

# PAALUTUSKONEEN KOKOONPANOYÖN TUTKIMUS JA LOPPUKOKOONPANOON VAIHEISTUS JUNTAN OY:LLE

Perttu Moilanen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2010

Kone- ja tuotantotekniikka  
Teknologia







Tekijä(t) MOILANEN, Perttu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 16.04.2010
	Sivumäärä 83	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( )
Työn nimi Tuotannon vaiheistaminen		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) ALAKANGAS, Juhani		
Toimeksiantaja(t) Junttan Oy PETJALA, Juha, tuotantoinsinööri		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena on selvittää paalutuskoneen loppukokoonpanon, keilin sekä järkäleen vaiheistettu kokoonpano. Vaiheistuksen avulla työmenetelmät sekä kokoonpanojärjestys saadaan vakioitua parhaaseen mahdolliseen järjestykseen. Vakioitu kokoonpanojärjestys helpottaa kokoonpanoprosessin hallintaa, uusien työntekijöiden kouluttamista, huoltotöitä sekä vähentää virheiden riskiä.</p> <p>Tutkimuksen apuna on käytetty tuotannon työntekijöitä, sekä tuotannon suunnittelijoita, joilla on selkeä näkemys työtehtävistä, tuotannon ongelmakohtista sekä kokoonpanojärjestyksestä. Vaiheistusta tutkittaessa eri osa-alueiden tarpeet ja muut tuotantoon vaikuttavat tekijät on otettu huomioon.</p> <p>Kokoonpanon vaiheistamisen lisäksi tässä työssä on kuvattu Junttanin kokoonpanoprosessia, käytettäviä tuotannonohjausmenetelmiä sekä kartoitettu tuotannon ongelmakohtia, jotka kartuttavat jalostusarvoa lisäämätöntä työtä. Tuotannonohjausmenetelmistä vahvimmin esiin nousevat Lean.</p> <p>Teoriaosuudessa käsitellään tuotannonohjaukseen sekä kokoonpanoprosessiin vaikuttavia tekijöitä. Pääsääntöisesti työssä on keskitytty Junttanin tuotantoa koskevien teorioiden selvittämiseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuotannon ohjaus, kokoonpano, vaiheistaminen		
Muut tiedot		



Author(s) MOILANEN, Perttu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 16.04.2010
	Pages 83	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( )
Title Phasing the assembly of the piling machine		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) ALAKANGAS, Juhani		
Assigned by Junttan Oy PETJALA, Juha, Production engineer		
Summary <p>The objective of this thesis was to determine the assembly phases of the piling machine (final composition), the leader and the hammer. With a phased assembly, the working methods and composition sequences can be optimized. With a standardized assembly sequence, the assembly process management, new staff training and maintenance can be done more easily. The phased assembly also reduces the risk of errors.</p> <p>In the research, production workers and production designers were consulted. They have a clear vision of the work assignment, problems in production lines and the assembly sequence. Needs of various areas and other production factors have also been taken into account.</p> <p>In addition to the phased composition, Junttan's assembly process, used production control methods, as well as problems in production have been studied. Among the production control techniques, lean- technology is the one standing out.</p> <p>The theoretical part deals with the production control issues and assembly process factors that are close to Junttan's strategic policies.</p>		
Keywords Production Management, Assembly, Phasing		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2 TUTKIMUSMENETELMÄT</b> .....	<b>5</b>
<b>3 TUOTANNONOHJAUS</b> .....	<b>6</b>
3.1 TUOTANTOTOIMINNAN TAVOITTEET .....	7
3.2 TUOTANNON OHJATTAVUUS .....	8
3.3 OHJAUSTYYPPEJÄ .....	10
3.3.1 <i>Imuohjaus</i> .....	10
3.3.2 <i>Työntöohjaus</i> .....	11
3.3.3 <i>Projektikohtainen ohjaus</i> .....	12
3.4 TOIMITUSKETJUN HALLINTA .....	12
<b>4 TUOTANNONOHJAUSMENETELMIÄ</b> .....	<b>13</b>
4.1 LEAN.....	14
4.2 JATKUVA PARANTAMINEN (KAIZEN) .....	17
4.2.1 <i>Jatkuvan parantamisen lähtökohdat</i> .....	18
4.2 JIT – JUST IN TIME.....	21
4.3 KAPEIKKOAJATELU .....	24
<b>5 KOKOONPANOITYÖ</b> .....	<b>25</b>
5.1 MANUAALISEN KOKOONPANON KEHITTÄMINEN .....	27
5.2 LAYOUT SUUNNITTELU .....	30
5.3 LAYOUT-TYYPPEJÄ .....	31
5.3.1 TUOTANTOLINJA .....	31
5.3.2 <i>Funktionaalinen layout</i> .....	33
5.3.3 <i>Solulayout</i> .....	34
5.3.4 <i>Paikkakokoonpano</i> .....	36
5.4 KOKOONPANOJÄRJESTELMÄN HALLINTA .....	36
<b>6 JUNTAN OY</b> .....	<b>39</b>
6.1 JUNTANIN TUOTTEET.....	40
6.2 JUNTANIN STRATEGISET TAVOITTEET.....	41
6.3 JUNTANIN TILAUS-TOIMITUSPROSESSI.....	43
6.4 MARKKINOIDEN TILANNE JA TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT.....	45
6.5 MATERIAALIN TILAUSPROSESSI .....	46
<b>7 TUOTANTOSTRATEGIOIDEN VÄLISIÄ EROJA</b> .....	<b>47</b>
7.1 TUOTANNONOHJAUSMENETELMIEN VERTAILUA .....	48
7.1.1 <i>JIT (Just In Time)</i> .....	49

7.1.2 Kapeikkoajattelu.....	50
7.1.3 Lean.....	50
<b>8 PAALUTUSKONEEN KOKOONPANO .....</b>	<b>52</b>
8.1 TUOTANNON LAYOUT .....	53
8.2 PAALUTUSKONEEN KOKOONPANOPROSESSI.....	55
8.3 VAIHEISTUS .....	60
8.4 TUOTANNON ONGELMAKOHDAT .....	62
8.5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	64
<b>9 POHDINTA.....</b>	<b>66</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>69</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>71</b>
LIITE 1: KOKOONPANOPROSESSI KEILI.....	72
LIITE 2: KOKOONPANOPROSESSI JÄRKÄLE .....	73
LIITE 3: KEILIN VAIHEISTUS.....	74
LIITE 4: JÄRKÄLEEN VAIHEISTUS.....	78
LIITE 5: LOPPUKOKOONPANO VAIHEISTUS .....	81
LIITE 6: JUNTTA-KESKUS LAYOUT .....	82
LIITE 7: ONGELMAT JA KEHITYSEHDOTUKSET TAULUKKO .....	83

## KUVIOT

<b>KUVIO 1. ISHIKAWA KALANRUOTOKAAVIO .....</b>	<b>15</b>
<b>KUVIO 2. LAATUYMPYRÄ, PDCA-YMPYRÄ. ....</b>	<b>22</b>
<b>KUVIO 3. TUOTANTOLINJA-LAYOUT.....</b>	<b>32</b>
<b>KUVIO 4. FUNKTIONAALINEN LAYOUT .....</b>	<b>34</b>
<b>KUVIO 5. SOLU LAYOUT .....</b>	<b>35</b>
<b>KUVIO 6. 5S.....</b>	<b>37</b>

## LYHENTEET JAMERKINNÄT

<b>5S</b>	Filosofia, joka keskittyy työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardointiin niin, että se kasvattaa työn tuottavuutta.
<b>12-6-0</b>	Junttanin oma tuotannosuunnittelusääntö, jossa suunnitellaan materiaalien hankinta paalutuskoneen ominaisuuksien pohjalta.
<b>ATO</b>	Assembly to Order. Ennusteiden pohjalta tehtävä suunnittelu ja vakio-osien valmistaminen, mutta lopputuote valmistetaan tilauksesta.
<b>ETO</b>	Engineer to Order. Suunnitteluprosessi aloitetaan vasta asiakkaan tilauksen perusteella, koska jo pelkkien suunnitelmien tekeminen vaatii asiakkaan hyväksyntää.
<b>IFS</b>	ERP Enterprise Resource Planning. Toiminnanohjausjärjestelmä, joka toimii organisaation kaikilla tasoilla. ERP-järjestelmän on kyettävä integroimaan organisaation toiminnot samaan järjestelmään sekä sen on oltava muokattavissa organisaation tarpeiden mukaisesti.
<b>JIT</b>	Just In Time. Johtamismenetelmä, jonka tavoitteena on toiminnan tehokkuuden parantaminen varmistamalla että kaikki prosessin toteuttamiseen tarvittavia tekijöitä on paikalla oikea määrä oikeaan aikaan.
<b>Kaizen</b>	Tuotannon jatkuvaa parantamista
<b>KET</b>	Keskeneräinen tuotanto.
<b>Lean</b>	Johtamismenetelmä, joka perustuu prosessin hukkatekijöiden poistamiseen.
<b>MTO</b>	Make to Order. Tilausohjautuva tuotantostrategia, jossa tuotteet valmistetaan asiakkaan tilauksesta.
<b>MTS</b>	Make To Stock. Varasto-ohjautuva tuotantostrategia, jossa tuotteita valmistetaan ennusteiden perusteella varastoon.
<b>PDCA</b>	Toimintamalli, jossa haetaan systemaattista lähestymistapaa ongelmien ratkaisemiseen.
<b>Kapeikkoajatelu</b>	Ajattelumalli, jossa tuotannon ratkotaan tuotannon kapeikkoja. Kapeikot, eli pullonkaulat rajoittavat tuotannon tehokkuutta.

# 1 JOHDANTO

Kuopiolainen Junttan Oy on vuonna 1976 perustettu hydraulisten lyöntipaalutuskoneiden valmistamiseen erikoistunut yritys. Vuoteen 2006 asti Junttan Oy toimi verstasmaisena perheyriksenä valmistaen n. 30 konetta vuodessa. Vuonna 2006 Junttan koki omistajan vaihdoksen, jonka jälkeen Junttanin toiminnalle asetettiin tavoitteeksi kasvattaa voimakkaasti tuotantoa pystyäkseen vastaamaan paremmin tuotteiden kysyntään. Tuotantomäärien voimakkaan kasvun takia, entiset tuotantotilat kävivät liian pieniksi ja sen hetkisillä tuotantostrategisilla ratkaisulla Junttan ei pystynyt vastaamaan tuotannon kasvuun. Vuonna 2008 Junttan muutti toimintansa ja tuotantonsa Kuopion Kylmämäkeen valmistuneeseen uusiin tuotantotiloihin. (Junttan 2007c.)

Junttan -keskuksena tunnetut uudet tilat ovat suunniteltu paalutuskoneiden teolliseen valmistukseen sopiviksi. Toiminnalliset muutokset vaativat uusia tuotantostrategisia ratkaisuja, joten Junttan on ajamassa voimakkaasti sisään Lean toiminnanohjausjärjestelmää. Leanin avulla pyritään varmistamaan, että uuden tehtaan tuotannolle asetetut tavoitteet saavutetaan. (Junttan 2007c.)

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on määritellä Junttanin tuotannon loppukokoonpanon, keilin sekä järkäleen työvaiheet. Työvaiheiden määrittelyn jälkeen kokoonpanoprosessit voidaan vaiheistaa sekä määritellä eri työvaiheiden kuormitus sekä niiden vaatimat resurssit. Vaiheistuksen avulla Junttan pystyy hallitsemaan tuotantoaan paremmin ja vastaamaan Leanin asettamiin vaatimuksiin. Lisäksi tässä työssä on kuvattu Junttanin koko mekaaninen kokoonpanoprosessi, mutta vaiheistuksessa keskitytään vain edellä mainittuihin kokoonpanoprosesseihin, sekä niihin liittyvien esivarustelujen vaiheistamiseen. Työssä tutkitaan erilaisia keinoja tuotannon ja koko organisaation toiminnan kehittämistä varten.



## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä työ on tehty tiiviissä yhteistyössä Junttanin tuotannosuunnittelun sekä tuotannon työntekijöiden kanssa. Kokoonpanoon liittyviä tietoja sekä ongelmia on dokumentoitu hyvin vähän, joten kaikki tieto on ns. hiljaisen tiedon varassa. Näin ollen tietoa on kerätty empiirisellä tutkimuksella keräämällä tietoa Junttanin henkilöstöltä haastattelemalla. Strategisessa osuudessa tietoa kerättiin sisäisistä dokumenteista. Lisäksi tässä työssä on hyödynnetty laajalti tuotannonohjausta sekä kokoonpanoprosesseja koskevaa kirjallisuutta.

Junttanin toimintaan liittyviä ongelmia on kartoitettu ja ratkottu toiminta-analyttisellä menetelmällä. Ongelmien selvitys on tehty hyvin konkreettisella tasolla ja ongelmien ratkaiseminen on pyritty toteuttamaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti.

### 3 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus on organisaation toimintaa ja toiminnan suunnittelua ohjaava tekijä, jonka avulla tuotantoa ohjataan yrityksen tuotantostrategiassa laadittujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tuotannonohjaus pitää sisällään kaikki ne osa-alueet, vaiheet sekä toiminnot, joita vaaditaan tavaroiden ja palveluiden tuottamiseen. Päämääränä on saavuttaa tuotannolle asetetut tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla ennalta määrättyjen toiminnallisten ohjeiden mukaisesti. Tuotannonohjaus on koko organisaation asia, joten toimiva tuotannonohjaus vaatii organisaation kaikkien tasojen välistä yhteistyötä ja sitoutumista. (Miettinen 1993, 24; TEKES 2001, 6.)

Toimivassa tuotannonohjausprosessissa tarvittavien resurssien, materiaalien sekä kapasiteetin riittävydestä on huolehdittu ja ne on ajoitettu oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Kokoonpanoprosessin dynaamisuuden, muuttuvien tarpeiden ja vaatimusten takia tuotannonohjausmenetelmän tulee olla joustava. Ohjaus- ja hankintatavat ovat suunniteltuja, koordinoituja ja muodostavat toimivan kokonaisuuden muiden toimintojen kanssa. (Lehtonen 2004, 66; TEKES 2001, 6.)

Tuotannonohjauksessa tehtävät päätökset eivät aina vaadi kalliita investointeja vaan toimintaa pystytään usein parantamaan pelkällä ajattelumallien ja toimintaperiaatteiden muuttamisella. Päätöksillä on kuitenkin suora vaikutus tehtävien toteuttamiseen, joten suunnitteluvaiheessa on huomioitava käytettävät puitteet, työjärjestys, materiaalien tilaaminen, toimitusajat ja resurssit. (Uusi-Rauva ym. 2005, 350.)

Tuotannon operatiivisessa ohjauksessa tärkeimmät tehtävät ovat:

- laatia tuotesuunnitelma
- tuntea valmistuksen kuormitus ja osatoimittajien toimitusmahdollisuudet
- sopia myynnin kanssa reaaliset toimitusaikamahdollisuudet
- hallita saatujen tilausten jono
- purkaa toteutuvat tilaukset materiaalitilauksiksi ja valmistusimpulsseiksi.

Tuotannonohjaus keskittyy toiminnan ajoitukseen ja toteuttamisimpulssien antamiseen, joten tuotantosuunnitelmaan sisältyvän aikataulun mukaisesti voidaan suunnitella myös osto- ja valmistusimpulssien ajoitus. Toiminnanohjaus ei kohdistu pelkästään toiminnan ajoittamiseen, vaan myös tuotteiden laatuun ja tuotettavuuteen. (Lapinleimu ym. 1997, 191.)

Tuotannonohjauksen toimintojen onnistumista voidaan mitata lukuisilla erilaisilla tuotannon mittareilla. Mittarit tulee kuitenkin valita organisaation tekemien tuotantostrategisten päätösten mukaisesti, jotta ne selventäisivät linjausten mukaisia asioita. Eri tuotannonohjausmenetelmille on laadittu kyseistä toimintaa parhaiten kuvaavia mittareita, jotka käsitellään Junttanille sopivissa tuotannonohjausmenetelmiä käsittävässä kappaleessa. (Miettinen 1993, 24-25.)

### **3.1 Tuotantotoiminnan tavoitteet**

Tuotantotoiminta pitää sisällään kaiken sen, mitä prosessilta vaaditaan koko sen elinkaaren ajan. Näitä toimintoja ovat:

- markkinointi sisältäen ne osa-alueet, joissa määritellään tuotteeseen tulevat asiakaskohtaiset räätälöinnit
- valmistaminen, eli osa-alue, jossa raaka-aineet muutetaan tuotteiksi
- logistiikan suunnittelu ja sen toteutus
- materiaalin hankinta.

Tuotannon tärkein tavoite on kustannustehokkuus, eli valmistaa laadukkaita tuotteita mahdollisimman pienin kustannuksin ja mahdollisimman lyhyessä ajassa niillä resursseilla, mitä tuotannolla on käytettävissä. Näitä resursseja ovat mm. työ, pääoma, aika, materiaalit, tieto ja taito sekä kaikki muu toiminta mitä vaaditaan tuotteen aikaan saamiseksi. Lisäksi tuotannolta vaaditaan joustavuutta yllättävien ja ennakoimattomissa olevien tilanteiden varalta sekä kykyä valmistamaan tuotteet aikataulujen mukaisesti. Tuotantostrategiset päätökset ja siellä määritellyt kilpailutekijät antavat suunnan tuotantotoimien toteuttamiselle. Tuotantostrategiaa

määritellessä yritykselle luodaan usein menestystekijät, joilla yritys haluaa menestyä kilpailussa ja täyttää asiakkaan tarpeet. (Uusi-Rauva ym. 2005, 357-358.)

Kustannustehokkuus varmistetaan tehokkaalla resurssien käytöllä sekä minimoimalla toimintaan sitoutunutta pääomaa. Virheettömällä tuotantoprosessilla ja täyttämällä asiakkaan tuotteelle sekä liiketoimelle asettamat vaatimukset varmistetaan tuotteen sekä palveluiden laatu. Tämä voidaan saavuttaa vain poistamalla tuotantoprosessista olemassa olevat tai mahdollisesti esiin nousevat virheet. Tällöin säästytään resursseja sekä rahaa kuluttavilta korjaustoimenpiteiltä. Tuotannossa esiintyvät virheet tulee eliminoida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ennen prosessin aloittamista, sillä mitä aikaisemmin virhe havaitaan, sen vähemmän siitä aiheutuu kustannuksia. (Uusi-Rauva ym. 2005, 357.)

Tilausohjautuvassa (Make-To-Order) tuotannossa lyhyet läpäisyajat ovat erityisen tärkeässä asemassa. Lyhyen läpäisyajan tavoittelu tehostaa prosesseja sekä parantaa toiminnan laatua, saavuttaakseen nopeasti ja joustavasti toimivan tuotantoprosessin yrityksen on pakko kehittää toimintaansa. Joustavuuden ja nopeiden läpäisyajojen avulla yritys kykenee vastaamaan paremmin alati muuttuvan kilpailukentän tarpeisiin ja näin ollen yritys pysyy paremmin mukana kilpailussa. (Uusi-Rauva ym., 2005, 358.)

### **3.2 Tuotannon ohjattavuus**

Tuotannon ohjattavuudella tarkoitetaan tuotantojärjestelmän kykyä saavuttaa sille asetetut tavoitteet. Esimerkiksi, jos tehdään tuotannon läpäisyaikaa pyritään kehittämään kuudesta kuukaudesta yhteen kuukauteen, niin tuotannon ohjattavuutta on kehitettävä uutta tavoitetta vastaavaksi. Tuotannon ohjattavuus voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen ohjattavuuden tavoitteen perusteella. Nämä osa-alueet ovat toimituskyvyn, materiaalien ja kapasiteetin ohjattavuus. Edellä mainitut osa-alueet voidaan edelleen jakaa pienempiin osatekijöihin kuten tuotantojärjestelmän ulko- tai sisäpuolelta tuleviin ohjattavuusominaisuuksiin. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Hyvä toimituskyky on Suomen oloissa erityisen tärkeä viennin ja hyvän kilpailukyvyn säilyttämisen takia. On selvää, että itse tuote sekä siihen suhteutettu hintakilpailukyky

ovat edelleenkin asiakkaan kannalta ensiarvoisia kysymyksiä. Toimituskyvyn ohjattavuudella selvitetään, millaisia asiakkaiden toivomuksia voidaan toteuttaa, etteivät ohjauksen muut tavoitteet tai muu tuotanto häiriintyisi. Asiakkaalta tulevat muutostarpeet jo valmiiksi suunniteltuihin tuotteisiin, voivat koskea valmistettavaa tuotetta tai sen spesifikaatiota, tuotteen toimitusaikaa, tai toimitettavia määriä. Tuotteen rakennetta koskevissa muutoksissa myynnin on tiedettävä, millaisia tuotteita nykyisellä tuotantokapasiteetilla pystytään valmistamaan. Jokaista asiakkaan toivetta pystytään harvoin täysin toteuttamaan, joten tarjolla olevista mahdollisuuksista sekä asiakkaan tarpeista räätälöidään asiakkaan tarpeet täyttävä tuote. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Markkinointitekijöistä johtuvat muuttujat, kuten kysynnän vaihtelu ja epävarmuus, toimitusaikasiato sekä markkinoiden kompleksisuustekijät ovat toimituskyvyn ohjattavuusominaisuuksista tärkeimpiä. Tehtaan sisäiset ohjattavuustekijät tulisi sopeuttaa edellä mainittuihin ulkoisiin tekijöihin. Toimituskykyyn vaikuttavat sisäiset ohjattavuusominaisuudet perustuvat paljolti kapasiteetin sekä materiaalin ohjattavuuteen. Niiden monimutkaisuus, läpäisy aika ja epävarmuustekijät ovat hallitsevia toimituskyvyn ohjattavuuden kannalta. Toimituskyvyn ohjattavuudella on suora vaikutus moniin ohjauksen tavoitemuuttujiin kuten toimitusaikaan, toimitusajan pitoon, katemenetyksiin toimituskyvyn takia sekä puolivalmisteisiin ja lopputuotteisiin sitoutuneeseen vaihto-omaisuuteen. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Materiaalien ohjattavuustekijät koostuvat ulkoisista ja sisäisistä ohjattavuustekijöistä kuten materiaalitarpeen ennakoitavuus, nimikkeiden vaihtokelpoisuus, materiaalien toimitusaika, materiaalien toimitusaikapito sekä materiaalien laatuhäiriöt. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Hallitulla materiaalien ohjattavuudella on suora vaikutus ohjauksessa asetettuihin tavoitteisiin. Näitä tavoitteita ovat mm. vaihto-omaisuuden kierto, vaihto-omaisuudesta aiheutuvat kustannukset, toimituskyky, materiaalien puutekustannukset sekä kapasiteetin käyttöaste. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Tehtaan kapasiteetin ohjattavuus vaikuttaa suuresti koko yrityksen toimintaan. Tärkeimpiä kapasiteetin ohjattavuutta ilmentäviä tekijöitä ovat layout, asetusajat, materiaalivirta, henkilöstötekijät, ylimääräisen kapasiteetin saatavuus sekä kapasiteetin käytettävyyys. Kapasiteetin ohjattavuus vaikuttaa ratkaisevasti moniin

ohjauksen tavoitteisiin. Tärkeimpiä kapasiteetin ohjattavuudessa ilmeneviä muuttujia ovat kapasiteettimenetykset, läpäisy aika, toimitusaika ja toimitusajan pito, keskeneräinen tuotanto sekä välivarastot. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

Ohjattavuutta kehitettäessä tuotantoprosesseja sekä eri osa-alueiden yhteistoimintaa tulee kehittää siten, että ohjaukselle asetetut tavoitteet saavutetaan. Kehityksessä apuna voidaan käyttää ohjattavuusanalyysia, jonka avulla pyritään selvittämään:

1. tuotannon ja sen ohjauksen kehityskohteet ja niiden priorisointi karkealla tasolla
2. tuotannon ja sen ohjauksen taloudellinen kehityspotentiaali ja siinä piilevät pelivarat.

Ohjattavuusanalyysissä tutkitaan tuotannon ja siihen liittyvien toimintojen tilaa ja etsitään erilaisia kehittämisvaihtoehtoja. Pää tavoitteena on saada tuotanto ja siihen liittyvät toiminnot ohjattavaksi sekä parantaa yrityksen tuottavuutta. (Eloranta, E. & Räisänen, J. 1986. 223.)

### **3.3 Ohjaustyyppejä**

#### **3.3.1 Imuohjaus**

Imuohjauksesta löytyy paljon samoja elementtejä kuin tilausohjautuvasta tuotannosta, sillä tuotteita valmistetaan vain asiakkaan tilauksesta. Tuotannon viimeisiä työvaiheita edeltäviä toimenpiteitä, kuten esimerkiksi hankintaa, ohjataan välivarastojen perusteella. Tuotteen valmistus impulssi lähtee tuotannon loppupäästä ja etenee kohti alkupäätä ”imien” osan tarvehetkellä tuotantoon. Välivarastot ovat pieniä ja toimivat puskureina, joista seuraava työvaihe imee tuotteita työstettäväksi. Puskurivarastoissa käytetään hälytysrajoja ja rajan alittuessa välivarasto lähettää tarveimpulssin varaston täydentämiseksi. Imuohjaus sopii parhaiten vakio-osille ja materiaaleille, joilla on tasainen menekki. Idealisessa imuohjauksessa läpäisyajat ja tuotannon laatu ovat etuja. (Uusi-Rauva ym. 2005, s. 422-423)

Imuohjaus sopii parhaiten tuotantoon, jossa nimikkeiden tarve on jatkuvaa, valmistusajat ovat lyhyet ja raaka-aineet nopeasti saatavilla. Imuohjauksella pystytään vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin nopeasti, sillä valmistettavat tuotteet ovat toistuvia ja kysyntää pystytään ennakoimaan. (Liker 2006, 104-105.)

