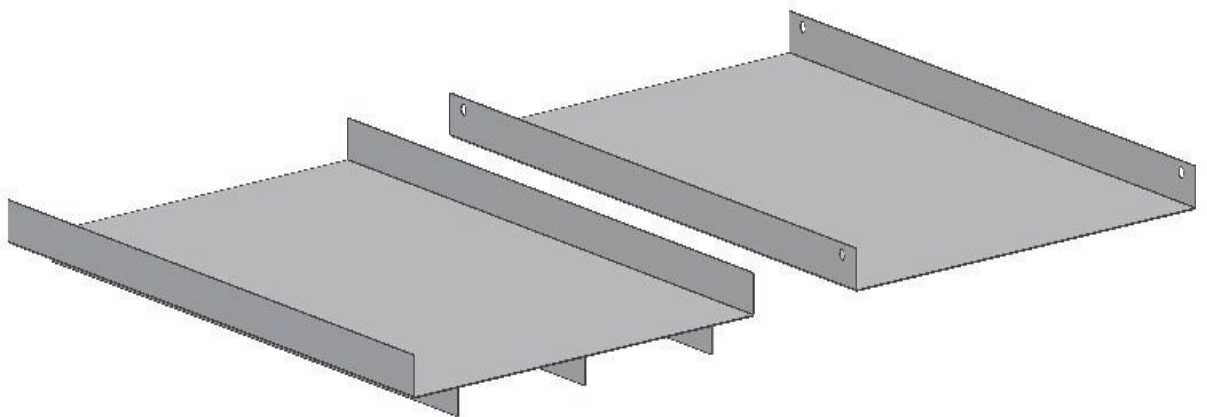
## 5.2 Suunnittelun merkitys tuotantoon

PC Oy:n nykyinen suunnitteluprosessi etenee uloslyöntikuvan kautta konepajapiirustuksiin. Alla on kerrottuna vaiheittain, miten konepajasuunniteltu tuote etenee valmistusprosessin kautta asennukseen.

1. Konepajapiirustuksien luonti ja niiden siirtäminen sähköiseen arkistoon
2. Konepajapiirustusten tarkastaminen pääsuunnittelijan toimesta
3. PNP päivittäminen hierarkisesti uusien kuvien osalta
4. Materiaalitarpeiden ja tarjouspyyntöaineiston luominen tuotannosuunnittelijan toimesta, sekä PNP päivittäminen työlle otetuista töistä
5. Materiaalien hankinta settikohtaisesti
6. Työdokumenttien tekeminen settikohtaisesti
7. Työn saattaminen tuotantoon
8. Resurssien nimeäminen työlle, työn teettäminen ja laadun valvominen
9. Lähetysvalmiin tuotteen logistiikan hoitaminen asennuspaikalle

Suunnittelun ja tuotannon yhteensovittamisessa on vielä paljon tehtävissä ennen kuin se on edes jokseenkin hyväksyttävällä tasolla. Ensimmäinen askel tämän saavuttamiseksi olisi sellaisen suunnittelukumppanin löytäminen, joka ymmärtää konepajavalmistusta ja kuljetintekniikkaa. Kumppanilta olisi löydettävä riittävästi kapasiteettia vastata myös mittaviin suunnittelutarpeisiin sekä motivaatiota olla kehittämässä kuljetintekniikka niin toiminnallisesti kuin myös valmistusteknisesti. Käytän tarkoituksella tässä yhteydessä sanaa kumppani, sillä kumppanin ja alihankkijan välillä on oleellisia eroja. Siinä missä alihankkija toimittaa jotain tiettyä toimintoa tai laitetta asiakkaalle, kumppani hakee ratkaisuja ja kustannussäästöjä yhteistyössä asiakkaan kanssa. Tällainen strateginen kumppanuussuhde on myös Lean-ajattelun lähtökohta alihankintapalveluja käytettäessä. (Liker 2006, 199–206)

Eräs arkipäivän ongelmista on konepajakuvien tarkastaminen ja suunnittelijoiden kouluttaminen. Tälle hetkellä se on pääsuunnittelijan vastuulla, mutta käytännössä hänen aikansa ei tähän työhön riitä. Näin ollen tarkastusvastuu onkin siirtynyt osittain tuotantoon, mikä ei tietenkään ole hyväksyttävää. Kun ongelmat ja virheet pääsevät tuotantoon saakka, ovat toimenpiteet usein korjaavia ja kustannustehottomia. Useita projekteja on toteutettu siten, että projektiorganisaatio on ostanut suunnittelua alihankinnasta ja konepajapiirustukset on laitettu tuotantoon vertailematta piirustuksia olemassa olevaan budjettiin. Tämä puolestaan vaikeuttaa tuotannon pysymistä budjetissa. Budjetin ylittyminen tuotannossa aiheuttaa painetta alentaa tuotantokustannuksia, mutta jos asioihin ei voida vaikuttaa suunnitteluvaiheessa, on hyvin vaikeaa lyhentää konstruktioiden läpimenoaikaa. Kuvassa 9 vasemmalla on esitetty suunnittelijan näkemys siltalohkon pohjalevyrakenteesta, ja oikealla puolestaan tuotantotekniikan huomioonottava pohjalevy.



**Kuva 9. Särmätyn pohjalevyn kaksi eri versiota (Paakkola Vault)**

Vasemmanpuoleisessa kuvassa särmättyyn pohjalevyn pohjaan on suunniteltu hitsattavaksi jäykistelattoja. Oikeanpuoleisessa levyssä latat on korvattu kulmarauodoilla, ja ne on siirretty siltaristikon hitsauskoonpanokuvaan. Tällä pienellä muutoksella vaikutetaan moneen asiaan. Jos pohjalevyn pohjaan hitsattaisiin jäykistelevyt, jouduttaisiin sitä varten perustamaan oma hitsaussolu. Koska pohjalevy on alihankintaosa, jouduttaisiin levy ensiksi hankkimaan särmättyinä, kuljettamaan satoja kilometrejä tien päällä, purkamaan rekasta ja kuljettamaan työpisteelle. Sen jälkeen päästäisiin hitsaamaan tarvittavat jäykisteet pohjalevyyn. Jos vielä pintakäsittelyvaatimuksena olisi sinkitys, jouduttaisiin levyt pakkaamaan ja lastaamaan uudestaan rekkaan sinkitystä varten. Tämä suunnittelulinjaus saisi aikaan seitsemän konkreettista työvaihetta. Muuttamalla jäykistelatat kulmarauodoiksi saadaan ne kätevästi hankittua samalla muiden siltalohkojen rautojen kanssa samassa setissä. Levyt otetaan edelleen alihankinnasta, mutta nyt särmäysvaiheen jälkeen levyt voidaan toimittaa suoraan sinkitykseen. Sinkityksestä saavuttuaan levyt voidaan toimittaa suoraan asennuspisteelle. Näin seitsemän konkreettista työvaihetta pienenee neljään työvaiheeseen. Samalla lopullisen tuotteen läpimenoaika lyhenee ja valmistuskulut pienenevät.

Kuten edellä mainitusta esimerkistä voidaan huomata, pienellä suunnittelumuutoksella vaikutetaan valmistuskustannuksiin merkittävästä. Tällaisiin asioihin pitäisi pystyä tarttumaan voimakkaammin erityisesti suunnittelun alkuvaiheessa. Edellä mainittuja tapauksia on vuosittain kymmeniä, joista muutamien kohdalla puhutaan merkittävästä kustannuksista. Valitettavasti nämä tapaukset tulevat ilmi tuotannon hankinta- ja valmistusvaiheessa, jolloin asioihin voidaan vaikuttaa enää hyvin minimaalisesti. Toinen merkittävä kustannus syntyy turhan monimutkaisten ja runsaasti osia sisältävistä tuotteista. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi syöttimet, joihin tulee useita satoja erilaisia valmistettavia osia projektista riippuen.

### 5.3 Suunnittelun vakiointi tuotannon näkökulmasta

Vaikka PC Oy räätälöi myydyt laitteet asiakkaan toiveiden mukaiseksi, niin paljon nykyistä enemmän voitaisiin hyödyntää vakioratkaisuja ja jo kertaalleen aikaisemmin suunniteltu rakenteita. Valitettavasti tämä ei toistaiseksi ole konkreettisesti tullut esille yhdessäkään viime vuosina toteutetussa projektissa. Osasyynä tähän varmasti on ollut uudet ja kokemattomat projektihenkilöt, sekä alati vaihtuvat alihankkijasuunnittelijat. Jokaisessa toteutetussa projektissa esim. siltalohkojen päädimensiot ovat pysyneet sa-

moina, mutta materiaalit ja niiden sijoittaminen teräsrakenteeseen ovat vaihdelleet. Tuotannon toimihenkilöt ja suorittavat työntekijät ovat nähneet tämän asian, kun useiden eri suunnittelijoiden valmistuspiirustukset ovat kulkeneet valmistuksen kautta. Tämä erilaisuus on sinällään ongelma, mutta merkittävämpi ongelma se, että valmistuksella ei ole olemassa kanavaa, jonka kautta asioita voisi tuoda esille. Suunnittelukatselmuksilla on pyritty vaikuttamaan tähän ongelmaan, mutta palaverieihin varattu aika ei riitä yksityiskohtaisten ratkaisujen pohtimiseen.

