TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ALEKSI MARTIKAINEN

PIENEN VOLYYMIN TERÄSTYÖKORIEN VALMISTUKSEN SUUNNITTELU

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari T. Koskinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty Teknisten tieteiden tiedekuntaneuvoston kokouksessa 4. kesäkuuta 2014

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Konetekniikan koulutusohjelma
MARTIKAINEN, ALEKSI: Pienen volyymin terästyökorien valmistuksen suunnittelu
Diplomityö, 61 sivua, 5 liitesivua
Syyskuu, 2014
Pääaine: Koneteollisuuden tuotantotekniikka
Tarkastaja: professori Kari T. Koskinen
Avainsanat**:** Tuotetiedonhallinta, tuotannonohjaus, make or buy

Diplomityössä käsitellään pienen volyymin terästyökorien valmistusta ja valmistusprosessin järkeistämistä. Diplomityö käsittelee dokumenttien hallintaa, talouspuolen analyysiä ja tuotannonohjausprosessia. Tämän lisäksi diplomityössä pohditaan vesileikkausprosessin hyödyntämistä valmistusprosessin osana.

Työkorin valmistus on vaativa prosessi, jossa sovelletaan useita eri tuotantoteknisiä menetelmiä. Valmistusprosessi lähtee liikkeelle rautatavaran tilaamisesta, minkä jälkeen se työstetään haluttuun mittaansa. Työstöprosessin jälkeen rautaosat kokoonpannaan hitsaamalla haluttuun muotoonsa.

Dokumenttien hallinta oli oleellinen osa tutkimusta. Lähes kaikki saatavilla oleva tieto löytyi työpiirustuksista ja Bronto Skylift Oy Ab:n Lean-järjestelmästä. Tämän lisäksi pyrittiin luomaan yhtenäinen käytäntö, jolla työntekijät pystyvät jatkossa hallitsemaan dokumentteja itsenäisesti.

Kustannustehokas tuotanto on elinehto nyky-yhteiskunnassa toimivalle tuotantoyritykselle. Tämän takia tehtiin make-or-buy –analyysi, jonka avulla pystyttiin tekemään tulkintoja siitä, kannattaako Bronton tehdä tiettyjä osia itse vai hankkia ne alihankinnasta.

Työhön kuului myös tuotannonohjausprosessin tutkiminen ja sen järkeistäminen tarvetta vaativalle tasolle. Työn aikana mietittiin muutamia eri tuotannonohjaustapoja, joista sitten päädyttiin valitsemaan toimivin. Olennaisena osana tuotannonohjausprosessia oli saada eri yrityksen eri osastot toimimaan kitkatta keskenään.

Työssä tutkittiin vesileikkausprosessin soveltamista tiettyjen korin osien tuotantoon. Varsinaista tutkimusta eri leikkausparametrien välillä ei tehty, koska vesileikkauskeskus oli vahvasti kuormitettu tutkimuksen aikana.

Työn avulla saatiin parannettua pienen volyymin terästyökorien valmistusprosessia. Dokumenttien hallintaa parantamalla kokoonpanijat pystyivät tekemään työnsä hel-

pommin, esimerkiksi leikkausmittataulukkojen ja työvaiheohjeistuksen avulla. Vesileikkausta pyrittiin hyödyntämään putkisovitteiden tekemisessä. Tämä oli mahdollista testileikkausten perusteella.

Tämän lisäksi sahattaville osille ja koko korikokonaisuudelle tehtiin make or buy – analyysi, jonka tuloksista pystyttiin päättelemään, ettei korituotanto ollut järkevää lähtötilanteessa. Tähän kuitenkin pystyttiin vaikuttamaan tuotannonohjausta parantamalla. Diplomityön aikana kehitettiin terästyökorien ohjausmalliin parannuksia.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering and Industrial Systems
MARTIKAINEN, ALEKSI: Planning the production of uncommonly manufactured work buckets
Master of Science Thesis, 61 pages, 5 appedix pages
Septemper, 2014
Major: Production engineering
Examiner: Professor Kari T. Koskinen
Keywords: Product data management, production control, make or buy

This thesis deals with work buckets, which are manufactured uncommonly, and rationalizing the manufacturing process. The main content of this thesis is document control, small scale financial analysis and production control process. In addition, the thesis discusses the use of water jet cutting process as part of the manufacturing process.

The manufacturing of work buckets is a demanding process, where you have to use many different production methods. The manufacturing process starts from buying the iron material, then it is cut to the right measurement. After the cutting process iron parts are put together by welding them to the right shape.

Document management was an essential part of the research. Almost all of the available information was found from working drawings and the Bronto Skylift Oy Ab Lean system. In addition, the aim was to create a uniform policy, so that employees are able to continue to manage the documents independently.

Cost-effective production is the lifeline in modern society for a production company. Due to this, a make-or-buy analysis was made. It helped to make decisions about whether it is worth making certain parts for yourself or buy them from subcontracters.

The project also included an investigation into the production control process and rationalizing it to a demanded level. As an essential part of the production control process was to get different departments of the company to work smoothly with each other. A Few different ways to control the production were considered during the work, from which the most viable option was chosen.

The thesis studies the water jet cutting process for certain parts of work buckets. Formal study of the different parameters of cutting was not made, because the water jet cutting center was heavily loaded during the study.

This thesis helped to improve the manufacturing process of uncommonly manufactured work buckets. By improving document management, the workers could do their work more easily, for example by using cutting measurement tables and work stage instruc-

tions. The goal of water jet cutting was to make pipe fittings. It was now possible after only a couple of test cuts.

In addition, made or buy analyzis for sawed parts and for the whole work bucket was made. As a conclusion of the results it was possible to say that producing the work buckets was not financially sensible at the start point. However, it was possible to improve the process with production control. During the thesis models were made to improve the production control process.

ALKUSANAT

Diplomityö tehtiin Bronto Skylift Oy Ab:lle tuotannonkehittämistarkoituksessa. Työssä käsiteltiin pieni volyymisten korien tuotantoa. Työ toteutettiin Bronton rahoituksella.

Diplomityön tekeminen oli antoisaa, aihe tarjosi mielenkiintoisia haasteita ja hetkiä. Työn tekemisen johdosta käsitykseni tuotantoprosessista selkeentyi.

Kiitos diplomityön ohjaajalle Hasse Nylundille ja tarkastajalle Kari Koskiselle diplomityön aikana annetusta opastuksesta. Suuri kiitos myös Bronton tuotantopäällikölle Markus Jaatiselle diplomityön mahdollistamisesta ja Bronton muulle tuotannonväelle sekä yhteistyötä tehneille työntekijöille. Suuri kiitos äidilleni ja isälleni työn oikolukemisesta.

Tampereella 15.9.2014

Aleksi Martikainen

SISÄLLYS

1 Johdanto ... 1
1.1 Työn lähtökohdat ... 1
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus ... 2
1.3 Työn toteutus ... 3
1.4 Bronto Skylift Oy Ab ... 3
1.5 Työn rakenne ... 5
2 Tuotetiedonhallinta ... 6
2.1 Nimikkeet ... 7
2.1.1 Nimikkeiden luokittelu ... 7
2.1.2 Nimiketyypit ... 7
2.2 Tuotemalli ... 8
2.2.1 Tuoterakenne ... 8
2.3 Tuotteen elinkaari ... 9
3 Make or buy –analyysi ... 12
4 Tuotannonohjauksen perusteet ja suunnittelu ... 15
4.1 Läpäisyaika ... 16
4.1.1 Läpäisyaikojen lyhentäminen ... 17
4.2 Volyymi ja eräkoko ... 18
4.3 Tuotannonohjausprosessi ... 19
4.4 Hienosuunnittelu ... 21
4.4.1 Työntöohjaus ... 21
4.4.2 Imuohjaus ... 22
4.4.3 Valmistuksen ohjaus ... 22
4.5 Materiaalin hallinta ja ohjaus ... 23
5 Työkorituotannon lähtökohdat ... 25
5.1 Työkorien valmistusketju ... 25
5.2 Lähtökohdat itse tehtävälle korituotannolle ... 27
5.2.1 Ongelmat lähtötilanteessa ... 27
5.3 Kriteerit itsellä valmistettaville työkoreille ... 28
5.4 Dokumenttien hallinta ... 31
5.4.1 Piirustusten mittojen dokumentointi ... 32
5.4.2 Piirustusten samankaltaisuus ... 33
5.4.3 Materiaalien samankaltaisuus ... 35
5.4.4 Työohjeistus ... 36
5.5 Vesileikkauksen hyödyntäminen ... 37
5.6 Raaka-aineiden ja osien make or buy -analyysi ... 41
6 Työkorien ja niiden materiaalien tuotannonohjaus ... 44
6.1 Tuotannonohjaus lähtötilanteessa ... 44
6.2 Tuotannonohjaus ostolähtöisesti ... 47
6.3 Tuotannonohjaus tuotantoperusteisesti ... 51

6.4 Tuotannonohjaustavan valinta 54
6.5 Työkorin materiaalien ohjaaminen 55
6.6 Läpäisyaika korituotannossa 56
7 Jatkotoimenpiteet 59
8 Yhteenveto 60
Lähteet 61
Liite 1 63

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

CAD	Tietonkoneavusteinen suunnittelu (Computer-aided design)
CNC	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus (Computerized numerical control)
CTB	Hinta ostettaessa ulkopuolelta (Cost to buy)
CTM	Hinta itse tehtäessä (Cost to make)
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise resource planning)
MOB	Make or buy
NC	Numeerinen ohjaus (Numerical control)
PDM	Tuotetiedon hallinta (Product data management)
PLC	Tuotteen elinkaari (Product life cycle)

1 JOHDANTO

Johdanto-luvussa käsitellään tehtävän lähtökohtia, tavoitteita sekä rajausta, Bronto Skylift Oy Ab:ta yrityksenä ja työn rakennetta. Työn lähtökohdat -luvussa on kerrottu, miksi diplomityölle on ollut tarvetta. Työn tavoitteita ja rajausta käsiteltäessä pohditaan työn päämääriä ja rajauksia.

Tässä luvussa on myös lyhyt yritysesittely Bronto Skylift Oy Ab:sta ja sen toiminnasta. Luvun lopussa on lyhyt kuvaus siitä, minkälaista rakennetta työ tulee noudattamaan.

1.1 Työn lähtökohdat

Tämä diplomityö on tehty osana Bronto Skyliftin Oy Ab:n Tampereen tehtaan tuotannon kehityshankkeeseen. Jatkossa työssä käytetään Bronto Skylift Oy Ab:sta lyhyesti nimitystä Bronto. Bronton alihankkijana toiminut toimittaja päätti luopua nostotyökorien valmistuksesta, minkä seurauksena Bronton tarvitsi kehittää omaa korituotantoaan. Suurin osa tuotannosta on siirretty alihankkijalle, mutta harvinaisten, harvoin valmistettavien työkorien osalta yrityksen asettamana tavoitteena oli valmistaa ja kokoonpanna ne itse Tampereen toimipisteen uudessa hitsaussolussa. Käytännössä tämä tarkoitti 25 erilaisen teräskorimallin tarkastelua työn puitteissa.

Työkorilla tarkoitetaan yksikköä, joka kiinnitetään korivarteen, joka puolestaan on kiinnitetty teleskooppivarren päähän. Tämä kokonaisuus kiinnitetään alustaan, joka on usein raskaan liikenteen auto. Työkorit koostuvat yleensä pohjasta, kaiderakenteista, työkorin ovista, ohjausyksiköstä ja erilaisista lisävarusteista, kuten vesiletkuista, työvaloista tai tikkaista. Työn kannalta olennaisia osia olivat pohja-, kaide- ja ovirakenteet sekä niiden osavalmistus- ja hitsauskokoonpanoprosessi. Kuvassa 1.1 on esitetty yksi pienen volyymin terästyökori palolaitteistolla.

Kuva 1.1 *Esimerkki eräästä työkorimallista (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)*

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Työn tavoitteena oli selkeyttää työkorien valmistusprosessia dokumentoinnin, työohjeistuksen ja tuotannonohjauksen kautta laadun pysyessä aikaisemmalla tasolla tai parantuessa. Työn lähtökohtana toimivat työpiirustukset, joiden tarkastelu oli erittäin oleellinen osa itse työtä. Ongelmana työpiirustusten suhteen oli, että ne olivat osittain erittäin vajavaisia, eikä kaikkia tarvittavia osamittoja ollut merkitty piirustuksiin. Lähtökohtana saattoi olla esimerkiksi pelkkä 3D-malli, josta oli hankala tulkita leikkausmittoja ja muita tarvittavia tietoja. Yhtenä työn tavoitteena oli kyseisenlaisten piirustusten dokumentoinnin järkeistäminen, jotta voitaisiin helpottaa korien kokoonpanijoiden työtä ja parantaa tuotantoprosessia.