### 3.3.2 Työntöohjaus

Työntöohjaus soveltuu lähes kaikkiin tuotantomuotoihin ja se muistuttaa paljolti varasto-ohjautuvaa tuotantoa, sillä tuotannonohjaus perustuu ennusteiden pohjalta tehtyihin valmistussuunnitelmiin. Tuotantoerän valmistus koordinoidaan ja työnnetään tuotannon läpi aikaisemmin tehdyillä suunnitelmilla. Työntöohjausta toteuttaessa on kuitenkin pidettävä mielessä, että valmistussuunnitelmat eivät välttämättä vastaa todellisuutta, sillä ennusteet pitävät harvoin täysin paikkaansa. Työntöohjaus vaati selkeää ja hallittua valmistusprosessia, sillä välivarastoja syntyy helposti ja hallittavien asioiden lukumäärä kasvaa. (Uusi-Rauva ym. 2005, 422; Wollman ym. 2005, 20-21.)

Tuotantoaikatauluja suunniteltaessa käytetään joko eteen- tai taaksepäin ajoittamista. Eteenpäin ajoittamisessa lähtökohtana on tuotannon aloittamisaika, josta lasketaan kunkin vaiheen vaatima aika ja sijoitetaan ne aikatauluun, kunnes saadaan valmis tuote. Näin saadaan tarkka valmistusaikataulu. Nimensä mukaisesti taaksepäin ajoittaminen on peilikuva eteenpäin ajoittamiselle. Taaksepäin ajoittamisessa aikataulun laatiminen aloitetaan tuotteen valmistumispäivästä ja lasketaan valmistusvaiheiden kestot. Näin jatketaan kunnes päästään ensimmäiseen vaiheeseen selvittäen ajankohta milloin valmistaminen on viimeistään aloitettava, jotta tuote on ajallaan valmis. (Uusi-Rauva ym. 2005, 419; Wollman 2005, 230-231.)

Imu- sekä työntöohjausta voidaan yhdistellä jolloin saadaan ATO – strategian (Assembly To Order) kaltainen tuotannonohjausmenetelmä. Puolivalmisteet valmistetaan ennusteiden perusteella työntöohjaukseen, mutta asiakastilauksesta siirrytään imuohjaukseen, jossa tuotteet valmistetaan asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Imu- ja työntöohjauksen yhdistelmällä saadaan pienennettyä varastojen kokoa. (Uusi-Rauva ym. 2005, 423; Wollman ym. 2005, 20-21.)

### 3.3.3 Projektikohtainen ohjaus

Projektit ovat kertaluontoisia laajoja tehtäväkokonaisuuksia, joille on asetettu tavoitteet sekä selkeä alku ja loppupiste. Ominaista projekteille on sen pitkä kesto, monivaiheisuus sekä monien yhtäaikaisten vaiheiden ja toimintojen päällekkäisyys, joten eri osa-alueiden hallinta on erityisen tärkeää. Hallintaa helpottamiseksi projektit voidaan jakaa osiin ja vastuuta voidaan jakaa projektin eri tahojen välillä. Lähimpänä projektikohtaista ohjaamista on ETO- strategia (Engineer-to-order), jossa suunnitteluprosessi aloitetaan asiakastilauksen perusteella. (Uusi-Rauva et al. 2005, 437.)

Projektien luonteen takia niiden ohjaaminen poikkeaa paljon muista tuotantomallien ohjaamisesta. Kalleuden lisäksi projekteille ominaista on, että valmistettavat tuotteet ovat suuria ja monimutkaisia. Projektien suunnitteluprosessin alkuvaiheessa eri osa-alueiden aikataulut, resurssit ja tarpeet on sovittava yhteen. Tämän jälkeen laaditaan toteuttamissuunnitelma, jossa määritellään tarveajankohdat materiaaleille, resursseille sekä alihankkijoille. (Uusi-Rauva et al. 2005, 437.)

Resurssien käyttö on suunniteltava projektiohjautuvassa tuotannossa tarkasti, sillä yhtä aikaa saattaa olla useitakin päällekkäisiä projekteja käynnissä. Tiedonkulun pitää olla selkeää ja avointa kaikkien projektin osa-alueiden välillä. Kokonaisuuden hallitsemiseksi parhaalla mahdollisella tavalla on huomioitava eri osa-alueiden ja vaiheiden tarpeet sekä seurattava niiden toteuttamista. (Uusi-Rauva ym. 2005, 282.)

### 3.4 Toimitusketjun hallinta

Toimitusketjuun luetaan kaikki ne osa-alueet, jotka ovat osallisena tuotteen valmistukseen ja toimittamiseen asiakkaalle aina raaka-ainetoimittajasta loppuasiakkaalle. Yleensä valmistettavan tuotteen arvosta vain 10 – 50 % on jalostavaa työtä ja loppu syntyy erilaisista toimituksista sekä oheistoiminnasta. Näin ollen on erityisen tärkeää huolehtia toimitusketjun eri osapuolten laadukkuudesta. (Lehtonen 2004, 101-102.)



Toimitusketjun päätavoitteena on tuottaa mahdollisimman paljon lisäarvoa loppuasiakkaalle samalla kun ketjun eri osapuolet pyrkivät minimoimaan omat kustannukset ja parantamaan omaa tulosta. Onnistuakseen eri osapuolilta vaaditaan mutkatonta yhteistyötä. Hyväksi havaittu keino on ajatella, että jokainen vaihe on edellisen asiakas, jonka tarpeet tulee täyttää. (Lehtonen 2004, 103.)

Tuotannonohjauksen näkökulmasta toimitusketjun tärkeimpiä osia ovat suunnittelu ja tilaustoimitusprosessi. Suunnittelu on ennakoivaa toimintaa, joka perustuu vahvasti kysynnän ennusteiden pohjalle. Näin ollen ennusteiden tulisi olla mahdollisimman lähellä todellisuutta. Toiminnan avoimuuden takia informaation tulee kulkea estottomasti toimitusketjun eri osapuolten välillä. (Lehtonen 2004, 125.)

Toimitusketjun toimivuutta voidaan mitata, mutta käytettävät mittarit vaihtelevat toimitusketjun eri osien välillä. Aika, joka kuluu läpäisyyn, toimittamiseen ja tilauksen käsittelyyn on yleisesti käytetty mittari toimitusketjua mitattaessa. Muita käytettäviä mittareita ovat toimitusvarmuus, toimitus ja tilauskäsittelyn laatu sekä varastojen ja toimitus prosessien tehokkuus. (Jahnukainen ym. 1996, 34.)

## **4 TUOTANNONOHJAUSMENETELMIÄ**

Tuotannonohjauksella ohjataan tuotantoa niin, että sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset saavutetaan. Ei kuitenkaan ole olemassa yhtä tiettyä tuotannonohjausmenetelmää joka sopisi täysin jokaisen yrityksen toimintaan, vaan yleensä yrityksille räätälöidään eri ohjausmenetelmistä omien toimintamallien mukaisesti sopiva menetelmä. Seuraavassa on esitetty tuotannonohjausmenetelmiä joissa kaikissa on elementtejä ja ominaisuuksia, joita Junttan voisi hyödyntää tuotannossaan.

## 4.1 Lean

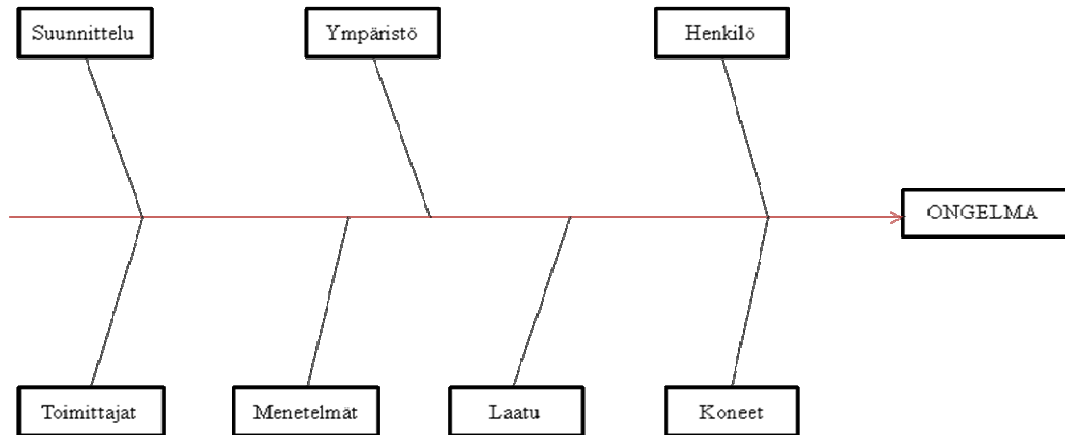
Lean- tuotannon ja johtamisfilosofian peruseriaatteena on parantaa yrityksen ja tuotteen laatua, asiakastyytyväisyyttä, kustannustehokkuutta sekä lyhentää läpimenoaikoja poistamalla hukkaa ja arvoa tuottamattomat toiminnot tuotannosta. Lean- toiminta on koko organisaatiota koskeva toimintamalli, jossa työntekijät ovat monitaitoisia ja sitoutuneita yrityksen jatkuvanparantamisen malliin. Tärkeimpiä Leanissa esiintyviä tuotantomenetelmiä ovat JIT (Just-In-Time), TQM (Total quality management), jatkuva parantaminen (kaizen) ja benchmarking. Kustannus- ja voittopainotteisesta mallista siirrytään kohti asiakas- ja aikapainotteista näkökulmaa. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Arvoa tuottamattomat toiminnot poistamalla yritys pystyy käyttämään henkilöresursseja tehokkaammin. Näitä arvoa tuottamattomia toimintoja ovat mm. tavaroiden etsiminen, kuljetukset, korjaukset, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi ja viallinen tuote. Nopeuttamalla läpimenoaikoja ja valmistamalla tuotteet tarpeeseen (JIT) saadaan pienempi keskeneräinen tuotanto ja tuotannon ongelmakohdat nousevat paremmin esiin. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Alihankinnassa hinta ja tarjoukset eivät ohjaa toimittajan valintaa, vaan Lean filosofian oppien mukaisesti pyritään luomaan pitkäaikaisia ja pysyviä liikesuhteita. Näin ollen pystytään vaikuttamaan alihankinnan tärkeimpään elementtiin, eli laadukkaisiin ja oikea aikaisiin tuotteisiin. Leanin toimintamallin mukaan varastoista ja keskeneräisestä tuotannosta pyritään pääsemään eroon. Näin ollen leanille eduksi on myös alihankkijoiden läheisyys, jolloin yritys pystyy vastaamaan variantteihin tilauskantoihin nopeasti. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Jatkuvan parantamisen mallin mukaan leanissa korjataan esille nousseet virheet. Virheen ilmentyessä tutkitaan, että miksi virhe tapahtui ja mikä virheen aiheutti. Näin edetään, kunnes löydetään virheen alkusyy. Virheen alkusyyntä löytämisen tutkimustyössä voidaan käyttää Ishikawan kalanruotokaaviota apuna. Alkuperäinen virheen syy eliminoidaan ja tehdään tarvittavat parannukset, jotta virhe ei pääse toistumaan. Virheen ja ongelman ratkaisu on koko organisaation asia. Kuka tahansa voi keskeyttää tuotannon, mikäli ongelmia ilmenee ja kaikki voi keksiä ratkaisuja ongelman ratkaisemiseksi. Laatu on osa valmistusta, jolloin sitä ei tarvitse tarkasta ja

näin ollen Lean- yrityksessä laatu ei maksa mitään. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)



**KUVIO 1. Ishikawa kalenruotokaavio**

Leanin toteuttaminen yrityksessä on halpa eikä se vaadi suuria resursseja, mutta siitä saatavat hyödyt ovat hintaansa nähden merkittävät. Suurimpana onnistumisen edellytyksenä voidaan pitää organisaation sitoutumista toimintatapoihin. Näin ollen suurin haaste onkin henkilöstön asenteiden muuttaminen. Onnistuessaan resursseja alkaa vapautua, henkilöstöä saadaan arvoa tuottavaan työhön ja varastosta vapautuu pääomaa. Lisääntynyt tuotantokapasiteetti saadaan kohdennettua paremmin tuotesuunnittelun, asiakaspalvelun ja tuotteiden tuomalla lisämyynnillä. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Lean- toiminta yltää organisaation jokaiselle tasolle, joten se vaikuttaa yrityksen joka toimintoon. Näin ollen toimintaa kannattaa mitata kustannusten, laadun, ajan ja joustavuuden osalta. Myös henkilöstön aktiivisuus ja työtyytyväisyys on hyvä ottaa tarkkailun kohteeksi. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Leanin tehokkuus perustuu pienellä panostuksella aikaansaavaan tuotokseen. Tuotantokustannuksia mitattaessa voidaan mittareina käyttää tarvittavaan aikaan tuotteen valmistuksessa sekä raaka-aineiden määrää tuotetta valmistettaessa. JIT:n avulla saadaan eliminoitua turhat varastot, mutta varaston määrää tai pinta-alaa voidaan käyttää yhtenä mittarina tuotantokustannuksia mitattaessa. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Laatuvirheiden määrällä voidaan mitata tuotannon kokonaislaatua. Alihankkijoista riippuvaa laatua voidaan mitata yksinkertaisesti alihankkijoiden toimittamien komponenttien laatuvirheiden määrällä. Laatu kustannukset saadaan selville susi kappaleilla, reklamaatioiden määrällä tai korjauskustannuksilla tuotannossa. Viimekädessä asiakas määrää tuotteen viimeisen laadun, joten asiakkaan kokemaa laatua voidaan mitata merkkiuskollisuudella, myynnin kasvulla ja asiakastytyväisyyskyselyillä. Lean-toiminnan avulla parantunut asiakaspalvelu pitää huolen, että yritys on ajan tasalla asiakkaan kokemista laatuvirheistä. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Leanin yhtenä merkittävänä etuna on läpimenoaikojen lyheneminen. Jotta jatkuvaa parantamista voidaan suorittaa, niin tätäkin osa-aluetta tulee mitata. Läpimenoajan lyheneminen on yksinkertainen ja nopea mittausten menetelmä. Tuotannon läpimenoaika luo hyvän vertailukohdan entiseen ja korreloi varastojen määrää. Nopeampi läpimenoaika vähentää luonnollisesti varastojen kokoa ja niihin sitoutunutta pääomaa. Alihankkijoiden suoritusta voidaan mitata reagointiaikaa tilauksesta toimitukseen. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Kilpailukykyinen yritys on joustava ja pystyy mukautumaan asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin. Joustavuus voidaan mitata asetusaikojen lyhenemisellä ja tuotevariaatioiden määrällä. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Henkilöstön sitoutuminen yrityksen toimintaan on edellytys toimivalle Lean-mallille ja yrityksen tuottavuudelle. Mukava ja stressitön työympäristö lisää työtyytyväisyyttä ja näin ollen myös tuottavuutta. Siksi onkin tärkeää, että henkilöstön työtyytyväisyyttä mitataan toistuvilla työtyytyväisyyskyselyillä. Turvallinen työympäristö vähentää työtyytyväisyyttä ja poissaolojen määrää. Jatkuva parantaminen on osa Leania ja jatkuva parantaminen on koko organisaation henkilöstön asia. Yrittämistä ja aktiivisuutta voidaan mitata suoraan kehitysehdotusten määrällä. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

Tulosta saadaan mitattua parhaiten jakamalla tuotettu jalostusarvo palkoilla ja investoinneilla. Liikevaihdon kehityksellä saadaan selville asiakkaan kokeman laadun ja tuotesuunnittelun onnistuvuutta. ROI (pääoman tuottoaste) on hyvä mittari koko yrityksen toimintaan. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 77-85.)

## 4.2 Jatkuva Parantaminen (Kaizen)

Muuttuvassa yritysmaailmassa yrityksille luodaan jatkuvasti uusia haasteita. Menestyäkseen yritys ei voi jäädä lepäämään laakereilleen, vaan sen on kyettävä parantamaan toimintaansa ja tulosta jatkuvasti. Ensiksikin uusia tuotteita on kehitettävä jatkuvasti huomattavasti nopeammin kuin ennen. Lisäksi tuottavuuden on noustava ja kustannusten tulee samanaikaisesti alentua. Lämpimenoaikoja pyritään jatkuvasti lyhentämään tuotteen laadun siitä yhtään kärsimättä. Joustavuutta pyritään lisäämään ja asiakkaiden toiveet pyritään täyttämään täydellisesti. Tuotantoon sitoutuvan pääoman pienentäminen ja toimitusten luotettavuuden parantaminen voivat olla myös suuria haasteita yritykselle. Yrityksen kehittämiseksi on luotu useita työkaluja, mutta helpompana ja halvimpina ratkaisuna voidaan pitää Kaizen-toimintafilosofiaa eli jatkuvan parantamisen mallia. (Puranen 2004, 65-68)

Jatkuvan parantamisen eli Kaizen-toimintafilosofia juontaa juurensa Japaniin, jossa sitä on käytetty menestyksekkäästi hyödyksi toisen maailmansodan jälkeen. Sitä on pidetty yhtenä avaintekijänä Japanin teollisuuden nousuun 1960-luvulta. Käytännössä kaizen on jatkuvaa vähittäistä parantamista, joka koskee jokaista yrityksessä. Päinvastoin kuin suurten hyppäysten innovaatiot, Kaizen keskittyy pieniin asteittäisiin ja säännöllisiin parannuksiin pitkäntähtäimen tavoitteiden asettamisen sijasta. Ideana on siis, että kaizenilaiset ideat syntyvät maalaisjärjen käytöllä, eivätkä ne vaadi suuria investointeja. (Heinonen 2006, 10-21.)

Laadun parantaminen nähdään usein vain parannuksina tuotteiden ja palveluiden laadussa. Kaizen filosofiassa kehittämistä sekä laadun parantamista toteutetaan kaikilla liiketoiminnan osa-alueilla kuten: kustannuksissa, toimitusajoissa, työntekijöiden turvallisuudessa, työntekijöiden taidoissa ja pätevyyydessä, toimittajasuhteissa, uusien tuotteiden kehityksessä sekä tuottavuudessa. Nämä kaikki tekijät nähdään muuttujina, jotka parantavat yrityksen laatua. Kaizenin pääprioriteettina voidaan kuitenkin pitää asiakkaiden tarpeiden täydellistä täyttämistä. Näin ollen Kaizenin syy-seurausajattelu voidaan tiivistää seuraavaan ajatukseen; prosessin parantaminen johtaa parantuneeseen asiakastyytyväisyyteen. (Heinonen 2006, 10-21.)

#### 4.2.1 Jatkuvan parantamisen lähtökohdat

Jatkuva parantaminen perustuu aktiiviseen turhien töiden ja ongelmien kartoittamiseen ja niiden poistamiseen sekä työtä parantavien ideoiden esille tuomiseen. Lähtökohdana on, ettei ole niin pientä ajatusta, ettei sitä kannattaisi tuoda esille ja toteuttaa. Pitkällä aikavälillä joukko pieniä kehitysehdotuksia muodostavat ison parannuksen koko organisaation toiminnassa. Yrityksen tulee tietää tuotantonsa ongelmakohdat, jotta tuotannon parantaminen voidaan aloittaa. Juurisyyn löytämiseen on käytettävissä useita eri työkaluja, mutta niistä yksinkertaisimpana mainittakoon kalanruototekniikka (Ishikawa). Kaizenilaisesta näkökulmasta ongelmanratkaisuun on kaksi lähestymistapaa, jotka ovat innovaatio sekä maalaisjärjelliset työkalut ja tekniikat. Nämä ongelmaratkaisutavat eivät vaadi suuria investointeja. (Puranen 2004, 65-68)

Seuraavana on esitelty hyvin yleisesti käytetty analyttinen ongelmanratkaisutyökalu ”seitsemän tilastollista työkalua” – menetelmä:

1. Pareto -kaaviot. Nämä kaaviot erottelevat ongelmat niiden syyn ja ilmentymän perusteella. Tämän jälkeen ongelmat kaavioidaan niiden prioriteetin mukaan käyttämällä pylväsdiagrammia.
2. Syy-seuraus-kaaviot. Näillä kaavioilla analysoidaan prosessien luonnetta ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Tunnetaan myös kalanruototekniikkana.
3. Histogrammit. Histogrammilla tutkitaan ja analysoidaan laadun mittauksessa havaittuja poikkeamia. Näitä piikkejä analysoimalla pyritään keksimään ratkaisuja tuotannon tasalaatuistamiseksi.
4. Kontrollitaulukot. On olemassa kahdenlaista muutosta: väistämätöntä muutosta, jota ilmenee normaaleissa olosuhteissa sekä muutosta, jonka aiheuttajat voidaan selvittää. Jälkimmäistä muutostyyppiä kutsutaan epänormaaliksi. Kontrollitaulukot auttavat viivagraafien avulla tunnistamaan epänormaalit trendit.
5. Hajontakuviot. Asioiden syy-yhteyksiä tutkitaan sirontakuvioiden avulla. Kahden asian keskinäistä riippuvuutta voidaan tutkia juuri näiden kuvioiden avulla.

6. Graafit. Analyysin tarkoituksesta ja muodosta riippuen käytetään monenlaisia graafeja: viivagraafeilla voidaan tutkia asioiden muutosta ajan suhteen, pylväsgraafeilla verrataan rinnakkaisten pylväiden arvoja ja piirakkadiagrammit ilmaisevat ilmiöiden tai asioiden kategorista jakautumista.
7. Tarkistusarkit. Nämä arkit ovat suunniteltu rutiininomaisten tarkastustulosten taulukointiin.

Jatkuvan parantamisen toteutus vaatii paljon analyttistä tutkimusta sekä selvittämistä. Yrityksen ongelmakohtien löytämisen jälkeen ne tulee selvittää ja ymmärtää niiden syy- ja seuraussuhteet. (Heinonen 2006, 10-21.)

Jatkuva parantaminen ei ole vain johdon ja tuotannosuunnittelijoiden tehtävä, vaan se kuuluu kaikille yrityksessä. Yleensä parhaat ideat ovat lähtöisin tuotannon työntekijöiltä, sillä he ovat oman alansa ammattilaisia ja tuntevat työmenetelmät ja niihin liittyvät ongelmat parhaiten. Näin ollen onnistuakseen jatkuvassa parantamisessa, työyhteisön tulee olla avoin ja intensiivinen, jossa informaatio kulkee vaivatta yrityksen eri osastojen välillä. Yrityksen tulee kannustaa työntekijöitä parannusehdotusten tekemiseen ja olla ideoiden toteuttamisen takana. Työntekijöiden palkitseminen kuuluu oleellisena osana kehitysehdotusten toteuttamista ja se toimii hyvänä kannustimena ideoiden esille tuomiseen. Merkittävimmät kehitysehdotukset käsitellään esimiestasolla ja ehdotuksen toteutuessaan palkinto annetaan ehdotuksen tekijälle. (Puranen 2004, 65-68; Heinonen 2006, 10-21.)

Jatkuvassa parantamisessa kaikki työ asetetaan kyseenalaiseksi. Turhiksi töiksi ja tuhlaukseksi luetaan kaikki se työ, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Siksi turhia työvaiheita kartoitetaan järjestelmällisesti ja ne yritetään eliminoida vähän kerrallaan ilman suuria investointeja. Eli lyhyesti sanottuna tavoitteena on lisätä sellaisen työn osuutta, josta asiakas haluaa maksaa. Kaizenia luonnehditaan ongelman ratkomisprosessina, jossa esille tulleita ongelmia ratkotaan, niin yksilö- kuin ryhmätasolla. Tärkeintä on, että yritys tarjoaa oikeat työkalut työntekijöille jatkuvan parantamisen toteuttamista varten. Työntekijöitä tulee myös kouluttaa käyttämään oikeita työkaluja oikeissa paikoissa. Kaizenilaisessa ajattelussa ideaalinen tilanne olisi, että työntekijät tuntisivat koko tuotannon työvaiheet ja kykenisivät toimimaan millä tahansa työpisteellä. Tällöin kokonaisuus olisi helpompi ymmärtää ja kehitysehdotuksia olisi helpompi toteuttaa. Tuotannon työntekijöiden taitoja voidaan kasvattaa ja heitä voidaan kouluttaa monitaitoisuuteen työkierron avuin. Työkierron

positiivisena puolena voidaan myös mainita työtyytyväisyyden kasvu työn vaihtelevuuden takia. (Heinonen 2006, 10-21.)

Kaizen on hyvin henkilöstökeskeinen ajattelumalli, sillä kaikki kehittyminen on lähtöisin ihmisten motivaatioista osallistua jatkuvaan parantamiseen. Näin ollen työntekijöiden kouluttaminen ja kehittäminen vaikuttaa suoraan tuotteiden ja palveluiden laadun paranemiseen. Kun työntekijät koulutetaan kaizenilaiseen ajattelumalliin, niin he osaavat soveltaa sitä työssään ja etsiä keinoja parantaa omaa työtään ja työtapojaan. (Heinonen 2006, 10-21.)

Jatkuvalla parantamisella pyritään poistamaan kaikki arvoa tuottamattomat toiminnot joista asiakas ei halua maksaa. Näitä toimintoja ovat muun muassa:

- ylituotanto, joka synnyttää varastoja ja sitoo yrityksen pääomaa.
- tuotteet ja tavarat, joita ei välittömästi tarvita
- odottelu, joita ovat mm. materiaalien ja osien puuttuminen, kuormituksen ja työnjaon virheellisyys, tai viallisten tuotteiden korjauksen odottelu.
- toiminnot, jotka aiheuttavat tehottomia tai tarpeettomia tehtäviä, eivätkä yhtenäistä systeemiä
- koneasetuksista tai välineiden hajoamisesta johtuva joutokäynti
- kaikenlainen liike ja kuljetus esim. työntekijän työkalujen etsiminen tai varastointi kuljetukset.