Yksi tapa päästä ajoissa kiinni suunniteltavaan tuotteeseen on edetä vakioratkaisujen kautta suunnittelun standardointiin. Standardoinnilla tarkoitetaan työtä, jonka tekemiseen on olemassa kirjallinen tai sähköinen ohjeistus. Standardointi tai vakiointi ei tapahdu hetkessä, vaan sille on nimettävä henkilöresurssit, jotka vievät asioita eteenpäin pitkäjänteisesti. Henkilöiden on edustettava kaikkia niitä toimintoja, joita yrityksessä on. Esimerkkinä voidaan mainita Toyotan toiminta uuden auton suunnitteluvaiheessa. Kun uusi auto on suunnittelun alkuvaiheessa, kootaan työntekijöistä pilottitiimi. Pilottitiimin jäsenet työskentelevät tehtaalla kaikilla tärkeillä osa-alueilla ja yhteistyössä tuotekehittäjien kanssa he kehittävät alustavan standardoidun työn uudelle autolle. Lopullinen standardointi tehdään valmistuslinjoilla, jolloin rivityöntekijät pääsevät omalta osaltaan vaikuttamaan uuden tuotteen valmistukseen. Tämä toimintamalli sitouttaa ja motivoi työntekijöitä, sillä he pääsevät vaikuttamaan omalta osaltaan uuden auton valmistukseen. Toisin sanoen antamalla suunnitteluväliltä myös valmistuksesta vastaavalle henkilöstölle saadaan lopputuloksena paremmin valmistettava tuote ja motivoituneempi henkilökunta. (Liker 2006, 146–148)

Vakioratkaisujen edut ovat kiistattomat. Niiden avulla hankittavien materiaalien ja palveluiden tarve vakiintuu, jolloin myös toimittajat seuloutuvat paremmin vastaamaan tarpeita. Lisäksi yhteistyö toimittajien kanssa syvenee, kun he ymmärtävät yrityksen tarpeet paremmin, ja tämä voi poikia jopa kumppanuussuhteen yritysten välille. Valmistuksessa se puolestaan tarkoittaa läpimenon kasvua, koska työntekijät ovat tehneet samaa rakennetta aikaisemminkin. Myös läpimenoajan ennustettavuus paranee, mikä puolestaan palvelee kapasiteetilaskentaa paremmin ja hyödyttää myös tarjouslaskentaa uusien tuotteiden myynnissä. Laatu paranee, kun tunnetaan paremmin valmistettava tuote ja osataan kiinnittää huomiota vaikeasti valmistettaviin sekä laadullisesti tärkeisiin yksityiskohtiin. (Liker 2006, 203–216)

#### 5.4 Materiaalivalinnat

Merkittävä tuotantoa koskeva suunnitteluparametri liittyy käytettäviin materiaaleihin. Vaikka projektin vaatimuksena olisi valmistuskilojen optimointi, niin harkinnan tulisi olla sallittua tässä asiassa. Liian usein tuotteet monimutkaistuvat, kun jokaisen yksittäisen osan painoa on yritetty optimoida. Lisäksi suunnittelukustannukset kohoavat, kun yhä useammille rakenteille joudutaan tekemään lujuustarkasteluita. Muutaman prosentin kohoamat tuotteen massassa ovat täysin hyväksyttävissä, jos massan kohoaminen vähentää työvaiheita ja käytettävien materiaalien nimikkeitä. Joskus voi olla jopa niin, että hieman painavampi standardituote on edullisempi kuin erikseen valmistettava kevyempi tuote. Hyvänä esimerkkinä tästä toimii eräs kuljetinta ympäröivä hoitotasorakennelman valmistus, johon oli suunniteltu potkulista särmätystä 4 mm paksusta levyistä. Tuotteen kilohinta toimitettuna konepajalle olisi ollut n. 1,50 €/kg. Samanlaista tuotetta löytyi kuitenkin eräältä terästukkuriilta varastotuotteena toimitettuna hintaan 1,02 €/kg. Suurin ero tuotteiden välillä oli, että tukkurin varastosta löytyvässä tuotteessa ainevahvuus oli 5 mm ja painon lisäys n. 20 %. Painon lisäyksestä huolimatta standardituote oli hankintahinnaltaan edullisempi ja toimitusajaltaan nopeampi. (Ruukki varastotuotteet ja esikäsittelypalvelut, hakupäivä 3.7.2013)

Materiaaleissa onkin syytä keskittyä käyttämään ainoastaan tunnettujen kotimaisten terästukkureiden varastotuotteita. Vuosittaiset varastotuotteet voi kätevästi löytää toimittajien nettisivuilta. Suunnitteluohjelmien kirjastoista löytyviä materiaaleja on syytä verrata toimittajien varastotuotteisiin saatavuuden varmistamiseksi. Levyleikkeiden materiaalina käytetään valtaosin S355 K2 +N laatuista terästä, jota on helposti saatavilla, ja jota myös levyleiketoyttäjät suosivat. Levyleikkeiden paksuuksia on pyritty vakioimaan varastojen pienentämiseksi ja leikattavien massojen kasvattamiseksi. Valitettavasti tämä asia ei ole muuttunut käytänteeksi suunnittelupuolella, vaan levyleikkeiden paksuuden hajonta on edelleen runsasta. (Paakkola Vault, hakupäivä 2.7.2013)

Ennen suunnittelutyöhön ryhtymistä on suunnittelijan tiedostettava, mitä materiaaleja ja komponentteja kullekin projektille on kaavailtu sopimushetkellä. Alla on lueteltuna asiat, joiden tulee olla selvillä ennen varsinaisen mallinnuksen aloittamista.

- hihnaleveys, joka määrää kuljetinpenkin leveyden ja muiden rakenteiden koot.

- perustuksien paikoitukset, joilla määritetään lohkojen ja tukirakenteiden pituudet.
- myydyn kuljetintyyppin poikkileikkaus.
- erikoisvaatimukset, kuten esimerkiksi iskukestävyys kylmässä tai korroosiovaatimukset, jotka voivat vaikuttaa materiaalivalintoihin.
- mahdolliseen kuljetintunneliin tulevat vuoraukset eli eristeet.

### 5.5 Suunnittelu virtautetun tuotannon näkökulmasta

Virtautettu tuotanto on yksi Lean-tuotannon prosesseista, jossa on karsittu kaikki ylimääräinen pois. Ylimääräisellä tarkoitetaan mm. tuottamatonta työtä sekä varastointi- ja hallinnointikuluja. Jotta suunnittelu kykenee tukemaan joustavaa tuotantoa, tulee sen ymmärtää tuotantoa ja sen tavoitetilaa virtautetun tuotannon näkökulmasta. Kaikki tämä ymmärrys tulisi hyödyntää konepajapiirustuksissa siten, että sen avulla olisi mahdollista päästä virtautettuun tuotantoon. Tämä kuulostaa varsin oudolta tavalta perinteisessä konepajavalmistuksessa, sillä usein prosessin eri vaiheissa toimii eri yrityksiä. Vaikkapa uuden kauppakeskuksen rakentamisessa voi olla mukana seuraavia osapuolia: rakennuttaja, projektinhoitaja, suunnittelutoimistot, valmistajat ja itse kauppakeskuksen rakentajat. Rakennuttaja tilaa projektin projektitoimistolta, joka puolestaan kilpailuttaa suunnittelua ja lopulta tilaa suunnittelun. Kun suunnittelu on valmis, niin näillä valmistuspiirustuksilla kilpailutetaan esimerkiksi teräsrakennevalmistajia. Teräsrakennevalmistajat puolestaan valmistavat piirustusten mukaiset tuotteet projektinhoitajalle. Kilpailutettu rakentaja sitten asentaa projektinhoidon hankkimat teräsrakenteet paikalleen suunnitelmien mukaisesti. (Liker 2006, 87–112)

Edellä mainittu esimerkkitapaus on luonut kulttuurin, joka ei sellaisenaan istu virtautettuun tuotantoon. Tässä tapauksessa suunnittelutoimisto tekee valmistuspiirustuksen tietyn ajatusmaailman pohjalta. Projektinhoitajan tehtävänä on puolestaan kilpailuttaa valmistus, jolloin valmistajaksi valikoituu sellainen yritys, jonka valmistusprosessiin suunnitellut rakenteet sopivat. Tällaisissa tapauksissa valmistava yritys voi vaihdella projektikohtaisesti ja myös valmistavien yritysten kulloinenkin taloustilanne saattaa vaikuttaa kaupankäyntiin. Tämä malli on varsin toimiva ja helpottaa suunnittelua, mutta ei toimi esimerkiksi PC Oy:n kaltaisissa yrityksissä, jossa suunnittelun tulisi olla tuki-toiminto ja kumppani tuotannolle. Tehtävänä olisikin saada luotua tuote, jonka materiaalit ovat yleisesti saatavilla ja joka on valmistuksellisesti helppo toteuttaa, asentamisen

huomioiva, toimiva ja luotettava. Tällaisella tuotteella pärjää markkinoilla niin toimitusajallisesti kuin hinnallisestikin. Mitään yksinkertaista oikopolkua tällaisen virtautetun tuotteen luomiseen ei ole, vaan se vaatii aikaa ja resursseja. Avainasemassa on avoin kommunikointi sekä selkeästi kuvattu ja sisäistetty projektin vaiheistus.

Virtautetun tuotteen luomiseksi olisi luotava oma projekti, jonka jäsenillä on riittävästi valtaa muokata tuotetta. Koska PC Oy:n päätuote on hihnakuljetin, voisi tällainen pienikokoinen kuljetintoimitus toimia eräänlaisena pilottihankkeena virtautetun tuotteen luomiseksi. Jotta asia lähtisi konkreettisesti etenemään, tulisi virtautetun tuotteen projekti viedä eteenpäin seuraavin askelin:

1. suunnittelukumppanin etsiminen.
2. projektiryhmän nimeäminen kaikilta yrityksen eri toimintoalueilta.
3. projektiryhmän ja suunnittelun työpajan järjestäminen 1-2 päiväksi.
4. suunnittelun saattaminen alkuun projektiryhmän ohjeistuksella.
5. suunnittelun päivittäinen valvominen ja ohjeistaminen paikan päällä.
6. tuotteen valmistuttaminen ja valmistuksen valvominen projektiryhmältä päivittäin paikan päällä.
7. valmistettavuuden dokumentointi, parannusesitysten dokumentointi ja läpikäynti yhdessä suunnittelun kanssa välittömästi.
8. asennettavuuden dokumentointi, parannusesitysten dokumentointi ja läpikäynti yhdessä suunnittelun kanssa välittömästi.
9. laitteiston toimivuuden dokumentointi, parannusesitysten dokumentointi ja läpikäynti yhdessä suunnittelun kanssa välittömästi.
10. projektin yhteenvetopalaveri, jossa käydään läpi myös projektin taloudellinen onnistuminen ja asetetaan tavoitteet seuraaviin projekteihin opittujen oppien pohjalta.