Tavoitteena oli myös pohtia, miten työkorien ja työkorin osien ohjaus olisi järkevä tehdä. Tarkoituksena oli löytää tuotannonohjaustapoja, joilla korit ja materiaalit pystyttäisiin ohjaamaan siten, ettei turhia varastoja syntyisi ja korituotanto pystyttäisiin tekemään lyhyellä läpäisyajalla, mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Yhtenä tavoitteena oli kokeilla, voitaisiinko Tampereen toimipisteellä olevaa vesileikkauskeskusta hyödyntää joihinkin työkorien rakenteisiin. Vesileikkurilla voidaan näet tehdä putkien ja suorakulmatankojen sovitteet suhteellisen vaivattomasti. Tavoitteena oli selvittää, saataisiinko vesileikkurin avulla jotakin hyötyä korien tuotantoprosessiin esimerkiksi kustannusten kannalta. Lähtötilanteessa vesileikkuria käytettiin levyosien

leikkaamiseen ja muotoiluun, sekä monimutkaisempien reikien tekemiseen putkirakenteisiin.

Hitsattavien materiaalien valinnassa tuli ottaa myös huomioon kustannukset, minkä takia tavoitteena oli tehdä korirakenteiden eri osille Make or buy –analyysi. Make or buy -analyysillä pystytään kartoittamaan, onko järkevää tehdä osat itse vai ulkoistaa tuotanto alihankkijoille.

Työ rajattiin käsittelemään Tampereella tapahtuvaa työkorien valmistusprosessia ja sen eri osa-alueita. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että työssä ei käsitelty yhtiön Porin yksikössä tehtävää ohjausyksiköiden ja lisävarusteiden asennusta tai korirunkojen hiekkapuhallusta ja maalausta, vaan pääasiallinen tutkimuskohde oli työkorin rungon kokoonpanossa ja sen kehittämisessä sekä työkorin osien valmistuksessa.

1.3 Työn toteutus

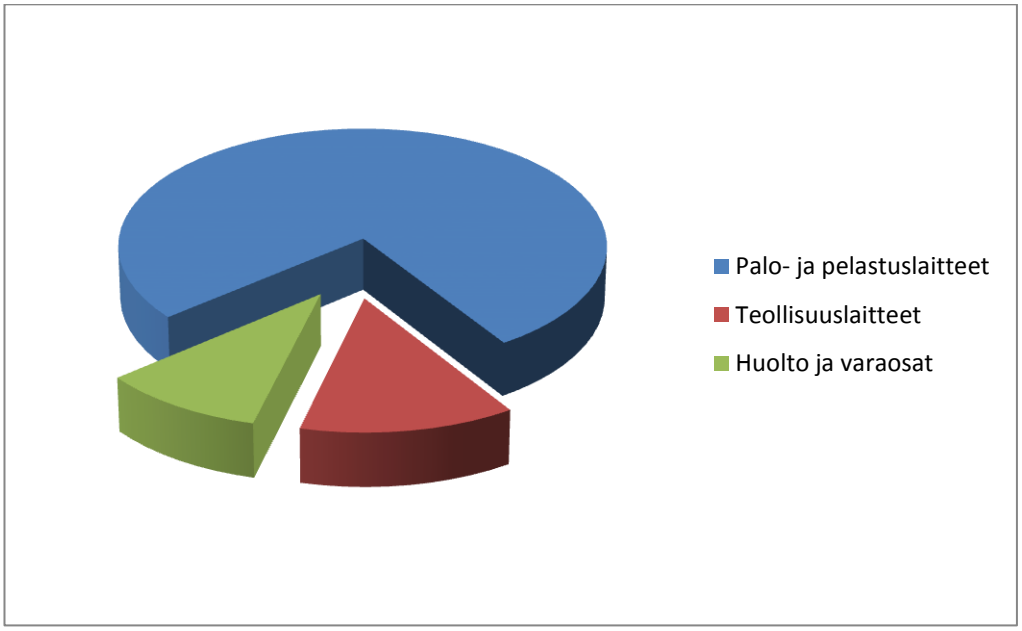
Työ toteutettiin yhteistyössä Bronton tuotannon työntekijöiden kanssa. Tutkimuspaikkana toimi Bronton Tampereen toimipiste ja sinne perustettu uusi hitsaussolu. Tutkimuksen pohjana toimivat työpiirustukset, Bronton ERP-järjestelmä sekä kommunikointi ja yhteydenpito tuotantopäällikön, valmistuspäällikön, työnjohtajien ja erityisesti kokoonpanijoiden kanssa. Tutkimus toteutettiin käymällä kaikki tutkimukseen kuuluvat työkorimallit läpi, minkä jälkeen pyrittiin korjaamaan niissä esiintyneet puutteet. Suurena apuna selvittelytyössä oli kommunikointi työntekijöiden ja työnjohtajien kanssa.

1.4 Bronto Skylift Oy Ab

Bronto Skylift Oy Ab on vuonna 1938 perustettu osakeyhtiö, jonka nykymuotoinen toiminta on saanut alkunsa 1972. Bronton on omistanut yhdysvaltalainen sijoitusyhtiö Federal Signal Corporation vuodesta 1995 lähtien, ja sen liikevaihto oli vuonna 2013 noin 98 miljoonaa euroa. Suomessa työntekijöitä on yhteensä yli 330. Lisäksi Brontolla on tytäryhtiöitä Ruotsissa, Saksassa ja Sveitsissä. Yrityksellä on edustusta yli sadassa eri maassa. Bronto on maailmanlaajuisesti suurin nostokoriautojen valmistaja ja on vienyt tuotteitaan yhteensä yli 120 eri maahan. Kuvassa 1.2 on Bronton Tampereen tehdasalue. (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)

Kuva 1.2 *Tampereen tehdasalue (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)*

Bronto valmistaa nostokoriautoja palo- ja pelastuslaitoksille, erilaisiin teollisuuden sovelluksiin sekä yksityisille asiakkaille. Lisäksi Brontolla on oma huolto-osastonsa, joka tekee laitteille määräaikaishuoltoja sekä antaa tarvittavaa koulutusta laitteiston huollosta. Nostokoriautojen työskentelykorkeudet vaihtelevat laitekohtaisesti noin kahdestakymmenestä metristä aina 112 metriin saakka. Kuvassa 1.3 on esitetty Bronton myynnin jakautuminen vuonna 2011. Kuvasta nähdään, että myynnin pääpaino on ollut palo- ja pelastuslaitteistossa. (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)



Kuva 1.3 *Bronto Skyliftin myynnin jakautuminen 2011 (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)*

Suomessa Bronton yritystoimintaa on pääasiassa Tampereella ja Porissa. Tampereen tehtaalla sijaitsevat hallinto, myynti, suunnittelu ja tuotekehitys, tuotanto ja asiakaspalvelu/huolto. Tampereen tuotanto koostuu Porissa tehtävien varsistojen ja kotelorunkojen asentamisesta alustoilleen ja laitteiden asiakaskohtaisesta räätälöinnistä. Porin toimipisteessä puolestaan tehdään varsistojen ja kotelorunkojen valmistus ja kokoonpano. (Bronto Skylift Oy Ab, 2014)

1.5 Työn rakenne

Työn johdannon jälkeiset kolme lukua käsittelevät työn pohjana olevaa kirjallisuutta ja teoriaa. Toisessa luvussa käsitellään tuotetiedonhallintaa. Tässä luvussa selvitellään tuotetiedon hallinnan perusteita, nimikkeitä, tuotemalleja ja tuotteen elinkaariajattelua. Kolmas luku sisältää make-or-buy –analyysin perusteet. Neljännessä luvussa puolestaan käsitellään tuotannonohjausta ja sen eri osa-alueita, jotka ovat tärkeitä työn kannalta.

Työn loppuosassa esitellään työn tekemisen aikana toteutettuja käytännön toimia, analysoidaan saatua dataa ja esitetään kehitysehdotuksia. Luvussa viisi esitellään työkorien valmistusketju, joka antaa lähtökohdat dokumenttien hallinnan, vesileikkauksen ja make or buy –analyysin tekemiselle.

Luvussa seitsemän pohditaan mahdollisia jatkotoimenpiteitä, joiden avulla korituotantoa voitaisiin parantaa edelleen. Tässä luvussa käsitellään sitä, mitä parannuksia mahdollisesti voitaisiin ottaa huomioon tulevassa työkorituotannossa, jotta siitä saataisiin vielä sujuvampaa. Osiossa käsitellään yksityiskohtia, joita diplomityön puitteissa ei ehditty tutkia. Viimeisenä osana on yhteenveto, jossa käydään lyhyesti läpi diplomityön puitteissa saadut tulokset.

2 TUOTETIEDONHALLINTA

Tuotetieto voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat tuotteen määrittelytieto, tuotteen elinkaaritieto ja metatieto, jolla kuvataan tuotetietoa. Tuotteen määrittelytietojen avulla määritellään tuotteen fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet. Lisäksi sen avulla kuvataan tuotetta. Tässä ryhmässä on erittäin tarkkoja tietoja ja käsitteitä tuotteesta. Tuotteen elinkaaritiedon avulla voidaan määritellä tuotteen eri vaiheet tuoteideasta hävittämiseen saakka. Metatieto on tietoa siitä, minkälaisessa muodossa tieto on tallennettu, kuka se on tallentanut, milloin se on tallennettu ja mistä se löytyy. (Sääksvuori et al, 2002)

Tuotetiedonhallinta, PDM (Product Data Management), on laaja kokonaisuus, jonka tarkoituksena on hallita tiedon luomista, käsittelyä, jakelua ja tallentamista. Tuotetiedonhallintaa ei voida jakaa yksittäiseksi ohjelmaksi tai menetelmäksi, vaan se on laajempi kokonaisuus. Sen avulla voidaan kontrolloida tuotteen markkinoille laskemista, tuotekehitystä, asiakasprosessia ja koko tuotteen elinkaarta, aina tuoteideasta tuotteen hylkäämiseen asti. Tuotetieto voidaan yleisesti jakaa viiteen osa-alueeseen: tietoholvin ja dokumenttien hallintaan, työnkulun ja prosessien hallintaan, tuoterakenteen hallintaan, luokittelun hallintaan ja ohjelmistojen hallintaan. (Sääksvuori et al, 2002; Namchul et al, 2010)

Tuotetiedonhallinnan oleellisin tehtävä on kaiken tiedon säilyttäminen yrityksen valmistamaan tuotteeseen liittyen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tiedot on tallennettu yrityksen käyttämään tietojärjestelmään, josta tarvittava tieto löytyy helposti ja sen tallentaminen sekä uudelleenkäyttö on mahdollistettu ja toteutettu helposti. Tämä mahdollistaa sen, että yrityksen osaamista pystytään jakamaan helposti yrityksen sisällä, jolloin se siirtyy yrityksen pääomaksi, tiedon omistajasta riippumatta. (Sääksvuori et al, 2002)

Tuotetiedonhallinnan avulla voidaan saavuttaa hyvä kilpailukyky muuttuvilla globaaleilla markkinoilla. Sen avulla voidaan helposti myydä asiakasräätälöityjä tuotteita, mikä voi olla merkittävä etu nykyisessä markkinatilanteessa. Esimerkiksi suunnitteluprosessiin voi vaikuttaa helposti. Nykyisessä liiketoiminnassa yritykset usein verkostoituvat, jolloin eri alihankkijat voivat vastata tuotteen eri osien valmistamisesta tai vaiheiden suorittamisesta. Tällöin tuotteen omistajan tulee pystyä koordinoimaan tuotetiedon jakamista, mikä onnistuu hyvin suunnitellulla ja toimivalla tuotetiedonhallinnalla. (Sääksvuori et al, 2002)

2.1 Nimikkeet

Nimikkeet luovat perusteet tiedonhallinnalle. Nimikettä voidaan pitää yleisterminä, joka pitää sisällään komponentit ja dokumentit. Nimikkeiden avulla voidaan vakioidulla ja systemaattisella tavalla identifioida, koodata tai nimetä fyysinen tuote, tuotteen osa tai komponentti, materiaali tai palvelu. Dokumenttien tunnistus voidaan myös toteuttaa nimikkeistön avulla. Jokainen yritys voi itse vaikuttaa siihen, mitä nimikkeistöön liittää, toinen yritys voi katsoa tarpeelliseksi liittää sinne asennustarvikkeet, kun taas toinen puolestaan NC-koneiden ohjelmistot. (Sääksvuori et al, 2002; Peltonen et al, 2002)