Kaikki edellä mainitut toiminnot aiheuttavat välitöntä rahan menetystä tai vähintäänkin estävät tuottavuuden ja asiakastytyväisyyden lisääntymistä. Jatkuvan parantamisen yksi helpoimpia ja selkeimpiä kehityskohteita ovat juuri nämä arvoa tuottamattomat toiminnot. (Salminen & Huttu 1996, 199-215.)

Kaizenin perusideana on, että yritystä ei mitata tulosten pohjalta, vaan mittaaminen kohdistuu prosesseihin, jolloin yrityksen toimintaa voidaan viedä oikeaan suuntaan. Tällöin mitattavista kohteista saatavat tulokset kertovat, kuinka hyvin jatkuvalla parantamiselle asetetut tavoitteet on saavutettu. (Salminen & Huttu 1996, 199-215.)



Kaizenin yhtenä tärkeimpänä mittarina pidettäköön henkilöstöön sidottua mittaristoa. Koska jatkuva parantaminen on ihmisistä lähtevää, niin henkilöstön tärkeimpiä mittareita ovat toiminnan parantamiseen käytetty aika ja parannusehdotusten määrä. Pelkkien tulosten perusteella ei tulisi palkita, vaan myös yrittämistä ja asennetta tulisi arvostaa. (Salminen & Hutti 1996, 199-215.)

Myös muut mittarit kuten kustannus, aika, laatu, joustavuus ja tulos ovat kaikki osallisena Kaizenin mittausjärjestelmää. Yrityksen tulee mitata omaa toimintaansa kaikilla edellä mainituilla osa-alueilla, jotta jatkuvaa parantamista pystytään toteuttamaan. Tullakseen parhaaksi omalla alallaan yritykseen tulee jatkuvasti kehittää itseään ja tätä varten jokainen mittaristo on tärkeä. Pahin tilanne kaizenilaisessa ajattelussa on se, että yritys jää paikoilleen, jolloin kehitystä ei enää tapahdu. Kaizen on ongelman ratkomisprosessi, jossa pienimmätkin kehitysehdotukset tulee huomioida ja suhtautua niihin vakavasti. Pitkällä aikajänteellä pienetkin kehitystoimet vievät yrityksen toimintaa eteenpäin. (Salminen & Hutti 1996, 199-215.)

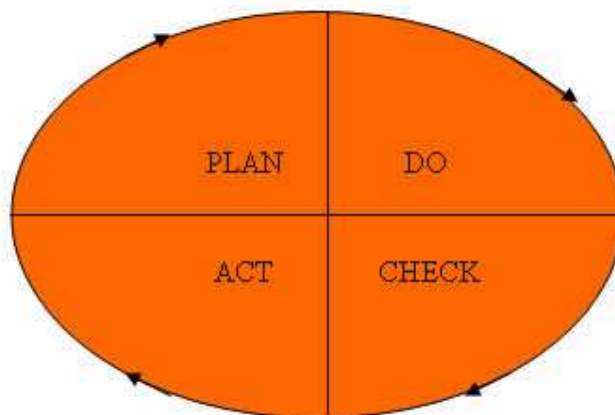
## **4.2 JIT – Just In Time**

JIT – Just In Time on suurten Japanilaisten autonvalmistajien lanseeraama toiminta strategia, jossa peruseriaatteena on tehdä oikea määrä asioita oikeaan paikkaan juuri oikeaan aikaan. Tuotteet tuotetaan juuri sellaisena kuin asiakas ne haluaa asiakkaan haluamassa eräkoossa juuri silloin kun asiakas ne haluaa. Lähtökohta JIT:n toimintamallille on pyrkimys minimoida varastoihin ja keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääoma. Tuotanto tapahtuu tilausohjautuvasti, eli tuotannon aloituksen impulssi lähtee asiakkaan ostopäätöksestä. Onnistumisen edellytyksenä tuotantolinjan läpäisyajan tulee olla lyhyt eikä yksittäisten työvaiheiden välillä saa olla odotusaikaa. Lyhyesti sanottuna JIT:n motto voidaan kiteyttää kuuteen kohtaa:

1. Tuottaa asiakkaan haluamia tuotteita
2. Tuottaa tuotteita juuri asiakkaan tarvitsema määrä
3. Tuottaa virheetöntä laatua
4. Tuottaa tuotteet välittömästi – ei turhaa läpäisyaikaa

5. Tuottaa käyttämättä turhaan työvoimaa, materiaalia tai tuotantovälineitä jokaisella tapahtumalla on oltava selkeä arvoa lisäävä tarkoitus
6. Tuottaa niin, että tarjotaan henkilöstölle mahdollisuus kehittyä.

JIT soveltuu parhaiten virtautettuun solutuotantoon jossa valmistetaan toistuvia tuotteita. Asetusajat pyritään eliminoimaan tekemällä tuotannosta mahdollisimman yksinkertainen ja poistamalla arvoa tuottamattomat liikkeet ja toiminnot. Ongelmien ratkaisu tilanteissa JIT toiminnassa hyödynnetään nk. Demingin laatuympyrää eli PDCA -ympyrä (Plan, Do, Check, Act). PDCA- ympyrää hyödyntäen saavutetaan systemaattinen lähestymistapa ongelmiin. Toiminta suunnitellaan (Plan) tarkasti ennen toteuttamista (Do). Toteuttamisen jälkeen tarkastetaan miten toiminta toteutui (Check) ja korjataan virheelliset osa-alueet (Act). Tarkastamisen jälkeen suunnitteluprosessi aloitetaan alusta, hyödyntäen PDCA- ympyrän antamaa informaatiota. (Liker 2006, 23; Lehtonen 2004, 156.)



**KUVIO 2. Laatuympyrä, PDCA-ympyrä. (Tähtinen 2010, 18)**

JIT:ssä tuotanto tapahtuu imuohjautuvasti ja tuotteita tuotetaan vain asiakkaan todellisia tarpeita varten. Materiaalit ja tarvittavat komponentit tulevat tuotantoon juuri silloin kun niitä tarvitaan. Tämä asettaa suuria vaatimuksia tavarantoimittajille ja alihankinnalle, sillä varastojen vähentämisen vuoksi materiaalin tulee olla tuotannossa juuri silloin, kun sitä tarvitaan. Tavarantoimittajalta vaaditaan luotettavuutta, joten

tästä syystä on hyvä luoda sopimuksiin perustuvat pitkäaikaiset alihankintasuhteet ja jossa hyödyt jaetaan oikeudenmukaisesti sekä kommunikointi on avointa. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 50-60.)

JIT:n toimintamallin tärkeimpiä edellytyksiä ovat selkeät ja yksinkertaiset materiaalivirrat, tuotannonohjaus ja layout. Tehokkuus saavutetaan tasaisella kokonaisvolyymilla ja toimintojen suurella tuottavuudella. Tuotantolinjan on myös mukauduttava nopeasti tuoteperheen sisällä tapahtuviin vaihteluihin. Tuotantolinjan sisäisen asiakkuuden avulla varmistetaan tarvittavan laadun valmistus tuotteen siirtyessä seuraavaan tuotantovaiheeseen. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 50-60.)

Asetusaikojen minimointi on avainsana tuotannon tehostamisessa. Valmistus tekniikoita ja toimintamenetelmiä tulee jatkuvasti kehittää nopeamman läpimenoajan saavuttamiseksi. Välivarastot minimoidaan hyvällä layoutin suunnittelulla, jossa tuotantolinja on työnkulun mukainen. Välivaraston minimoimisella vähennetään välivarastoja (KET) ja näin ollen sitoutuneen pääoman määrä pienenee. (Uusi-Rauva ym. 2005, 428-429.)

JIT- tuotannolle ideaalinen tilanne on, kun kysyntä on vakaata ja tasaista. Imuohjauksen avulla varmistetaan, että tuotteet valmistetaan vain tarpeeseen eikä varastoihin. Kokonaisvaltainen laadun valmistus on JIT:ssä erityisen tärkeää sillä virheellinen tuote pysäyttää tuotannon. Laatu on ilmaista ja virheet maksavat, joten laadun tavoittelu on erityisen tärkeää. (Miettinen 1993, 58; Uusi-Rauva ym. 2005, 428-429.)

JIT- toimintaan liittyy kiinteästi imuohjaus ja Kanban on yksi tunnetuimmista JIT:ssä käytettävistä imuohjaustekniikoista. Kanbanissa materiaalin hankinta ja toimitus perustuu yhden tai kahden merkinantokortin käyttöön. Yhden kortin menetelmässä kuljetuskortti on laatikon kyljessä, sen tullessa kokoonpanopisteeseen. Kokoonpanon otettua laatikon käyttöön, kanban-kortti siirretään keräilypisteeseen, josta se toimitetaan tavaran toimittajalle. Näin ollen tavaran toimittaja osaa toimittaa oikean määrän komponentteja oikeaan paikkaan kokoonpanon tarpeita odottamaan. Kanban kortteja on käytössä useita, jolloin säännöllisillä tarkastuksilla varmistetaan, että materiaalit ei pääse loppumaan. (Uusi-Rauva ym. 2005, 424-425.)

Kahden kortin systeemissä kanbankortit ovat valmistajalla varastossa. Kahden kortin menetelmässä tuotantokortilla annetaan tuotantoprosessille lupa tuottaa tietty määrä tuotetta. Kuljetuskortilla kuljetetaan tietty määrä tuotteita tuotantoprosessin loppua kohti eli alavirtaan. Erän valmistuessa kanban kiinnitetään komponenttilaatikon kylkeen ja siirretään varastoon odottamaan käyttöä. (Uusi-Rauva ym. 2005, 424-425.)

### **4.3 Kapeikkoajattelu**

Kapeikkoajattelu on järjestelmän suorituskykyä rajoittavien kapeikkojen hallintaan perustuva tuotannonohjaus- ja johtamismalli. Kapeikko on mikä tahansa asia, joka rajoittaa yrityksen suorituskykyä ja estää järjestelmää saavuttamasta parempaa suoritustasoa matkalla kohti päämäärää. Tuotannon tavoitteena on kasvattaa läpivirtausta pienentäen samalla varastoja sekä käyttökustannuksia. Kapeikot määräävät tuotannon maksimiläpäisyvirran, joten koko arvoa tuottava prosessi tulee synkronoida toimimaan kapeikkojen määräämässä tahdissa. Koska kapeikot määräävät koko prosessin läpäisyvirran, niin KET:n estämiseksi muiden vaiheiden ei tule tuottaa enempää kuin kapeikot kykenevät käsittelemään. Näin ollen kapeikkoajattelussa kehitystoimet tulee keskittää tuotannon kapeikkoihin. Muualla kuin kapeikossa tehty parannus saattaa jopa laskea kannattavuutta varastojen kasvun takia. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 69-76.)

Kapeikkojen kehitysprosessissa ensiksi tulee löytää tuotannon pullonkaulat. Tämän jälkeen tulee suunnitella miten kapeikkoja voidaan käyttää hyväksi parhaalla mahdollisella tavalla sekä järjestää materiaalivirrat sekä muu tekeminen kapeikkojen mukaan. Kapeikkoa tulee kehittää ja avartaa, jotta tuotanto virtaa paremmin kyseisessä kohdassa. Mikäli kapeikko saadaan poistettua, niin seuraavaksi tulee etsiä uusi tuotannon läpivirtausta rajoittava kapeikko. Kapeikkojen kehittäminen on jatkuvan parantamisen kohdistamista kapeikkojen perusteella sinne, missä kehitystoimenpiteet vaikuttavat suoraan yrityksen toiminnan tulokseen ja kannattavuuteen. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 69-76.)

Kapeikko-ohjaus on tärkein kapeikkoajattelun soveltamisen menetelmä. Kapeikko-ohjauksessa koko tuotantoprosessi synkronoidaan toimimaan kapeikkojen määräämässä tuotantokyvyn tahdissa. Kapeikon läpäisy aika määrää edellisessä

vaiheessa valmistukseen otettavan materiaalin tyyppin, määrän ja valmistuksen ajankohdan. Tuotantoprosessin alkupää toimii imuohjautuvasti kapeikon määräämällä tavalla, mutta kapeikon jälkeen tuotantoa ohjataan täysin työntöperiaatteella. Mikäli aikaisemmassa vaiheessa tuotantoon tulee häiriöitä, niin pullonkaulana toimivan resurssin materiaalin saanti turvataan sopivan kokoisella puskurivarastolla. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 69-76.)

Kapeikkoajattelun seurauksena tuotantomäärät eli läpivirtaus kasvaa. Samoilla resursseilla saadaan valmistettua enemmän tuotteita ja työn tuottavuus kasvaa. Läpäisyajat lyhenevät ja toimitus varmuus paranee, jolloin tuotanto pysyy paremmin aikataulussa. Oikein toimiessaan kapeikkoajattelu pienentää keskeneräistä tuotantoa ja varastoihin sitoutunut pääoma pienenee. Myytyjen tuotteiden määrän kasvaessa ja sidotun pääoman pienetessä luonnollisesti kannattavuus paranee. Kun todelliset tuotantoa rajoittavat kapeikot ovat tiedossa, kehitystoimenpiteet ja investoinnit voidaan keskittää paremmin. (Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B 1994, 69-76.)

## **5 KOKOONPANOTYÖ**

Kokoonpano on prosessi, jossa omassa tehtaassa valmistetut tai muualta hankitut osat sekä standardikomponentit ja tarvikkeet liitetään toisiinsa toimivaksi osaksi. Kokoonpanoksi luetaan kaikki prosessit, jossa lopullista tuotetta varten on jouduttu käyttämään useampaa kuin yhtä syötettä. Lopputuotteessa voi olla osakokoonpanoja, jotka muodostavat itsessään toimivan kokonaisuuden. Osakokoonpanot kootaan omilla kokoonpanopisteillä jonka jälkeen ne liitetään valmiina lopputuotteeseen. Loppukokoonpanossa kaikki osat ja osakokonaisuudet liitetään yhteen lopputuotteen aikaansaamiseksi. Kokoonpano voidaan toteuttaa joko manuaalisesti tai täysin automatisoidusti ja käytettävä menetelmä riippuu täysin tuotteen luonteesta. Elektroniikkateollisuus on usein pitkälle automatisoitua kokoonpanotyötä, kun taas raskaassa metalliteollisuudessa kokoonpano on perinteisesti manuaalista. (Lapinleimu ym. 1997, 111; TEKES 2001, 6.)

Kokoonpanojärjestelmiin luetaan kaikki ne lopputuotteen syntymiseen vaikuttavat tekijät ja osa-alueet, kuten järjestelmän käyttäjät (ihmiset), lopputuotteen muodostavat osakokoonpanot sekä kokoonpanoprosessia ohjaavat järjestelmät. Varastointimenetelmät sekä osat luetaan myös osaksi kokoonpanojärjestelmiä, koska ne vaikuttavat olennaisesti prosessin toimintaan. Kokoonpanotyö pitää sisällään kappaleiden käsittelemistä, siirtämistä, varastointia, liittämistä, sovittamista ja tarkistamista. Periaatteessa vain liittäminen on jalostusarvoa kohottavaa työtä ja loput aiheuttavat aikaviivettä sekä kustannuksia. Ilman jalostusarvoa tuottamatonta työtä kokoonpano ei kuitenkaan ole mahdollista, mutta niiden osuutta kokonaistyöstä pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Kokoonpanotyön kustannukset koko tuotteen kustannuksista ovat verrattain suuret, mutta kustannukset eivät aina johdu itse kokoonpanosta, vaan periytyvät sitä edeltävistä vaiheista, joissa kokoonpanoa ei ole otettu riittävästi huomioon. (Lapinleimu ym. 1997, 111.)

Konvergoivaa valmistusprosessia pidetään raskaan metalliteollisuuden perusmallina, sillä sen perustana on kiinteässä muodossa olevien osien liittäminen tai yhdistäminen toisiinsa tai lopputuotteeseen. Konvergoivassa prosessissa tavoitellaan tasapainoista valmistusjärjestelmää, jotta järjestelmä toimisi haluttuna kokonaisuutena ja työvaiheiden välille ei syntyisi pitkiä odotusaikoja. Lisäksi konvergoivassa mallissa tuotannossa tavoitellaan kokoonpanokeskeisyyttä sekä tuotesuunnittelupainotteisuutta, jotta prosessi toimisi kokoonpanon tarpeet huomioon ottaen koko sen läpimenon ajan. (Fogelholm & Karjalainen, 2001. 59-60.)

Raskaassa metalliteollisuudessa automatisoinnin aste on alhainen, sillä komponentit ovat suuria ja raskaita, sekä monimutkaisten koneiden kokoonpanotyö vaatii moniulotteista liittämistä. Työntekijöiden osaaminen ja ammattitaito korostuvat raskaassa kokoonpanotyössä, sillä kokoonpano suoritetaan usein manuaalisesti. (TEKES 2001, 7.)

Kokoonpanoprosessin ohjaaminen on erittäin tärkeää päällekkäisten prosessien, osakokoonpanojen ja vaiheiden hallitsemiseksi. Tuotteen monimutkaisuudesta ja luonteesta riippuen kokoonpanoprosessi voi pitää sisällään täysin erilaisia menetelmiä, kuten mekaniikka-, hydraulikka ja sähköasennuksia sekä ohjelmointia. Materiaalien hallinta luo lisää haasteita kokoonpanolle, sillä materiaalien tulee olla oikeassa paikassa oikeaan aikaan ja tarvittava määrä. Kokoonpanoprosessin suorituskyky alenee, mikäli asennettavien komponenttien lukumäärä kasvaa, komponenttien saapumisaikataulujen

vaihtelu kasvaa tai komponenttien saapuminen ei ole hallinnassa. Prosessin edetessä osakokoonpanojen ja muiden vaikuttavien tekijöiden määrä kasvaa jolloin koordinaation puute voi aiheuttaa sekavuutta ja ongelmia. (TEKES 2001, 6.)

Kokoonpanoprosessi voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään: jalostusarvoa lisäävään sekä jalostusarvoa lisäämättömään työhön. Jalostusarvoa lisäämätön työ pyritään minimoimaan, mutta manuaalisessa kokoonpanossa sitä ei voida eliminoida kokonaan, sillä komponentteja joudutaan väistämättä varastoimaan ja siirtämään. Tuottamatonta työtä voidaan vähentää parantamalla joustavuutta ja prosessien nopeutta, sekä minimoimalla kuljetukset, komponenttien käsittely, siirtäminen sekä varastointi. (Lapinleimu ym. 1997, 111; TEKES 2001, 6-8.)

## 5.1 Manuaalisen kokoonpanon kehittäminen

Kokoonpanotyön osuus kokonaistyöajasta on usein jopa 20 – 40 %, joten sen kehittämisellä voidaan saavuttaa suuria säästöjä kustannuksissa. Varsinainen kokoonpanon kehittäminen voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: turhan työn poistamiseen ja tarpeellisen työn kehittämiseen. Turhalla työllä tarkoitetaan kaikkea sellaista työtä, joka ei jalosta tuotetta tai jota ei lainkaan tarvita. Tarpeelliseksi työksi luetaan kaikki se, mitä tarvitaan tuotteen kokoon panemiseksi parhaalla mahdollisella tavalla. Tarpeellista työtä on mahdollista kehittää hyvien työkalujen, apuvälineiden kuten kokoonpanokiinnittimien ja materiaalin käsittely- ja syöttölaitteiden, sekä työmenetelmien kehittämisen avulla. Työmenetelmien kehittämisen perusohjeita ovat mm. seuraavat:

- lyhennä etäisyyksiä
- helpota tarttumista
- pyri suoriin liikeratoihin
- mahdollista samanaikainen työskentely molemmilla käsillä. (Lapinleimu ym. 1997, 111, 123)

Kuten muussakin tuotannossa, myös kokoonpanossa kehitystoimenpiteet eivät välttämättä vaadi suuria investointeja, vaan oikealla toiminnanohjauksella ja

ajattelumalleja muuttamalla voidaan saavuttaa suuria säästöjä. Jatkuvalle parantamisella ja kokoonpanoprosesseja kehittämällä voidaan löytää parempia toimintamalleja, joilla saadaan vähennettyä arvoa tuottamatonta työtä. (Lapinleimu ym. 1997, 119.)

Kokoonpanoa voidaan rationalisoida parhaiten kehittämällä tuotteita siten, että kokoonpano joko yksinkertaistuu tai tulee tarpeettomaksi. Tuotesuunnittelija on tässä avainasemassa, sillä hän määrittää jo suunnitteluvaiheessa kokoonpanotavan, kokoonpantavuuden sekä kokoonpanon mekanisointi- ja automatisointimahdollisuudet. Näin ollen kokoonpanon kehittämistoimenpiteet tulee aloittaa paljon ennen varsinaisen kokoonpanoprosessin alkamista. Mikäli tuotteen kokoonpantavuutta ei ole otettu huomioon suunnitteluvaiheessa, niin prosessin kehittäminen voi muodostua todella haastavaksi. Suunnitteluvaiheessa tulee huomioida eri osa-alueiden tarpeet ja vaatimukset, joista kokoonpantavuuden huomioiminen on yksi tärkeimmistä. (Lapinleimu 1997, 121.)

Myynnin näkökulmasta myös myyjän olisi hyvä tietää tuoteperheen variantit ja toiminnalliset erot. Usein myyjä on asiakkaan ensimmäinen kontakti tuotteeseen ja yhdessä he määrittelevät tuotteen ominaisuudet. Asiakkaan tarpeista ja toiveista räätälöidään tuote, joka on mahdollista toteuttaa käytössä olevin menetelmin. Pahimmassa tapauksessa myyjä myy asiakkaalle tuotteen, joka ei ole mahdollista toteuttaa. (Miettinen 1993, 7.)

Jotta asiakkaiden tarpeisiin pystytään vastaamaan mahdollisimman hyvin, niin myös kokoonpanoprosessin tulee olla mahdollisimman nopea. Ylimääräiset toiminnot tulisi poistaa kokoonpanoprosessista, jolloin prosessit yksinkertaistuisivat ja arvoa tuottamattoman työn määrä vähenisi. Kokoonpantavat tuotteet tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia ja liitettävien komponenttien määrä mahdollisimman vähäinen. Modulaarisella tuoteperheellä voidaan saavuttaa yksinkertaiset ja helposti varioitavat tuotteet. Toiminnan ennakkoinnilla ja huolellisella suunnittelulla vähennetään epätietoisuutta ja mahdollisiin ongelmiin pystytään reagoimaan nopeasti ja tehokkaasti. Myös työntekijöiden ergonomisilla työolosuhteilla parannetaan työviihtyvyyttä, joka motivoi työntekijöitä kehittämään prosessin toimintoja. (Lapinleimu ym. 1997, 115-116.)

Toiminnan ja tuotteiden vaiheistamisella voidaan etsiä optimaalinen tuotantojärjestys ja yhtenäistää työmenetelmät, jolloin uusien työntekijöiden on helpompi sisäistää



kokoonpanoprosessi. Vaiheistuksen avulla myös tuotannon ohjaus helpottuu. Informaation avoin kulku organisaation eri tasojen välillä vahvistaa kehittymistä edelleen. Tästä esimerkkinä informaation kulku myynnin ja suunnittelun kautta hankintaan, joka pystyy tilamaan komponentit tarveajankohdan mukaisesti. Sama pätee esimerkiksi varaston toimintaan. Informaation estottomalla kululla varasto pystyy toimittamaan tarvittavat komponentit juuri oikeaan aikaan. (Lapinleimu ym. 1997, 121.)

Kokoonpanossa laadulla tarkoitetaan osien ja komponenttien keskinäistä yhteensopivuutta ja vain yhdellä tavalla mahdollista liittämistä sekä toimivaa ja asiakkaan vaatimukset täyttävää tuotetta. Tämä edellyttää osien ja komponenttien mitoiltaan toisiinsa nähden sopivia toleransseja. Kokoonpanotyössä tehtävä laatu voidaan varmistaa yhtenäisillä toimintatavoilla ja selkeillä ohjeilla. Kokoonpanoprosessin aikana tehtävillä tarkastuksilla voidaan varmistaa, etteivät mahdolliset virheet huku monimutkaiseen prosessiin. Näin virheet löydetään ajoissa ja ne pystytään korjaamaan ilman suuria lisäkustannuksia, joita syntyisi jos virheet ilmenisivät tuotteen asiakkaalle luovuttamisen jälkeen. (Lapinleimu ym. 1997, 121.)

Toiminnan laatu varmistetaan työntekijöiden ammattitaitoa lisäävällä koulutuksella ja työmenetelmien kehittämisellä. Menetelmiä kehittäessä on erityisen tärkeää, että työntekijät ovat osallisena kehitys toimenpiteissä. Tuotannon työntekijät tietävät parhaiten tuotannon ongelmakohdat ja näin ollen he pystyvät antamaan parhaimmat kehitysehdotukset. (Lapinleimu ym. 1997, 122.)

Materiaalinhallintaan liittyy olennaisesti kokoonpanoprosessin onnistumiseen. Materiaalien oikea-aikainen ajoittaminen mahdollistaa, sen että prosessi etenee suunnitelmien mukaisesti. Materiaalipuutteet voivat aiheuttaa vakavia virheitä tuotannossa ja pysäyttää kokoonpanoprosessin täysin. Materiaalin oikea-aikaisuus ja oikea määrä voidaan varmistaa ulkoistamalla komponenttien toimittaminen siihen erikoistuneille toimittajille. Toimittaja huolehtii että varastosta löytyy aina sovittu määrä komponentteja ja näin ollen varastot eivät kasva liian suuriksi, kun varastoa täydennetään kulutuksen mukaisesti. (Lapinleimu ym. 197, 124.)