Etenemällä systemaattisesti ja ennakoidusti voidaan aikaansaada merkittävä laadullinen ja taloudellinen parannus projektissa. Kaikki tarvittava tieto tämän toteuttamiseksi löytyy jo nykyisellään PC Oy:stä. Kyse on ainoastaan siitä, voidaanko tarvittavat resurssit irrottaa nykyisistä tehtävistään pilottiprojektia varten. Projektiryhmän koko ei saa olla liian suuri ja yhtä yrityksen toimintoa saa olla edustamassa vain yksi henkilö. Muussa tapauksessa voi syntyä näkemyseroja asioiden välillä, joka aiheuttaa sekaannusta muissa toiminnoissa. Projektin kaikki toiminnot tulee seurata tarkasti paikan päällä Toyotan

oppien mukaisesti. ”*Et voi olla varma siitä, että todella ymmärrät jotain yrityksen ongelmaa, ellet mene itse paikan päälle katsomaan*” (Liker 2006, 223). Uskon vakaasti, että viemällä läpi tällaisen pilottiprojektin, kaikkien osastojen ymmärrys toistensa toimunnoista ja tarpeista kasvaa merkittävästi. Pelkästään kirjallinen ja suullinen ohjeistaminen on todettu monesti riittämättömäksi projektin eri vaiheissa, joten uuden suunnan ottaminen Toyotan esimerkin mukaisesti voisi tuoda merkittäviä tuloksia lyhyessäkin ajassa. (Liker 2006, 223–236)

## 6 LEANIN SOVELTAMINEN PAAKKOLA CONVEYORS OY:SSÄ

PC Oy:n tuote ja siihen oleellisesti liittyvä tuotanto sopivat hyvin Lean-tuotantojärjestelmään. Joitakin sen oppeja voidaan alkaa soveltaa välittömästi, kuten esimerkiksi virtautettua tuotantoa tai hukkan vähentämistä. Osittain näitä asioita on jo yritettykin soveltaa, mutta nuori ja kokematon toimintakulttuuri sekä malttamattomuus ovat ehkä olleet suurimpia ongelmia erilaisten käytäntöjen sisäänajossa. Varsinaista rutinoitunutta toimintakulttuuria ei ole päässyt syntymään suuresta henkilöstön vaihtuvuudesta ja nopeasta kasvusta johtuen. Toiminta on ajautunut tietynlaiseksi selviytymis-taisteluksi ja varsinainen kehitystyö tuotteiden tai tuotannon osalta on jäänyt vajavai-seksi tai unohtunut kokonaan. Nyt kun tilauskanta on ollut pienempää ja vastaavasti vaihtuvuus on saatu vähenemään, on myös toimintakulttuuria ja rutiinia alkanut syntyä. Tämä positiivinen muutos ei välttämättä näy hetkessä yrityksen tuloksessa, mutta arjes-sa muutoksen on huomannut. Tuotantojärjestelmän ja kulttuurin kehittäminen olisikin hyvä aloittaa heti seuraavasta projektista, jolloin vakiohenkilökunnalla saataisiin riittävä tietämys ja kokemus eri laitteiden valmistuksesta. Sen jälkeen varovainen henkilöstö-määrän nosto olisi hallitummin tehtävissä.

Jotta tuotantojärjestelmä saataisiin virtautettua, tulisi myös sidosryhmien väliset tarpeet olla tiedossa, ja niitä tulisi kunnioittaa. Myös ylemmän johdon olisi käytävä läpi koko prosessi ilman ennakkoluuloja, jotta todelliset pullonkaulat tulisivat paremmin esille. Koko henkilöstö tulisi resursoida uudelleen ja kaikkien päätösten taustalla tulisi olla pitkän aikavälin filosofia. Kun nämä asiat on laitettu järjestykseen, niin seuraava aske-leena tulisi virtautettu tuotanto.

### 6.1 Tuotannon suorituskyvyn mittaaminen

Tuotannon suorituskykyä mitataan useilla eri alueilla ja mittareilla. Mittaamisen taso ja menetelmät ovat kuitenkin vaihdelleet viime vuosina, eikä varsinaista standardoitua tapaa tiedonkeruuseen ole päässyt syntymään. Raportoinnin taso on vaihdellut riippuen siitä, kenen vastuulla raportointi on ollut. Myynnin näkökulmasta tuotantoa tulee mitata euroina, eli kuinka paljon kunkin laitteen valmistaminen maksaa. Tuotannon sisällä sii-hen päästään mittaamalla esimerkiksi tuotettuja kiloja tai maalattuja neliötä työtunteja kohden. Suoranaisten raha-arvojen esittämistä tuotannossa tulee välttää, vaan tavoitteet tulee asettaa mieluummin kiloina, neliöinä tai tunteina. Työntekijöille asettavien tavoit-

teiden tulee olla riittävän selkeitä, eikä niihin saa jäädä tulkinnanvaraa. Jos tulkinnanvaraa jää, niin työntekijöiden tulkinta on aina heille suotuinen. Tuotannon toimihenkilöiden tehtävänä on muokata valmistettavan laitteen budjetti tavoitteeksi, jonka jokainen työntekijä yksiselitteisesti ymmärtää.

Tavoitteiden asettaminen kannattaa aikatauluttaa siten, että siinä on liikkumavaraa ja se sallii poikkeustilanteiden korjaamiseen käytettävän ajan. Poikkeustilanteella tässä yhteydessä tarkoitetaan esimerkiksi jonkin kriittisen laitteen rikkoontumista tai työntekijän sairastumista. Liikkumavara tai aikataulu ei saa olla suurpiirteinen, sillä silloin niiden hallittavuus katoaa. PC Oy:n tapauksessa järkevintä onkin asettaa viikoittaiset tavoitteet, josta käy ilmi terästyössä, maalauksessa ja varustelussa tehtävät työt. Viikoittaisten tavoitteiden onnistuminen ja läpimenot on tärkeää käydä läpi vähintään kerran viikossa, jolloin tavoitteiden ylityksiin tai alituksiin voidaan reagoida. Samassa yhteydessä työnjohtaja ja tuotannosuunnittelija voivat raportoida materiaali- ja työtuntitoteutumat tuotantopäällikölle, joka puolestaan muokkaa nämä tiedot myynnille ja projektille soveltuviksi.

Kaikki nämä edellä mainitut raportit olisi periaatteessa saatavissa myös toiminnanohjausjärjestelmistä. Ongelmana ovat vain puutteet ja tiedon vähyys järjestelmän käytössä. Järjestelmän käyttämisen tulisi olla aktiivista ja jatkuvaa, jotta tuotannosta saataisiin irti luotettavia raportteja. Tästä syystä suunnitelmat tehdäänkin valtaosin Excel-taulukoihin. Valmistettavien tuotteiden ydin on järjestelmään luotavat nimikkeet, jotka projekti luo ennen varsinaisen projektin käynnistymistä. Nimikkeet luodaan tarjouslaskennassa käytettyjen nimikkeiden mukaan, mikä käytännössä johtaa ongelmiin tuotteen valmistus- tai hankintavaiheessa. Suunnitellut rakenteet voivat oleellisesti poiketa tarjotusta rakenteesta, rakenteita on voinut tulla lisää ja osa on voinut jäädä kokonaan pois. Tällöin nimikkeet ja käytännössä valmistettavat tuotteet eivät välttämättä enää kohtaakaan todellisuudessa. Ongelman korjaamiseksi tulisi nimikkeiden luonti rytmittää suunnittelun kanssa yhteneväiseksi. Samalla kun tuote valmistuu suunnittelusta, sille luotaisiin nimike järjestelmään. Nimikkeen taustatietoihin voitaisiin määrittää budjetti, joka on järkevästi linjassa suunnitellun ja myydyn tuotteen kanssa. Käytännössä budjettien selvittäminen ja hallitseminen on vaikeaa, koska hankintoja tehdään useissa eri yksiköissä ja osin puutteellisin tiedoin. Jokaisen hankkijan tehtävänä on selvittää itse hankinnan budjetti, jolloin joihinkin hankintoihin varatut rahat riittävät hyvin, kun taas toisiin hankintoihin ei ole varattu rahaa laisinkaan.

## 6.2 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelijan päätehtävänä on vastata tuotannon sujuvuudesta. Hänen tehtävänä on laatia tuotanto-ohjelmat, joihin oleellisena osana kuuluu aikataulu ja kapasiteetilaskenta. Lisäksi hänen tehtävänä on vastata tuotannossa tarvittavista materiaalihankinnoista. Aikataulun hallinnan ensimmäinen askel on hankintojen aikatauluttaminen, jolla luodaan edellytykset tuotantoaikataulussa pysymiseen. Mitä enemmän on kyseessä asiakastarpeeseen räätälöity tuote, sen vähäisempää on tuotannonohjausjärjestelmästä saatava hyöty. Toiminnanohjausjärjestelmä ei ota huomioon jatkuvia muuttujia, joita tuotannon arkipäivä pitää sisällään. Tästä syystä tuotannossa edelleen tarvitaan myös toimihenkilöitä.

Tuotannosuunnittelija toimii aktiivisesti suunnittelun, myynnin, tuotannon ja asennuksen rajapinnassa. Myynnille tuotannosuunnittelu ilmoittaa käytettävissä olevan kapasiteetin ja suunnittelun kanssa suunnitteluajataulut sovitetaan yhtenäiseksi tuotantoajataulujen kanssa. Tuotannosuunnittelijan kannalta tuotannon valmistusaikojen arviointi ei ole helppoa, sillä erilaisia valmistettavia osia voi olla satoja ja lisäksi suorituskyky on riippuvainen myös yhteistyöyritysten toiminnan sujuvuudesta. Luotettavien arvioiden antaminen vaatiikin tuotannosuunnittelijalta kokemusta sekä tuotannon ja tuotteiden erinomaista tuntemusta. (Edu 2010, hakupäivä 26.12.2012)

## 6.3 Työnjohto

Työnjohtaja vastaa laadituissa aikatauluissa ja budjeteissa pysymisestä. Keskeisimpänä tehtävänä on poikkeustilanteiden hallinta. Poikkeustilanteita syntyy lähes päivittäin laiterikkojen, sairastapausten tai materiaalityömittusten viivästymisen vuoksi. Näihin tilanteisiin on reagoitava nopeasti toimitusaika, laatu ja budjetti huomioiden. Yhteistyökyky ja luottamus henkilöstöön ovatkin avainasioita asioiden hoitamisessa. Budjetti- ja aikataularviointi eivät ole helppoja tehtäviä työnjohtajalle. Myös jatkuvat muutokset voivat sumentaa kokonaisnäkemystä projektin tilasta valmistuksessa. Kokemus laitteiden valmistamisesta auttaa arvioimaan myös tulevia projekteja ja tätä kautta myös ennusteet tarkentuvat. Edellä mainittujen tehtävien lisäksi PC Oy:n työnjohtajien tehtäviin kuuluu henkilöstöasioiden hoitaminen yhteistyössä tuotantopäällikön kanssa sekä tarveaineista huolehtiminen. Toisin sanoen kaikki tuotantotiloissa tapahtuva toiminta on ensisijaisesti työnjohtajan vastuulla. (Edu 2010, hakupäivä 26.12.2012)