2.1.1 Nimikkeiden luokittelu

Oleellista nimikkeistölle on, että se on yhtenäinen, joko yrityksen oman tavan tai globaalin standardin mukainen. On myös tärkeää, että nimikkeet ovat luokiteltu oikeisiin, niitä kuvaaviin luokkiin, jotka vastaavat niiden toimintaperusteita. Tämä tarkoittaa nimikkeiden jakamista eri luokkiin alaluokkineen tarpeen vaatimalla tasolla. Nimikkeiden hallinnassa tulee olla tarkkana, koska liian tarkka nimikkeiden erittely voi aiheuttaa organisaation jäykistymistä ja lisätä huomattavasti nimikkeiden hallinnoimiseen vaadittavaa työmäärää. (Sääksvuori et al, 2002; Peltonen et al, 2002)

Nimikkeillä pitää olla yksikäsitteinen tunniste, joka yleensä on alle 20 merkkiä pitkä. Tämän lisäksi nimikkeisiin on hyvä liittää pidempi kuvaus siitä, mitä nimike pitää todellisuudessa sisällään. Kun nimikkeet on dokumentoitu ja niiden väliset suhteet ja hierarkiat on huomioitu, puhutaan nimikehierarkiasta. Nimikehierarkia voidaan luoda esimerkiksi standardien avulla. (Sääksvuori et al, 2002; Peltonen et al, 2002)

Yleisesti ottaen nimikkeet voidaan luokitella esimerkiksi mielivaltaisesti ryhmittelemällä, attribuuttien mukaan tai hierarkian perusteella. Mielivaltaisesti ryhmitellyt nimikkeet eivät noudata mitään erityistä logiikkaa. Attribuuttiperusteisessa luokittelussa käytetään attribuuttien arvoja ryhmien muodostamiseen. Hierarkiaa käytettäessä nimikkeet luokitellaan yrityksen sisällä ennalta sovitulla tavalla. (Peltonen et al, 2002)

Ongelmia voi syntyä, kun suuret, globaalit yritykset pyrkivät yhtenäistämään ja standardoimaan nimikkeistöään. Tämä ei välttämättä olekaan paras tapa jokaisen yrityksen tapauksessa, vaan nimikkeitä voidaan hallita ilman valtavia nimikehierarkioitakin. Puolestaan toisesta näkökulmasta, nimikkeiden yhtenäistämisellä voidaan integroida yrityksiä yhteen kustannustehokkaalla tavalla. (Sääksvuori et al, 2002)

2.1.2 Nimiketyypit

Versiointi on oleellinen osa nimikkeistön hallintaa. Nimikkeessä voi olla sen kehitystä kuvaavia ilmiöitä, kuten versioita, revisioita ja variantteja. Versioiden käsittely voi olla

monimutkaista, eikä siihen usein löydy yksiselitteistä ratkaisumallia. Revisiosta puhutaan usein silloin, kun nimike on korvattu uudella versiolla, tällöin nimikkeestä syntyy uusi revisio. Revisioiden avulla voidaan hallita nimikkeiden muuttamista. Uusi revisio voi korvata vanhan version, ja sitä voidaan käyttää vanhojen revisioiden tilalla, mutta vanha revisio ei välttämättä ole pätevä uutta revisiota käytettäessä. (Peltonen et al, 2002)

Variantilla kuvataan nimikkeiden vaihtoehtoisia, joltain osalta hieman erilaisia vaihtoehtoja. Variantit voivat erota esimerkiksi värin tai koon suhteen. Variantit voidaan usein kuvata yhdellä dokumentilla liittämällä siihen esimerkiksi muuttuvat mitat tai värivaihtelut. (Peltonen et al, 2002)

2.2 Tuotemalli

Tuotemalli tarkoittaa yksilökohtaista tuoterakennetta, josta ilmenevät yksittäisen tuotteen tiedot, jotka on tallennettu ja jäsennelty tuotetietomallin mukaisesti. Yleinen eli geneerinen tuoterakenne on kehitetty tuotteille, joiden osille on käyttöä useammassa kuin yhdessä sovellutuksessa. Tällaisia tuotteita voi helposti varioida fyysisten ominaisuuksien tai osakokoonpanojen osalta. Tyypillisesti tällaisille tuotteille luodaan kehitysvaiheessa vain geneerinen rakenne, johon voidaan liittää erilaisia variantteja. Varsinainen lopputuote muodostuu vasta, kun asiakkaan kanssa on keskusteltu, minkälaista tuotetta he haluavat. Geneeristä tuoterakennetta käytetäänkin juuri tämän takia. Ei ole järkevää luoda eri rakennemalleja todella monesta eri tuotteesta erikseen. Siksi onkin usein käytännöllistä luoda tuotetietomalleista eri konfiguraatioita, jolloin pystytään ottamaan asiakkaan tarpeet huomioon luomatta itselle turhan raskaita tietorakenteita. (Sääksvuori et al, 2002)

2.2.1 Tuoterakenne

Tuoterakenne voidaan jakaa eri abstraktitasoihin. Abstraktitasojen määrä riippuu siitä, minkälainen tuote on kyseessä. Abstraktitasoilla voi olla eri olioita, joiden avulla kuvataan tasojen suhteita toisiinsa. Olioiden määrä riippuu puhtaasti tuotteen monimutkaisuudesta, sillä yksiselitteistä mallia oliomallien luomiseen ei voida luoda. Esimerkiksi voidaan ottaa laivan tuoterakenne, joka pystytään karkeasti jakamaan viiteen eri abstraktitasoon, jotka ovat tuotetaso, järjestelmätaso, osajärjestelmätaso, komponenttitaso ja osataso. Eri tasot sisältävät eri olioita, esimerkiksi laivan tuotetaso sisältää yhden komponentin, laivan itsessään, kun taas osataso voi koostua kaikista osista ja materiaaleista, esimerkiksi muotoonsa leikatusta teräslevystä. (Sääksvuori et al, 2002) Kuvassa 2.1 on esitetty erään työkorimallin tuoterakenne. Kuvasta nähdään, että kyseinen työkorimalli koostuu 27 eri nimikkeestä, jotka puolestaan voivat sisältää lisää eri nimikkeitä.

Rivi	Osa	Nim.tunnus	i	t	d	h	Nimitys	Määrä	Yks.	Nimiketyyppi
1	1	D0169030					Työkori hkp, vaihdettava, 900x2400, SHDT2000, USA	1	kpl	Alihankkija hankkii
2	2	A0538110					Työkorin ovi hkp, 600x550	2	kpl	Alihankkija hankkii
3	3	86032670					Jousisarana 1-puol., kromattu, vasenkätinen, 4", ER-TE OY	4	kpl	2-Laat ei saldoa
4	4	86032070					Ovilukko, oikea, sinkitty, Widni 30036 / Bomoro 1601	2	kpl	2-Laat ei saldoa
5	5	A0443590					Lukon vaste, työkori, 2x50x81	2	kpl	Alihankkija hankkii
6	6	B032628A					Liikkuva kaide kp, w=595	1	kpl	Alihankkija hankkii
7	7	A0544690					Pohjalevy, Graepel 2.5x495x2350 Al	1	kpl	Alihankkija hankkii
8	8	A0544680					Pohjalevy, Graepel 2.5x395x2350 Al	1	kpl	Alihankkija hankkii
9	9	85042100		t			Levy 2 AlMg3 EN AW 5754 H22/H32	0,3	kg	2-Laat ei saldoa
11	11	00000271					Levyruuvi, 4.2x9.5-A2-70 DIN 7981B/Phillips	120	kpl	Ämpäri
12	12	00000397					Vetoniitti, 4.0x10.3 AISI 305	30	kpl	Ämpäri
14	14	86011060					Kuusioruuvi, M6x20-A2-70 DIN 933	8	kpl	Ämpäri
15	15	86016320					Kuusiomutteri, M6-A2-70-nyloc DIN 985	8	kpl	Ämpäri
16	16	86017040					Aluslevy, 6.4-A2 DIN 125A	8	kpl	Ämpäri
17	17	AA426140					Salpa, työkorin lukitus	1	kpl	Alihankkija hankkii
18	18	00004455					Kuusiokolouppokantaruuvi, M12x70-8.8-A3G DIN 7991	1	kpl	Ämpäri
19	19	86017070					Aluslevy, 13-A3G DIN 125A	2	kpl	Ämpäri
20	20	86016350					Kuusiomutteri, M12-8-A3G-nyloc DIN 985	1	kpl	Ämpäri
21	21	84070520					KIPP-indeksinuppi, 45.206 BN AISI 304 M12x1.5, (SKS: 86226	1	kpl	2-Laat ei saldoa
22	22	B0431300					Suojaverkko hkp, 2355x675	1	kpl	Alihankkija hankkii
23	23	B0413430					Suojaverkko hkp, 895x675	1	kpl	Alihankkija hankkii
24	24	B0431290					Suojaverkko hkp, 235x675	1	kpl	Alihankkija hankkii
25	25	B0431310					Suojaverkko hkp, 379x675	1	kpl	Alihankkija hankkii
26	26	B0413510					Suojaverkko hkp, oikeakätinen ovi, 595x365	2	kpl	Alihankkija hankkii
27	27	85041830		t			Lattatanko, 5x25 AlMgSi T5	1	m	Alihankkija hankkii

Kuva 2.1 *Kuvakaappaus erään Bronton työkorin tuoterakenteesta*

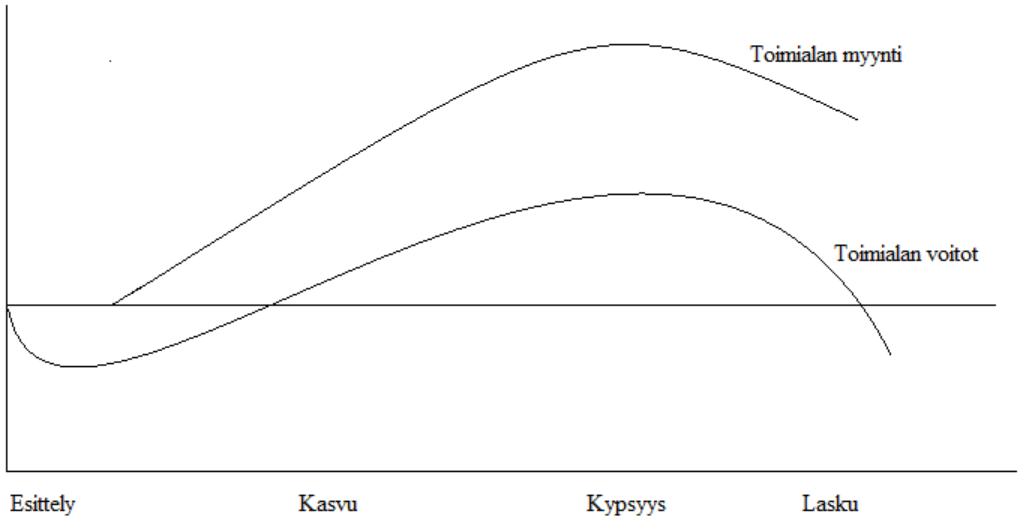
Tuoterakenne kertoo sen, mistä osista tuote koostuu. Tuoterakenne voi sisältää fyysisten komponenttien lisäksi myös työohjeita tai vastaavaa muuta tietoa. Olisi tärkeää, että tuoterakenteet perustuisivat yhtenäiselle logiikalle, jotta niiden tulkita helpottuisi. (Peltonen et al, 2002)

2.3 Tuotteen elinkaari

Tuotteen elinkaarella, PLC:llä (Product life cycle), tarkoitetaan yrityksen strategista apuvälinettä, jolla voidaan mitata tuotteen elinikää tuotteen kehitysvaiheesta tuotteen hiipumiseen asti. Tuotteen elinkaaren lähtökohtana toimivalla tuotekehityksellä on oleellinen merkitys yrityksen menestyksen kannalta. Sen avulla voidaan hallita markkinointia, myyntiä ja jakelua. Lisäksi tuotekehityksessä voidaan luoda uusia näkökulmia tuotteelle, kun sen elinkaari alkaa olla hiipumaan päin. Ongelmallista tuotekehityksestä tekee se, että suurin osa uusista tuotteista ei menesty markkinoilla. Siksi onkin tärkeää, että tuotekehitysprojekteja johdetaan hyvin. (Crnkovic et al, 2002; Haverila et al, 2009)