## 5.2 Layout suunnittelu

Layoutilla tarkoitetaan kokoonpanojärjestelmä fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, osa- ja loppukokoonpanopaikkojen, varastojen ja kulkureittien sijoittelua tuotantotiloihin. Layoutin suunnittelussa ensimmäisenä tulisi määrittellä kokoonpanon kannalta tärkeimmät tekijät, joiden pohjalta layout suunnitelma tehdään. Layoutin pitäisi olla tuotantostrategiassa tehtyjen linjausten mukaiset ja näiden pohjalta tavoitteena on löytää organisaation toimintamalliin parhaiten sopiva layoutmalli. (Fogelholm & Karjalainen 2001, 62; Uusi-Rauva ym. 2005, 475.)

Raskaassa kokoonpanoprosessissa yksi tärkeimmistä layoutin valintaan vaikuttavista tekijöistä on lyhyet kuljetusmatkat. Suuret ja raskaat osat tai osakokonaisuudet ovat vaikeita ja hitaita liikuteltavia, joten lyhyet kuljetusmatkat ovat tärkeitä. Lisäksi suuret komponentit vaativat tilavat kuljetus väylät ja kokoonpano pinta-alan. Osakokoonpanot sijoitetaan yleensä loppukokoonpanon viereen, jolloin osakokonaisuuksia ei tarvitse liikuttaa pitkiä matkoja. Muita layoutin valintaan olennaisesti vaikuttavia tekijöitä ovat valmistettavan tuotteen volyyymi, tuoterakenne sekä joustavuuden tarve kokoonpanojärjestelmässä. (TEKES 2001, s. 8.)

Layout-suunnittelu pitää sisällään materiaalien kulkureittien, työpisteiden fyysisen sijoittelun sekä niiden käytettävissä olevan tilan suunnittelun. Suunnittelussa pyritään luomaan työskentelylle miellyttävät työpisteet, joissa työn tekeminen on helppoa ja tehokasta. Käytettävät apuvälineet ja työkalut voidaan sijoittaa joko keskusvarastoon, josta ne haetaan tarpeen mukaan tai jokaiselle työpisteelle luodaan omat työkalupisteet, joissa on pisteessä tehtävien töiden vaatimat työkalut ja apuvälineet. Työpisteiden suunnittelussa ja työkalujen paikoittamisessa voidaan käyttää apuna 5S-menetelmää jolloin tuottavuus kasvaa työpisteen selkeyden ja järjestelmällisyyden avulla. Onnistuneella layoutilla tuottavuus nousee ja tuotannon ohjaus helpottuu layoutin ja materiaalivirtojen selkeyden avulla. (Krajewski & Ritzman 1990, 296-297.)

Kokoonpanolle suunnitellut tuotantotilat eivät saa olla liian ahtaat, sillä ahtaat tilat voivat aiheuttaa mahdollisia vaaratilanteita sekä työn tekeminen vaikeutuu. Toisaalta liian isot tilatkaan eivät ole tarkoituksenmukaiset, sillä välimatkat pitenevät ja ylimääräisistä liikkeistä syntyy arvoa tuottamatonta toimintaa. Tilan määrä ja etenkin sen muokattavuus ovat näin ollen tärkeässä asemassa layoutsuunnitteluprosessissa.

Kokonaiskuvan kannalta työpisteiden ja niiden kulkureittien suunnittelu on tärkeässä roolissa tuotantotiloja suunniteltaessa. Käytettävissä olevat tilat tulee hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ja tuotannon materiaalivirtojen reitit tulee olla selkeät ja esteettömät. Tuotantostrategiset tekijät vaikuttavat materiaalivirtojen suunnittelussa, sillä eri tuotantomallit vaikuttavat työpisteiden sijoitteluun ja näin ollen myös materiaalin kulkuun. Strategiset linjaukset ja tarpeet määrittelevät järjestelmän muokattavuuden sekä kuinka joustava toimintamallista ja järjestelmästä halutaan. (Krajewski & Ritzman 1990, 296-297.)

Onnistuneessa layoutissa kokoonpanojärjestelmän materiaalivirrat ovat selkeät ja tuotanto on joustavaa ja muunneltavissa. Materiaalia liikutellaan mahdollisimman vähän ja kuljetus matkat ovat lyhyet. Kokoonpanon eri osa-alueet ovat keskitetty omiin pisteisiin ja tarvittavat apuvälineet sekä työkalut löytyvät helposti kustakin työpisteestä. Käytettävissä oleva tila on hyödynnetty täysin tarkoitusten vaatimalla tavalla. Lisäksi työpisteet ovat siistit sekä viihtyisät ja työergonomia ja turvallisuus on huomioitu. (Uusi-Rauva ym. 2005, 482.)

### **5.3 Layout-tyyppejä**

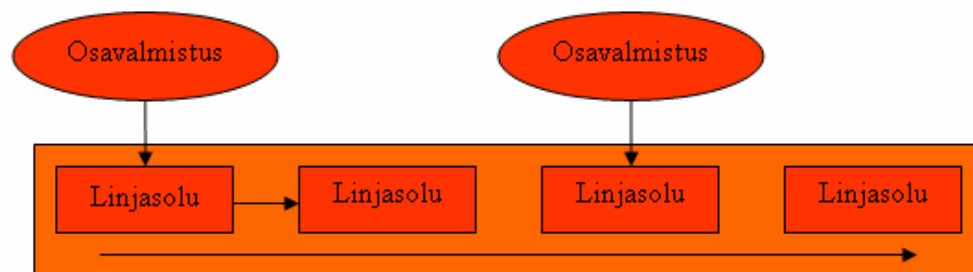
Kokoonpanojärjestelmät ja tuotannon layout tulisi aina suunnitella organisaation tarpeiden mukaisesti korostaen niitä osa-alueita, jotka ovat määritelty yrityksen strategisissa linjauksissa. Raskaassa metalliteollisuudessa yleisimmät käytetyt layoutit ovat tuotantolinja, solu ja funktionaalinen layout sekä paikkakokoonpano. Edellä mainitut layout tyypit eivät kuitenkaan kata kaikkia mahdollisia layouteja, sillä useimmiten layout on yhdistelmä eri tyyppejä. Yhdistelemällä layout tyyppejä saavutetaan yksilöllisen tarpeet paremmin. (Krajewski & Ritzman 1990, 297.)

#### **5.3.1 Tuotantolinja**

Tuotantolinjalla koneet ja laitteet sijoitetaan valmistettavan tuotteen työvaiheidenmukaiseen järjestykseen siten, että työnvirtaus on yhdensuuntaista. Kokoonpano jaetaan vaiheistuksen mukaisesti työpisteisiin, joissa jokaisessa pisteessä

tehdään tietyt työvaiheet. Valmistuttuaan kokoonpantava komponentti siirtyy seuraavaan pisteeseen ja uusi tulee tilalle. Tuotantolinjassa valmistus on tehokasta ja työnkulku selkeää, jolloin ohjaaminen voidaan toteuttaa visuaalisesti. Riippuen tuotteen massasta vaiheiden välisessä liikuttelussa käytetään yleensä apuna erilaisia kuljettimia. Tuote kulkee tuotantolinjan ja eri vaiheiden läpi tahtiajan mukaisesti ja viimeisen vaiheen jälkeen valmis osakokoonpano tai lopputuote nostetaan pois. Työntekijät joko työskentelevät yhdessä vaiheessa toteuttaen saman työvaiheen uudestaan tai seuraavat tuotetta linjan läpi, jolloin vastuu tuoteyksiköstä säilyy ryhmällä. (Uusi-Rauva ym. 2005, 475; Lapinleimu ym.1997, 114.)

Tuotantolinjalayout sopii kokoonpanoon, jossa volyymit ovat suuret ja kuormitusaste korkea. Myös monimutkaisten tuotteiden valmistaminen on tehokasta, sillä vaativat kappaleet voidaan kokoon panna erillisissä osakokoonpanopisteissä tai –linjoilla. Tuotantolinja ei kuitenkaan sovi suuren tuote skaalan valmistukseen, sillä asetusajat ovat pitkät. Tehokkuuden ja alhaisten kustannusten takia tuotantolinjalla tulisi valmistaa mahdollisimman vähän erilaisia tuotteita ja keskittyä suurien volyymien loppu- tai osakokoonpanoihin. (Krajewski & Ritzman 1990, 299-300; Uusi-Rauva ym. 2005, 475.)



**KUVIO 3. Tuotantolinja-layout. (Tähtinen 2010, 30)**

Koneet ja laitteet sijoitetaan työmukaiseen järjestykseen ja huolehditaan, että linjasoluissa on kaikki tarvittavat komponentit sekä välineet kokoonpanoa varten. Tuotantolinjan tulee olla tasapainotettu, jotta työnkuormitus ja tahtiaika pysyisivät mahdollisimman tasaisina eri vaiheiden välillä. Linjan tahtiaika saadaan laskettua jakamalla käytettävissä oleva aika halutun tuotantomäärän kanssa. Jotta linjan

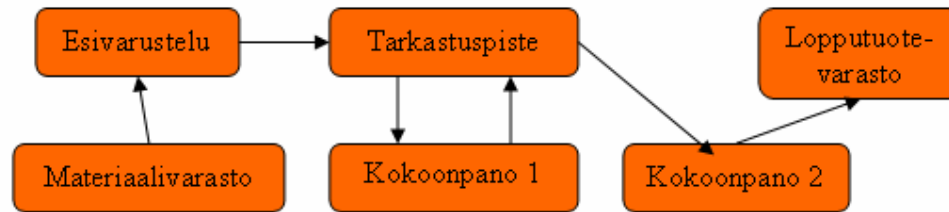
tahtiaika pysyisi jatkuvasti vakiona tai mikäli sitä halutaan nopeuttaa, on yrityksen jatkuvasti kehitettävä toimintaa. Tahtiaika ei salli häiriöitä, jolloin niiden eliminointi on väistämätöntä. Materiaalivirtojen tulee olla hallinnassa, sillä tasainen tahtiaika ei salli materiaalipuutteita. Materiaalit voidaan sijoittaa tuotantolinjan varrella oleviin osakokoonpanopisteisiin tarpeiden mukaisesti, jolloin kuljetusmatkat ja siirtäminen saadaan mahdollisimman pieniksi. Jotta linja kestäisi pieniä häiriöitä, tulee linjan olla joustava ja muokattavissa. Näin ollen tuotantolinja ei pysähdy kokonaan, mikäli tuotannossa ilmenee pieniä häiriöitä. (Krajewski & Ritzman 1990, 317; Lehtonen 2004, 62; Uusi-Rauva ym. 2005. 486.)

Pääomansitoutumisen välttämiseksi varastot on hyvä pitää mahdollisimman pieninä. Varastoissa tulee kuitenkin olla riittävästi komponentteja, jotta kokoonpano voidaan suorittaa ongelmitta. Tuotantolinjan varastot tulee sijoittaa linjan ympärille lähelle vaiheita, jolloin komponenttien liikutteluun ei kulu aikaa. (Krajewski & Ritzman 1990, 299-300; Lehtonen 2004, 62.)

Suuria tuotteita suurella tuotantomäärällä valmistavia tuotantolinjoja kutsutaan kokoonpanotehtaiksi, joka koostuu osakokopanopaikoista ja –linjoista sekä loppukokoonpanolinjoista. Tuotantolinjan lisäksi kokoonpanossa on muitakin vaiheita, kuten esivarustelu ennen linjaa tai loppukokoonpano tuotantolinjan jälkeen. (Lapinleimu ym. 1997, 114.)

### **5.3.2 Funktionaalinen layout**

Funktionaalisisessa layoutissa keskenään samat resurssit sekä osaaminen ja tekeminen kerätään yhteen ryhmiksi eli koneet ja työpisteet järjestellään työtehtävien perusteella omiin ryhmiin. Erilaisten vaiheketjujen tuotteet ohjataan järjestelmässä niille työpaikoille, joita tuotteet tarvitsevat. Funktionaalinen toimintatapa on äärimäisen joustava ja valmistettavat erät voivat olla pieniä jopa yhden kappaleen sarjoja. Systemillä voidaan valmistaa kaikkea, mitä systeemiin sisältyvillä resursseilla ylipäänsä on mahdollista valmistaa. Työvaiheiden välillä ei ole selkeää kulkujärjestystä ja yhdellä tuotteella kuljettamista voi olla paljonkin eri työpisteiden välillä. Näin ollen funktionaalinen layout voi olla sekava kokonaisuus ja sen ohjattavuus on hankalaa. (Lapinleimu ym. 1997, 79.)



**KUVIO 4. Funktionaalinen layout (Tähtinen 2010, 31)**

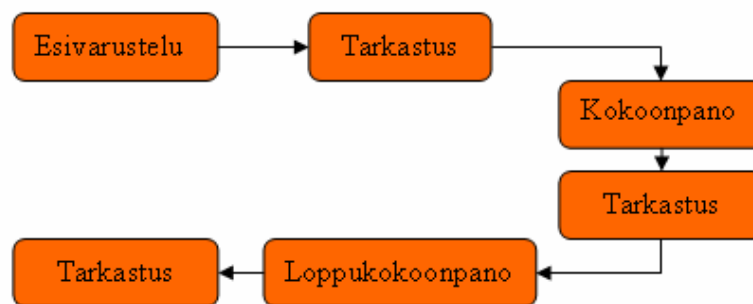
Käytettävät koneet ovat useimmiten monipuolisia ja joustavia yleiskoneita, joka mahdollistaa muuttuvien pienten sarjojen tekemisen. Funktionaalisissa systeemissä työkappaleet jonottavat vuoroaan koneille, jolloin koneiden käyttöaste funktionaalisissa systeemissä on helposti lähes 100 %. Tämä etu on suurimmillaan erittäin kalliiden työstökoneiden ollessa kyseessä. Odottelu heikentää kuitenkin tuotteen läpäisyäikää. (Lapinleimu ym. 1997, 79.)

Kappaleiden edestakaisin kuljettaminen ja käsittely kasvattavat läpäisyäikää ja keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa. Näin ollen tuotteen valmistukseen liittyvät kustannukset kasvavat. Funktionaalinen layout on helppo ja halpa toteuttaa, mutta vastaavasti siinä ei päästä kovin korkeisiin tuottavuus ja kuormitusasteisiin. Tämä layout tyyppi sopii parhaiten rakenteeltaan ja pituudeltaan vaihtelevien tuotteiden valmistamiseen, joiden tahtiajat eivät ole tasapainossa. Tuotannon ohjaus sekä ennusteiden tekeminen aiheuttavat eniten haasteita funktionaalisessa tuotannossa. (Krajewski & Ritzman 1990, 300; Uusi-Rauva ym. 2005 476-477.)

### 5.3.3 Solulayout

Solulayoutissa muodostetaan työpisteitä, joista jokainen on erikoistunut jonkin tietyn työvaiheen tai kokonaisuuden valmistamiseen. Solut muodostavat itsenäisiä yksiköitä ja jokaisessa solussa on kaikki tarvittavat työkalut ja apuvälineet, mitä solun sisällä tehtävä työvaihe vaatii. Tuotteet pyritään valmistamaan soluissa täysin valmiiksi jos mahdollista. Tällöin solussa yhdistyy useita työnkulun vaiheita tehtäväksi samalla

impulssilla. Solulayoutin vahvuuksia on nopea ja suoraviivainen valmistaminen ja kuljettaminen sekä keskeneräinen tuotanto on suhteellisen pientä. Työntekijöiden täytyy olla monitaitoisia. voidakseen tasapainottaa solujen kuormitusta tekemällä työvaiheita, jotka ovat kiireellisiä. Solulayoutissa sekoittuvat tuotantolinjat ja funktionaalinen toimintatapa, jolloin se on linjaa joustavampi ja funktionaalista tehokkaampi. (Fogelholm & Karjalainen, 2001. s. 64; Lapinleimu ym. 1997, 86; Lehtonen 2004, 65.)



**KUVIO 5. Solu layout (Tähtinen 2010, 33)**

Tuotantolinjamaisuutta haetaan minimoimalla kuljetusten määrät ja etäisyydet. Asetusajat eivät ole suuret, sillä kussakin solussa tehdään vain tiettyä työvaihetta. Solukokoonpanon joustavuuden takia on mahdollista valmistaa pieniä tai jopa yksittäisiä sarjoja. Välivarastot minimoidaan ja näin ollen solulinjan selkeys säilyy ja keskeneräisen tuotannon pääoma on varsin pientä. Layoutin selkeys helpottaa mahdollisten virheiden löytämistä ja niiden poistamista tuotannosta. Solukokoonpanossa työntekijät voivat itse vaikuttaa solun sisällä tapahtuvaan keskinäiseen työnjakoon, joka nostaa työmotivaatiota. (Fogelholm & Karjalainen, 2001, 64; Lapinleimu ym. 1997, 86; Uusi-Rauva ym. 2005, 476-477.)

Parhaiten solulayout sopii varianttisille tuotteille, joilla ei ole kovin korkea volyyymi. Peruseriaatteena on tuoda resurssit tuotteiden lähelle, jolloin komponenttien etsiminen sekä työnvalmistelu eivät aiheuta arvoa tuottamatonta toimintaa. (Krajewski & Ritzman 1990, 297-298.)

### **5.3.4 Paikkakokoonpano**

Paikkakokoonpano soveltuu tuotantoon, jossa tuotteita valmistetaan hyvin pienissä erissä projektimaisesti. Valmistettavat tuotteet ovat isoja tai vaikeasti liikuteltavia joten tämän vuoksi on helpompaa tuoda resurssit tuotteen luokse. Näin ollen liikuttelua ei tapahdu juuri laisinkaan. (Lapinleimu ym. 1997, 112-113.)

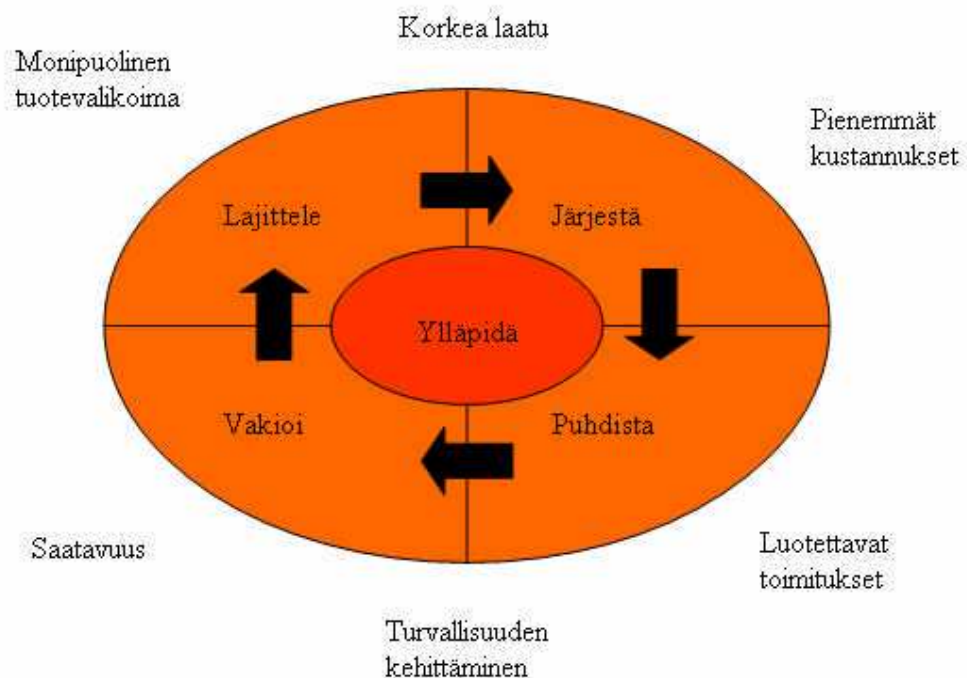
Paikkakokoonpanossa työskentelee joko yksittäinen henkilö tai pienet ryhmät tuotteen koko valmistuksen elinkaaren läpi. Yleensä työt jaetaan ammattitaidon mukaan esimerkiksi mekaaninen kokoonpano, hydraulikan kokoonpano tai sähkötyöt. Jaottelun takia työn tuottavuus sekä joustavuus saattavat kärsiä täysin tasa-arvoiseen ryhmään verrattuna. Työn esivalmistelu ja -varustelu voidaan toteuttaa paikkakokoonpanon ulkopuolella, jonka jälkeen valmiit osakokonaisuudet tuodaan valmiina paikkakokoonpanoon liitettäväksi. (Lapinleimu ym. 1997, 112-114; TEKES 2001, 7.)

## **5.4 Kokoonpanojärjestelmän hallinta**

Raskaan metalliteollisuuden valmistusmäärät ovat harvoin niin suuria, että tuotantoa olisi järkevä täysin automatisoida. Näin ollen järjestelmän hallinta on useimmiten helpointa toteuttaa visuaalisesti. Visuaalisuuden avulla kokoonpanon tilanne voidaan määrittellä silmämääräisesti ja mahdollinen ongelman syy havaitaan myös samalla kerralla. (Liker 2006, 149-150.)

Jotta kokoonpanon hallinnassa voidaan keskittyä täysin olennaiseen eli jokapäiväisten rutiinien seurantaan sekä yllättävien tilanteiden hallintaan, tulee toimintaympäristöstä poistaa kaikki virheet, puutteet sekä ylimääräiset tavarat. Hukkatekijöiden, virheiden, puutteiden, vahinkojen sekä epäjärjestyksen poistamiseen voidaan käyttää 5S-menetelmää. (Liker 2006, 150.)





**KUVIO 6. 5S.**

5S on osa jatkuvaa parantamista ja sen ominaisuudet kuuluvat yrityksen päivittäisiin rutiineihin. Peruseriaatteena on työpaikan organisointi ja työmenetelmien standardisointi siten, että se kasvattaa työn tuottavuutta. Tuottavuutta kasvatetaan välttämällä hukkaamista ja tuhlaamista, poistamalla ei-arvoa tuottava toiminta tuotannosta, parantamalla laatua ja turvallisuutta, sekä luomalla visuaalisesti miellyttävä ja tehokas työpaikka. (5S, 2009.)

5S:n mukaisesti toiminnassa esiintyvät ongelmat nostetaan esille ja ne poistetaan tuotannosta kokonaan, mikäli mahdollista. Lajittelun ja järjestämisen avulla tuotannon ongelmat nousevat parhaiten esille, jolloin niihin tulee puuttua tehokkaasti. Ongelmia tulee myös ennalta ehkäistä ja joustavuuden avulla organisaatio kykenee toteuttamaan jatkuvaa parantamista tehokkaammin. (Liker 2006, 150.)

5S:n mukaiset toimintamallit ovat:

- lajittele (eng. sort, japan. seiri). Poista työpisteestä kaikki ylimääräinen ja säilytetään ainoastaan kaikki tarpeellinen

- järjestä (eng. set in order, japan. seiton). Järjestä työpiste niin, että kaikki työkalut ja tarvittavat komponentit ovat helposti löydettävissä niille kuuluvilta paikoilta.
- puhdista (eng. shine, japan. seiso). Pidä työpiste siistinä, niin että työolot ovat mukavat, visuaalisuus säilyy ja tapaturman riski pienenee.
- vakioi (eng. standardize, japan. seiketsu). Vakioi toimintamallit ja tavat.
- ylläpidä (eng. sustain, japan. shitsuke). Pidä huoli, että sovittuja menetelmiä noudatetaan.

5S:n mukaisella toiminnalla tuotteet pystytään valmistamaan ja toimittamaan paremmin aikataulun mukaisesti, sillä tuotannosta poistetaan hukkatekijöitä ja arvoa tuottamatonta toimintaa. Tuotannon selkeytymisen avulla monimutkaista valvonta- ja hallintaprosessia ei enää tarvita, joten resursseja voidaan kohdistaa tehokkaammin tuotannon ongelmakohtiin sekä niiden kehitystoimiin. Tuotteiden laatu paranee virhe määrän vähentyessä ja varioituvalla tuotevalikoimalla pystytään täyttämään asiakkaiden erilaiset tarpeet sekä toiveet entistä lyhyemmällä ajalla. Työturvallisuus paranee siisteyden sekä onnettomuusriskien kartoittamisen avulla ja sitä myöten työtyytyväisyys sekä motivaatio nousevat. Valmistuskustannukset alenevat jatkuvan kehittämisen myötä ja arvoa tuottamattomien toimintojen määrä laskee. (5S for Operators 1996, 13-19.)

Jotta 5S toimisi parhaalla mahdollisella tavalla, vaati se koko organisaation sitoutumista sekä ylläpitämistä. Lopputuloksena kokoonpanoprosessista saadaan poistettua hukkatekijät hallitusti ja pysyvästi. Henkilöstöä voidaan rohkaista ylläpitämään 5S:n menetelmiä ja tuomaan esille tuotannon epäkohtia palkitsemismenetelmin, jolloin he sitoutuvat toimintaan tehokkaammin. Työyhteisön tietotaito tasoa on pidettävä yllä säännöllisillä koulutuksilla, jolloin varmistetaan, että uusimmat menetelmät ovat varmasti juurtuneet jokaisen työntekijöiden päivittäisiin rutiineihin. (Liker 2006. 36, 151; 5S for Operators 1996, 13-19.)