## 6.4 Hankinta

Hankinta -sanaa käytetään yleisesti oston yhteydessä, mutta hankinta tarkoittaa laajempaa ostotoimien kokonaisuutta. Ostoa voidaan määrittää yksittäiseksi pieneksi ostotapah- tumaksi ja hankinta puolestaan laajemmaksi suuriksi kokonaisuuksiksi käsittäväksi ostami- seksi, josta tarvittaessa luodaan oma erillinen sopimus. Ostotoiminnan tavoitteena on hankkia tarvittavat raaka-aineet, puolivalmisteet, tuotteet ja palvelut oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan yrityksen kannalta mahdollisimman hyvällä taloudellisella hyötysuh- teella. (Teperi 14.12.2012, luento)

PC Oy:n hankinta toimii hajautettuna, eli kukin yksikkö hankkii tarvitsemansa materiaa- lit ja tarpeet itse. Aikaisemmin yrityksessä työskenteli ostaja, mutta tämä toimintamalli ei tyydyttänyt esimerkiksi tuotannon tarpeita. Perinteisesti ostaja keskittyy lähinnä hin- nan ja toimitusajan kiristämiseen, eikä näe kokonaisvaltaisesti edullisinta ratkaisua. Ha- jautetussa hankintamallissa hankinnan tekijä toimii samalla myös teknisenä yhteyshen- kilönä, jolloin hänen on helpompi nähdä millainen tuote tai palvelu toimii kokonaisval- taisesti yrityksen eduksi. Näihin vaikuttavat mm. konekapasiteetti, henkilökapasiteetti, taloustilanne, osaaminen ja kumppanuussuhteet. Lisäksi hankittavaa materiaalia tai pal- velua voidaan hieman muokata hankintavaiheessa, jolloin voidaan saada säästöä aikai- seksi tuotantoprosessin myöhemmissä vaiheissa. Tyypillinen esimerkki tällaisesta on koneenpiirustusoppien mukaan mitoitetut pultinreiät, jotka ovat lähtökohtaisesti aina liian pieniä termiselle leikkaukselle hiemankin paksummissa teräslevyissä. Noudatta- malla orjallisesti valmistuskuvan vaatimuksia jouduttaisiin monet pultinreiät koneista- maan, mikä puolestaan nostaisi levyleikkeiden hankintahintaa merkittävästi. Tekemällä pieniä reikäkokojen suurennuksia hankintavaiheessa voidaan kaikki levyt hankkia sa- malta toimittajalta ja yhdellä työvaiheella. Tällaisessa muuntamisessa tulee kuitenkin ymmärtää, mihin kohteeseen tuotteet tulevat ja ovatko muutokset sallittuja esimerkiksi lujusteeknisesti.

Edellä kuvattu hankintatavan muutos on osoittautunut varsin toimivaksi ratkaisuksi. Materiaalien hankintaerät ja toimitusajat voidaan sopia paremmin ja tieto toimituspäi- vistä etenee suoraviivaisesti tuotantoon. Tämä helpottaa jokapäiväistä arkea, koska sil- loin voidaan hallita kuormitusta ja sopia erilaisista vapaista henkilöstön kanssa parem- min. Hankittaviin materiaaliin kuuluu olennaisena osana myös settittäminen eli mate- riaalien lajittelu valmistettaviin kokonaisuuksiin. Settien luonti kuuluu tuotannonsuun-

nittelijalle, jonka tehtävänä on huolehtia oikeat materiaalit oikeaan varastopaikkaan. Vaikka hajautettu hankinta toimiikin paremmin, niin siinä on myös omat huonot puolensa. Kilpailutettavat massat pienenevät, koska jokainen yksikkö hankkii materiaalit parhaakseen näkemästä paikasta. Näin ollen hankinnoissa menetetään selkeä etu, jota massakilpailutukselle saadaan. Erityisesti terästen hankinnassa tämän merkitys korostuu, koska teräsvalmistajien valmistuserät ovat suuria.

Jotta asiat hankinnan osalta kehittyisivät oikeaan suuntaan, voitaisiin hankintatoimia järjestellä joiltain osin uusiksi. Esimerkiksi uuden projektin käynnistyttyä hankintaa suorittavat henkilöt kävisivät läpi merkittävimmät hankinnat. Projektiin nimettäisiin erillinen hankintapäällikkö nykyisestä organisaatiosta, joka kilpailuttaisi kaikki merkittävät hankinnat yhteistyössä yksiköiden hankkijoiden kanssa. Yksiköiden hankkijoiden tehtävänä olisi ohjeistaa hankintapäällikköä, millaisia tarpeita heillä on liittyen materiaaleihin tai palveluihin. Tämän kilpailutuksen aikaansaannoksena tulisi olla hintahaitari, jonka sisällä materiaalien tai tarpeiden hinnat tulevat olemaan. Kun tämä hintahaitari saadaan projektin määrittämän budjetin sisään, niin vaara hankintabudjetin ylittymisestä on merkittävästi pienempi. Kun varsinainen massakilpailutus olisi tehty, voitaisiin toimintaa jatkaa nykyisellään, eli yksiköiden hankkijat vastaisivat lopullisista hankinnoista tarpeidensa mukaan.

Toinen vaihtoehto on perustaa erillinen hankintaosasto, joka vastaa kaikista materiaali-, palvelu- ja tarveainehankinnoista. Hankintaimpulssi voisi tulla edelleen materiaalin tai palvelun tarvitsijalta, mutta virallisesta ostotilauksesta ja hintaneuvottelusta vastaisi hankintaosasto. Hankintaimpulssin tulisi olla yksiselitteinen ja siitä tulisi käydä ilmi vähintään alla olevat asiat:

1. hankinnan kohde kaikkine vaatimuksineen.
2. budjetti.
3. toimitusaika- ja toimitusehtovaatimukset.
4. pakkaus- ja merkkauksivaatimukset.
5. toimitusosoite.

Tällä järjestelyllä hankinnat hoidettaisiin keskitetysti, jolloin taloushallinnon kassavirtaennuste olisi huomattavan paljon tarkemmin hallittavissa ja ennustettavissa. Nykyisten kassavirtaennusteiden ongelmana on, että niiden laatimisesta vastaa jokainen hankintoja

tekevä henkilö omalla tyyllillään ja tarkkuudellaan. Näin ollen todellinen kassavirta ja ennusteet vaihtelevat suuresti. (Prinz 3.9.2013, Haastattelu)

## 6.5 Työohjeet ja menetelmien vakiointi

Jotta yritys voi olla kilpailukykyinen, tulee laadun ja työmenetelmien olla kilpailukykyisiä. Parhaiten työmenetelmiä voidaan kehittää kokeilemalla ja suunnittelemalla työmenetelmiä yhä uudestaan ja paremmin. Läheskään kaikki kokeilut eivät onnistu tai ainakin ne muuttuvat merkittävästi matkan varrella. Tästä muutoksesta tai epäonnistumisesta ei pidä lannistua, sillä epäonnistumiset ovat olennainen osa kehitysprosessia. Jos menetelmien dokumentointi ontuu, korostuu henkilöstön osaaminen ja ns. hiljainen tieto. Lean-menetelmässä olennainen osa valmistustyötä on siisteys ja järjestys. Kaikkien tavaroiden tulee löytyä niille määrättyiltä paikoilta. Ongelmien esiintuomiseksi on pyrittävä käyttämään visuaalista, mutta yksinkertaista menetelmää. Yksi esimerkki on uuden projektin työkuorman hahmottaminen tuotannon toimihenkilöiden ja työntekijöiden keskuudessa. Tulostamalla ja niputtamalla valmistuspiirustukset valmistettaviin setteihin työnjohtajien konttoripöydälle jokainen voi nähdä valmistuksen valmiusasteen karkealla tasolla. Jos pöydällä lojuu valtaosa projektiin valmistettavista kokonaisuuksien piirustuksista, projektin valmiusaste on alhainen. Jos pöytä on puolestaan lähes tyhjä, voidaan projektin valmiusaste tuotannossa arvioida melko korkeaksi. (Liker 2006, 149–158)

Yhtenä osana tätä työtä oli tehdä kirjalliset työohjeet useimmin toistuvista työvaiheista ja menetelmistä. Kirjallisia työohjeita yrityksessä on käytössä hyvin vähän, joten tarvetta niiden laatimiseen todellakin on. Lisäksi työohjeet auttavat merkittävästi uusien työntekijöiden perehdyttämistä, ja varsinkin alkuvaiheessa he voivat tarkastaa valmistustekniset asiat kirjallisesta ohjeesta. Työmenetelmäohjeet laadittiin siltaristikon valmistukselle, jossa valmistustyö purettiin yksityiskohtaisiin vaiheisiin. Vaiheissa käydään läpi, miten ristikon eri osat valmistetaan ja mitkä tekijät ovat laadullisesti merkittäviä. Kyseisen tuotteen valmistustekniikkaa on kehitelty usean vuoden ajan ja muutoksia on jouduttu tekemään jopa hankintaan saakka, jotta on kyetty saavuttamaan kilpailukykyinen siltaristikon valmistusmenetelmä. Seuraava askel ristikon valmistuksessa on suunnitella aputyökaluja lohkojen käsittelyyn.