Yrityksen tuotestrategiaa määriteltäessä voidaan käyttää apuvälineenä tuotteen elinkaariajattelua. Tuote käy läpi elinkaarensa aikana monia vaiheita alkaen tuotteen esittelystä markkinoilla ja päättyen tuotteen markkinoilta vetämiseen. Tuotteen elinkaaren vaiheet ovat eri tuotteiden tapauksissa erilaisia, ja niihin vaikuttavat erilaiset kilpailutekijät, jotka tulee ottaa huomioon markkinointisuunnitelmaa tehtäessä. Elinkaarimallin avulla voidaan arvioida sitä, missä vaiheessa elinkaartaan tuote on kyseisellä hetkellä ja minkälaista markkinointia tuotteelle tulisi soveltaa. Haverilan mukaan tuotteen elinkaari

voidaan jakaa neljään osaan: esittelyyn, kasvuun, kypsyyteen ja laskuun. Kuvassa 2.2 on esitetty tuotteen elinkaarimalli tuotteen myynnin ja voittojen kannalta. (Haverila et al, 2009)



Kuva 2.2 *Tuotteen elinkaarimalli (Haverila et al, 2009)*

Esittelyvaiheessa tuote hyväksytään ja lasketaan markkinoille. Tämä vaihe on yritykselle kallis, koska tuotetta kehitetään edelleen ja markkinointikustannukset ovat suuret. Esittelyvaiheessa yrityksen strateginen tavoite on minimoida oppiminen ja synnyttää laaja merkkitietoisuus. Kilpailu esittelyvaiheessa on usein erittäin vähäistä. Poikkeuksena on tilanne, jossa esittelyvaihe toteutetaan hitaasti, jolloin markkinoille saattaa tulla kopioijia, jotka voivat olla haitaksi yrityksen toiminnalle. Tuotesuunnittelun rooli on rajattu esittelyvaiheessa, jossa mallit ovat usein rajallisia, ja oppimista pyritään minimoimaan. Hitaassa esittelyvaiheessa puolestaan tuotteita pyritään tuomaan uusille segmenteille ja käyttöalueille. Myyntiä pyritään edistämään luomalla lisää tietoisuutta tuotteesta ja lisäämällä kokeilujen määrää, kun hitaassa esittelyvaiheessa tuotemerkkiä pyritään vahvistamaan. (Haverila et al, 2009; Miettinen, 1993)

Toisessa vaiheessa eli kasvussa yrityksen voitot paranevat, koska myynti kasvaa ja tuotantokustannukset alenevat. Kysyntä kasvaa tässä tuotteen elinkaaren vaiheessa, jolloin tuotteen ominaisuuksia on pystyttävä muuttamaan sitä vaativalle tasolle. Tässä vaiheessa kilpailijat yleensä kiinnostuvat markkinoista, jolloin hintoja voidaan joutua alentamaan. (Haverila et al, 2009; Miettinen, 1993)

Kypsyysvaihe on tuotteen elinkaaren kolmas vaihe. Kypsyysvaiheessa myynti kasvaa, mutta voitot alkavat laskea, koska kilpailu markkinoilla on lisääntynyt. Tämän takia hinnat voivat laskea ja myynninedistämistoimenpiteisiin pitää panostaa lisää resursseja. Myös tuoteparannuksiin tai -variaatioihin on panostettava tässä vaiheessa. Tämä voi

tarkoittaa tuotantomäärien putoamista, vaikka myyntimäärät jatkavatkin kasvamista. (Haverila et al, 2009; Miettinen, 1993)

Laskuvaiheessa tuotteen myynnin kannattavuus alkaa laskea, koska asiakkaiden toiveet muuttuvat ja teknologia kehittyy. Tässä vaiheessa yritys voi pyrkiä saavuttamaan mahdollisimman paljon voittoa tuotteella, tai luopua tuotteesta. (Haverila et al, 2009; Miettinen, 1993)

3 MAKE OR BUY –ANALYYSI

Ulkoistatko tarpeeksi? Tämä oli yksi päällimmäisistä kysymyksistä, joita konsultit kysyivät ”outsourcing”-boomin aikana. Ulkoistamisen katsottiin olevan paras tapa vähentää kustannuksia. Ulkoistaminen liittyy oleellisesti ”Make or buy” –päätökseen. Yrityksessä tehdään päätökset siitä, mitä tehdään itse ja mitä ostetaan ulkopuolisilta tuottajilta tavoitteena maksimoida voittomarginaalit. Tähän perustuen yrityksen toiminnot voidaan jakaa segmentteihin. Osa näistä segmentoiduista toiminnoista voidaan pitää omassa tuotannossa ja osa ulkoistaa ulkopuolisille asiantuntijayrityksille, jotka mahdollisesti tekevät saman työn paljon halvemmalla kuin itse pystytään tekemään. (Tutorials Point, 2014)

Yrityksen ei ole järkevää valmistaa tuotetta tai sen osaa itse, jos se voi ostaa jostain ne muualta halvemmalla, joskaan rahalliset säästöt eivät aina riitä yksinään päätöksen perusteeksi. Tämän takia monet eurooppalaiset ja yhdysvaltalaiset yritykset ovat ulkoistaneet tuotantoaan halvemman tuotannon maihin. Päätöstä tukemaan on kehitetty MOB-analyysi. Jotta MOB-analyysi pystytään tekemään, on tiedettävä joitakin tunnuslukuja. Näiden tunnuslukujen perusteella voidaan laskea, onko tuotteita järjevää ostaa ulkopuolelta. Tunnuslukujen avulla voidaan laskea vertailuluvut CTB (Cost to buy) ja CTM (Cost to make). (Tutorials Point, 2014) CTB ja CTM voidaan laskea kaavojen (1) ja (2) avulla. Niiden laskemiseen tarvittavat tunnusluvut ovat:

- Volyymi,
- Valmistuksen kiinteät kustannukset,
- Valmistuksen yksikkökustannukset,
- Yksikkökustannukset ulkoa ostettaessa. (Tutorials Point, 2014)

$$CTB = Volyymi\ x\ yksikkökustannukset\ ulkoa\ ostettaessa \tag{1}$$

$$CTM = Valmistuksen\ kiinteät\ kustannukset + (valmistuksen\ yksikkökustannukset\ x\ volyymi) \tag{2}$$

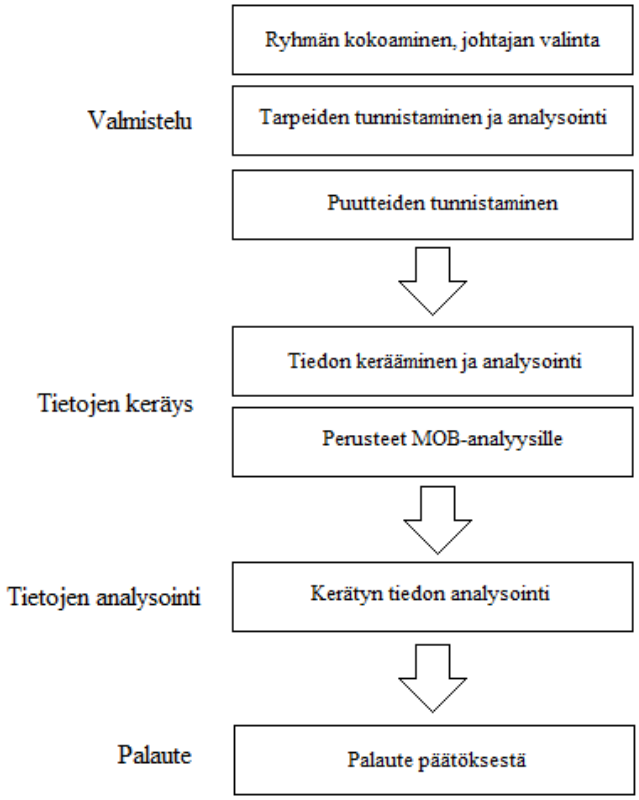
Kaavoilla (1) ja (2) saatuja tuloksia voidaan vertailla. Mikäli CTB on pienempi kuin CTM, voidaan tulkita ulkopuolelta ostamisen olevan halvempaa. Tämä ei kuitenkaan riitä yksinään ostoperusteeksi ja tuotannon ulkoistamisen syyksi, vaan tulee huomioida

myös muita tuotannon kannalta olennaisia seikkoja, joita käsitellään seuraavissa kappaleissa.

Yrityksellä voi olla monta syytä siihen, miksei sen tuotannon ulkoistaminen ole järkevää. Syitä voivat olla esimerkiksi hintapolitiikka, halu keskittyä omaan tuotantoon, tarve valvoa tuotetta tarkemmin, tiedonhallinta, toimittajien epävarmuus, logistiikkakustannukset, poliittiset ja maantieteelliset syyt tai organisaation ylpeys. (Pajarinen, 2001)

Monet tekijät voivat myös vaikuttaa ulkoistamisen puolesta puhumiselle. Näitä syitä ovat teknisen osaamisen puute, toimittajalta saatava tietotaito, kustannuspolitiikka, pieni volyymi, riittämätön kapasiteetti valmistaa itse tai esimerkiksi strateginen kumppanuus. (Pajarinen, 2001)

MOB-päätös voi olla moniulotteinen. Jos päätös on pienimuotoinen ja sillä ei ole suurta vaikutusta yrityksen toiminnalle, päätöksen voi tehdä yksi ihminen. Tämä henkilö voi huomioida edut ja haitat vaihtoehtojen välillä ja tehdä tämän perusteella päätöksensä. Kun kyseessä on suuremman mittakaavan päätös, jolla on suuret vaikutukset, yritys noudattaa usein kuvan 3.1 mukaista kaavaa. (Pajarinen, 2001; Tayouva, 2012; Tutorials Point, 2014)



Kuva 3.1 *Make or buy –prosessi (Tutorials Point, 2014)*

MOB-prosessi koostuu neljästä eri vaiheesta, jotka ovat valmistelu, tiedon kerääminen, tiedon analysointi ja palaute. Valmisteluvaiheessa kootaan ryhmä, jolle valitaan johtaja. Tämän jälkeen tunnistetaan tuotteen vaatimukset ja analysoidaan ne. Sitten seuraa toinen vaihe, jossa kerätään tietoa MOB-päätöksestä ja arvioidaan tuottajia. Kolmannessa vaiheessa analysoidaan kerätyt tiedot ja neljännessä otetaan vastaan palautetta, jota saadaan tehdystä päätöksestä. (Tutorials Point, 2014)

4 TUOTANNONOHJAUKSEN PERUSTEET JA SUUNNITTELU

Tuotantojärjestelmän tehokkuuteen voidaan oleellisesti vaikuttaa sen ominaisuuksien avulla. Ominaisuuksien avulla voidaan myös hallita tavoitteiden toteuttamista, ohjauksen tehtäviä ja ongelmakenttiä sekä käytettäviä ohjausperiaatteita ja -menetelmiä. Tuotannonohjauksen tavoitteiden saavuttaminen on yrityksen toiminnan kannalta tärkeää. Näiden tavoitteiden saavuttamiseen voidaan vaikuttaa kehittämällä tuotantojärjestelmän ominaisuuksia. (Haverila et al, 2009)

Ohjattavuudella kuvataan tuotantojärjestelmän kykyä vastata ohjausmuuttujiin. Ohjattavuuteen voidaan vaikuttaa monella eri seikalla. Ohjattavuusominaisuudet voidaan listata seuraavasti:

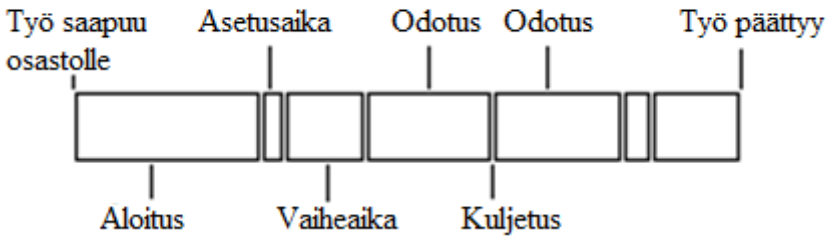
- Tuotantomuoto
- Tuotannon läpäisyaika
- Valmistuserien suuruus
- Materiaalivirtojen selkeys
- Layoutin selkeys
- Tuotantoyksikön koko
- Henkilöstön osaaminen
- Henkilöstön motivaatio
- Toiminnan organisointiperiaatteet
- Toiminnan laatu
- Tuotantoprosessin laaduntuottokyky
- Kapasiteetin joustavuus tuotantomäärän muutoksille
- Kapasiteetin joustavuus tuoteyhdistelmien ja tuotetyyppien muutoksille
- Lisäkapasiteetin saatavuus
- Keskeneräisen tuotannon määrä
- Tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä
- Materiaalinimikkeiden määrä
- Ohjattavien työvaiheiden määrä