## 6 Junttan OY

Vuonna 1976 perustettu Junttan Oy on kuopiolainen hydraulisten lyöntipaalutuskoneiden valmistukseen erikoistunut yritys. Alkuvuosina ja lähes koko 80-luvun Junttan käytti nimeä Savonvarvi Oy, mutta päätyi muuttamaan nimen Junttan Oy:ksi vuonna 1988. Junttan toimi perheyriyksenä vuoteen 2006 asti, jonka jälkeen omistajanvaihdoksen myötä yrityksestä tuli osa suomalaista konepajakonsernia Pilomacia (Piling and Logging machines). Junttanin lisäksi Pilomac-konserniin kuuluu vaasalainen metsäkoneita valmistava Oy Logset Ab sekä tervolainen kallioporolaitteita valmistava Excadrill. (Junttan 2007c.)

Pääsääntöisesti Junttanin liikevaihto koostuu ulkomaan viennistä, joka vuonna 2006 oli 95 %. Tärkeimmät vientikohteet ovat Venäjä, Eurooppa sekä USA. Vuonna 2006 liikevaihto oli 42 M€ ja vuoden 2008 loppuun mennessä liikevaihto oli kasvanut 62 M€:on. Henkilökuntaa Junttanilla on 103. Vuoden 2009 alusta Junttan siirsi toimintansa Kuopion Kylmämäkeen valmistuneeseen uuteen tehtaaseen. Muuton myötä tuotannon ja koko organisaation toiminta muuttui radikaalisti. Toimintaa ollaan kehittämässä koko konsernin tasolla toimivaksi ja tehokkaammaksi. Muutosten taustalla vaikuttaa organisaatiorakenteen muutoksen yhteydessä tehty strateginen valinta. Keväällä 2007 Junttan myi osavalmistuksen ja keskittyy näin ollen ydinosaamiseensa eli paalutuskoneiden loppukokoonpanoon. (Junttan 2007c.)

Nykyisessä kilpailuyhteiskunnassa ja alati muuttuvassa yritysmaailmassa yrityksen on pakko kehittää toimintaansa jatkuvasti. Pilomac käynnisti vuonna 2006 koko konserninlaajuisen toiminnankehitysprojektin strategisten tavoitteidensa saavuttamiseksi. Projektin tavoitteena on kehittää koko konsernin tasolle verkostomainen toimintamalli ja yhtenäiset toimintatavat. Tähän sisältyy modulaarisen tuoteperheen kehittäminen ja tuotantoon saattaminen, tuotteiden myöhäinen variointipiste sekä konfiguroitavuus. Näin ollen asiakkaita pystytään palvelemaan paremmin juuri heidän tarpeidensa mukaisesti koko tuotteen elinkaaren ajan. Tavoitteiden täyttämiseksi asiakkaiden tarpeet on tunnettava tarkasti ja niitä on kyettävä ennakoimaan. (Junttan Oy, 2007b.)

Tilaus-toimitusprosessia pyritään konsernin tasolla kehittämään ydinosaamiseen keskittymällä ja parantamalla työskentelyolosuhteilla. Lisäksi tuotanto vaiheistetaan ja

tasapainotetaan, jotta pystytään vakioimaan työvaiheet sekä varmistamaan häiriötön materiaalinvirtaus. (Junttan Oy, 2007b.)

Vuonna 2010 Junttan koki jälleen omistajan vaihdoksen, kun yli 90 % Junttanin osakkeista siirtyi Ilkka Brotherukselle. Entiset omistajat, kuten Pilomac luopui osakkeistaan ja näin ollen Junttan ei ole enää osana Pilomacin konepajakonsernia. (J. Petjala, henkilökohtainen tiedonanto, 23.3.2010)

## **6.1 Junttanin tuotteet**

Paalutus on pohjarakennustekniikka, jota käytetään rakennusten perustuksien tukemiseen tai vahvistamiseen, jolloin vetinen tai muuten huonosti kantava maaperä saadaan rakennuskelpoiseksi. Paalutuksessa käytetään paalutuskoneita, jotka iskevät paalun päätä suurmassaisilla juntilla. Paalun päähän kohdistunut isku synnyttää paalun läpi kulkevan iskuaallon ja tämän energian voimasta paalun kärki uppoaa maahan. Paalutusta jatketaan kunnes saavutetaan kestävä maaperä tai paalulle asetetun kantokyvyn vastaama painetila. (Paalutus, 2010)

Junttanin tuotevalikoima koostuu erilaisista monikäyttöisistä paalutustyössä käytettävistä laitteista, joita käytetään ympäri maailmaa huonolle maaperälle tai merenpohjaan tehtävissä rakennustöissä. Tuotevalikoimaan kuuluu hydrauliset lyöntipaalutuskoneet, junttausvasarat ja hydraulisesti toimivat kairat ja aggregaatit. Paalutuskoneen ominaisuuksia voidaan yhdistellä ja tuotteen lopulliset ominaisuudet määritellään asiakkaan käyttötarkoitusten pohjalta.



Kuva 1. Junttanin valmistama paalutuskone. (Junttan, 2010)

## 6.2 Junttanin strategiset tavoitteet

Keväällä 2008 Junttan siirtyi Sonet- toiminnanohjausjärjestelmästä IFS- Finlandiin. Sonetilla materiaalit hankittiin suoraan koneprojekteille, kun taas IFS- Finlandilla komponenttien hankinta toteutetaan varasto-ohjautuvasti. Muutoksen taustalla toimi tuotantomäärien ja yrityksen kasvu, jolloin tuoterakenteen puuttumisen takia Sonet-järjestelmä kävi liian suppeaksi käyttää. Uuden toiminnanohjausjärjestelmä avulla sisäistä tietoa pystytään hallitsemaan paremmin ja materiaalien hankinta on huomattavasti selkeämpään sillä IFS- Finland käsittää koko Junttanin eri tasojen väliset toiminnot. (Junttan Oy, 2007b.)

Yksi Junttanin strategisista tavoitteista on tuotantojärjestelmän joustavuuden kehittäminen, jotta sopeutuminen ympäristön epävarmuudesta aiheutuviin muutoksiin ja muihin yllättäviin tilanteisiin, joihin ei voida varautua, olisi helpompaa. Asiakaslähtöisyydestä ja elinkaariajattelusta seuraava tavoite on palvelun tehostaminen, jotta pystytään kehittämään palvelutuote, joka tukee asiakkaan tarpeita. (Junttan Oy, 2007b.)

Konsernin strategisen linjauksen pohjalta Junttanilla ollaan kehittämässä uutta toimintatapaa, jossa yhdistyvät tuotannosuunnittelu aina tilauksesta toimitukseen asti, tuotekehitys kohti modulaarista tuoterakennetta, selkeämpi materiaalinhallinta ja logistiikka sekä työnvaiheistaminen ja yhtenäinen tuotantomalli. Tavoitteena on saavuttaa kyky ja valmiudet palvella tuotteen valmistamista, asiakkaita sekä huoltopalveluita entistä paremmin. (Junttan Oy, 2007b.)

Junttanin ydinosamisalueeksi on määritelty paalutuskoneiden ja -laitteiden valmistaminen, joka pitää sisällään myynnin ja markkinoinnin, suunnittelun, kokoonpanon, tuotekehityksen sekä huoltotoiminnan. Keskeisimmät tavoitteet ovat asiakaslähtöisyys, nopeus ja häiriöttömyys, joiden avulla pystytään vastaamaan tuotteiden varioinnin ja asiakaslähtöisyyden tuomiin haasteisiin. Jotta nämä tavoitteet pystyttäisiin toteuttamaan, on tuotantojärjestelmän oltava tasapainotettu, materiaalivirroiltaan optimaalinen sekä huolellisesti suunniteltu erityisesti työpisteiden osalta. (Junttan Oy, 2007b.)

Tuotannon keskeisempiä tavoitteita ovat toimintavalmiiden ja testattujen koneiden tuottamis- ja toimituskyky suunnitellun aikataulun mukaisesti. Tärkeää on myös, että tavoitteeseen päästään yhteisiä pelisääntöjä noudattaen. Muita tuotannon tavoitteita ovat joustavan asiakaskohtaisen tuoterakenteen ja operoitavan tuotannon kehittäminen, jolla pystytään vastaamaan muuttuvien olosuhteiden tuomiin haasteisiin. Asiakaskohtaisen tuoterakenteen avulla pystytään luomaan tuotannolle ja huollolle paremmat toimintaedellytykset. (Junttan Oy, 2007b.)

Toimitusvarmuus, käyttökate, laatu sekä jalostusarvo/palkat toimivat mittareina, joiden avulla seurataan tuotannon toiminnan toteutumista. Tällä hetkellä se ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista, sillä alihankinnan puolella ilmenevät materiaalitoimitusongelmat heijastuvat voimakkaasti myös tuotannon toimitusvarmuuteen. Paalutuskoneita ei pystytä valmistamaan aikataulun mukaisesti, sillä komponentit ovat usein pahasti myöhässä tai virheellisesti valmistettuja.

Tuotantotoiminnan konkreettiset päätavoitteet on luoda edellytykset konemäärien kasvattamiselle sekä sen hallinnalle. (Junttan Oy, 2007b.)

Volyymin kasvattamisesta seuraa paljon uusia haasteita, joihin Junttanin on varauduttava ennalta pystyäkseen vastaamaan niihin parhaalla mahdollisella tavalla. Yhteiset toiminnan pelisäännöt on luotu selkeyttämään toimintoja ja vastuualueita. Useinkaan tuotannossa ilmaantuviin haasteisiin ei pystytä vastaamaan kertaluontoisilla toimilla, vaan ne vaativat jatkuvaa kehittämistä. Näin ollen keskeisimpiä tavoitteita ovat tuotantotoiminnan resurssien varmistaminen ja toiminnan kehittäminen. Muita parhaillaan käynnissä olevia tuotantotoiminnan kehittämiseen liittyviä toimintoja ovat mm. nimikkeiden luokittelu sekä työvaiheistukset. (Junttan Oy, 2007b.)

Tuotannonohjauksen näkökulmasta suurin tavoite on vaiheistaa kokoonpano ja saada tuotannolle niin tasaiset tahtiajat, että Junttan voi käyttää visuaalista ohjausta tärkeimpänä ohjauskeinona.

### **6.3 Junttanin tilaus-toimitusprosessi**

Hyvä läpileikkaus paalutuskoneen valmistusprosessista koko sen läpimenon ajan on tilaus-toimitusprosessi. Prosessi alkaa markkinoinnista ja päättyy valmiin paalutuskoneen toimittamiseen asiakkaalle. Suurin ja merkittävin markkinointikanava on ympäri maailmaa järjestettävät alaan liittyvät messut. Messuilla saadaan paljon merkittäviä kontakteja ja tehdään jopa tarjouksia asiakkaille paalutuskoneiden toimittamisesta. (Junttan, 2007a.)

Myyntimiesten suora myyntityö asiakkaille on toinen merkittävä markkinointikeino. Osa asiakkaista on pitkäaikaisia asiakkaita, jotka tilaavat vuosittain useita koneita. Lisäksi Junttan mainostaa nettisivuilla ja ajoittain myös alan lehdissä. Yleensä asiakkaat tilaavat koneita ainoastaan todellisesta tarpeesta, joten perinteiset ja aggressiiviset markkinointikeinot eivät sovellu Junttanin markkinointimenetelmiin. Kun asiakaskontakti on syntynyt, myynti valmistelee tarjouksen asiakkaan vaatimusten ja toiveiden pohjalta. Tuotepäällikkö toimii prosessin teknisenä tukena varmistaakseen, että kaikki asiakkaan toivomat ominaisuudet on mahdollista toteuttaa. Myynti konsultoi tuotannosuunnittelua toimitusajoista ennen sitovaa sopimusta

asiakkaan kanssa. Asiakkaan hyväksytyä tarjouksen, tehdään tilauksesta kauppasopimus ja tilausvahvistus, josta käy ilmi kaikki kauppaan liittyvät ehdot sekä koneeseen tulevat ominaisuudet. Tilauksen vahvistumisen jälkeen myynti laatii tilauksesta valmistusmääräysehdotuksen. (Junttan, 2007a.)

Aikaisemmin tuotannosuunnittelu on edennyt ns. 16-8-0-säännön mukaisesti, mutta uusien tuotantojärjestelmien ja laman myötä aikataulu on lähempänä 12-6-0. Tämä tarkoittaa että paalutuskoneen kokoonpanoprosessin aloituspalaveri pidetään viimeistään 12 viikkoa ennen kokoonpanon aloittamista. Aloituspalaverissa nousseet asiat selvitetään ennen seuraavaa palaveria, joka pidetään 6 viikko ennen kokoonpanon aloittamista. Viimeisten viikkojen aikana hankitaan lyhyen toimitusajan komponentit ja tarkennetaan loput olennaiset kokoonpanoon vaikuttavat asiat. Lähivuosien tavoitteena on lyhentää tätä prosessia ja siirtyä lähemmäksi 10-4-0 mukaiseen toiminta malliin. (Junttan, 2007a.)

Aloituspalaverissa tuotannosuunnittelu kutsuu kokoon myynnin ja hankinnan sekä sähkö-, hydraulikka- ja mekaniikkasuunnittelun. Palaverissa käydään läpi valmistusmääräysehdotus, jonka perusteella asiakkaalle tehdään ja toimitetaan hänen tilaamansa tuotteen tekninen erittely. (Junttan, 2007a.)

Aloituspalaverin jälkeen, ennen viikkoa 6, etsitään ratkaisuja palaverissa esiin nousseisiin kysymyksiin. Lisäksi jatketaan jo aloitettua osien hankintaprosessia sekä toteutetaan koneen sähkö-, hydraulikka- ja mekaniikkasuunnittelu. Tässä vaiheessa asiakkaalla on vielä mahdollisuus tehdä pieniä muutoksia koneeseen, mikäli ne eivät koske konemalli- tai toimilaitemuutoksia. (Junttan, 2007a.)

Kuusi viikkoa ennen kokoonpanon aloittamista pidetään tuotannosuunnittelun koolle kutsuma palaveri, jossa paikalla on edustus hankinnasta, tuotannosuunnittelusta, suunnittelusta sekä tuotannonohjauksesta. Palaverissa tarkistetaan koneeseen liittyvät dokumentit, joten koneensuunnittelun ja dokumenttien tulee silloin olla valmiina. Mikäli konekorteissa tai valmistusmääräyksessä ilmenee muutoksia, tuotannosuunnittelu hoitaa niiden päivittämisen. (Junttan, 2007a.)

Viimeisillä viikoilla välipalaverin jälkeen tehdään lyhyen toimitusajan komponenttien hankinnat. Asiakkaalla ei ole enää tässä vaiheessa mahdollista tehdä optiomuutoksia koneeseen, mutta voi vielä vaikuttaa lisävarusteisiin, kuten ilmastointiin. (Junttan, 2007a.)



Viikolla 0 kone saapuu tuotantolinjaan ja kokoonpanotyöt aloitetaan. Kokoonpanoprosessin jälkeen kone testataan sekä koeajetaan. Testauksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, josta otetaan kopio ja toimitetaan asiakkaalle. Ennen kuin kone luovutetaan asiakkaalle, koneelle tehdään katsastus, jonka suorittaa yrityksen ulkopuolinen henkilö. Kone voidaan luovuttaa asiakkaalle vasta sitten, kun kaikki tarkastukset ja testaukset on suoritettu hyväksytysti. Koneen kuljettamisesta vastaa ulkoistettu logistiikkapalvelu ja tehtaalta lähtemisen jälkeen koneen vastuu siirtyy huoltopalveluille. (Junttan, 2007a.)

## **6.4 Markkinoiden tilanne ja tulevaisuuden näkymät**

Junttanin tuotteita on myyty ympäri maailmaa 45:een eri maahan, joten toimintakenttä on laaja. Kansainvälistyminen alkoi vuonna 1984, kun Junttan toimitti ensimmäisen ulkomaille menevän paalutuskoneen Ruotsiin. Tämän jälkeen toimintakenttää laajennettiin Tanskaan ja Saksaan ja siitä edelleen idän kautta ympäri maailmaa. Nykyisin Junttanilla on jakelukanavia 20:ssä eri valtiossa ja asiakkaina toimivat yksittäiset tai maailman johtavat rakennusurakoitsijat. (Junttan, 2010.)

Aikaisempien vuosien voimakkaan kysynnän vuoksi Junttan joutui kasvattamaan volyymiaan. Vielä ennen omistajan vaihdosta vuosittainen koneiden valmistusmäärä oli noin 30 konetta vuodessa. Vuonna 2008 koneita valmistettiin jo 65 kappaletta. Tilausten kasvaminen on luonut paineita myös menetelmien kehittämiseen, jotta kasvaneeseen kysyntään kyetään vastaamaan. Kehitystoimenpiteet alkoivat vuoden 2005 alussa, jolloin Junttanin imagoa päätettiin kehittää käyttäjäystävällisemmäksi. Kehitys toiminnan perusteena toimi luottamukseen perustuva toiminta Junttanin ja heidän asiakkaiden välillä. Asiakastyytyväisyyttä on pyritty kehittämään paremmilla huoltopalveluilla sekä asiakkaiden tarpeiden täyttämällä. (Junttan, 2010.)

Hiljentyneen taloustilanteen vuoksi Junttanin vienti on laskenut rajusti vuoden 2008 tasosta, mutta taloustilanteen elpymisen vuoksi myös Junttanin tuotannossa on odotettavissa kasvua. Eniten kasvua odotetaan Aasiasta Kiinan sekä Intian suunnalta, mutta myös Etelä- ja Pohjois-Amerikka, Eurooppa ja Venäjän markkinat tulevat jälleen kasvamaan. Ennusteiden mukaan Junttanin tuotanto saadaan vuoden 2008 tasolle vuonna 2012. Kasvua edesauttaa se, että rakentaminen ei lopu maailmasta ja

suurin osa hyvästä maaperästä on jo rakennettu. Tulevaisuudessa rakentamista joudutaan laajentamaan vetisille maaperille, jolloin rakennusten kantovaatimusten täyttämiseksi joudutaan käyttämään paalutustekniikkaa. (Junttan, 2010.)

Täyttääkseen eri toiminta-alueiden erilaiset tarpeet parhaalla mahdollisella tavalla, markkinointistrategia on modifioitu sopivaksi kullekin alueelle. Eri alueiden strategiat sisältävät toimintaa koskevat valinnat alueista, jonne tuotteita myydään sekä markkinoiden ja asiakkaiden analysoinnin. (Junttan, 2010.)

Jotta yritys pystyy selviämään jatkuvassa kilpailussa ja markkinoiden variansseista maailman markkinoiden tilanteen jatkuva seuraaminen on ehdoton edellytys. Seurannan pohjalta tehtävien suunnitelmien ja markkina-analysien säännöllinen päivittäminen on tärkeää myös sen vuoksi, että toiminnan strategiset linjaukset tehdään niiden pohjalta. Asiakkaiden tarpeiden ja menetelmien kehityksen seuraaminen (benchmarkkaus) tulee myös olla jatkuvaa. Näin ollen Junttanin markkinoinnin kehittämisen avainalueita ovat selkeän ja yhtenäisen imagon luominen, kilpailijoista erottumiskeinot sekä asiakkaiden tarpeiden tunteminen ja entistä paremman asiakasluottamuksen saavuttaminen. Lisäksi asiakkailta kerätty palaute Junttanin tuotteista on osa tuotekehitystä. (Junttan, 2010.)

## **6.5 Materiaalin tilausprosessi**

Materiaalien hallinta toteutetaan IFS- Finland tuotanto-ohjelman avulla sekä visuaalisten kanban- menetelmien keinoin. IFS- Finlandin avulla nähdään milloin eri koneiden valmistuminen on ajoitettu ja näin ollen työvaiheet voidaan ajoittaa oikein. Tuotannon työvaiheet on vaiheistettu ja valmistuspäivämäärän mukaan Junttan pystyy jakamaan resurssit ja ohjaamaan materiaalia JIT:n mukaisesti oikeaan paikkaan juuri oikeaan aikaan.

Kanbania Junttan pilotoi yhdessä työpisteessä (solu 3), mutta menetelmää aiotaan hyödyntää tulevaisuudessa laajemmin ja levittää koko tehtaaseen. Kanbanin avulla ei kuitenkaan hallita kalliita, pitkän toimitusajan omaavia tai muuten kriittisiä nimikkeitä, vaan menetelmä käsittää ns. C-nimikkeitä.

Materiaalin hallintaa on myös osittain ulkoistettu alihankkijoille, jotka voivat tuotanto-ohjelman avulla ennakoida komponenttitarpeita. Lisäksi Junttanilla on sopimus Würthin ja Polar Teknikin hyllytyspalveluiden kanssa komponenttien, kemikaalien, työkalujen, työsuojainten sekä erilaisten ruuvien, muttereiden ja kiinnittimien toimittamisesta. Tämä takaa että kaikkia tarvittavia kiinnittimiä on aina hyllyssä ja saatavilla.

Pitkien toimitusaikojen komponenttien toimituksissa on eniten ongelmia, koska niiden toimitusajat ovat usein pidempiä kuin tilaus-toimitusprosessin kesto. Tästä johtuen pitkien toimitusaikojen komponentit joudutaan tilaamaan konemyyntiennusteiden pohjalta. Tällä hetkellä tuotteita tilataan tarpeeseen, mutta meneillään olevan modulointiprojektin myötä tavoitteena on yhtenäistää tuoteperheitä ja tilata komponentit imuohjautuvasti. Yhtenäisten tuoteperheiden avulla voidaan helpommin toimia ennusteiden pohjalta ja materiaalia pystytään hallitsemaan helpommin.

Konkreettisia ongelmia materiaalin hallintaan aiheuttavat osapuutteet ja virheelliset toimitukset. Osapuutteet useimmiten johtuu toimittajien myöhässä tulevista komponentti- ja osatoimituksista. Virheelliset ja puutteelliset kuvat ovat osaa syy virheellisiin toimituksiin. Piirustusten päivittämisellä ja tuoteperheiden yhtenäistämällä voidaan pienentää huomattavasti edellä mainittua ongelmaa.

## **7 Tuotantostrategioiden välisiä eroja**

Junttanin varaston koko on suurehko ja kiertonopeus pieni, joten varastoon sitoutuneen pääoman määrä on huomattava. Tällä hetkellä komponentit tilataan varastoon tarpeeseen, josta ne siirretään työpisteille tuoterakenteesta löytyvien komponenttitarpeiden mukaisesti. Toiminnanohjausjärjestelmästä löytyvän tuoterakenteen ja tarvelistan perusteella hankinta ostaa tarvittavat komponentit varastoon. Joidenkin nimikkeiden tilausimpulssi noudattaa hälytysvaraston mallia. Rajan alituttua ostotilaus lähtee toimittajalle, mutta kooltaan suuret tuotteet tilataan tarpeeseen. Pitkän toimitusajan tuotteet joudutaan tilamaan ennustusten pohjalta, sillä näiden komponenttien hankintaprosessi on usein pidempi kuin asiakaskohtainen

tilaustoimitusprosessi. Kun osat on varattu paalutuskoneelle, ohjataan ne tarpeen mukaan kokoonpanoon, jolloin halliin ei pääse syntymään välivarastoja.

Junttanin tärkeimpiä tuotantostrategisia ratkaisuja tulevaisuudessa on soveltaa JIT-menetelmää isojen komponenttien hankintaa koskevissa päätöksissä ja näin ollen pitää varastot mahdollisimman pieninä. Tulevaisuudessa suuret komponentit pyritään tilamaan imuohjautuvasti siten, että ne saapuvat Junttanille tarpeenmukaisesti jolloin vältetään ylimääräisiä varastoja. Tämä kuitenkin vaati tuotannon erittäin hyvää tuntemista sekä luotettavuutta ja särmätöntä yhteistyötä alihankkijoiden ja tavaran toimittajien kanssa.

Vakio-osille, joita käytetään lähes kaikissa koneissa, voidaan soveltaa varasto-ohjautuvaa tuotantomallia. Hälytys rajan alituttua vakiokomponentteja tilataan varastoon, sillä näiden osien kiertonopeus on varsin suuri. Valmistettavaan lopputuotteeseen eli paalutuskoneeseen varasto-ohjautuvatuotantomalli ei kuitenkaan sovi. Paalutuskoneen valmistuskustannukset ovat suuret, joten niitä ei kannata valmistaa varastoon. Lisäksi paalutuskoneet ovat asiakkaan vaatimusten mukaan räätälöityjä, joten varastoon valmistaminen ei ole senkään puolesta mahdollista.

Paalutuskoneiden pitkän toimitusajan vuoksi Junttan ei pysty täysin soveltamaan tilausohjautuvaa tuotantostrategiaa. Menetelmästä löytyy kuitenkin elementtejä, joita Junttan voi hyödyntää tuotannossaan. Valmiit tuotteet toimitetaan heti valmistumisensa jälkeen asiakkaalle, jolloin loppuvarstoja ei synny.

## **7.1 Tuotannonohjausmenetelmien vertailua**

Onnistuneen kokoonpanoprosessin ja Junttanin tärkeimpinä tavoitteina voidaan mainita tasapainoinen tuotanto sekä kokoonpantavuuden huomioiminen muun toiminnan suunnittelussa. Tällä hetkellä tuotannon suurimmat ongelmat johtuvat virheellisistä ja puutteellisista piirustuksista sekä osien yhteensopimattomuudesta tai niiden puutteista. Ongelma voitaisiin ratkaista kaikkien tuotantoon vaikuttavien eri osa-alueiden välisellä, toimintojen kehittämiseen tähtäävällä yhteistyöllä, jolloin toimintojen väliset rajapinnat sekä vastualueet selventyisivät. Useista eri tuotannonohjausmenetelmistä löytyy elementtejä, joilla voitaisiin toteuttaa Junttanin tuotannonohjaus. Yksikään malli ei kuitenkaan vastaa täysin yrityksen tarpeita, joten

eri malleja yhdistelemällä ja räätälöimällä Junttanille sopiva tuotannonohjausjärjestelmä saavutettaisiin tilanne, jossa arvoa tuottamattomien toimintojen summa on mahdollisimman pieni. Tulevaisuudessa Junttan pyrki enemmässä määrin integroimaan leanin toimintamallia tuotantonsa, mutta kaikesta huolimatta muitakin tuotannonohjausmenetelmiä tullaan soveltamaan.