Ensimmäinen vaihe siltaristikon valmistuksessa on hankinta. Ristikon palkit pyritään hankkimaan määrämittäisiksi katkaistuna, pohjamaalattuina ja setitettyinä. Määrämittäisiksi katkaistuja palkkeja hankitaan ainoastaan tarvittava määrä, jolloin materiaalihukkaa ei pääse syntymään. Terästoimittajat ottavat huomioon hukan hinnoitellessaan tuotteita, mutta siitäkin huolimatta on kustannustehokkaampaa hankkia palkit valmiiksi katkaistuina. Tarvittavat levyleikkeet hankitaan setitettyinä. Ensimmäinen valmistusvaihe on ristikon seinän tekeminen, joka tehdään sille varatussa työskentelypisteessä. Seinän valmistus käynnistyy ylä- ja alapuolisten parreputkien jatkamisella. Putket asetetaan tukevasti pukkien päälle ja putkien väliin asetetaan pystytuet. Viimeisenä vaiheena seinävalmistuksessa asetetaan vinodiagonaalit pystyjen ja parreputkien väliin. Kaikki palkkien asettelu tehdään mahdollisimman mittatarkasti, jolloin ensimmäistä seinää voidaan käyttää toisen seinän sapluunana. Toisen seinärakenteen valmistaminen sapluunan avulla on nopeaa, kuitenkin mittatarkkuuden säilyessä ennallaan. (Hemming 27.3.2013, haastattelu)

Toisessa valmistusvaiheessa lohkon seinät pystytetään omassa työpisteessä. Pystytysvaiheen jälkeen seinien väliin asetetaan katto ja lattiapalkit. Pystytysvaiheessa on erityisen tärkeää säilyttää lohkon ristimitat, jotta lohkosta ei tule kiero tai vino. Lattia- ja kattopalkkien asentamisen jälkeen asennetaan kuljetinpenkki, johon kiinnitetään rullatelineet myöhemmin varusteluvaiheessa. Kuljetinpenkin rei'itys tehdään yleensä erillisessä työpisteessä yhtäaikaaisesti seinävalmistuksen kanssa. Näiden vaiheiden jälkeen lohko on valmis varsinaiseen hitsaustyöhön, joka tehdään erillisessä hallissa. Valtaosa hitsausaumoista on pienahitsejä, joissa palkit asettuvat suorakulmaisesti toisiinsa nähden. Lujuusteknillisesti tärkeimpiin saumoihin tehdään NDT-testaus ulkopuolisen tarkastajan toimesta. Tällaisia saumoja ovat yleensä palkkien pituussuuntaiset jatkosaumat tai lohkojen päihin tulevat liitoslevyjen hitsausaumat.

Edellä kuvattu prosessi antaa hyvän kuvan siitä, mitä yksi valmistusvaihe todellisuudessa pitää sisällään. Tätä toimintatapaa voidaan pitää standardoituna työnä, mutta sitä ei ollut koskaan dokumentoitu kirjallisesti ennen tätä opinnäytetyötä. Lohkon valmistuskaava on luotu useiden projektien aikana nykyisen kaltaiseksi. Nykyään jokaisessa työskentelypisteessä työskentelee oma työntekijä, jonka vastuulla on yleensä sama työ projektista toiseen. Tällä järjestelyllä on kyetty lyhentämään läpimenoaikaa, koska työ on tullut tutuksi tekijöilleen. Toki aina valmistuksessa ei ole siltalohkoja, jolloin työntekijät valmistavat muita rakenteita. Siltalohkojen lisäksi valmistusteknillisesti standar-

doitavia rakenteita ovat tukijalat ja suppilot tietyiltä osin. Veto- ja taittopäät ovat monesti asiakaskohtaisesti räätälöityjä, jolloin niiden valmistustyön standardoiminen tarkasti on haastavaa. Kuvassa 10 on erään ristikon valmistusvaiheen kirjalliset ohjeet.

<h1>Siltalohkon valmistus</h1>			
		<h2>Terästyö Vaihe 4</h2>	
<p><b>Kuvaus:</b> Siltalohkon valmistuksen neljännessä vaiheessa lohkon seinät nostetaan nosturin avulla pystyyn ja väliin asennetaan katto ja lattiapalkit. Palkit voidaan nostella paikalleen joko käsin tai nosturia apuna käyttäen, riippuen palkkien koosta ja painosta. Asettelu aloitetaan lattiapalkeista. Lohkon yläosaan tulevien palkkien silloituksessa käytetään henkilönostinta, jonka avulla yletytään korkeisiin kohteisiin. Kattopalkeista roikkuvat kannakkeet hitsataan kiinni erillisessä työpisteessä ennen kattopalkkien asennusta. Mikäli palkit ovat pohjamaalattuja, tulee palkkien päistä hioa pohjamaali pois, hitsin laadun varmistamiseksi.</p>			
			

**Kuva 10.** Siltalohkon valmistusvaiheen 4 kirjallinen työohje

## 6.6 Laatu

Sana ``laatu`` on erittäin laaja käsite ja sille on mahdotonta antaa yhtä ainoaa kattavaa määritelmää. Tuottavassa teollisuudessa laatua voidaan tarkastella valmistuslaadun, tuotelaadun, arvolaadun, kilpailulaadun, asiakaslaadun ja ympäristölaadun näkökulmista. Valmistuslaatua kuvastaa sujuva ja kustannustehokas prosessi, joka tuottaa tasalaatuisia tuotteita. Tuotelaadulla puolestaan tarkoitetaan suunnittelun kyvykkyyttä ottaa huomioon asiakastarpeet. Arvolaatutarkastelussa syvennyttään kustannus-hyötysuhteeseen, eli kuinka paljon sijoitettu pääoma tuottaa vastinetta sijoittajataholle. Kilpailulaadussa huomioidaan kilpailijoiden toiminta ja yrityksen kilpailulaatu on riittävä silloin, kun se on tasoissa kilpailijoiden kanssa. Ympäristölaadussa tarkastellaan tuotteen elinkaaren vaikutuksia yhteiskuntaan ja ympäristöön. Kaikkein tärkein laatu yrityksen kannalta kuitenkin on asiakaskokemus eli se, tyydyttääkö tuote tai palvelu asiakkaan kaikki tarpeet ja odotukset. (Lecklin 2006, 20–21)

PC Oy:n tuote voidaan määrittää asiakkaan näkökulmasta laadukkaaksi silloin, kun se vastaa kaikkiin asiakkaan tarpeisiin. Tarpeita voivat olla ennalta määrätty käytettävyyssaste, huollettavuus, huoltopalvelun toiminta, toimitusaikataulu ja laitteiston käyttökapasiteetti. Nykyään erityisesti toimitusaikataulu on hyvin usein merkittävimpiä hankintakriteerejä. Näitä edellä mainittuja laatumääritteitä voidaan kutsua ulkoiseksi laaduksi, joka määrittelee yrityksen haluttavuuden markkinoilla.

Sisäiseksi laaduksi puolestaan voidaan määrittää yksiköiden väliset toiminnot ja sisäisen asiakkuuden ymmärtäminen. Projektin hoito, hankinta, suunnittelu, valmistus ja asennus määrittävät jokainen laatua jossain määrin. Valitettavasti vain laatu tai lähinnä sen puute havaitaan aina yhtä prosessivaihetta liian myöhään. Projektin toimeksianto suunnittelulle voi olla laadullisesti alhainen. Suunnittelun toimittamat dokumentit voivat olla puutteellisia tai virheellisiä, tai suunnitellut rakenteet voivat olla vaikeasti valmistettavia. Valmistuksen valmistamissa tuotteissa voi olla virheitä tai ne on toimitettu keskeneräisinä asennukselle. Lisäksi toiminnalliset tai asennukseen vaikuttavat suunnitteluvirheet tulevat esille asennusvaiheessa. Sisäisellä laadulla on merkittävä vaikutus myös projektin taloudelliseen onnistumiseen.

Laadun tekeminen ja tarkastamisvastuu tulee olla jokaisen työntekijän vastuulla. On aivan epärealistista olettaa, että työnjohtaja ennättäisi tarkastamaan jokaisen hitsaus-

sauman tai jokaisen kiinnitysruuvin tiukkuuden. Pistokoemaisesti hän voi tehdä tarkastuksia, mutta hänen aikansa ei riitä kaikenkattavaan tarkastukseen. Jos laatuasioista vastaaminen nimetään vain joidenkin ihmisten vastuulle, niin se antaa psykologisen vastuuvapauden organisaation muille henkilöille. On paljon tehokkaampaa tehdä sadasta työntekijästä laaduntarkastajia, kuin vain muutamasta. Tähän toimintamalliin perustuu Toyotan laadunhallinta, eli laaduntarkastus rakennetaan prosessiin sisälle. Tällaisen toimintakulttuurin luominen työntekijätasolle kestää kuitenkin useita vuosia. (Liker 2006, 138–139)

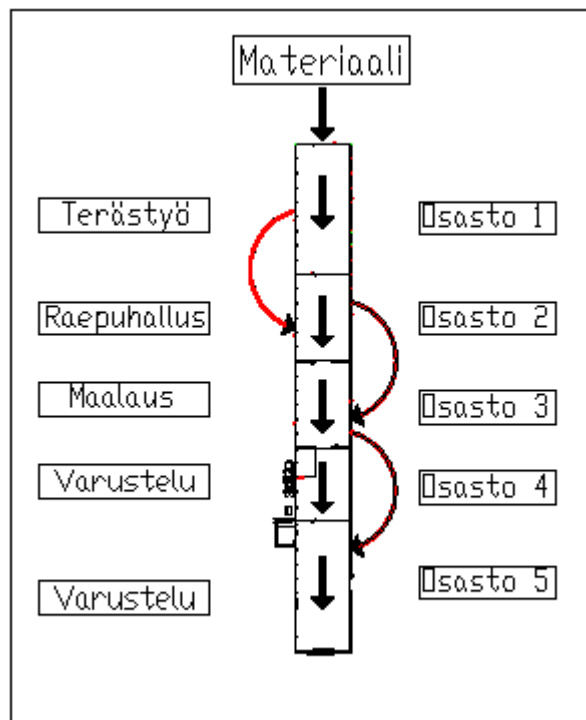
Tuotantoprosessissa laadun tulisi siis olla rakennettuna sen sisälle. Jokainen työntekijän tehtävänä olisi toimia laaduntarkastajana. Laaturvirheen löytäjää ei koskaan saisi rangaista, vaikka hän olisi itse tuottanut laaturvirheen. Sen sijaan henkilöstöä olisi kannustettava laaturvirheiden havainnoimiseksi. Mikään prosessi ei saisi koskaan pyöriä 100 %:n käyntiasteella pitkiä aikoja. Vaikka tämä kuulostaa oudolta nykyaikaisessa tehokkuusajattelussa, niin tässä ajatuksessa piilee Lean-tuotannon yksi kulmakivistä. Lean-toiminta ymmärtää ja hyväksyy, että tuotantoprosessissa on aina ongelmia ja katkoksia. Jos näitä ei esiintyisi, ongelmat olisivat piilossa. Piilolla tarkoitetaan esimerkiksi ylisuurta varastoa tai vajaata kapasiteetin käyttöä, joilla voidaan paikata ydinprosessissa olevia ongelmia. Pudottamalla varastot minimiin ja luomalla tehokkaan virtautetun tuotannon myös ongelmat ja pullonkaulat tulevat paremmin esille. (Liker 2006, 128–130)