Tuotannon ohjattavuutta parantamalla voidaan saavuttaa hyviä tuloksia tuotannon kehityksen kannalta. Resurssit pystytään käyttämään tehokkaammin, kun tuotannonohjaus on toteutettu hyvin. Silloin syntyy usein vähemmän ja vähäisempiä virheitä toiminnassa. Keskeisimmät tuotannon parantamisen apuvälineet ovat läpäisyaikojen lyhentämi-

nen, virheiden ja häiriöiden poistaminen, layoutin selkeyttäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen sekä modernin tietokoneohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen. (Haverila et al, 2009; Miettinen, 1993)

4.1 Läpäisyaika

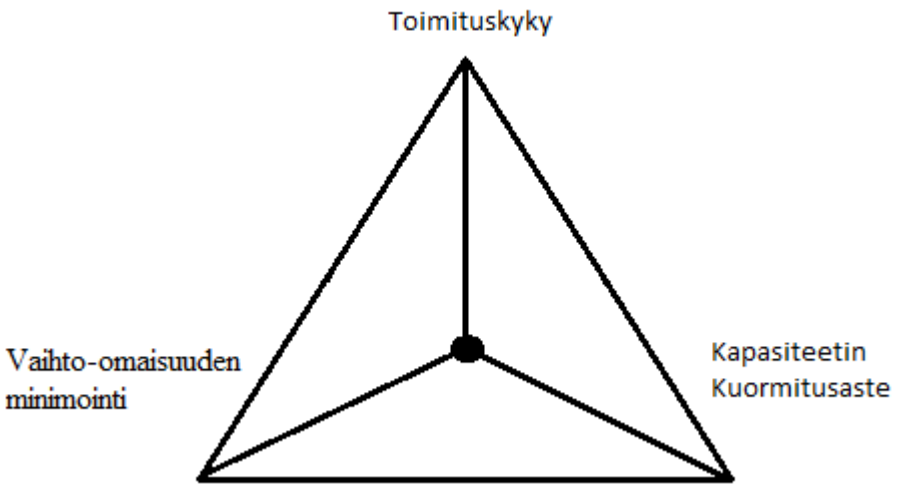
Läpäisyaika on tärkeä mittari tuotannon kannalta. Läpäisyaika kuvaa toimitusketjun vaatimaa aikaa. Läpäisyajalla voidaan tarkoittaa kokonaisläpäisyaikaa tai valmistuksen läpäisyaikaa. Kokonaisläpäisyaika tarkoittaa aikaa, joka kuluu tilauksen saamisesta toimitukseen asti. Valmistuksen läpäisyajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloittamisesta valmistumiseen. Läpäisyaika ei ota huomioon, mitä tuotteelle tapahtuu läpäisyajan aikana. Usein läpäisyaika on valtaosalta odotusaikaa, ei tuottavaa työtä. Kuvassa 4.1 on esitetty tuotteen läpäisyaika kaaviona. Kaaviosta nähdään, että varsinainen työaika yhtä tuotetta tehdessä on pieni. (Haverila et al, 2009)



Kuva 4.1 *Tuotteen läpäisyaika (Haverila et al, 2009)*

Lyhyillä läpäisyajoilla saavutetaan paljon hyötyjä yrityksen toiminnan ja kilpailukyvyn kannalta. Sen takia läpäisyajan lyhentäminen on tuotannon kehittämisen kannalta erittäin oleellinen asia. Tuotanto tulisi suunnitella siten, että tilaukset ja tuotantoerät pystytään toteuttamaan mahdollisimmin lyhyellä läpäisyajalla. Lyhyiden läpäisyaikojen avulla voidaan vähentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, lisätä toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottaa kapasiteetin suunnittelua. (Haverila et al, 2009)

Tuotannonohjauksen ongelmana on sen perustavoitteiden ristiriitaisuus. Toimitusvarmuus edellyttää materiaalien varastointia ja valmiutta pienten erien joustavaan valmistukseen. Koneiden kuormitusasteeseen pyritään vaikuttamaan valmistamalla suuria eriä, jolloin asetusajat eivät muodostu ongelmaksi. Pitkien sarjojen takia joudutaan käyttämään paljon varastotilaa. Lisäksi suurten sarjojen menekki pitää olla ennustettu etukäteen. Puolestaan asiakasräätälöityjen tuotteiden valmistetaan usein pienissä erissä, jolloin kuormitusaste laskee asetusajoista johtuen. Vaihto-omaisuuden minimointi vaatii pientä tuote- ja raaka-ainevarastojen kokoa. Keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääomaan voidaan puolestaan vaikuttaa pienentämällä valmistussarjoja ja puolivalmistevarastoja. Kuvasta 4.2 nähdään, että tuotannonohjauksen tavoitteet ovat toisistaan kaukana, jolloin toimivan konseptin löytämiseksi tulee tehdä kompromisseja. (Haverila et al, 2009)



Kuva 4.2 *Tuotannonohjauksen tavoitteiden ristiriitaisuus (Haverila et al, 2009)*

Näiden tavoitteiden yhteensovittaminen on tuotannonohjauksen keskeisimpiä tehtäviä. Lyhyillä läpäisyajoilla on havaittu pystyttävän hallitsemaan näitä ristiriitaisuuksia hyvin. Lyhyt läpäisyaika takaa pienemmän sitoutuneen pääoman ja hyvän toimituskyvyn. Läpäisyajan vaikutus myös asiakasohjautuvassa tuotannossa näkyy toimitusajan lyhentymisenä. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa varastoja pystytään täydentämään nopeasti lyhyiden läpäisyaikojen avulla. Tällöin pystytään ylläpitämään haluttu palvelutaso pienempien varastojen avulla. Lyhyellä läpäisyajalla tuotantoon sitoutuu vähemmän pääomaa. (Haverila et al, 2009)

4.1.1 Läpäisyaikojen lyhentäminen

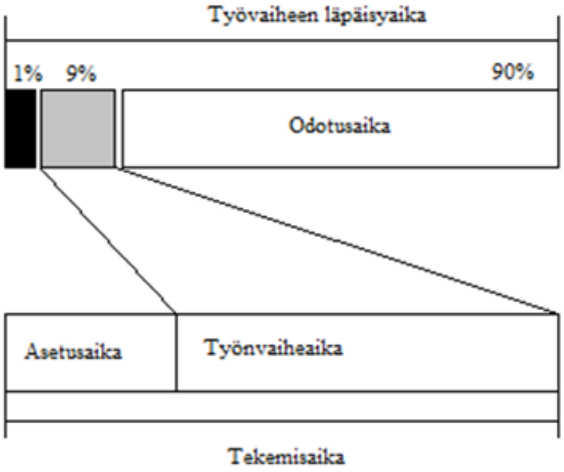
Läpäisyaikoihin voidaan vaikuttaa monella eri tavalla. Valmistuksen läpäisyaikoja pystytään lyhentämään pienentämällä valmistuserien kokoja ja tuotannon välivarastot poistamalla. Valmistuserän koko vaikuttaa luonnollisesti tuotantoprosessin pituuteen ja läpäisyaikaan, joka kasvaa, koska odotusajat kasvavat suhteessa eräkokoon. Valmistusprosessissa esiintyvät välivarastot ovat puolestaan usein turhia eri työvaiheiden välillä. Kyseiset välivarastot poistamalla voidaan lyhentää läpäisyaikaa ja pienentää välivarastoihin sitoutunutta pääomaa. (Haverila et al, 2009)

Eri työvaiheiden välisiä odotusaikoja voidaan lyhentää pienentämällä työvaiheiden välisiä kuljetuseriä. Tähän voidaan vaikuttaa oleellisesti tuotantolaitoksen layoutin avulla, sijoittamalla työpisteet toisiinsa nähden järkevällä tavalla. Kun työpisteet ovat sijoitettu järkevästi, ei turhia kuljetuksia työpisteiden välillä tarvita, jolloin läpäisyaika lyhentyy. Silloin myös tarve työnohjaukselle ja suunnittelulle vähentyy. (Haverila et al, 2009)

Asetusaikojen avulla voidaan vaikuttaa tuotannon läpäisyaikaan. Lyhyet asetusajat mahdollistavat pienet eräkoot, joiden avulla voidaan vaikuttaa prosessin läpäisyaikaan.

Asetusajat koostuvat työkalujen vaihdosta, kiinnittimien vaihdosta, ohjelmien tai raaka-aineiden vaihdosta sekä muista tuotantoerän aloittamista koskevista asioista. Pitkät asetusajat tekevät pienistä tuotantoeristä taloudellisesti kannattamattomia, jolloin kaikki kapasiteetti menee asetusten tekoon. Asetusaikoihin voidaan vaikuttaa erilaisilla teknisillä ratkaisuilla, työn paremmalla organisoinnilla, hyvällä esivalmistelulla tai esimerkiksi käyttämällä aputyöntekijöitä, jotka ei osallistu muuhun kuin asetusten tekemiseen. (Haverila et al, 2009)

Lyhyellä läpäisyajalla voidaan vaikuttaa tuotteen ja toiminnan laatuun. Nopeassa pienerätuotannossa virheiden ja häiriöiden havaitseminen sekä niiden alkuperäisen syyn löytäminen on helpompaa, jolloin siihen voidaan puuttua tehokkaasti jo aikaisessa vaiheessa. Häiriöt saattavat pysäyttää koko tuotantoprosessin, kun läpäisyaika on lyhyt. Tällöin henkilöstö motivoituu kiinnittämään enemmän huomiota prosessin ongelmiin ja pyrkii ennaltaehkäisemään niiden syntymistä. Kuvassa 4.3 on kuvattu esimerkki läpäisyajan koostumuksesta. Kuvasta nähdään, että varsinainen tekemisaika on usein huomattavan pieni koko työvaiheen läpäisyajasta. (Haverila et al, 2009)



Kuva 4.3 *Tuotantoketjun läpäisyaika (Haverila et al 2009)*

Parantunut laatu parantaa usein myös tuotantoprosessin tuottavuutta, koska virheiden ja häiriöiden aiheuttamat kustannukset laskevat. Paremmassa tuotantoprosessissa välilliset kustannukset ovat usein alemmat, koska toiminnanohjaaminen ja materiaalien hallinta vaativat vähemmän työtä. Materiaalien käsittely vähentyy myös järkevästi suunnitellulla layoutilla ja selkeällä materiaalivirralla, jolloin suunnittelua ja ohjausta tarvitaan vähemmän. (Haverila et al, 2009)

4.2 Volyymi ja eräkoko

Volyymia voidaan tarkastella toistuvuutensa mukaan kolmessa eri luokassa: kertavalmistuksessa, erätuotannossa ja jatkuvassa valmistuksessa. Volyymia mitataan usein

vuositasolla, jolloin voidaan puhua vuosivolyymista. Volyymia voidaan tarkastella myös valmistusmäärien mukaan. Kertavalmistuksessa tuotetta valmistetaan kertaluontoisesti, mutta valmistusmäärä voi kuitenkin olla suuri. (Lapinleimu et al, 1997)

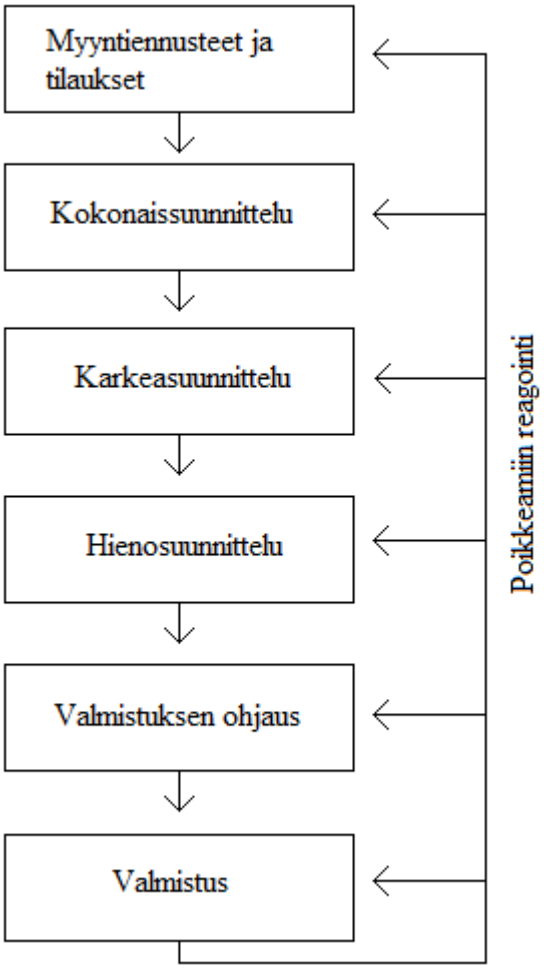
Erätuotannossa tuotteita valmistetaan erikokoisissa erissä riippuen asiakkaiden tarpeista ja menekeistä. Erätuotanto on toistuvaa, mutta erät voivat olla myös yksittäisiä tuotteita. Jatkuva valmistus puolestaan on erätuotantoa, jossa valmistuserät seuraavat toisiaan ja volyymit ovat suuria. (Lapinleimu et al, 1997)