### **7.1.1 JIT (Just In Time)**

JIT:stä löytyy paljon elementtejä, joita voidaan hyödyntää Junttanin tuotannonohjauksessa. Merkittävin ominaisuus JIT:n ajattelumaailmasta on sen peruseriaate, että juuri oikea määrä, oikeaan paikkaan, oikeaan aikaan. Lisäksi arvoa tuottamattomat toiminnot tulee minimoida, joten hukan eliminointi on tärkeä ohjauskeino. Tuotantoprosessin tulee olla joustava, joten sisäisellä joustavuudella pyritään välttämään tilanteita, jossa tuotantolinja pysähtyisi ongelman ilmaantuessa.

Materiaalivirtojen, tuotannonohjauksen ja layoutin selkeys ovat tärkeitä tekijöitä Junttanin tuotannossa ja yksi tärkeimmistä tuotannonohjausmenetelmistä onkin visuaalisuus. Tuotantoa pystytään ohjaamaan helposti visuaalisesti ja näin tuotannon mahdolliseen epäjärjestykseen pystytään puuttumaan tehokkaasti. Visuaalinen ohjausmenetelmä luo myös mahdollisuuden jakaa resurssit ja kapasiteetin nopeasti ja tehokkaasti.

JIT:n mukainen toimintamalli korosta lyhyitä läpimenoaikoja, mutta paalutuskoneen kokoonpanoprosessi tilauksesta toimitukseen on niin pitkä, ettei JIT sovellu täydellisesti Junttanin tuotannonohjaus menetelmäksi. Pitkien toimitusaikojen takia tuotannossa ei synny päivittäistä vaihtelua, joten siihen varautumiskeinojakaan ei ole määriteltä. Kaikesta huolimatta Junttanin yksi tärkeimmistä tavoitteista on toimitus- ja läpäisyajojen lyhentäminen. Merkittävimmät kehityskkeinot läpäisyajan lyhentämiseksi ovat menetelmien kehittäminen ja tuotannossa ilmenevien ongelmien poistaminen. Tuotantostrategisten linjausten pohjalta joidenkin nimikkeiden kohdalla materiaalinohjauksessa käytetään osittain varasto-ohjautuvaa hankintaa. Tämä valinta aiheuttaa väistämättä jonkin verran varastoja, joten JIT:n periaatteiden mukaan, niiden minimointi ei ole Junttanilla täysin mahdollista.

### 7.1.2 Kapeikkoajattelu

Kapeikkoajattelun peruseriaatteet eli tuotannon kapeikkojen etsiminen ja niiden avulla ohjaaminen, hyvä toimintavarmuus, kapasiteetin tarpeen mukainen käyttäminen sekä tasapainotettu tuotannonvirtaus, ovat Junttanin tuotannonohjausmenetelmän tärkeimpiä elementtejä. Kapeikot määräävät tuotantolinjan tahtiajan ja resursseja pystytään kohdistamaan joustavammin kohtiin, jotka uhkaavat muodostua pullonkauloiksi. Esivarusteluiden ja osakokoonpanojen valmistamiseen kuluva aika on osittain määritelty ja näin ollen niiden valmistamisen voidaan ajoittaa siten, että ne ovat valmiina oikeaan aikaan.

Pelkkä kapeikkoajattelun mukainen ohjaaminen ei ole yksistään sopiva malli Junttanin tuotantoon, koska manuaalisessa kokoonpanossa on niin paljon kokoonpanoon vaikuttavia inhimillisiä tekijöitä, että kapeikkojen paikka vaihtelee välillä rajustikin. Tämän vuoksi prosesseja on kehitettävä paljon, ennen kuin kapeikkoajattelua voitaisiin soveltaa pääohjausmenetelmänä.

### 7.1.3 Lean

Tuotannonohjausmenetelmistä Junttan tulee hyödyntämään kaikista eniten Leanin toimintamalleja. Junttanin tuotantolinja ja layout ovat suunniteltu Leanin peruseriaatteiden mukaisesti. Merkittävin Leanin ominaisuus, mitä Junttan hyödyntää on hukkan poistaminen 5S ajattelumallin mukaisesti.

Organisaation jokainen taso on sitoutunut kehittämään yrityksen toimintaa. Jatkuvan parantamisen mallin mukaisesti Junttan pyrkii jatkuvasti kehittämään toimintaansa ja poistamaan yrityksen toiminnassa ilmeneviä ongelmia. Arvoa tuottamattoman työn määrä pyritään minimoimaan kehittämällä ja parantamalla prosessien toimivuutta, sekä poistamalla hukatekijöitä tuotannosta. Parannuksia tehdään jatkuvasti esimerkiksi kokoonpanokuvia päivittämällä ja kokoonpantavuutta kehittämällä parantamalla yhteensopivuutta. Kehittäminen ei koskaan lopu, sillä aina löytyy jotakin mitä voi parantaa lisää.

Tuotantotilojen layout on suunniteltu Leanin peruseriaatteiden mukaisesti niin että materiaali virtaa yhdensuuntaisesti ja keskeytymättömästi. Samaa periaatetta on käytetty myös vaiheistettua kokoonpanoa ja tuotantolinjaa, esivarustelupaikkoja sekä muuta kokoonpanoa suunniteltaessa.

Ylituotannosta eroon pääseminen ja etenkin aikataulujen tasapainottaminen ovat Leanin elementtejä, jotka tulevat olemaan erittäin tärkeitä osa-alueita Junttanin tuotannonohjauksessa. Lisäksi turhista kuljetuksista, varastoista, liikkeestä, odottamisesta, turhasta tekemisestä ja viallisista tuotteista pyritään pääsemään eroon 5S:n mukaisella toiminnalla ja prosessien parantamisella.

Uusien tuotantotilojen ansioista sisäinen logistiikka on parantunut huomattavasti, mutta logistiikassa on vielä parantamisen varaa. Kun komponentti tuodaan varastosta soluun ja työntekijä asentaa sen, nimike siirtyy varastosaldosta keskeneräiseen tuotantoon. Asentaja kuittaa komponentit kiinnitetyksi vasta, kun paalutuskone siirtyy linjassa seuraavaan vaiheeseen. Tämä on virheellinen tapa toimia, sillä komponentti tulisi kuitata kiinnitetyksi heti asentamisen jälkeen, jolloin varasto saldo päivittyy oikea-aikaisesti. Junttanin sisäisen logistiikan suurin ongelma on varastosaldojen oikeellisuus ja tämä voi johtaa vakaviin häiriöihin. Varastohallintajärjestelmä näyttää nimikkeen kohdalla plussaa, mutta todellisuudessa komponentteja ei ole. Tällöin työ seisahtuu ja tarvittavan komponentin tilaaminen voi viedä useita viikkoja. Näin ollen materiaalin oikea-aikainen hallinta parantaa sisäistä logistiikkaa ja tuotannon hallitsemista.

Leanin mukaista ongelmien todellista poistamista hyödynnetään osittain Junttanin tuotannossa. Ongelman ilmetessä tuotanto pysäytetään virheen korjaamiseksi. Ongelma tulee kuitenkin tutkia perinpohjaisesti ja etsiä virheen aiheuttanut juuri syy. Tämän jälkeen ongelma tulee poistaa ja varautua, ettei se toistu uudestaan. Ongelmien juurisyyn havaitsemiseen voidaan käyttää apuna Ishikawan kalanruotokaavioita jolloin kaikki ongelmaan liittyvät osatekijät tulee huomioida. Sisäisen joustavuuden ansioista Junttanilla on mahdollisuus selvittää ongelmat perinpohjaisesti ja varautua, ettei virhe toistu tulevaisuudessa.

## 8 Paalutuskoneen kokoonpano

Junttanin tuotantotilojen suunnittelussa tärkeimpänä tavoitteena oli kehittää teolliseen valmistukseen soveltuva tehdasmainen toimintaympäristö, jossa materiaali virtaa yhdensuuntaisesti ja tuotantoa ohjataan mahdollisimman pitkälle visuaalisesti. Jotta yrityksen sisäinen toiminta saadaan toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla, organisaation eri tasojen ja osa-alueiden yhteistyötä kehitetään paremmalla vuorovaikutuksella. Työnkierrolla ja monipuolisilla työtehtävillä varmistetaan työntekijöiden monitaitoisuus, jolloin resurssien siirtely ja kohdistaminen tarvekohtiin on helpompaa ja tehokkaampaa. Lisäksi ammattitaitoa pidetään yllä jatkuvilla koulutuksilla.

Junttanin tuotantotilat ovat helposti muunneltavissa, joten tehdashallin ja tuotannon layoutia voidaan muokata tarvittaessa. Linjasoluissa ja esivarustelussa varastot pyritään pitämään mahdollisimman pieninä toteuttamalla varastointi keskitetysti. Keskitetty varasto vaatii toimivaa materiaalinohjausta sekä varastonhallintaa, sillä materiaalin tulee olla saatavilla työpisteessä tarpeen vaatiessa. Pienemmät ns. kulutustavarat (ruuvit, mutterit yms.) on varastoitu työpisteille, jolloin ne ovat helposti saatavissa asennustöitä varten. Visuaalisen ohjaamisen helpottamiseksi materiaali virtaa yhdensuuntaisesti tuotannon läpi, jolloin turha edestakaisin siirtely minimoituu ja materiaalin hallinta selkeytyy.

Valmistettavat tuotteet ovat jaettu ns. A/B/C- ajattelun mukaisesti. A- tuotteet ovat modulaarisia ja omaavat täydellisen tuoterakenteen, jolloin koneet voidaan valmistaa ilman asiakaskohtaista suunnittelua. B- tuotteet ovat lähellä A-tuotteita, mutta niihin lisätään jokin asiakkaan haluama ominaisuus, esim. liikutettava ohjaamo, joten ennen tuotannon aloittamista kone käy suunnittelun kautta. Volyymikoneet, eli ns. A ja B tuotteet, jotka muodostavat 80 % Junttanin tuloksesta valmistetaan tuotantolinjalla, joka on jaettu kuuteen linjasoluun. Tuotantolinjalla tehdään ainoastaan koneeseen kiinnitettävien komponenttien asennustyöt, joten esivarustelu on sijoitettu linjan toiselle puolelle sen solun viereen, missä kiinnitys paalutuskoneeseen tapahtuu. Esivarustelu ajoitetaan olemaan valmis yhtä tahtiikkaa aikaisemmin, jolloin valmis osakokonaisuus on valmiina asennettavaksi, kun sen aika tulee. C- tuotteet ovat täysin asiakaskohtaisia projekteja ja ne täytyy suunnitella alusta loppuun asti. Muuttuvien tuoterakenteiden vuoksi nämä tuotteet eivät sovellu tuotantolinjaan, joten ne



valmistetaan paikkakokoonpanossa prototuote puolella. Keili ja järkäle kokoon pannaan omissa soluissa loppukokoonpanon vieressä, jossa ne myös liitetään paalutuskoneeseen. Tällä minimoidaan raskaiden ja suurien tuotteiden pitkät siirtomatkat. Junttanin tuotantotilojen layoutia käydään läpi kappaleessa 7.1.

Tuotantolinjan tahtiaika määräytyy tuotannolle asetetuista tavoitteista. Tavoitteena on saada tuotantolinja toimimaan tasapainoisesti vakioahtiajalla siten, että kokolinjan asennustyöt valmistuvat samanaikaisesti. Eri konemalleista johtuva kuormituksen vaihtelu pyritään hallitsemaan kohdistamalla lisäresursseja kohtiin, jotka uhkaavat muodostua pullonkauloiksi. Tuotannon vaiheistamisen avulla saadaan selville mahdolliset rinnakkain tehtävät työvaiheet, jolloin resurssien ja työtehtävien jakaminen on helpompaa tasapainoisen tuotannon saavuttamiseksi.

## **8.1 Tuotannon layout**

Tuotantolinjan layout-suunnittelun pohjana käytetään ideaalista kokoonpanojärjestystä sekä linjasolujen välillä tehtyä vaiheistusta. Layout on yhdistelmä tuotantolinjasta ja solukokoonpanosta, sillä volyymikoneiden kokoonpano tapahtuu tuotantolinjalla, joka on jaettu 6 soluun vaiheistuksen mukaisesti. Lisäksi esivarustelut ja osakokoonpanot sijoitetaan tuotantolinjan vierelle siten, että niiden varustelupiste on sillä kohdalla, missä kyseinen osakokonaisuus asennetaan. Tällöin siirtomatka esivarustelupisteen ja linjasolussa olevan ylävaunun rungon välillä on mahdollisimman lyhyt. Komponenttien hakemiseen tuhlautuva aika on eliminoitu sijoittamalla tuotantolinjan oikealle puolelle läpivirtaushylly, josta tarvittavat nimikkeet haetaan. Tuotantolinjan molemmille puolille on jätetty riittävästi tilaa, jolloin trukki mahtuu tuomaan komponentteja vaivattomasti tarvekohtiin. Sähköjen ja letkujen esivarusteluja lukuun ottamatta ylävaunun kokoonpanolinjan jokaiseen soluun on sijoitettu siltanosturit. Tällöin katonostureita ei tarvitse jakaa ja ylimääräistä odottelua ei pääse syntymään. Liitteessä 6 on kuvattu Junttan- keskuksen tuotantolinjan layout.

Ensimmäisessä solussa runko nostetaan pilarinostimien päälle, jolloin alapäin tehtävät asennukset ovat mahdollisia. Ensimmäisen solun jälkeen ylävaunu nostetaan paineilmakäyttöisen vihivaunun päälle. Ylävaunun rungot kulkevat tuotantolinjan läpi

vihivaunuilla, jotka seuraavat tehdashallin lattiaan asennettua vihivaunurataa. Viimeisen solun jälkeen ylävaunu nostetaan alavaunun päälle liitosta varten.

Layout-suunnittelussa on huomioitu 5S:n periaatteet sekä Junttanin määrittelemät toiminnalliset vaatimukset. 5S:n mukaisesti jokaiseen soluun on sijoitettu kaikki tarvittavat työkalut ja apuvälineet, joita kussakin solussa tehtävät työvaiheet vaativat.

Yhdensuuntainen materiaalinvirtaus on varmistettu suunnittelemalla layout siten, että keskusvarasto sijaitsee hallin toisessa päässä, josta myös ylävaunun rungot tuodaan sisälle tehdashalliin. Keili ja järkäle piste sijaitsevat tuotantolinjan loppupäässä, joten vähentääkseen materiaalin liikuttelun määrää sisällä, näiden työpisteiden komponentit tuodaan sisälle työpisteiden vieressä olevista ovista.

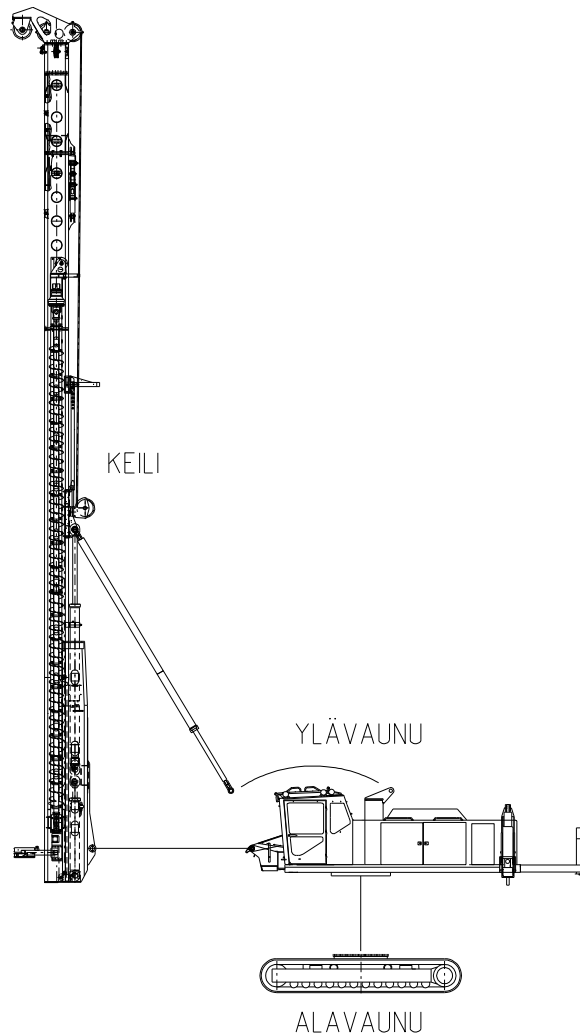
Tuotantolinjan päässä runko pestään ja puhdistetaan, jonka jälkeen se nostetaan tuotantolinjalle ja tuotantolinjan jälkeen ylävaunu nostetaan liitoksen ja siitä edelleen loppukokoonpanoon. Loppukokoonpanossa koneeseen tehdään tarvittavat säädöt ja testaukset sekä liitetään viimeiset komponentit ja osakokonaisuudet ennen kuin paalutuskone voidaan siirtää hallin toisessa päässä sijaitsevasta ovesta ulos. Loppukokoonpano on jaettu 3 vaiheeseen, joissa tehtävät työvaiheet on jaettu vaiheistuksen mukaisesti. Keili- ja järkälepisteet ovat sijoitettu loppukokoonpanon viereen siten, että valmiit tuotteet liitetään kyseisten pisteiden kohdalla. Ulkona koneeseen tehdään tarvittavat säädöt ja testaukset, jonka jälkeen se tuodaan takaisin sisälle viimeistelyä varten. Viimeistelyn jälkeen paalutuskone on valmis toimitettavaksi asiakkaalle. Yhdensuuntaiset virtauksen ansiosta paalutuskone ja myös kaikki materiaalit kulkevat hallin toisesta päästä toiseen päähän, joten materiaaleille ei tule edestakaista liikuttelua.

C-linjalla tehtävät paalutuskoneet ovat ns. harvinaisempia ja tämän takia tuotanto tapahtuu paikkakokoonpanossa. Paalutuskoneen ylävaunu tehdään alusta loppuun asti samassa pisteessä ja kokoonpanosta vastaa sama asentaja ryhmä. Valmis ylävaunu nostetaan liitokseen ja loppukokoonpanoon, jossa siihen liitetään keili ja järkäle. Solulinja on modifioitu volyymikoneita varten ja tämän takia c-linjalla tehtäviä tuotteita ei voida viedä linjaan.

## 8.2 Paalutuskoneen kokoonpanoprosessi

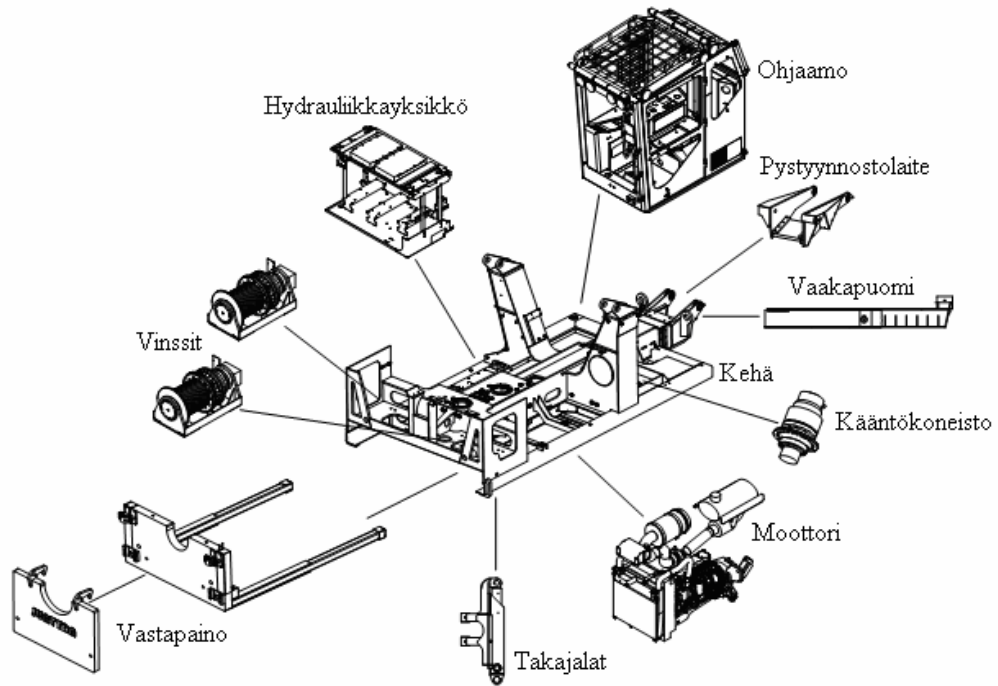
Kokoonpanoprosessin aloittaminen määräytyy tuotanto-ohjelman 12-6-0 säännön mukaisesti. Tuotantolinjan tahtiaika määrää volyymikoneiden valmistuspäivämäärän. Tuotannonohjaajat koordinoivat tuotannon toimintaa sekä huolehtivat, että paalutuskoneen kokoonpano pysyy linjan tahtiajan mukaisena. C-linjalla valmistettavat modulaariset koneet tehdään paikkakokoonpanossa, eikä valmistusprosessi noudata tarkkaa tahtiaikaa. C-linjan tuotteiden valmistuspäivämäärä on laskettu vaiheistuksen sekä käytettävien resurssien pohjalta, joten asiakasta voidaan tämän pohjalta informoida arvioidusta luovutuspäivämäärästä.

Tuotantolinjassa kokoonpantavan ylävaunun tahtiaika ohjaa muiden työvaiheiden kokoonpanon aloittamista sekä resurssien jakamista. Osakokoonpanojen ja muiden ylävaunuun liitettävien osien valmistaminen ajoitetaan tahtiajan mukaisesti siten, että ne ovat valmiina yhtä tahtiaikaa ennen koneeseen liittämistä. Tällöin tuotantolinjan visuaalinen ohjaus on mahdollista toteuttaa parhaalla mahdollisella tavalla.



Kuva 2. Paalutuskoneen osat. (Junttanin kuva-arkisto)

Kuvassa 1 on esitetty paalutuskoneen eri osat. Keili toimii järkäleen johteena sekä paalunhallinnan käsittelijänä. Keilin koko riippuu paalutuskoneeseen halutuista ominaisuuksista. Alavaunu toimii paalutuskoneen liikkuvana alustana. Sen ominaisuudet määräytyvät keilin tavoin koneen toiminnalle asetetuista vaatimuksista, kuten kuljetusleveydestä. Ylävaunun rakenne riippuu tarvittavan hydraulisen energian määrästä ja sen runko pidetään mahdollisimman pienenä siten, että sillä pystytään kuitenkin täyttämään koneelle asetetut vaatimukset.

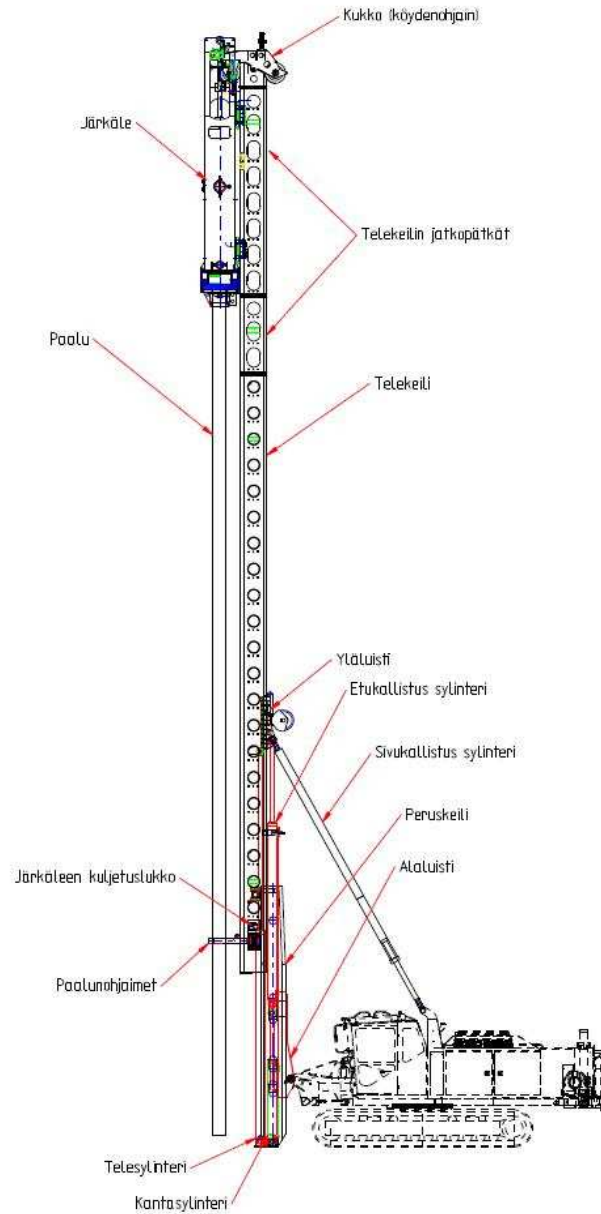


Kuva 3. Ylävaunun rakenne (Junttanin kuva-arkisto)

Ylävaunun kokoonpanoon kuuluvat kaikki työvaiheet tehdään tuotantolinjassa. Ylävaunun kokoonpano on vaiheistettu 6 soluun. Osakokonaisuuksien esivarustelu tapahtuu samassa solussa, jossa komponentti liitetään koneeseen. Kussakin solussa tehtävä työ ja resurssit ovat jaettu tasan niin, että ylävaunu voi siirtyä seuraavaan soluun tahtiajan mukaisesti. Kuvassa 2 on esitetty ylävaunuun kytkettävät suurimmat komponentit sekä osakokoonpanot: moottori, hydrauliikkayksikkö sekä ohjaamo. Neljäs ylävaunuun liittyvä osakokoonpano on peltien eristäminen. Ennen ylävaunun kokoonpanoa koneen rungolle tehdään tarvittavat esivarustelut, joita ovat mm. ylävaunun rungon peseminen sekä puhdistaminen, vastapainotelineen, läpiviennin sekä kehän asentaminen. Tuotantolinjalla valmistettavat ylävaunut ovat pääsääntöisesti identtisiä keskenään, mutta C-linjalla tuotettavissa koneissa on eroja eri konemallien välillä.