## 6.7 Virtautettu tuotanto

Kuten aikaisemmassa kappaleessa kävi ilmi, virtautetun tuotannon avulla saadaan ongelmat esille. Useimmissa prosesseissa on 90 % hukkaa ja ainoastaan 10 % lisäarvoa tuottavaa työtä. Tämä sääntö pätee pitkälti myös PC Oy:n toimintaan. Kaikesta toiminnasta huokuu itsekeskeisyys ja jopa suoranainen kurittomuus. Hyvänä esimerkkinä tässä toimii terästyöltä valmistuva rakenne. Työntekijän tehtäviin kuuluu merkata ja pakata rakenne siten, että se voidaan siirtää kätevästi pintakäsittelyosastolle. Kaikki tiedostavat tämän, mutta tästä huolimatta kappale jää usein merkkäämättä ja valmiit tuotteet lojuvat lattialla tai jopa ulkona vesisateessa. Samanaikaisesti pintakäsittelyosaston lattiapinta-alasta on käytössä ainoastaan 20–30 %. Ongelmana tässä toiminnassa on imuohjauksen puute. Pintakäsittelyosaston tiiminvetäjän tehtävänä on huolehtia valmiit tuotteet pintakäsittelyyn oikein merkattuna ja pakattuna. Hänellä on oikeus vaatia, koska pintakäsittelyosaston tulisi olla terästyön asiakas. Sisäistä asiakkuusajattelua onkin pyritty ajamaan

sisälle tuotantoon, mutta henkilökemiat ja vanhoista tavoista poisoppiminen hidastavat merkittävästi käytännön toimia. Koneet voidaan aina ohjelmoida uudelleen, mutta ihmisten toimintatapojen muuttaminen on huomattavasti vaikeampaa.

Manu-yksikön layout on suunniteltu pitkälti virtautetun tuotannon näkökulmasta. Ajatuksena on, että jalostettavat materiaalit tuodaan sisälle toisesta päästä ja toisesta päästä tulee toimitusvalmista tavaraa asiakkaalle. Valitettavasti toimitilat eivät ole vielä täysin valmiita täysimittaisen virtauksen luomiseksi. Pintakäsittely ja varustelu kyetään hoitamaan virtautetusti, mutta osa hitsaustöistä joudutaan hoitamaan eri osastoilla ilmanvaihdon vuoksi. Kuvassa 11 on esitettyä Manu-yksikön pohjapiirros, jossa nuolet osoittavat virtauksen suuntaa.



**Kuva 11. Tervolan Manu-yksikön pohjapiirros (Paakkola Vault)**

Keskellä kuvatut nuolet osoittavat päävirtauksen suuntaa. Tällaisella virtauksella valmistetaan mm. siltalohkoja, joiden liikuttelu on hidasta ja aikavievää. Virtauksen helpottamiseksi, kaikkien osastojen keskikäytävällä on kiskot, joita pitkin lastausvaunuja voidaan liikuttaa osastolta toiselle. Sivulla esitetyt nuolet puolestaan kuvastavat pienempien kappaleiden virtausta, joita voidaan siirtää prosessista toiseen sivuovien kautta. Tällaisia kappaleita voivat olla mm. vetopää ja suppilorakenteet. Sivuovien tehtävänä on tuoda lisää joustavuutta tuotantoprosessiin. Prosessin loppupäässä sivuovien kautta voidaan tuoda asennettavia komponentteja. (Juntikka 4.3.2013, haastattelu)

Manu-yksikön tuotantotilat on jaettu viiteen osastoon. Ensimmäinen osasto on puhtaasti esikäsitteilyosasto, jossa jalostettavat teräkset tarvittaessa katkaistaan ja silloitetaan. Kaikki suuret hitsaustyöt kuitenkin joudutaan suorittamaan osastolla 5 ilmanvaihdon vuoksi. Näin ollen silloitettuja kappaleita joudutaan kuljettamaan pitkiä matkoja osastojen välillä, joka aiheuttaa merkittävä hukkaa tuotantoprosessiin. Osasto 2 toimii raepuhaltamona, jossa hitsattujen teräsrakenteiden pinta puhdistetaan ja karhennetaan maalauksella varten. Puhdistus tapahtuu puhaltamalla teräsraketta puhdistettavaan pintaan. Osastossa 3 kappaleet maalataan projektikohtaisten vaatimusten mukaisesti, yleensä joko kahden tai kolmen kerroksen maalauksena. Maalaus- ja kuivatusvaiheen jälkeen kappale siirretään osastoille 4-5 varusteluun. Varustelussa teräsrakenteisiin kiinnitetään kaikki oleelliset komponentit, kuten rullat ja rullatelineet.

Se, mitä Manu-yksikössä ja sen ympäristössä voi ensisilmäykselle havaita, on hukka. Hukkaa näkee raaka-aineena ympäristössä, tuottamattomana työnä ja epäsiisteytenä. Ensimmäinen askel virtauksen luomiseksi olisikin järjestelmällinen siivous ja varastopaikkojen luonti kaikille työkaluille ja kiinnitystarvikkeille. Ne tulisi sijoittaa niin, että kaikki ohikulkevat henkilöt voisivat ensisilmäykselle havaita esimerkiksi varastotuotteena olevien kiinnitystarvikkeiden määrän ilman penkomista tai kaappien aukomista. Toinen merkittävä ongelma on puutteellinen ilmanvaihto ensimmäisessä hallissa. Tämän investoinnin loppuunsaattaminen mahdollistaisi luontevan virtauksen luomisen loogisesti osastojen välillä.

Jatkuvan virtauksen luomisen haaste piilee PC Oy:n tuotteessa ja myyntistrategiassa. Kuten aikaisemmin todettiin, niin jokainen projekti on jossain määrin yksilöllinen ja valmistettava tuote on räätälöity asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Samaa toistavia rakenteita on vähän, mikä aiheuttaa haastavuutta jatkuvaan virtaukseen. Hetkittäin Manu-yksikössä on päästy hyvinkin tarkkaan ``tahtiaika-ajatteluun``, ja silloin kyseessä on ollut yleensä samaa toistavaa työtä pitkinä sarjoina. Ensimmäisten toteutettujen töiden jälkeen tahtiaika on lähtenyt tarkentumaan saavuttaen hyvinkin tarkan estimaatin lopussa. Tällaisten rakenteiden jälkeen on vallannut yleensä tunne, että rakenteet loppuivat kesken. Vaikka jokaisen projektin toimitus on yksilö, niin kaikista projekteista löytyy myös yhteneväisyyksiä aikaisemmin toteutettujen projektien kanssa. Jatkuvan virtauksen malli olisikin järkevintä suunnitella jokaiselle projektille uudestaan, hyödyntäen aikaisemmista projekteista saatuja oppeja.

Tahtiaika on se aika, joka on ennalta määrätty tietyn tehtävän suorittamiseen. Esimerkiksi siltalohkon silloitukseen varattu aika voi olla yksi tahti. Seuraava tahti voi olla siltalohkon hitsaus. Tahtiajan määrittää hyvin pitkälti budjetti ja joissakin tapauksissa toimitusaika. Tahtiajan määrittäminen uudelle tuotteelle on haastavaa, koska siihen vaikuttaa niin moni asia. Se on kuitenkin tärkeää tehdä, koska sen avulla tuotanto voi ennustaa valmistumisaikaa ja toteutuvaa budjettia. Liian pieniin palasiin tahtiaikaa ei kuitenkaan ole järkevää pilkkoa, koska silloin kokonaisuuden ja aikataulujen päivittäminen menee työlääksi. Tärkeintä on keskittyä budjetin ja aikataulun hallitsemiseen päivätasolla.

## 6.8 Palautejärjestelmä

Jotta tuotteet ja tuotanto voisi kehittyä, tulee valmistuksesta, asennuksesta ja loppukäyttäjältä saada takaisinkytkentä suunnittelupöydälle. Asennus on valmistuksen asiakas ja satunnaisin väliajoin asennukselta tulee parannusehdotuksia valmistukseen. Nämä ovat kuitenkin epävirallisia ja usein palautteenantoa ohjaa myös palautteenantajan tunnetila. Samoin tapahtuu tuotannon ja suunnittelun välillä. Valmistus ei kuitenkaan ole strategisesti kenenkään asiakas, jolloin virallista toimittaja-asiakassuhdetta suunnittelun ja tuotannon välillä ei ole olemassa. Jonkinlainen kumppanuussuhde yksiköiden välille tulisi perustaa, jotta parannusehdotukset otettaisiin vakavasti ja toiminnot voisivat kehittyä. Yksittäinen yksikkö tai työnjohtaja ei siihen kuitenkaan voi vaikuttaa, vaan ohjeistus ja strategian muutos tulisi tehdä ylemmällä tasolla.

Yksi ongelma tuotteiden kehityksessä on projektikohtainen suunnittelu. Jokainen projekti on yksittäistapaus, eikä vastaavanlaista laitetta välttämättä toimiteta enää koskaan. Näin ollen valmistuksesta ja asennuksesta saatavat kehitysideat eivät etene puhetta pidemmälle. Ongelmaan ei ole yksittäistä ratkaisua, mutta ottamalla valmistus- ja asennushenkilöstöä mukaan suunnittelukatselmuksiin saataisiin tuotteista edullisemmin valmistettavia ja asennettavia. Yksi vaihtoehto olisi rinnakkaissuunnittelu, mikäli aikataulu ja resurssit sen mahdollistaisivat. Käytännössä tämä tarkoittaisi, että suunnittelu olisi välittömässä yhteistyössä tuotantohenkilöstön kanssa ja suunnittelulla olisi suora näköyhteys valmistustiloihin. Kanssakäyminen tuotannon kanssa tulisi arkipäiväksi ja mahdollistaisi tuotteen muokkaamisen tarvittaessa nopeasti paremmin valmistettavaksi. Jotta oppi voitaisiin viedä tehostetusti perille, voisi suunnittelija myös osallistua

suorittavaan työhön hetkellisesti. Myös laitteiston käyttööntovaiheessa tulisi suunnittelijoiden ehdottomasti olla paikanpäällä. Työmaalta saatu oppi ja käyttäjäkokemukset ohjaisivat tuotesuunnittelua yhä parempiin ratkaisuihin. (Häkkinen 2002, 12)

## 7 HENKILÖSTÖJOHTAMINEN MANU-YKSIKÖSSÄ

Manu-yksikössä työskentelee tällä hetkellä yksi työnjohtaja, joka toimii valmistavan henkilöstön esimiehenä. Hän on päivittäisessä kanssakäymisessä erilaisten ihmisten kanssa ja hyvä ihmistuntemus auttaa tässä työssä. Erilaisten ihmisten kanssa työskentely on henkisesti vaativaa ja lisäksi esimiehen tulee kyetä vastaamaan ylhäältä tuleviin aika- taulu- ja kustannuspaineisiin. Työnjohtajan asemaa kyseenalaistetaan psykologisesti päivittäin erityisesti kokeneimpien työntekijöiden toimesta vedättämällä työnjohtajaa työhön liittyvissä asioissa. Työntekijöiden valta työyhteisössä on suuri ja yleensä he myös tiedostavat tilanteen käyttäen sitä hyödykseen aina tilaisuuden tullen. Valtaosalla PC Oy:n esimiehistä on joko teknillinen tai kaupallinen koulutus. Henkilöstöjohtaminen onkin lähtökohtaisesti heille hyvin haastavaa koulutuksen ja kokemuksen puuttuessa.