Eräkokojen avulla voidaan hallita varastoja, jolloin pystytään saavuttamaan kustannussäästöjä. Pienten eräkokojen avulla voidaan myös saamaan aikaan lyhyt läpäisyaika, jolloin tuote pystytään toimittamaan asiakkaalle sovitusti. Eräkoon kustannuksiin vaikuttavat asetusajat, tehtaan sisäiset kuljetukset, ulkoiset kuljetukset ja ohjaustoiminnot. (Lapinleimu et al, 1997)

Optimaalisen eräkoon löytämistä voidaan edistää suunnittelemalla ja kehittämällä toimintaa. Valmistus tulisi tehdä ainoastaan asiakkaiden tilausten perusteella, ja eräkoon tulisi olla näkyvissä oleva tarve, jonka omaa toimintaa ja tekniikkaa tulee kehittää vastaamaan tuotannon tarpeita ja läpäisyaikoja tulisi lyhentää vastaamaan toimituksen tarpeita. (Lapinleimu et al, 1997)

4.3 Tuotannonohjausprosessi

Tuotannonohjausprosessi jaetaan hierarkkisesti yrityksen organisaation eri tasoilla. Esimerkiksi ylimmällä tasolla tehdään karkeita suunnitelmia, sen sijaan alemmilla tasoilla pyritään tekemään suunnitelmat siten, että yleiset resurssit riittäisivät ja toiminnat olisivat koordinoitu oikealla tavalla. Kuvassa 4.4 on esitetty tuotannonohjausprosessin eri vaiheet yleisellä tasolla. Kuvasta nähdään, että kommunikaatiota ja koordinointia tulee tapahtua jokaisen vaiheen välillä, jotta prosessi toimisi kokonaisuutena. (Haverila et al, 2009)



Kuva 4.4 *Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila et al, 2009)*

Tuotannonohjauksessa tapahtuu usein odottamattomia asioita, jotka voivat vaikuttaa prosessiin, jolloin joudutaan tekemään uudelleensuunnittelua. Esimerkiksi tuotantohäiriöt, materiaalipuutteet tai laiteviat voivat aiheuttaa ongelmatilanteita. (Haverila et al, 2009)

Toiminnanohjausprosessin suunnittelu voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri tasoon: kokonais-, karkea- ja hienosuunnitteluun. Nämä vaiheet esiintyvät usein jollain tasolla kaikissa yrityksissä, mutta niiden rakenne vaihtelee yrityskohtaisesti. Pienille tuotantoyksiköille voi suunnittelun pohjaksi riittää kaksi tasoa, kun puolestaan suuret projektit voivat vaatia suuria asiakokonaisuuksia ja niiden hallintaa. (Haverila et al, 2009) Seuraavassa käsitellään ainoastaan hienosuunnittelua, koska kokonais- ja karkeasuunnittelu ei juuri kosketa diplomityön aihepiiriä.

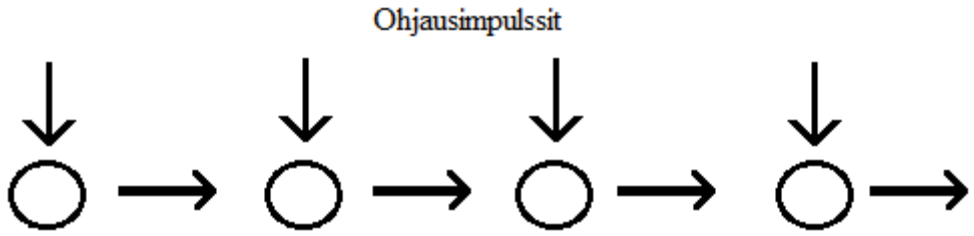
4.4 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelussa suunnitellaan valmistus yksityiskohtaisesti, jolloin syntyy tarkka tuotantosuunnitelma, jonka avulla pystytään ajoittamaan tuotteiden valmistus. Hienosuunnittelussa käytetään hyödyksi karkeasuunnitelmaa. Sen tärkeimpiä tehtäviä ovat tuotantoerien muodostaminen, tuotantoerien eri työvaiheiden ajoituksen suunnittelu ja tuotantoresurssien käytön tarkka suunnittelu. Työvaiheiden ajoitus voidaan tehdä, kun tunnetaan eri työvaiheet ja vaiheajat. (Haverila et al, 2009)

Hienosuunnittelussa suurimpia ongelmia aiheuttavat muutokset ja häiriöt, joiden takia pitää tehdä uudelleensuunnittelua. Hienosuunnittelu tehdään perinteisesti päivä- tai viikkotasolla. Sen tavoitteena tuotannossa on minimoida asetusajat ja -kustannukset, luoda työjärjestys, jolla saadaan hyvä toimitusvarmuus ja korkea tuottavuus. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi tuotantoeriä suurentamalla, mikä puolestaan voi johtaa läpäisyaikojen pidentymiseen ja toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Hienosuunnittelu huomioi myös valmistuksen pullonkaulat kuormittamalla niiden tuotantoa paljon, kuitenkin siten, ettei tuotanto pääse pysähtymään pullonkaulavaiheessa. Monivaiheisessa tuotannossa korkeat käyttösuhteet usein pidentävät läpäisyaikoja, jolloin pitää valita, halutaanko korkeaa tuottavuutta vai nopeita läpäisyaikoja. (Haverila et al, 2009)

4.4.1 Työntöohjaus

Työntöohjaus tarkoittaa valmistussuunnitelmaa, jolla pyritään ohjaamaan ja koordinoimaan eri valmistustehtäviä ja työnnetään tuotantoerä tuotannon läpi. Esimerkiksi hienosuunnitteluperiaatteet ovat työntöohjausta. Niitä käytetään laajalti, ja ne soveltuvat moneen eri tuotantomuotoon. Kuvassa 4.5 on esitetty työntöohjausprosessi kaaviona. (Haverila et al, 2009)



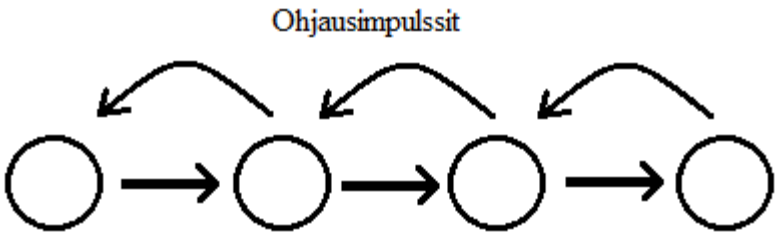
Kuva 4.5 *Työntöohjaus (Haverila et al, 2009)*

Työntöohjaus on hankala toteuttaa ongelmitta valmistusketjujen laajuuden ja monimutkaisuuden takia. Ongelmatilanteita syntyy usein silloin, kun suunnitelmat ja valmistustilanteet eivät kohtaa. Suunnitelmat ovat usein todellisuudesta poikkeavia, eikä valmistuksessa pystytä noudattamaan niitä. Tämä voi johtaa välivarastojen syntymiseen, minkä avulla hoidetaan valmistuksen ja suunnittelun puutteita ja ongelmia. Työntöohjausta

voidaan käyttää, kun valmistusprosessi on selkeä ja helposti hallittavissa. (Haverila et al, 2009)

4.4.2 Imuohjaus

Imuohjaus pohjautuu siihen, että tuotteen osia valmistetaan ainoastaan välittömän tarpeen mukaan, kun asiakastilaus on tullut. Osia otetaan valmistukseen ainoastaan sen verran, kun on tilattu. Imuohjauksen apuna käytetään pieniä, nopeakiertoisia välivarastoja. Imuohjauksen apuvälineenä voidaan käyttää esimerkiksi kanban-imuohjauskortteja, joista ilmenevät tilausimpulssit. Imuohjausta käytetään yleensä vakio-osia ja materiaaleja tuotettaessa, sillä näillä tuotteilla on usein tasainen menekki, jolloin imuohjauspuskurien rakentaminen on mahdollista. Imuohjaukselle välttämätöntä on lyhyt läpäisyaika ja virheetön laatu. Valmistusvirhe voi aiheuttaa koko tuotantoprosessin pysähtymisen. Kuvassa 4.6 on esitetty imuohjauksen vuokaavio. (Haverila et al, 2009; Stevenson, 2012)



Kuva 4.6 *Imuohjaus (Haverila et al, 2009)*

Imuohjauksesta on monia eri sovelluksia. Sitä voidaan käyttää toimittajien ja oman osavalmistuksen ohjaukseen. Imuohjaus on toimintavarma tapa ohjata tuotantoa, johon materiaalikirjanpidossa tapahtuvat virheet eivät vaikuta. (Haverila et al, 2009)

4.4.3 Valmistuksen ohjaus

Valmistuksen ohjauksen tärkeimmät tehtävät ovat työn suorittamisen yksityiskohtainen suunnittelu, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, valvonta ja raportointi. Valmistuksen ohjaukseen ja sen tehtävien hankaluuteen vaikuttavat paljon tehtävien taajuus ja layout yrityksessä sisällä. Vaikeimpia ohjattavia ovat yksittäistilatut tuotteet, jotka vaativat enemmän suunnittelua ja huomiota. Vakiotuotteet ovat helpompia ohjattavia, koska tehtävien suorittamiseen on syntynyt rutiini. (Haverila et al, 2009)

Valmistuksen ohjauksen perusteena on usein työmääräimet, yleisimmin työ- ja materiaalimääräimet tai saattokortit. Työmääräimen avulla voidaan määritellä suoritettavat työvaiheet ja valmistettavat tuotteet. Työmääräimeen voidaan liittää esimerkiksi piirustusnumero, työkalutiedot, koneistusohjelman numero ja työohjeita. Materiaalimääräimen avulla puolestaan hallitaan valmistukseen tarvittavia raaka-aineita ja komponentte-

ja. Materiaalimääräimen avulla voidaan tehdä työvaiheen materiaalien ohjaus. Saattokortit puolestaan määrittelevät valmistettavan tuotteen kulun eri työpisteiden välillä, ja sen avulla voidaan tehdä työkappaleen kuljetuksen ohjaus niiden välillä. Myös muita asiakirjoja, kuten piirustuksia, työohjeita, laadunvalvontaa tai tuntikortteja, voidaan tarvita valmistuksen aikana. Tuotteen valmistusprosessin ollessa selkeä voidaan usein käyttää pelkästään työmääräimiä, joihin on yhdistetty tarpeelliset tiedot muista korteista. (Haverila et al, 2009)

Työmääräimiä voidaan hallita tuotannonohjauksen tietojärjestelmien avulla. Niiden avulla voidaan suunnitella työjärjestys, jossa työnjohto asettaa määräimet siihen järjestykseen, missä ne jaetaan työntekijöille. Työjonoja voidaan hallita tietojärjestelmien avulla, jolloin tarpeellinen tieto saadaan tulostettua ennen työn aloittamista. Silloin työjärjestystä voidaan muokata helposti tai se voidaan uudelleenajoittaa, jos tarve niin vaatii. Määräimiä voidaan hallita kokonaan sähköisesti, tietojärjestelmien avulla. (Haverila et al, 2009)

4.5 Materiaalin hallinta ja ohjaus

Materiaalin hallinnan avulla pyritään hallitsemaan raaka-aineita, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankintaa, varastoja ja jakelua. Materiaalin hallinnan avulla ohjataan materiaalivirtoja aina raaka-aineista valmiiseen tuotteeseen saakka. Materiaalihankinnat näyttelevät huomattavaa osaa yrityksen taloudessa. Nykyisin varastojen koot ovat pienentyneet ja tilaus-toimitus-sykli on lyhentynyt. Tämän takia varastoja pitää pystyä organisoimaan ja hallitsemaan tehokkaasti ja hallitusti. (Haverila et al, 2009)

Materiaalin hallinnalla on kaksi ensisijaista tavoitetta. Sen avulla pyritään ylläpitämään haluttu palvelutaso ja minimoimaan kokonaiskustannukset. Yritykseltä vaaditaan tiettyä palvelutasoa, jotta se pystyy pitämään haluamansa asiakkaat. Palvelutason muodostaa se, miten hyvin yritys pystyy toteuttamaan toimitukset asiakkaalle ja tuotteiden saatavuudesta. (Haverila et al, 2009)

Materiaalihallinnan kokonaiskustannusten alentamisella puolestaan pyritään minimoimaan materiaalien hallinnan kulut. Materiaalin hallinnan kokonaiskustannukset koostuvat ostettavien materiaalien hinnasta, oston kustannuksista, kuljetuksesta, vastaanotosta, tarkastuskustannuksista, varastointikustannuksista, jakelukustannuksista, materiaalivirheiden aiheuttamista kustannuksista tuotannossa, puutekustannuksista ja reklamaatiokustannuksista. Nämä kustannukset kattavat kaikki materiaalien aiheuttamat kustannukset yritykselle. Kustannuksia laskettaessa tulee huomioida, vaikuttaako puhtaasti ostohintojen perusteella tehty päätös esimerkiksi laatuun. (Haverila et al, 2009)

Varastointikustannukset ovat iso osa koko varastoinnin arvosta. Varastoinnin puutteet voivat puolestaan lisätä puutekustannuksia. (Haverila et al, 2009) Taulukkoon 4.1 on

koottu varastoinnista aiheutuvat kustannukset varaston arvoon verrattuna. Puutekustannukset puolestaan muodostuvat tuotantohäiriöistä, tuotantosuunnitelman muutoksista, pikatilauksista, ylitöistä, myöhästymissakoista, maineen menettämisestä toimittajana, heikon toimituskyvyn takia menetetystä katteesta ja laatuvirheistä.