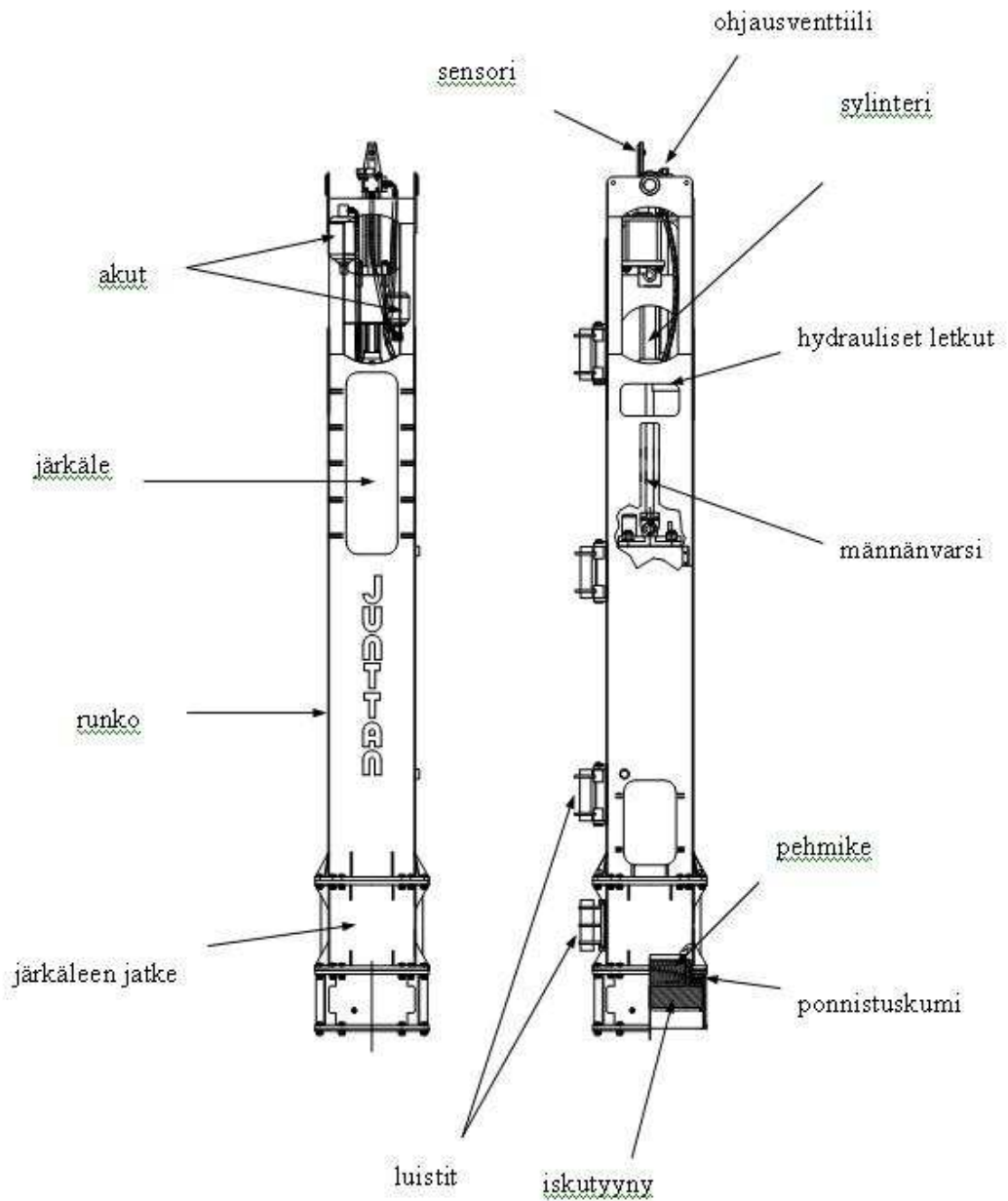
Kun ylävaunu tulee ulos tuotantolinjasta, se liitetään alavaunuun. Ennen liitosta alavaunulle on tehtävä tarvittavat toimenpiteet, joita ovat puhdistus, letkutus ja sarjanumeroiden keräys. Liitoksen jälkeen paalutuskone siirtyy loppukokoonpanoon.

Loppukokoonpanossa paalutuskoneeseen tehdään tarvittavat säädöt ja testaukset, sekä liitetään viimeiset osakokonaisuudet. Loppukokoonpano on jaettu 3 vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa kone tankataan, sylinterit ilmataan, tehdään tarvittavat testaukset sekä käynnistetään. Toisessa loppukokoonpanonvaiheessa koneeseen liitetään vastapaino ja keili. Kolmannessa vaiheessa järkäle liitetään keiliin ja koneelle tehdään viimeiset tarkastukset ja toimenpiteet ennen kuin se siirretään ulkoiseen testaukseen.



Kuva 4. Keilin rakenne (Junttanin kuva-arkisto)

Keilin kokoonpano toteutetaan omassa solussa. Keilin varustelujen mukaisesti tuotanto ajoitetaan siten, että keili on valmiina loppukokoonpanossa tapahtuvaa liittämistä varten. Liitteessä 1 keilin kokoonpano on jaettu suurimpiin osakokonaisuuksiin ja kokoonpanojärjestykseen. Kuvassa 3 on esitetty suurimmat keiliin liitettävät osakokonaisuudet, jotka liitetään keilin kokoonpanovaiheessa, tai loppukokoonpanossa.



Kuva 5. Järkeleen rakenne (Junttan kuva-arkisto)

Kuten keili, myös järkäle kokoon pannaan omassa solussa. Järkäle on viimeisiä paalutuskoneeseen liitettäviä osia ja kokoonpano on ajoitettava, niin että järkäle on valmis, kun se liitetään keiliin. Liitteessä 2 on kuvattu karkeasti järkäleen kokoonpanoprosessin vaiheet. Järkäleen sisäisessä kokoonpano prosessissa juntaussylinteri valmistetaan omassa solussa. Kuvassa 4. on esitetty suurimmat järkäleeseen liitettävät komponentit.

### **8.3 Vaiheistus**

Vaiheistus koostui kolmesta osa-alueesta: keilin ja järkäleen kokoonpano sekä linjassa tehtävät viimeistely työt eli loppukokoonpano. Kokoonpanotyö on monimutkainen prosessi, joka vaatii työntekijöiltä korkeaa tietämystasoa sekä ammattitaitoa. Aikaisemmin Junttanin toiminta on ollut koneverstasmaista ja tuotteet yksilöllisiä, mutta meneillään olevan tuotannon kehitysprojektin myötä tuotteista pyritään tekemään modulaarisempia. Modulaaristen tuoteperheiden avulla pystytään vastamaan paremmin kysynnän vaihteluun ja valmistamaan koneita nopeammin pienemmillä resursseilla. Viimevuosien suurin kehitys on tapahtunut Junttanin tuotantotiloissa, kun vuoden 2009 alusta Junttanin tuotanto siirtyi täysin uusiin tiloihin. Uusi tehdas on suunniteltu teolliseen valmistukseen soveltuvaksi. Tuotannon ja valmistettavuuden parantamiseksi tehdään paljon töitä ja kaksi merkittävintä kehitys toimenpidettä ovat leanin hyödyntäminen Junttanin tuotannossa sekä tuotannon vaiheistaminen.

Vaiheistuksen tarkoituksena ei ollut selvittää työn jokaisen pultin kiinnittämistä, vaan jakaa työt sopiviin mahdollisimman pieniin kokonaisuuksiin. Vaiheistettavana oli kolme vaihetta: keili, järkäle sekä loppukokoonpano. (Liite 3, 4, 5) Vaiheistaminen aloitettiin jakamalla kunkin työvaiheen työtehtävät karkeasti suurimpiin osakokonaisuuksiin. Tämän jälkeen vaiheistamista jatkettiin tutkimalla mitä osakokonaisuudet pitävät sisällään ja voidaanko osakokonaisuuksien sisäisiä työvaiheita jakaa vielä pienempiin osiin. Kun työpisteen työvaiheet olivat selvitetty, oli myös tutkittava niiden kokoonpanojärjestys, jotta optimaalisen tuotantojärjestyksen laatiminen ja resurssien jakaminen oikein olisi mahdollista. Tulevaisuudessa Junttan suorittaa vaiheistuksen pohjalta työaikamittauksen tuotannon loppukokoonpanolle,



joten tässä työssä vaiheajat ovat työntekijöiden arvioita. Käytetyt vaiheajat ovat kuitenkin todellisuudesta poikkeavia, sillä ne eivät sisällä häiriöitä eivätkä arvoa tuottamatonta aikaa. Vaiheajat ovat täysin työntekijän arvioita pelkkään työhön kuluva ajasta.

Vaiheistaminen jaettiin kolmeen eriryhmään: mekaaniseen kiinnitykseen, hydrauliiikka töihin sekä sähköasennuksiin. Nämä työt limitettiin keskenään siihen järjestykseen, jossa ne on parasta tehdä kokonaisuuden kannalta. Ennen vaiheistamista Junttanin tuotannossa on ilmennyt ongelmia kokoonpanojärjestyksen suhteen. Jo kertaalleen asennettuja komponentteja on jouduttu purkamaan muiden asennusten tieltä, jotka olisi pitänyt tehdä ennen purettavaa työvaihetta.

Tasapainotetun tuotantolinjan löytämiseksi vaiheistuksessa tuli myös huomioida käytettävät resurssit ja työtehtävät, jotka on mahdollista tehdä rinnakkain. Rinnakkaisuuden selvittämisen avulla, työtehtävät voidaan jakaa työpisteessä parhaalla mahdollisella tavalla työpisteessä käytettävien resurssien mukaisesti.

Lisähaasteita tuotannon vaiheistamiselle loi kokoonpano-ohjeiden puuttuminen ja siitä johtuva kokoonpanojärjestyksen vaihtelevuus eri asentajien välillä. Jokainen asentaja tekee työt erilaisessa järjestyksessä omien mieltymysten mukaisesti, joten erilaisia näkemyksiä optimaalisesta työjärjestyksestä oli useita. Vaiheistus selvitettiin käyttämällä useampaa kuin yhtä lähdettä ja vertailemalla tuloksia keskenään. Tärkeintä oli saada selville kaikki työvaiheet ja mitkä niistä voidaan suorittaa rinnakkain. Rinnakkaisuuden selvittyä, optimaalinen työjärjestys voidaan selvittää työaikamittausten pohjalta.

Liitteissä 3, 4 ja 5 ovat Exceliin tehty taulukko tuotannon vaiheistuksesta sekä tasapainoisesta tuotantolinjasta. Liite 3 kuvaa keilin vaiheistusta, liite 4 kuvaa järkäleen vaiheistusta ja liite 5 loppukokoonpanon vaiheistusta. Taulukoissa on esitetty työvaiheen kesto, resurssien määrä työvaiheessa ja millä ajanhetkellä työvaihe toteutetaan. Vaiheistusvälilehdessä on listattu kaikki työvaiheet ja niihin kuluva aika. Aika ilmoitetaan puolentunnin skaalassa. Aikaa muuttamalla myös taulukossa oleva aikajana muuttuu. Keilin ja järkäleen vaiheistuksessa lähdettiin siitä lähtökohdasta, että näiden kokonaisuuksien valmistamiseen on käytettävissä kaksi asentajaa, sähkötöitä lukuun ottamatta. Työt on jaettu näiden kahden asentajan välillä siten, että tarvittavat työtehtävät on toteutettu ennen kuin seuraavaan voidaan siirtyä. Mekaanisen asennuksen rinnakkain tehtävät työt ovat selkeyden vuoksi maalattu

erivärisellä. Excel- taulukon solun sisällä oleva numero tarkoittaa siinä työtehtävässä käytettävää resurssia. Esivarustelujen vaiheistus on esitetty Excel- taulukon erillisessä välilehdessä.

Keili ja järkäle kokoon pannaan niille kuuluvissa soluissa ja liitetään osaksi paalutuskonetta loppukokoonpanossa. Keilin ja järkäleen valmistaminen on aloitettava siten, että ne ovat valmiita tahtiaikojen mukaisesti juuri silloin kuin niiden kiinnitys osaksi paalutuskonetta tapahtuu. Näin ollen koko tuotantolinjan hallitsemiseksi ja seisahdusten välttämiseksi keilin ja järkäleen työvaiheet ja niiden keston tunteminen on erityisen tärkeää. Mikäli jokin työvaihe jää jälkeen aikataulusta, tuotannon joustavuuden takia resursseja voidaan siirtää niihin työtehtäviin jotka meinaavat muodostua pullonkauloiksi.

On erityisen tärkeää, että tuotannon vaiheet pysyvät vaihe aikojen sisällä. Tällä hetkellä Junttanin tuotannossa on niin paljon häiriötä aiheuttavia tekijöitä, että tahtiajassa pysyminen tulee olemaan haasteellista. Joustavalla resurssien siirtelyllä pystytään vastaamaan häiriöihin tehokkaasti, mutta leanin tuotannonohjausjärjestelmän mukaisesti ilmenevät ongelmat tulee poistaa niiden ilmaannuttua.

## **8.4 Tuotannon ongelmakohdat**

Myöhässä olevat toimitukset tai alihankkijoiden toimittamat virheelliset komponentit aiheuttavat suurimman osan Junttanin tuotannon ongelmista. Etenkään linjatuotanto ei salli virheellisiä tuotteita, sillä tahtiaika on laskettu arvoa tuottavan toiminnan pohjalta, joten karkeat asennettavista komponenteista johtuvat virheet on eliminointava. Virheelliset komponentit voivat olla joko laadultaan tai mittasuhteiltaan virheellisiä, mutta suurin ongelma on puutteellisissa maalaussuojissa. Komponentit ovat maalattu kauttaaltaan ilman, että paikkoja johon maalia ei saisi mennä, on jätetty suojaamatta. Näitä kohtia ovat mm. pulttien ja muiden kiinnittimien reiät. Reiät ovat mitoitettu tarkasti, joten ylimääräisen maalikerroksen takia reiät eivät ole toleranssialueen sisällä. Maalikerroksen takia reiät ovat liian pieniä ja maali joudutaan hiomaan pois. Sama ongelma koskee monia kierteitä ja ennen varsinaista asennustöitä kierteet on selvitettävä kierretapeilla. Alihankkijoilta tulevien komponenttien korjaaminen ja

puhdistaminen kirjataan arvoa tuottamattomaksi toiminnaksi, sillä se ei nosta tuotteiden jalostusarvoa.

Osasy syy alihankkijoilta tuleviin virheellisiin komponentteihin on virheelliset ja vanhentuneet piirustukset. Tästä seuraa, että komponenteista ei löydy kaikkia tarvittavia ominaisuuksia tai eivät ole oikeanlaisia.

Edellä mainituista syistä Junttan on kiristänyt tilattavien komponenttien laaduntarkkailua. Virheen ilmaantuessa tutkitaan onko virhe Junttanista itsestään vai tavaran toimittajasta johtuva. Virheestä raportoidaan ja tehdään tarvittavat toimenpiteet, ettei sama ongelma pääse toistumaan. Lisäksi Junttan on luonut alihankkijoille tarkastuslistan, joka heidän pitää täyttää laadun tarkastuksessa. Tällä pyritään havaitsemaan virheet ennen kuin komponentit saapuvat Junttanin tuotantoon. Lisäksi Junttan valvoo itse tulevien komponenttien laatua suorittamalla laadun tarkkailua komponenttien saavuttua varastoihin. Näillä keinoilla Junttan on saanut pudotettua alihankinnasta tulevien virheellisten komponenttien määrää.

Tavaran hallinta, tuoterakenteiden virheellisyys ja varastojen virheellinen saldo aiheuttavat ajoittain ongelmia Junttanin tuotannossa. Varaston saldo saattaa näyttää plussaa, vaikka todellisuudessa komponentit ovat loppuneet varastosta. Tämä aiheuttaa vakavia häiriöitä tuotannossa, sillä joidenkin tuotteiden toimitusajat ovat hyvin pitkät ja näin ollen koneen valmistuminen viivästyy. Paremmalla varaston hallinnalla ja inventaarioilla saadaan varastojen tuotemäärät päivitettyä entistä paremmin.

Tuotannon vaiheistuksen avulla Junttan yhtenäistää tuotantoaan ja vakioi toimintamallit, mutta työ- ja kokoonpano-ohjeiden puuttuminen vaikeuttaa uusien työntekijöiden perehdyttämistä kokoonpanotyöhön. Kokoonpanomenetelmät ovat työntekijöiden hiljaisen tiedon varassa, joten uusilla työntekijöillä kestää kauan, ennen kuin oppivat kokoonpanoprosessin ja voivat työskennellä itsenäisesti. Työohjeiden puute saattaa aiheuttaa sen, että asennuksia tehdään satunnaisessa järjestyksessä ajattelemta seuraavia työvaiheita. Tästä johtuen seuraavien työvaiheiden asennus hankaloituu huomattavasti tai joskus jo asennettuja osia joudutaan jopa purkamaan, jotta seuraava vaihe voidaan toteuttaa. Tuotannon vaiheistuksen myötä tämä ongelma on poistunut tuotantolinjalla tehtävien volyymikoneiden kokoonpanosta, mutta ilmenee vielä C-linjalla tehtävien moduulikoneiden kokoonpanossa. Lisäksi yksityiskohtaisten työohjeiden puuttuminen aiheuttaa sen merkittävän ongelman, että

seuraavissa työvaiheissa ei ole koskaan varmuutta siitä, miten edelliset työvaiheet on toteutettu. Vakioidun kokoonpanojärjestyksen puute hankaloittaa myös tulevaisuudessa koneiden huoltoa, sillä koskaan ei voida tarkasti tietää, miten kone on koottu.

## 8.5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Uusien tuotantotilojen ja strategisten linjausten myötä Junttan on muuttamassa tuotantoaan vanhasta verstasmaisesta tuotannosta kohti teollista tuotantoa. Muutos vaatii muutoksia organisaation kaikkien osa-alueiden toiminnassa ja ajattelumallissa. Strategisten linjausten myötä Junttan on ajamassa sisään Leanin toiminnanohjausmallia.

Taatakseen Leanin onnistumisen, muutoksen täytyy lähteä yrityksen johdosta ja sen halusta muuttaa yrityksen toimintatapoja. Johdon täytyy informoida kaikista halutuista muutoksista ja syistä mistä muutokset johtuvat. Työntekijöille pitää selvästi kertoa heiltä vaadittu työpanos, sekä miten työntekijä voi saavuttaa hänelle asetetut tavoitteet. Lisäksi työntekijöitä täytyy kannustaa ratkomaan tuotannossa esiintyviä ongelmia sekä informoida näistä organisaation ylemmälle tasolle. Toimiakseen Lean vaatii selkeitä informaatiovirtoja sekä jatkuvaa vuorovaikutusta yrityksen eri tasojen välillä. Selkeämmän informaatio virran saavuttamiseksi tuotannossa voitaisiin hyödyntää hälytys valoja. Ongelman ilmetessä valo sytytetään jolloin on selkeästi nähtävissä, missä ongelma on ja niihin voidaan puuttua välittömästi tarvittavilla resursseilla. Kehitysehdotusten lisäämiseksi työpisteille voidaan sijoittaa palautelaatikoita, joihin työntekijät voivat kirjoittaa vapaasti kehitysehdotuksia. Palautteet kerätään säännöllisesti, jonka jälkeen tuotannon kehitysryhmä selvittää ongelmat, informoi niistä eteenpäin asianomaisille ja ratkoo ongelmakohdat perinpohjaisesti.

Tuotannon vaiheistamisen myötä resurssit on helpompi jakaa työtehtävien välillä. Työntekijöiden monitaitoisuus on avainasemassa joustavan tuotannon näkökulmasta. Mikäli jokin työvaihe meinaa muodostua tuotannon pullonkaulaksi, monitaitoisen työyhteisön takia resursseja voidaan ottaa tarvehetkellä niistä työvaiheista, jotka

selviävät pienemmillä resursseilla. Tästä syystä työntekijöitä täytyy jatkuvasti kouluttaa ja työnkierrolla varmistetaan työntekijöiden monitaitoisuus.

Suuriosa Junttanin tuotannossa esiintyvistä ongelmista johtuvat alihankkijoilta tulevista virheellisistä kappaleista tai virheellisistä piirustuksista. Siirryttäessä Lean –toimintatapaan tuotesuunnittelu on avainasemassa. Alihankkijoilta tulevia virheellisiä komponentteja voidaan vähentää ottamalla alihankkijat osaksi tuotesuunnittelua. Alihankkijoiden mukanaololla selvennetään tavarantoimittajan mahdollisuudet sekä rajoitukset komponenttien valmistuksessa sekä toimituksessa. Lisäksi alihankkijoille olisi hyvä selvittää mihin komponentit tulevat ja miksi tietyt kohdat vaativat erityistä tarkkuutta. Erilaisten tuoteperheiden takia tilattavien komponenttien tulisi olla modulaarisia, valmistusystävällisiä sekä asiakkaan toiveet täyttäviä. Modulaaristen sekä standardisoitujen osien avulla tilaus-toimitus prosessi lyhenee, kokoonpantavuus paranee sekä huoltotyöt helpottuvat. Osa alihankkijoilta tulevista virheellisistä osista johtuu vanhoista piirustuksista, joten on sanomattakin selvää, että virheelliset kuvat tulee päivittää.

Tavarantoimittajien halpuus ei välttämättä ole paras mahdollinen tapa valita alihankkijoita. Jotta varastot saadaan pysymään pieninä, vaatii se toimitusvarmuutta alihankkijoilta. Pääosin tilaustoimivassa tuotannossa alihankkijoilta vaaditaan nopeaa reagointia Junttanin tarpeisiin ja kykyä toimittaa komponentit oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Tästä syystä tavarantoimittajien läheisyys sekä toimitusvarmuus ovat avainasemassa alihankintakumppaneita valittaessa.

Tilattavien komponenttien laadunvalvontaa tulisi kiristää ja tavarantoimittajilta pitäisi vaatia parempia tuotteita. Volyymien kasvaessa nykyisellä alihankkijoiden toimitusvarmuudella Junttan ei pysty vastaamaan kysyntään ongelmitta. Jotta linjatuotanto toimisi parhaalla mahdollisella tavalla, myös materiaalin toimitusketjun ja informaatiovirtojen Junttanin ja alihankkijoiden välillä tulee toimia virheettömästi.

Parempi tuotesuunnittelu on yhteistyötä tuotannon sekä suunnittelun kanssa. Tuotannon työntekijöiden kokemuksen ja suunnittelijoiden ammattitaidon kanssa varmistetaan, että tuote on valmistusystävällinen. Mikäli tuoterakenne ei ole kunnossa, niin tuotantoa ei voida yksinkertaistaa, eikä turhia toimintoja poistaa. Yksinkertaisella tuoterakenteella parannetaan tuotteen laatua sekä kokoonpantavuutta.

Tuotannon vaiheistamisen avulla saadaan selville kaikki tuotannon työvaiheet. Junttanin tulee mitata kunkin työvaiheen vaativa työaika ja erotella työajasta jalostava- sekä hukka-aika. Työaikamittauksella pystytään ajoittamaan tuotannon vaiheet paremmin sekä kehittämään tuotantoa puuttumalla hukka-aikoihin. Merkittävä parannus Junttanin tuotannossa tehtäisiin jo pelkästään paremmalla maalisuojauksella, jolloin kierteiden selvittäminen sekä tappireikien hiominen jäisi pois.

Junttanilla ei ole tällä hetkellä käytössään yhtään tuotannon mittaria. Jotta Leanin tuotannonohjausjärjestelmästä saadaan kaikki hyöty irti, niin tuotantoa tulee mitata. Lisäksi tuotantoa mitattaessa löydetään paremmin siellä esiintyvät ongelmat tai nähdään, että onko parannusta tapahtunut. Yrityksen suoritusta voidaan mitata kustannusten, laadun, ajan, joustavuuden sekä tuloksen suhteen. Lisäksi henkilöstön aktiivisuutta ja työtyytyväisyyttä tulisi seurata.

Leanin toimintamalleja hyödyntämällä, Junttanilla on kaikki edellytykset toimivaan teolliseen tuotantoon soveltuvaan kokoonpanoprosessiin. Onnistuakseen Junttanin tulee kuitenkin kehittää tuotantoaan ja puuttua vakavasti siellä esiintyviin ongelmiin. Kehittämistyön tulee olla jatkuvaa sekä pitkäjänteistä. Koko organisaation tulee sitoutua kehittämään toimintaa siten, että Junttan pysyy tulevaisuudessa kilpailukykyisenä sekä parhaana hydraulisten paalutuskoneiden valmistajana.