### 7.1 Yhteistyökyky ja luottamus esimiehen työkaluina

Esimiehen tärkeimpiä ominaisuuksia on yhteistyökyky henkilöstön kanssa. Jokainen työntekijä on yksilö ja kokemuksen karttuessa esimies oppii lähestymään jokaista henkilöä oikealla tavalla. Uusien työntekijöiden kanssa työskentely on aina helpompaa, sillä heidän tekemisiään eivät ohjaa ennako-odotukset ja he suhtautuvat nöyrän varuksellisesti uuteen esimieheen. Pahimmat käytöshäiriöt koetaan yleensä silloin, kun pitkään yrityksessä työskennelleet työntekijät saavat uuden esimiehen. Silloin osa kokeneista työntekijöistä voi haluta mittauttaa oman arvovaltansa työyhteisössä. Käytännön esimerkkinä tästä mainittakoon eräs laitetoimitus, jossa valmistusaikataulu petti. Uusi esimies reagoi tilanteeseen keskustelemalla työtä tehneiden henkilöiden kanssa ja yhteisymmärryksessä työntekijät lupasivat tehdä työn valmiiksi jatkamalla päivää. Näin ollen esimies teki tähän lupaukseen pohjautuen jatkosuunnitelmat ja aikataulut laitteen kuljettamiseksi työmaalle. Tällöin eräs kokenut työntekijä päätti koetella uutta esimiestään ja puhui kiireellistä työtä tehneet työntekijät lähtemään kotiin normaalisti työn jäädessä kesken. Kaikki asiat tehtiin kuitenkin työehtosopimusten mukaisesti, etteivät työntekijät missään olosuhteissa joutuisi oikeasti vastaamaan teoistaan. Kun asia viimein valkeni esimiehelle, olivat työntekijät jo poistuneet työpaikalta ja esimies joutui tekemään kiireellisen ratkaisun tuotteen laadusta tinkien. Pahaksi onnekseen esimiehen oma johtaja näki vain heikkolaatuisen työn moittien esimiestä huonosti johdetusta työstä. (Ekman 2004, 34)

Edellä mainittu esimerkki kuvastaa hyvin tilannetta, jossa virallinen esimies pannaan viralta ja vallan ottaa epävirallinen johtaja. Tällaisen tapahtuman jälkeen virallisen esimiehen luottamus henkilöstöä kohtaan on syystäkin alhainen. Jos kyseessä olisi yksinkertainen tuote tai tuotanto, niin luottamuspula ei aiheuttaisi merkittäviä ongelmia. Yksinkertaisessa laitteessa esimies voisi tarkastaa työn laadun itse, mutta koska kyseessä on monia työvaiheita ja useita komponentteja sisältäviä laitteita, ei esimiehen aika riitä jokaisen yksityiskohdan tarkastamiseen. Tällöin esimies voi ainoastaan luottaa työntekijän tehneen työnsä kunnolla. Luottamuksen rakentaminen henkilöstöön on aikaa vievää, eikä kaikkiin työntekijöihin välttämättä synny koskaan kunnollista luottamussuhdetta. Tällöin työntekijöillä on teetettävä vähäpätöisempiä ja laadullisesti vähemmän vaativia töitä. (Ekman 2004, 21–34)

Yksi esimiehen haasteista on ajankäyttö työssään. Työn teettämisen edellytyksien järjestäminen vie merkittävimmän osan esimiehen ajasta. Edellytyksillä tarkoitetaan tunti-en tarkastamista, tarve-aineiden hankintaa, palavereita sekä laitteiden huolto- ja kunnossapidosta huolehtimista. Nämä kaikki tehtävät vievät aikaa varsinaiselta työnjohtamiselta. Erityisesti nuorten työntekijöiden kohdalla tämä on ongelma, sillä heidän syvälliseen opastamiseen ei ole aikaa tarpeeksi. Tällöin järkevintä onkin nimetä kokeneempi työntekijä ohjaajaksi nuorelle työntekijälle ja laittaa heidät työskentelemään yhdessä mahdollisuuksien mukaan. (Ekman 2004, 22–23)

## 7.2 Käytäväkeskustelut luottamuksen rakentajana

Käytäväkeskusteluilla tarkoitetaan työympäristössä käytäviä epävirallisia keskusteluja. Keskustelujen olosuhteet tulee luoda sellaisiksi, että työntekijät voivat vaihtaa mielipiteitä keskenään. Organisaation eri yksiköiden välisen keskustelun tulisi myös olla mahdollista. Näissä epävirallisissa keskusteluissa käsitellään sulavasti siviili- ja työasioita. Nämä keskustelut ovat myös esimiehelle mahdollisuus kasvattaa luottamusta ja molemminpuolista kunnioitusta. Jos esimiehen kommunikointi alaisilleen perustuu pelkästään virallisiin kokouksiin tai kirjallisiin ohjeistuksiin, niin esimies koetaan helposti etäiseksi. Palavereissa käydyt asiat käydään uudelleen läpi epävirallisissa keskusteluissa, joiden lopputuloksena henkilöstö punnitsee tehdyt päätökset uudelleen. Tällöin palavereissa tehdyt päätökset voidaan nujertaa tai toteuttaa tahallaan väärin. Tämä toimintamalli kuvastaa myös hyvin nyky-yhteiskuntaa, jossa yksilön edun tavoittelu on usein yhteisön etua tärkeämpää. (Ekman 2004, 25)

Luottamuksen voittamiseksi esimiehen tulee ottaa osaa epäviralliseen keskusteluun. Hänen motiivinaan tulee olla aito kiinnostus ihmisiä ja heidän tekemäänsä työtä kohtaan. Keskustelun tulee olla avointa ja rehellistä, eikä taustalla saa olla laskelmointia tai keskustelun johdattelamista tietyin tarkoituksin. Keskusteluissa on kuitenkin tärkeää pitää mielessä, että alaiset eivät ole kavereita. Suoranaista ystävyyttä alaistensa suhteen tulee välttää, koska silloin vaikeiden asioiden käsitteleminen voi olla mahdotonta. Kaikkiin keskusteluihin esimiehen ei tarvitse ottaa kantaa, vaan osallistua kohtuullisesti epäviralliseen kanssakäymiseen ja hankkia sieltä johtajuuden edellyttämä luottamus. Kuvassa 12 on kuvattuna käytäväkeskustelujen avulla johtamista.



**Kuva 12. Käytäväkeskustelujen avulla johtaminen (Ekman 2004, 27)**

### 7.3 Muutosjohtaminen

PC Oy on nopeasti kasvava ja kasvua hakeva yritys. Tämä aiheuttaa muutostarpeita organisaatioon ja toimintatapoihin. Yrityksen henkilöstö on sovitettu vastaamaan määrättyä liikevaihtoa, jolloin muutokset liikevaihdossa vaikuttavat myös toimintojen ja henkilöstön määrään. Aikaisemmin yrityksen ollessa pieni, yhden konepajayksikön kokoinen yritys, keskinäinen kommunikaatio johdon ja työntekijöiden välillä toimi saumattomasti. Sitten toimintoja on tullut lisää ja päivittäinen epävirallinen keskusteluyhteys on katkennut toimintojen välillä. Tästä johtuen on jouduttu laatimaan uusia sääntöjä ja toimintatapoja on muokattu uusiksi useaan otteeseen. Osa työntekijöistä on jättäytynyt suosiolla pois työympäristöstä, jossa on käynnissä jatkuva muutostarve. Ihmisen perusluonteen mukaisesti kaikki uusi on arveluttavaa ja sitä tulee periaatteestakin vastustaa. (Aula 2000, 144)

Täysverisen organisaation luontainen muutosherkkyys ja epävakaus tarkoittavat, että kaaoksen reunalla organisaatio on jatkuvassa liikkeessä. Organisaation käyttäytymisessä ei siten ole väistämättömyyksiä vaan enemmän vaihtoehtojen moninaisuutta. Kun organisaatiot käyttäytyvät kaoottisen järjestelmän tavoin, se vaikuttaa monin tavoin organisaation strategioihin ja viestinnän strategiseen suunnitteluun. Matkan varrella poikkeamat suunnitelmista korjataan operatiivisin keinoin. Tutut käsitykset toimivatkin monissa organisaation päivittäistoiminnoissa, kuten tuotteiden rutiiniprosessoinneissa tai standardisoitujen osien tuotannossa. Kaaoksen reunalla, luovuutta vaativissa toiminnassa, perinteisten liikkeenjohtomallien ohjeet ovat kuitenkin harhaanjohtavia. (Aula 2000, 125)

Esimiehen tehtävä muutoksen läpiviejänä on hyvin haasteellinen. Muutostarpeiden tavoitteiden ja toimenpiteiden konkreettinen esittäminen henkilöstölle on avainasemassa muutoksen aikaansaamiseksi. Ongelmaksi voikin muodostua se, kuinka hyvin esimies itse sisäistää muutoksista aiheutuvat konkreettiset muutokset. Joissakin tapauksissa muutokset voivat kohdistua myös muutosta ajavaan esimieheen, jolloin muutosvoiman vaikutus henkilöstöön voi olla johdon haluttua pienempi. Vuosia jatkuva muutos ja siitä aiheutuva muutosvastarinta voi heikentää esimiehen kykyä toimia muutosjohtajana. Kyse on inhimillisestä jaksamisesta. On tärkeää, että myös esimiehellä on kollega tai jokin muu taho, jonka kanssa hän voi keskustella johtamistyöhön liittyvistä asioista avoimesti. Asioiden läpikäyminen toisen organisaatiossa samassa asemassa työskentelevän ihmisen kanssa on tärkeää esimiehen henkisen jaksamisen kannalta. (Purmonen & Makkonen 2011, 42-43; Ekman 2004, 98-103)

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön päätehtävänä oli pohtia ja tutkia, kuinka valmistuksesta saataisiin nykyistä kustannustehokkaampaa. Hyvin aikaisessa vaiheessa kävi kuitenkin selväksi, että suurimmat korjausliikkeet olisikin tehtävä henkilöresursoinnissa, suunnittelussa ja yleisesti kaikissa toimintatavoissa. Näillä muutoksilla olisi merkittäviä vaikutuksia myös varsinaiseen työn aiheeseen, eli valmistuskustannuksiin. Työssä esitettyjen toimintojen ratkaisumalleihin on pyritty hakemaan vaikutteita Lean-ajattelusta. Näitä malleja ovat mm. toimittajakumppanien löytäminen, pitkän aikavälin filosofia, sekä tuotteiden ja toimintamallien vakiointi.