Taulukko 4.1 *Varastoinnin kustannukset varaston arvosta (Haverila et al, 2009)*

Sitoutuneen pääoman korko	10–20%
Tilakustannukset	1-5 %
Työvoimakustannukset	1-5 %
Hävikki	2-5 %
Vakuutukset	0,5-1 %
YHTEENSÄ	**19,5–36%**

Varastoiden suunnittelussa tulee huomioida, että haluttuun palvelutasoon päästään, siksi tavoitteet eivät voi olla pelkästään minimikustannuksien saavuttamisessa. Palvelutasoon pystytään vaikuttamaan esimerkiksi toimitustiheydellä, ennustamisella, tiedonvälityksen nopeuttamisella ja asiakas- tai toimittajayhteistyön kehittämisellä. (Haverila et al, 2009)

Materiaaleja voidaan ohjata kolmella eri tavalla: tilausohjauksella, varasto-ohjauksella tai erikoisohjauksella. Materiaalienohjausmallit perustuvat imu-ja työntöohjauksille, joita on käsitelty aiemmissa luvuissa. Tilausohjautuva materiaalien ohjaus tulisi olla jokaisen yrityksen tavoitteena. Tilausohjauksessa tilaus puretaan osaluettelon perusteella valmistusimpulsseiksi, tilauksiksi ja kotiinkutsuksi. Tilausohjauksen avulla voidaan hallita varastoja, ja pitää ne pieninä, koska kaikki varastoon tehtävät ostot tapahtuvat tilauksien perusteella. Tilausohjaus sopii erityisesti kalliille materiaaleille. (Lapinleimu et al, 1997)

Varasto-ohjauksessa tuotteita, osia tai materiaaleja säilytetään varastossa, joita täydennetään tilausrajan alittuessa. Varasto-ohjaus soveltuu suurille tuotantomäärille, jolloin varastojen avulla voidaan järkeistää kuljetuksia ja vähentää hoitokustannuksia. Varasto-ohjaus sopii kustannuksiltaan pienemmille tuotteille, esimerkiksi ruuveille, jolloin varastoon sitoutunut pääoma ei pääse kasvamaan suureksi. (Lapinleimu et al, 1997)

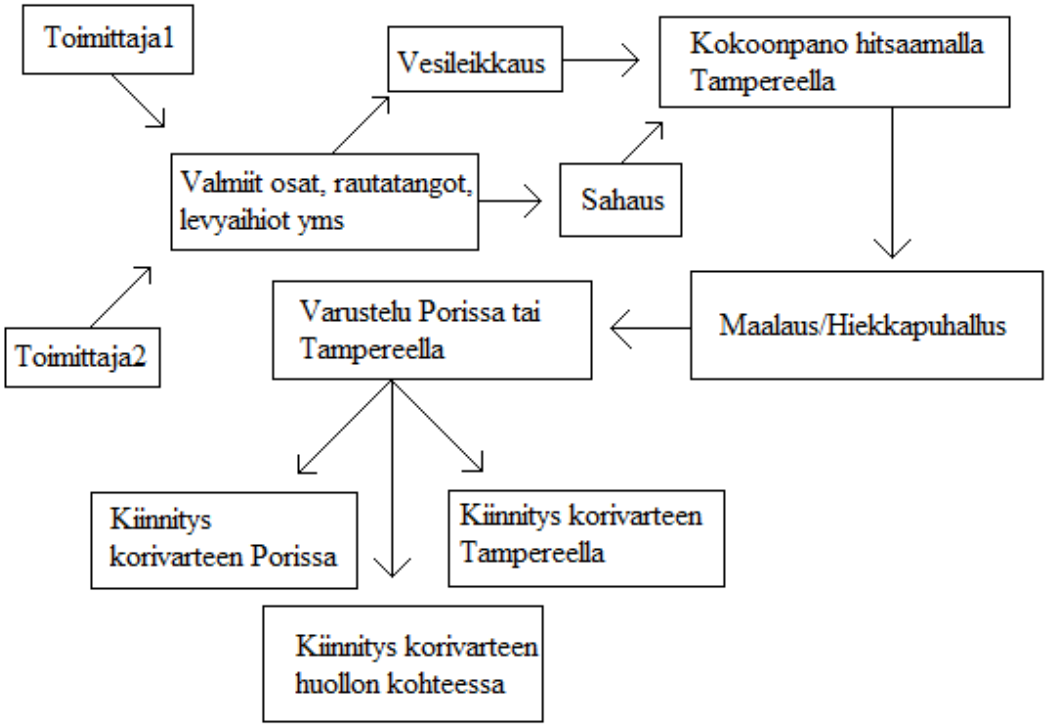
Erikoisohjausta voidaan käyttää silloin, kun tilausohjausta tai varasto-ohjausta on hankala toteuttaa. Erikoisohjaus on hankala toteuttaa, ja se altis häiriöille, koska jokainen osa ja materiaali tulee ohjata erikseen. Erikoisohjauksessa tulee seurata varastoja ja tehdä tilaukset fyysisesti. (Lapinleimu et al, 1997)

5 TYÖKORITUOTANNON LÄHTÖKOHDAT

Tässä luvussa käsitellään Bronton oman korituotannon lähtötilannetta ja siinä ilmenneitä ongelmia. Tämän lisäksi luvussa selvitetään sitä, millä perusteella työkorit valikoituivat tarkasteltavaksi. Luvun loppupuolella käsitellään dokumenttien hallintaa, vesileikkausprosessin hyödyntämistä ja make or buy –analyysiä.

5.1 Työkorien valmistusketju

Halutun työkorin valmistamiseen tarvitaan usein muutamia eri valmistusmenetelmiä. Näitä menetelmiä käsitellään seuraavassa kappaleessa. Menetelmät on valittu työkorin valmistusketjun perusteella, joka on esitetty kuvassa 5.1.



Kuva 5.1 *Pienen volyymin terästyökorin valmistusketju*

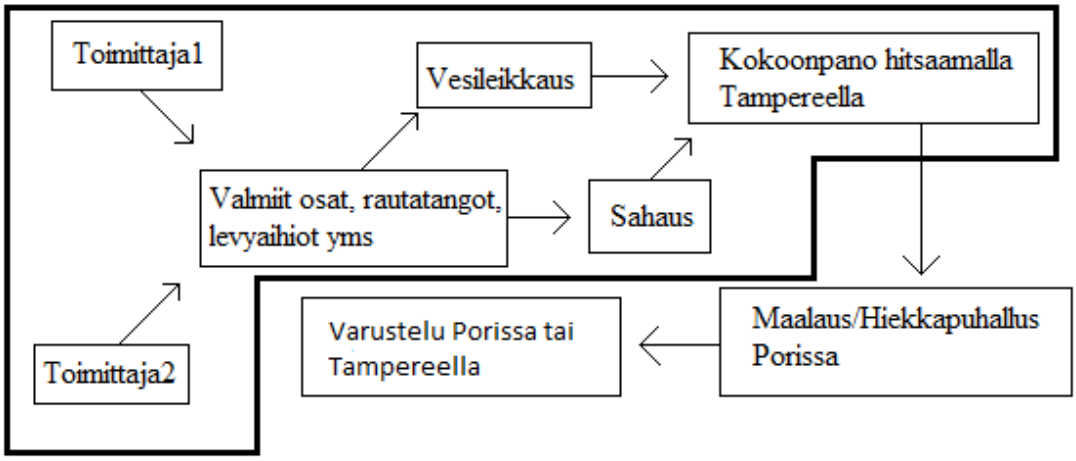
Kuvassa on esitetty valmistusprosessin kaikki vaiheet. Valmistusketju alkaa eri materiaalien tilaamisella tuotannolle. Materiaalit voivat olla niin sanottua pitkää rautaa, valmiita osia alihankinnasta, levyjä tai esimerkiksi työkorin ovissa käytettäviä saranoita. Tämän jälkeen materiaalit ohjataan jatkokäsittelyyn tai varastoidaan odottamaan ko-

koonpanoa. Jatkokäsittely voi olla pitkän raudan sahaamista oikeaan mittaansa ja muotoonsa tai levyosien vesileikkausta haluttuun muotoon. Seuraavassa työvaiheessa korin kokoonpano voidaan aloittaa Tampereen hitsaussolussa.

Kun kori on kokoonpantu, se tarkastetaan laadunhallinnan puolesta. Jos laatukriteerit täyttyvät, voidaan kori lähettää hiekkapuhallettavaksi alihankintaan. Hiekkapuhalluksen jälkeen työkori maalataan joko Porin tai Tampereen maalauspisteessä. Maalauksen valmistuttua työkoriin tehdään varustelu, jolloin asennetaan ovet, liikkuvat kaiteet ja muut osat paikoilleen.

Viimeisenä valmistusketjun vaiheena työkori kiinnitetään korivarteen. Kiinnitys suoritetaan tapauskohtaisesti joko Tampereella, Porissa tai huollon kohteessa. Pääasiallinen valmistuskohde tarkasteltaville työkoreille olivat huollon tarpeet.

Työn puitteissa käsiteltiin Tampereella tapahtuvaa toimintaa, mihin ei sisältynyt alihankinnassa tehtyä hiekkapuhallusta ja maalausta. Pääpaino valmistusketjun osalta oli korien osien ohjauksen kehittämisessä ja työohjeistuksen tekemisessä. Osien sahaamien ja vesileikkaus olivat myös merkittävässä osassa työtä. Sahausprosessissa ei itsessään ollut työn kannalta juurikaan kehitettävää, sillä materiaalien saavuttua sahaus oli kokoonpanijoiden mielestä helppo ja nopea toteuttaa, kun heillä oli oikeat mitat sisältävä työohjeistus. Sahaus tehtiin luvussa 5.4.1 käsiteltävien taulukoiden mukaisesti. Kuvassa 5.2 on esitetty rajattuna ne valmistusketjun osat, joita työn puitteissa käsiteltiin.



Kuva 5.2 *Valmistusketju diplomityön puitteissa*

Vesileikkauksen hyödyntäminen alkutilanteessa keskittyi tiettyjen levyosien ja hankalamuotoisten reikien leikkuuseen. Työn kuluessa vesileikkausta sovellettiin pitkän raudan putkisovitteiden tekemiseen. Leikkauspöytä ei mahdollistanut täysmittaisen (kuusi metriä pitkän) rautaputken leikkaamista, koska sen maksimidimensiot olivat 3x3 metriä.

Tämän takia myös putkisovitteiset kaiderakenteet jouduttiin sahaamaan ennen vesileikkausta.

5.2 Lähtökohdat itse tehtävälle korituotannolle

Diplomityön alkaessa Bronton työkorituotanto oli alkutekijöissään. Työnjohto tilasi työkoriin tarvittavat materiaalit, ja kokoonpanija sahasi ne itse piirustuksista katsomiinsa mittoihin. Muut tarvittavat osat tulivat alihankinnasta ja Bronton omalta vesileikkauspisteeltä. Vaihtoehtoisesti koko työkori voitiin tilata alihankinnasta.

Tuotannon käytössä oli korituotantoa ajatellen hankittu hitsauspöytä, johon työkorin tai sen osat sai kiinnitettyä helposti pikaliitinten avulla. Kokoonpanijat totesivat pöydän todella hyväksi apuvälineeksi. Lisäksi kokoonpanijoilla oli käytössä tarpeen vaatima hitsauslaitteisto, jonka käyttö oli heille tuttua, vaikka itse työkorien kokoamisesta heillä ei ollut aiempaa kokemusta. Vesileikkauskeskus oli puolestaan ollut Bronton Tampereen toimipisteellä jo kauan, ja sillä tehtiin ennen korituotantoa esimerkiksi nostinauton rungon kaappilevyjä.