## **9 POHDINTA**

Tämän työn tavoitteena oli kuvata Junttanin kokoonpanoprosessia ja vaiheistaa tuotannon loppukokoonpano sekä keilin ja järkäleen kokoonpano. Ennen vaiheistusta Junttanilla ei ollut tarkkaa tietoa siitä mitä edellä mainitut työvaiheet pitivät sisällään. Kokoonpanojärjestys ja tieto kokoonpanoprosesseista olivat lähes täysin työntekijöiden omissa kansioissa. Näin ollen kokoonpano tapoja oli lähes yhtä monta kuin oli asentajiakin. Vaiheistuksen avulla pyritään luomaan yhtenäiset työtavat, jotta tuotannon ohjaus ja resurssien jako olisi mahdollisimman helppoa. Lisäksi yhtenäisten tuotantotapojen ansiosta uusien työntekijöiden perehdyttäminen on helpompaa. Vaiheistuksen pohjalta Junttan tulee suorittamaan työaikamittauksen, jolloin saadaan selkeä kuva siitä kuinka suuri on vaiheistettujen työvaiheiden jalostava- ja häiriöaika.

Työaikamittauksen pohjalta voidaan luoda optimaalinen tuotantojärjestys, jossa työt ja resurssit pystytään jakamaan siten, että esivarustelut tai osakokonaisuudet ovat valmiina tarvehetkellä. Työaikamittauksen avulla virheet nousevat paremmin esiin tuotannosta ja näin ollen niiden korjaamiseen voidaan puuttua paremmin.

Uusien tuotantostrategisten linjausten myötä Junttanilla on meneillä suuria kehitystoimenpiteitä ja kokoonpanoprosessista pyritään tekemään mahdollisimman linjamainen ja itseohjautuva. Tällä hetkellä Junttanin tuotannossa on kuitenkin niin paljon häiriötä aiheuttavia tekijöitä, että sulavasti ja virheettömästi virtaavan tuotantolinjan saavuttaminen tulee olemaan todella suuri haaste. Suurimmat ongelmat johtuvat alihankinta verkostoista. Suuri osa tuotteista on enemmän tai vähemmän virheellisesti tehtyjä tai sitten toimitukset ovat pahasti myöhässä. Virheellisten tuotteiden korjaus kirjataan jalostamattomaksi työajaksi ja se vaikuttaa huomattavasti läpäisyaikoihin. Jo pelkästään paremmalla maalinsuojauksella saavutettaisiin huomattavia säästöjä, sillä tappareikien hiominen tai kierteiden selvittäminen vie huomattavan suuren ajan kokoonpanoprosessista. Junttanin on kiristettävä tilattavien komponenttien laadunvalvonta ja vaadittava alihankkijoiltaan parempia tuotteita. Junttanin tulee arvioida, että kumpi on heidän liiketoimintansa kannalta hyödyllisempää alihankkijoiden halpuus vai toimitusvarmuus, nopeus ja luotettavuus. Alihankkijat tulisi ottaa myös osaksi suunnitteluprosessia jolloin selvennettäisiin, että mihin komponentti tulee, mitkä ovat kriittiset kohdat tai onko tavarantoimittajilla mitään rajoittavia tekijöitä. Alihankkijoiden läheisyyden ja toimitusvarmuuden avulla varastot saadaan minimoitua ja näin ollen KET:n ja varastoihin sitoutunutta pääomaa saadaan pienennettyä. Lisäksi lähellä sijaitsevien tavarantoimittajien avulla kuljetuskustannukset pienenevät huomattavasti.

Osa alihankkijoilta tulevista virheellisistä tuotteista johtuu suunnittelusta ja vanhoista piirustuksista. Kuten jo aikaisemmin tässä työssä on todettu, niin on sanomattakin selvää, että vanhat piirustukset tulee päivittää ajan tasalle. Lisäksi Junttanin tuotteista ja tuoteperheistä tulisi suunnitella mahdollisimman modulaarisia. Modulaarisilla tuoteperheillä on moniulotteiset vaikutukset kokoonpanoprosessissa sekä komponenttien tilaustoimitusprosessissa. Alihankkijoiden on helpompi ja nopeampi valmistaa toistuvia tuotteita, varaston hallittavuus ja sisäinen logistiikka paranevat, kokoonpantavuus paranee ja yksinkertaistuu, läpäisyajat lyhenevät, huoltotyöt helpottuvat ja Junttanin maine luotettavana paalutuskoneiden toimittajana kasvaa paremman asiakastyytyväisyyden perusteella.

Tuotantoa voidaan kehittää erilaisilla toiminnanohjausjärjestelmillä kuten Lean, Kaizen, JIT ja kapeikkoajattelu. Yksikään näistä järjestelmistä ei sovellu täysin Junttanille vaan sopiva toiminnanohjausjärjestelmä on yhdistelmä näitä kaikkia. Toimivalla tuotannonohjauksella Junttan pystyy vastaamaan paremmin linjatuotannon tuomiin haasteisiin. Kehitystyöt ja ongelmanratkaisuprojektien tulee olla jatkuvia prosesseja ja työntekijöitä tulee kannustaa jatkuvaan parantamiseen ja kehitysehdotusten tekemiseen. Pelkkä toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto ei kuitenkaan riitä, vaan sen toimivuutta tulee mitata. Erilaiset mittarit riippuvat toiminnanohjausjärjestelmän luonteesta ja mitattavasta kohteesta. Saadaksesen selville toiminnanohjauksen toimivuuden ja kehittääkseen sitä vielä eteenpäin Junttanin tulee laatia tuotannolleen mittarit.

Tässä työssä saadut tulokset luovat pohjan Junttanille tuotannon kehittämiseksi teolliseen kokoonpanoon sopivaksi. Liitteessä 7 on esitetty tässä työssä esille nousseet ongelma-alueet, niiden kehitysehdotukset ja hyödyt, kun nämä ongelmat saadaan ratkaistua. Kehittämällä tuotantoaan Junttan saa laskettua merkittävästi tuotantokustannuksia sekä KET:n ja varastoihin sitoutunutta pääomaa. Tuotannosta saadaan joustava ketterällä resurssien siirtelyllä ja näin ollen Junttan pystyy vastaamaan paremmin tuotannossa esiintyviin ongelmiin. Lämpäysaikoja on mahdollista lyhentää jatkuvalla ongelmien kartoittamisella ja niiden poistamisella. Kehitystöiden avulla Junttanilla on kaikki mahdollisuuden tulla parhaaksi ja luotettavimmaksi hydraulisten paalutuskoneiden toimittajaksi jonka luotettavuudesta kertoo tyytyväisiä asiakkaita ympäri maailmaa.



## LÄHTEET

- 5S.** 2009. Wikipedia. Vapaa tietosanakirja. Päivitetty 08.11.2009. Viitattu 30.02.2010. Saatavilla WWW-muodossa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/5S>.
- Eloranta, E. & Räsänen, J.** 1986. Ohjattavuusanalyysi. Tutkimus tuotannon ja sen ohjauksen kehittämisestä Suomessa. Suomen itsenäisyyden juhlavuoden 1967 rahasto, sarja B, nro 85, Helsinki, Suomi, 223.
- Fogelholm, J. & Karjalainen, J.** 2001. Tuotantotoiminnan mittaaminen. Vantaa, WSOY, 135s.
- Heinonen, T.** 2006. Kaizen ja liiketoimintaprosessien kehittäminen, Case: Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Tampereen ammattikorkeakoulu, liiketalous. Tutkintotyöraportti, 10-21.
- Jahnukainen, J., Lahti, M. & Luhtala, M.** 1996. LOGIpro, tilausohjautuvien toimitusketjujen kehittäminen. Helsinki, Metalliteollisuuden keskusliitto, MET. 169s
- Junttan Oy.** 2007a. Junttan Oy – Tilauksesta toimitukseen. Sisäinen tiedote.
- Junttan Oy.** 2007b. Pilomac Integrated Business System (PIBS) projektisuunnitelma 2007-2009.
- Junttan Oy.** 2007c. Pilomac strategialinjaukset 2007-2010.
- Junttan Oy.** 2010. Dealer Meeting in Kuopio 2010.
- Junttan Oy.** 2010. [www.junttan.com](http://www.junttan.com), products. Viitattu 27.04.2010 Saatavilla WWW-muodossa: [http://www.junttan.fi/index.php?sivu=pm\\_25lc&kieli=en](http://www.junttan.fi/index.php?sivu=pm_25lc&kieli=en)
- Krajewski, L. & Ritzman, L.** 1990. Operations Management – Strategy and Analysis. 2. painos. USA, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 871.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S.** 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo, WSOY, 398.
- Lehtonen, J.** 2004. Tuotantotalous. Vantaa, WSOY, 292s.
- Liker, J.** 2006. Toyotan tapaan. USA, McGraw-Hill, 323s.

- Miettinen, P.** 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki, ATK-instituutti, 102.
- Olkkonen, T.** 1994. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. 2. painos.
- Paalutus.** 2010. Wikipedia Vapaa tietosanakirja. Päivitetty 13.3.2010. Viitattu 27.04.2010. Saatavilla WWW-muodossa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Paalutus>
- Piironen, T.** 2006. Moduloinnin määrittely paalutuskoneessa. Junttanin sisäinen dokumentti.
- Puranen, P.** 2004. Jatkuva parantaminen ei vaadi suuria investointeja. Leader's magazine Yritystalous 64 (4): 65-68.
- Salminen, A. & Huitti, S.** 1996. Ismien ihmemaa: Teollisuusyritysten johtamisopit vertailussa. Helsinki: TT.kustannustieto. 199-215.
- Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B.** 1994. Tuotantojärjestelmien kehittämisen isemjä. Opetusmoniste. Teknillinen korkeakoulu. Teollisuustalouden laboratio. Espoo.
- TEKES,** 2001. Keskiraskas ja raskas kokoonpanotoiminta 1998-2000, Teknologiaohjelmaraportti 2/2001. Saatavilla WWW-muodossa: <https://www.tekes.fi/fi/community/Julkaisut%20ja%20uutiskirjeet/333/Julkaisut/1367/prosessi-integraatio.pdf>
- Tähtinen, A.** 2008. Vaiheistetun kokoonpanon suunnitteleminen uuteen tehtaaseen. Opinnäytetyö. Tampereen Teknillinen Yliopisto, Automaatiotekniikka.
- Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A.** 2005. Teollisuustalous, 5. painos. Vantaa, Infacs Oy. 509s.
- Wollman, T., Berry, W., Whybark, D. & Jacobs, F.** 2005. Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management, 5. painos. USA, McGraw-Hill. 712s.

## **LIITTEET**

Liite 1. Kokoonpanoprosessi Keili

Liite 2. Kokoonpanoprosessi Järkäle

Liite 3. Keilin vaiheistus

Liite 4. Järkäleen vaiheistus

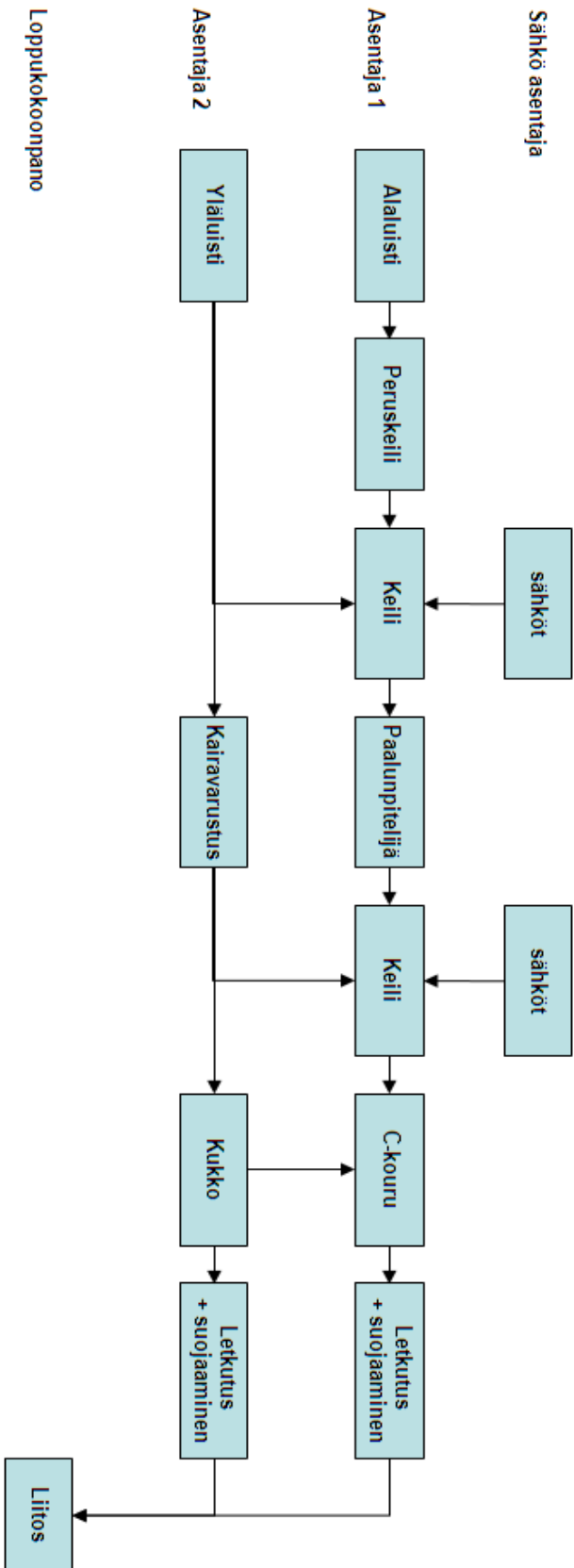
Liite 5. Loppukokoonpano vaiheistus

Liite 6. Juntta-keskus layout

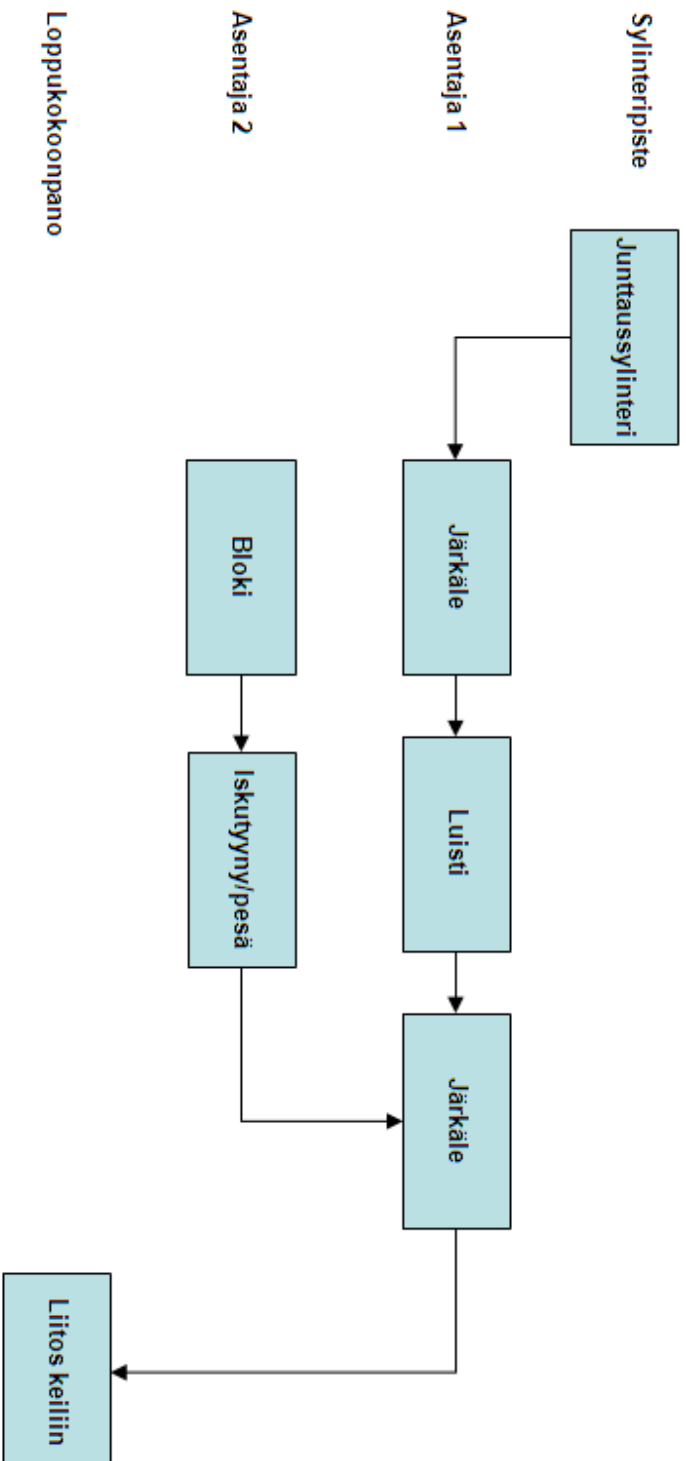
Liite 7. Ongelmat ja kehitysehdotukset taulukko

## LIITE 1: Kokoonpanoprosessi Keili

### Keili kokoonpano prosessi



## Järkäleen kokoonpano prosessi



## LIITE 2: Kokoonpanoprosessi Järkäle

### Liite 3: Keilin vaiheistus

	KEILI 20/25	MALLI	Aika
	1 Telesylinterin tapin sovitus		0,5
	2 Telesylinterin asennus - ulosveto		1
	3 Telesylinterin nyrjähdystuki		0,5
	4 Alaluisti		8,5
	5 Peruskeili		3,5
	6 Kielen asentamien alaluistiin		0,5
	7 Kantasylinterin asennus		1
	8 Telesylinterin nipotus / putkien asennus		0,5
	9 Kantalevyn asentaminen		1
	10 Nyrjähdys tuki + etukallistussylinterin asennus		2
	11 Etukallistussylinterin putkien asennus		1
	12 Yläluisti		12,5
	13 Yläluistin pulttien poraus		1
	14 Paalunpitelijä		4,5
	15 Telen/kannan putkien ja kuormanlasku patruunan asennus		1
	16 Kairan orren luisti (Jos Kaira)		4,5
	17 Sähköt		
	18 Putken kannattimet		1
	19 Keilin kääntö		0,5
	20 Hydrauliputkien asennus		1
	21 Keilin kääntö		0,5
	22 Keili vinssin asennus (Jos Kaira)		1,5
	23 Letkuorren / levyn asennus		1
	24 Jatkokeilien liitos		0,5
	25 Keilin hydraulisen saranan kokoonpano (Jos tulee)		8
	26 Kukko		8,5
	27 C-kourun asennus ja kairaohjaimen sovitus(Jos Kaira)		6,5
	28 Paalunpitelijän varret		0,5
	29 Sähköt		
	30 Suojaraudat		0,5
1	31 Letkutus + suojaaminen		6









**LIITE 4: Järkäleen vaiheistus**

	<b>Runko</b>	<b>Aika</b>
1	Puhdistus (maalaussuojien irrotus, johdepintojen puhdistus/rasvaus)	4
2	Paineakkujen asennus	1
3	Juntaussylinterin asennus	1
4	Letkutus (Juntaussylinteri + paluu/paineletkut)	1
5	Sähkörasian kiinnitys	0,5
6	Blokin asennus ja kiinnitys juntaussylinteriin	0,5
7	Luistien asennus	1
8	Iskutyyny / pesä	0,5
9	Nostokiinnityksen asennus runkoon (mallin mukaan)	1
10	Luukkujen kiinnitys	1
11	Vaijerisuojan kiinnitys	1
12	Pudotuskorkeusasteikon teippaus (mallin mukaan)	2

	<b>Juntaussylinteri</b>	<b>Aika</b>
1	Vaarna pultit	0,5
2	Yläpäädyn kasaus	2
2,1	Luisti venttiili	0,5
2,2	Kansi	0,5
2,3	Nipat + Tiivisteet	0,5
2,4	Magneettiventtiili	0,5
3	Alapääty	0,5
3,1	Nipat + Tiivisteet	0,5
4	Tiivistepesän kasaus	0,5
5	Yläpäädyn /tiivistepesän asennus sylinteriin	0,5
6	Männänvarren asennus	0,5
7	Paaluletkun asennus	0,5
8	Alapäädyn/tiivistepesän asennus sylinteriin	0,5
9	Nostosilmukan asennus	0,5
10	Anturiteline	0,5
10,1	sähköt + anturi	0,5
11	Anturitelineen asennus	0,5
12	Koeponnistus	1
13	Nivellaakereiden asennus	0,5
14	Maalaus	16

	<b>Luisti</b>	<b>Aika</b>
1	Muovien kiinnitys	0,5
2	Luistin kokoonpano	1
3	Nipat + ruuvit	0,5

	<b>Iskutyyny - pesä</b>	<b>Aika</b>
1	Teippaus	0,5
2	Iskupehimkkeen asennus	0,5
3	Ponnistus kumi	1
4	Pesän asennus	1
5	Lukkolevyjen kiinnitys	1

	<b>Bloki</b>	<b>Aika</b>
1	Latvarevyn kokoonpano	5
1,1	- ylätopparin asennus	1
1,2	- Nstokorvan pehmikkeet	1
1,3	- Nostokorvan asennus	1
1,4	- Junttaus sylinterin tapin kiinnitys	1
2	Blokimuovien kiinnitys	1
3	Blokimuttereiden asennus blokiin	1
4	Latvarevyn asennus blokiin	1
5	Pudotuskorkeusasteikon maalaus (optio, mallin mukaan)	1



**LIITE 5: Loppukokoonpano vaiheistus**

Vaihe		Vaihe 1	Aika
1	1	Sarjanumerot	
	2	Ylä- ja alavaunun liitos	
	3	Tankkaukset	
	4	Ilmaukset	
	5	Käynnistys	
	6	Hydrauliikan säädöt	
	7	Testaukset	

Vaihe		Vaihe 2	Aika
2	1	Vastapainojen asennus	
	2	Vastapainojen rajoittimen säätö	
	3	Vastapainon verhot	
	4	Keilin asennus	
	5	Koneen rasvaus	
	6	Järkäle- ja kairalinjan suodatus	
	7	Hydrauliöljyjen lisäys	
	8	Viimeistely	
	9	Sarjanumerot	
	10	Ilmaukset	
	11	Testaukset	

Vaihe		Vaihe 3	Aika
3	1	Järkäleen asennus	
	2	Järkäleen letkujen ja sähköjen kytkennät	
	3	Sähköjen ohitusten poistot	
	4	Öljyjen ja nesteiden tarkastaminen	
	5	Testaukset	

Vaihe		Liitos	Aika
1,2	1	Ylävaunun punnitseminen	
	2	Ylä- ja alavaunun liitos	
	3	Käännön öljyt	
	4	Kehäpulttien kiristys	
	5	Ohjaamon säätö ja alalista	
	6	Keulpeltien ja akkujen asennus	
	7	Läpiviennin kytkentä ja pyörimiseneston asennus	
	8	Koeajon suodattimien asennus	
	9	Zollerin vinssin kiristys	
	10	Sivukairasuojien asennus	
	11	Käännönmoottorin kytkeminen	
	12	Käännön kehän rasvaus	



## LIITE 7: Ongelmat ja kehitysehdotukset taulukko

Alue	Ongelmat	Kehitysehdotukset	Hyöty	Taloudellinen hyöty
Alihankinta	Virheelliset komponentit, myöhässä tulevat toimitukset	Vaaditaan parempaa laatua, laadun valvonta, osaksi tuotesuunnittelua, jatkuvaa vuorovaikutusta, toimittajien läheisyys ja varmuus, modulaariset tuotteet	Varastot pienenevät, varaston hallinta paranee, jalostamaton työaika pienenee, tuotannon varmuus, läpäisy aika lyhenee	KET:n ja varastoihin sitoutunut pääoma pienenee, jalostus arvo kasvaa
Suunnittelu	Vanhat piirustukset, yksilölliset tuotteet	Piirustusten päivitys, modulaaristen tuoteperheiden luominen	Kokoonpantavuus paranee, komponenttien tilaaminen helpottuu, huoltotyöt helpottuvat, perehtyminen nopeampaa, asiakastyytyväisyys paranee	Tuottavuus kasvaa, jalostamattoman työn arvo laskee
Työntekijä	Uusien työntekijöiden perehtyminen, resurssien liikuttelu	Yhtenäinen kokoonpano, selkeät työohjeet, työnkierto ja koulutus	Uudet työntekijät sisäistävät työtehtävät helpommin, työytytyväisyys paranee, resurssien siirtely ja tuotannon ohjaus helpottuvat	
Tuotanto	Paljon jalostamattomia työtä, ei tunneta kaikkia työvaiheita	Tuotannon vaiheistaminen ja vaiheajojen mittaus, hukatekijät poistettava, jatkuvaa parantamista ja virheiden eliminoimista, työntekijöitä kannustettava ratkaisemaan ja	Ongelmat nousevat paremmin esiin, tuotanto selkeytyy ja tehostuu, ohjattavuus paranee, läpäisyajat lyhenevät, tahtiajoissa	Tuottavuus kasvaa, KET pienenee

		raportoimaan esiintyvistä ongelmista	säilyminen, parempi toimitusvarmuus	
Tuotannon ohjaus	Tuotannolla ei ole mittareita	Tuotannon eri vaiheita tulee mitata säännöllisesti.	Häiriöt nousevat paremmin esiin ja niihin puututaan tehokkaammin, nähdään onko kehitystä tapahtunut ja mihinkä suuntaan	Hukkatekijät poistuvat
Sisäinen logistiikka	Varaston määrät virheellisiä	Parempi varaston hallinta, modulaariset tuotteet ja alihankkijoiden varmuus, JIT.	Häiriöiden riski pienenee, tavaroiden oikea-aikaisuus oikeassa paikassa	Jalostavan työn määrä kasvaa, KET pienenee