Opinnäytetyön tuloksista päällimmäisinä voidaan mainita pohdinnat työtehtävien uudelleen organisoinnista, voimakkaammasta panostamisesta suunnitteluun ja pilottiprojektin läpiviennistä. Opinnäytetyön tekemisen aikana on yrityksessä jo toteutettu uudelleen - organisointi vastaamaan paremmin nykyisiä tarpeita ja tilauskantaa. Uudelleenorganisoinnin tuloksena yksiköitä on sulautettu yhteen suoraviivaisemman toiminnan aikaansaamiseksi. Lisäksi uutena asiana toiminnassa on erillinen hankintaosasto, joskin sen toiminta on vielä osaksi sekoitus uutta ja vanhaa toimintaa. Hankintaosastolla työskentelee 3 henkilöä, mutta toistaiseksi heidän tehtävänä on lähinnä tehdä virallisia ostotilauksia muiden ihmisten neuvottelemista palveluista ja tarpeista. Aika näyttää, kuinka suurta roolia hankintaosasto tulee ottamaan neuvoteltaessa ulkopuolisista palveluista tai materiaaleista tulevaisuudessa.

Merkittävimpänä kehitysaskelena toiminnassa näen suunnitteluosaston ryhti liikkeen niissä projekteissa, joissa PC:n oma pääsuunnittelija on ollut mukana aktiivisesti. Valmistuspiirustusten laatu on kohentunut merkittävästi, joka puolestaan on näkynyt valmistettujen tuotteiden laadussa ja läpimenoajoissa. Lisäksi ennen suunnittelun aloittamista, tuotantohenkilöstö on päässyt vaikuttamaan joihinkin laitteiden rakenteisiin. Toki tätä asiaa voidaan vielä parantaa, mutta asenteiden ja toimintatavan muuttuminen sinänsä on jo suuri kehitysaskel. Suunnittelukumppanin löytämisen suhteen on myös löytynyt eräs kehityskelpoinen toimija, joten ehkäpä palaset alkavat loksatelemaan paikoilleen tällä alueella. Toisaalta eteen on myös tullut toimijoita, joiden kanssa yhteistyön jatkumiselle ei ole mitään perusteita.

Seuraavana kehitysaskelena PC:ssä näen pilottiprojektin läpiviennin, jossa samalla voitaisiin ajaa sisään uuden organisaation ja hankintaosaston tavoitteellisia toimintamalleja. Käytännön harjoitteissa nähtäisiin myös mahdolliset ongelmat, joihin voitaisiin etsiä ratkaisuja yhdessä. Tämän vaiheen jälkeen tulisi tuotteiden vakioratkaisujen vuoro. Vakioratkaisujen kehitystyössä valmistuksen, asennuksen ja käyttökokemusten painoarvon tulisi olla suuri. Suunnittelu olisi tuotava lähemmäksi valmistusta ja asennusta, jotta näiden sidosryhmien välille saataisiin päivittäinen luonnollinen keskusteluyhteys.

Vaikka uusia kaivosinvestointeja ei juuri nyt tehdäkään, kysyntää PC Oy:n laitteille on varmasti jatkossakin. Eräs mielenkiintoinen markkina-alue on Venäjä, jossa toimii lukuisia kaivoksia vanhentuneilla laitteilla. Siellä investointihalukkuutta uusille laitteille on runsaasti ja ensimmäiset Venäjän kuljetintoimitukset Paakkolalta onkin toimitettu 2013 vuoden aikana. Erityisesti avolouhoksilla käytettävät jyrkkäkulmaiset kuljettimet herättävät kiinnostusta. Näiden kuljettimien avulla voidaan korvata osa maansiirtoautojen liikenteestä.

Tämän työn tekemiseen on käytetty aikaa noin 11 kuukautta. Tänä aikana yrityksessä on tapahtunut suuria muutoksia ja valitettavasti muutokset ovat jossain määrin myös negatiivisia. Toimintoja on jouduttu supistamaan ja henkilöstöä irtisanomaan tilauskannan pienenemisen vuoksi. Jatkuva epävarmuus toiminnan jatkumisesta on omalta osaltaan vaikuttanut myös tämän työn valmistumiseen. Työn ohjaus työpaikalla jäi hyvin vähäiseksi, joten on vaikeaa arvioida, vastaako työ kaikilta osin tilaajan vaatimuksiin. Tekstissä käsitellyt asiat ovat jo nyt osaksi vanhentuneita ja osa yksiköistä on yhdistynyt toisiinsa. Työ itsessään on ollut mielenkiintoinen ja aihe varsin laaja. Laajasta aiheesta johtuen työssä keskityttiinkin enimmäkseen suunnittelun ja tuotannon rajapintaan sekä itse tuotantoon. Koska itse työskentelen tuotannosuunnittelijana, on suunnittelu ja sen toimivuus tuotannossa lähinnä sydäntäni. Siksi suunnittelua on tässä työssä käsitelty yhtä paljon kuin tuotantoakin.

Jää nähtäväksi, ovatko tässä työssä esitetyt ja osaksi jo konkretisoituneetkin muutokset vielä riittäviä, jotta toimintaa voidaan harjoittaa jatkossa. Taloustilanne on vaikea ja yrityksen saama julkisuus luo lisähaasteita tehdä uutta kauppaa. Toivo kuitenkin elää ja sisällä olevat tilaukset pyritään hoitamaan mahdollisimman hyvin, jotta toiminta jatkuisi vielä vaikeankin ajan yli. Jälkiviisaana voin todeta, että tämä opinnäytetyö olisi tullut tehdä kerralla alusta loppuun, jolloin työkokonaisuus olisi voinut olla ehyempi.

## LÄHTEET

- Aula, Pekka 2000. Johtamisen kaaos vai kaaoksen johtaminen. Helsinki: WSOY  
EDU 2010. Tuotannonohjaus. Hakupäivä 26.12.2012.  
<[http://www.edu.fi/download/120998\\_6187\\_Tuotannonohjaus.pdf](http://www.edu.fi/download/120998_6187_Tuotannonohjaus.pdf)>
- Ekman, Gunnar 2004. Johda enemmän, hallitse vähemmän. Helsinki: WSOY
- Erkkilä, Toni 2013, Pääsuunnittelija, Tervola, Haastattelu 30.5.2013.
- Hemming, Jussi 2013, Työntekijä, Tervola, Haastattelu 27.3.2013.
- Häkkinen, Kai 2002. Valmistuksen ja suunnittelun yhteistyö toistuvan erätuotannon alihankintaprosessissa. Espoo; Otamedia Oy.
- Juntikka, Tommi 2013, Toimitusjohtaja, Tervola, haastattelu 04.03.2013.
- Kauppalehti 2010. Palkittu kasvuyritys tähtää nyt maailmalle. Hakupäivä 26.6.2013.  
<<http://www.kauppalehti.fi/omayritys/palkittu+kasvuyritys+tahtaa+nyt+maailmalle/20101252311>>
- Kolkkinen, Tapio 2013, Työnjohtaja, Tervola, Haastattelu 5.6.2013.
- Kurttila, Heikki 2013, Työnjohtaja, Tervola, Haastattelu 5.6.2013.
- Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Hämeenlinna: Talentum Oyj.
- Leinonen, Esa 2009. Paakkola Conveyors Oy:n maalaamon läpimenoajan tehostaminen
- Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan Tapaan. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy
- Merikallio, Lauri & Haapasalo, Harri 2009. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. Espoo: LCI-Finland.
- Mäkilouko, Marko 2011. Edutech projektipäällikkökoulutus, Tampere, Luento 13.10.2011.
- Nivala, Janne 2013, Tuotantopäällikkö, Tervola, Haastattelu 23.5.2013.
- Paakkola Conveyors Oy:n dokumenttien hallintajärjestelmä Autodesk Vault
- Patoranta-Lötjönen, Anu 2012, 5S-mallin hyödyntäminen Sunwire tuotannossa. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu.
- Prinz, Till 2013, Konsultti, Tervola, Haastattelu 3.9.2013.
- Purmonen, Pilvi & Makkonen, Riitta 2011. Muutosjohtaminen, osaamisen johtaminen ja esimiestyö yhteys- ja palvelukeskusalalla. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Rajalin, Ilkka, 2013, Komponenttivastaava, Tervola, Haastattelu 22.2.2013.
- Ruukki 2013. varastotuotteet ja esikäsittelypalvelut. Hakupäivä 3.7.2013.  
<<http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Varastotuotteet-ja-esikasittely-palvelut>>
- Swinderman, Todd, Marti, Andrew D, Goldbeck, Larry J, Marshall, Daniel & Strebel, Mark G 2009. Foundations. The Practical Resource for Cleaner, Safer, More Productive Dust & Material Control. Stevens Point, Wisconsin U.S.A: Worzalla Publishing Company.
- Taloussanommat 2013. Paakkola Conveyors Oy taloustiedot. Hakupäivä 30.8.2013.  
<<http://yritys.taloussanommat.fi/y/paakkola-conveyors-oy/tervola/0932662-1/>>
- Teperi, Seppo 2012. Ostotoiminta, Kemi, luento 14.12.2012.
- Valkeinen, Satu 2013, Talouspäällikkö, Tervola, Haastattelu, 8.5.2013.