Kokoonpanijat olivat lähtötilanteessa hyvin perillä siitä, mitä tullaan tekemään. He olivat myös motivoituneita uusiin tehtäviin. Kommunikaatio-ongelmia ei päässyt syntymään, koska työntekijöiden ja työnjohdon välinen palautteenanto toimi kitkatta valmistusprosessin aikana, kun välitöntä palautetta annettiin niin onnistumisista kuin ongelmistakin. Työnjohtajillekin tilanne oli uusi, joten ensimmäiset työkorit olivat myös heille muun työn ohessa tapahtuvaa harjoittelua.

5.2.1 Ongelmat lähtötilanteessa

Ongelmia ensimmäisten korien valmistuksessa oli erityisesti tiettyjen osien saatavuudessa ja mittojen tulkinnassa. Suurin ongelma ensimmäisiä koreja tehdessä oli vesileikkauksen muodostuminen pullonkaulaksi työkorinkokoonpanon aikana, mikä osaltaan johtui siitä, että vesileikkauspisteellä oli paljon töitä muiden osien parissa. Työt pysähtyivät, kun kommunikaatio vesileikkauksen ja muun tuotannon välillä ei aina toiminut. Joitain osia jäi saamatta, koska vesileikkauskeskuksessa ei pystyttykään valmistamaan niitä. Suurin ongelma oli se, ettei pulmaa tuotu heti asian ilmi tultua esille vesileikkauksen puolelta, jolloin tuotannon työnjohto olisi saanut informoitua kyseisistä puutteista osto-osastoa, joka olisi saanut tilattua tarvittavat osat alihankkijoilta, eikä korivalmistus olisi päässyt keskeytymään tämän takia.

Vesileikkausprosessin kapasiteetin riittämättömyys aiheutti myös vaikeuksia korituotantoon. Vesileikkausjonot olivat erittäin pitkiä, koska prioriteetit olivat muualla kuin työkorien osien tekemisessä. Tämän takia osien saamisessa saattoi kestää pitkään. Tämä puolestaan aiheutti haasteita korien kokoonpanijoille, jotka eivät voineet jatkaa töitä

eteenpäin ilman kyseisiä korin osia, mikä johti osaltaan turhautumiseen aika ajoin. Osaltaan ongelmaan voidaan vaikuttaa parantamalla korin osien tuotannonohjausta, johon palataan myöhemmin.

Ongelmia aiheuttivat myös epäselvät piirustukset ja mitat, joita oli hankala tulkita. Ensimmäisten valmistettujen työkorien tuottamisessa ongelmia muodosti myös väärin tehty pohjan vesiputkisto, joka aiheutti työkorien valmistumisen viivästymistä korjaustöiden ja modifikaatioiden takia.

Yksi ongelma ensimmäisen työkorin valmistumisessa oli hitsaussaumojen laatu. Se ei täysin täyttänyt Bronton asettamia kriteerejä, mutta tähän saatiin seuraavien työkorien kohdalla parannus, jolloin laatukriteerit täyttyivät helposti.

5.3 Kriteerit itsellä valmistettaville työkoreille

Bronto Skylift Oy:n ERP-järjestelmästä etsimällä saatiin tiedot työkoreista, joille ei ollut olemassa olevaa valmistajaa. Osa työkorituotannosta oli siirretty ulkoiselle toimittajalle. Joidenkin korimallien valmistuspaikka oli avoinna, ja nämä korit otettiin itsellä valmistettaviksi. Lisäksi oleellisena seikkana oli laadun varmistaminen. Työkorien laadun on oltava riittävän korkealla tasolla, ja siksi sen valvominen on tärkeää. Bronton laatuosasto pystyi tarkastamaan itse tehtyjen työkorien laadun ongelmitta, koska ne tehtiin Tampereen toimipisteellä, jossa toimi myös yrityksen laatuosasto. Valmistamalla itse vaikearakenteiset terästyökorit pystyttiin valvomaan, että työkorin osat ja hitsisaumat täyttävät yrityksen ja asiakkaan haluamat laatukriteerit.

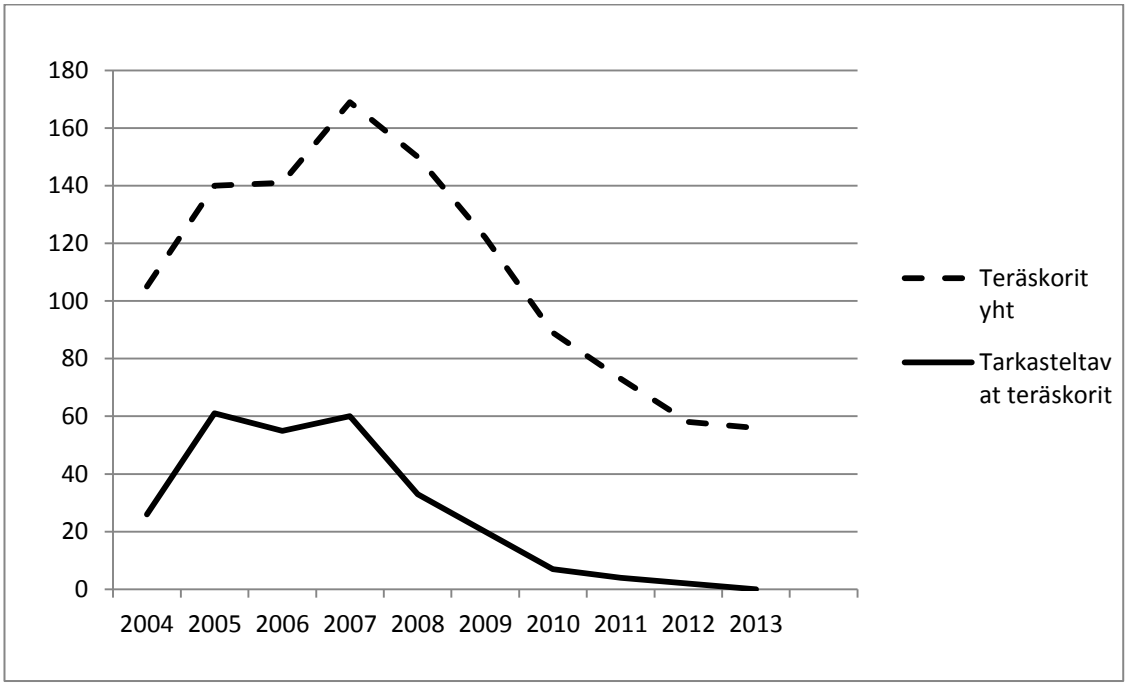
Taulukkoon 5.1 on koottu kaikki Brontolla valmistettavat vanhanmalliset terästyökorinimikkeet, ja siinä ylemmässä osiossa ovat korimallit, jotka tilataan ulkoiselta toimittajalta. Alemmassa osiossa olevat korimallit ovat puolestaan tarkasteltavia teräskoreja. Taulukosta 5.1 nähdään se, että työssä tarkasteltavien työkorien tuotanto on laskenut oleellisesti vuosittain, ja joitakin korimalleja ei ole valmistettu viime vuosina laisinkaan. Yhtenäistä näille korimalleille oli usein niiden rakenteiden monimutkaisuus, jonka takia niiden valmistuksen ulkoistaminen saattoi olla haastavaa. Lisäksi monen korimallin piirustukset saattoivat olla erittäin puutteellisia, tai niitä ei ollut ollenkaan saatavilla.

Kuva 5.3 *Bronto Skyliftin terästyökorit*

piir.no.(kp.)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
G0255280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
G0215390	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**2**	**4**	**9**
G0210230	0	0	0	0	0	0	**13**	**16**	**7**	**7**	**43**
G0203950	0	0	0	0	0	0	**2**	**3**	**3**	**3**	**11**
G0108210	0	0	0	0	0	**2**	**41**	**23**	**19**	**33**	**118**
G0031480	0	**7**	**22**	**33**	**53**	**45**	0	0	0		**160**
G0021870	**1**	0	0	**2**	**8**	0	**2**	**1**	0		**14**
G0020790	**7**	**4**	**1**	**1**	**2**	**8**	0	**2**	**2**		**27**
D0181900	**28**	**28**	**21**	**40**	**11**	**20**	**4**	**14**	**13**	**7**	**186**
D0180290	**31**	**20**	**28**	**12**	**9**	**8**	**1**	0	**3**		**112**
D0174450	0	**2**	0	**3**	**4**	0	**2**	**2**	1		**14**
D0117720	**12**	**18**	**14**	**18**	**30**	**19**	**17**	**5**	**6**		**139**
G0067000/A	0	0	0	**5**	**2**	0	0	0	0		**7**
G0063910/A	0	0	0	**12**	**10**	**1**	0	**1**	0		**24**
G0046820/A	0	0	0	**13**	**2**	**10**	**2**	**1**	**1**		**29**
G0038830	0	0	**5**	**2**	0	**2**	**1**	**1**	0		**11**
G0034490/A	0	**1**	0	0	**3**	**1**	**1**	**1**	0		**7**
G0030570	**1**	**6**	**1**	**10**	0	0	0	0	0		**18**
G0029050/A	0	**3**	**5**	**2**	**4**	0	0	0	0		**14**
G0027790	**4**	**22**	**18**	**13**	**2**	**2**	0	0	0		**61**
G0021340	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
G0003380	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0		**1**
G0000370/A	**11**	**26**	**15**	**1**	0	0	0	0	0		**53**
D0183570	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
D0181680	**2**	0	**1**	**1**	0	**1**	0	0	0		**5**
D0177530/A	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
D0177030	**1**	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0		**3**
D0173570	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
D0170720/A	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0		**1**
D0170190	0	0	**1**	**1**	0	0	0	0	0		**2**
D0168900	0	**1**	0	0	**1**	**1**	0	0	0		**3**
D0167760	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
D0166100	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0		**1**
D0166000	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0		**1**
D0163630/A	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0		**1**
D0120200/A	0	**1**	**5**	0	**5**	0	**3**	0	0		**14**
D0118990/A	**1**	0	**2**	0	**2**	**1**	0	0	**1**		**7**

Kuvaaja 5.1 on tehty taulukon 5.1 perusteella. Kuvaajasta 5.1 nähdään, missä suhteessa tarkasteltavia teräskoreja on valmistettu suhteessa kaikkiin teräskoreihin. Kuvaajasta voidaan tulkita, että viime vuosina tarkasteltavia työkoreja on tehty ainoastaan yksittäi-

siä kappaleita, lähinnä varaosiksi tai yksittäisinä asiakastilauksina. Tarkasteltavien työkorien elinkaari voidaan katsoa olevan lopussaan, vaikka yksittäisiä varaosatilauksia edelleen tuleekin silloin tällöin. Ylipäätänsä kaikkien teräskorien tuotantomäärät ovat laskeneet viime vuosien aikana. Elinkaariajattelua tukee myös kuvaajan 5.1 käyrät, josta nähdään, että terästyökorien valmistus on vähentynyt paljon viime vuosina. Uusimmissa työkorimalleissa käytetään hyvin usein alumiinisia työkoreja ja esimerkiksi palokoreista on suunniteltu uusia terästyökorimalleja, jotka ovat korvanneet vanhoja teräskoreja.



Kuvaaja 5.1 *Teräskorien suhde*

Taulukkoon 5.2 on koottu tarkasteltavat työkorimallit. Taulukosta nähdään vuotuinen suhdeluku, millä työkoreja on valmistettu. Esimerkiksi vuonna 2007 tarkasteltavien työkorien suhde kaikkiin teräskoreihin verrattuna on ollut 0,36, kun taas vuonna 2010 samainen suhdeluku onkin enää ollut 0,05. Joinakin vuosina tarkasteltavat korit ovat kattaneet noin 40 % osuuden kaikista valmistetuista teräskoreista. Tämä trendi on kuitenkin laskenut, ja prosenttiosuus on laskenut noin viiteen prosenttiin. Vuoden 2013 luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska lukemat eivät kata koko vuotta.

Taulukko 5.2 *Tarkasteltavien työkorien ja kaikkien terästyökorien suhde vuositasolla*

piir.no.(kp.)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	**Total**
G0067000/A	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	**7**
G0063910/A	0	0	0	12	10	1	0	1	0	0	**24**
G0046820/A	0	0	0	13	2	10	2	1	1	0	**29**
G0038830	0	0	5	2	0	2	1	1	0	0	**11**
G0034490/A	0	1	0	0	3	1	1	1	0	0	**7**
G0030570	1	6	1	10	0	0	0	0	0	0	**18**
G0029050/A	0	3	5	2	4	0	0	0	0	0	**14**
G0027790	4	22	18	13	2	2	0	0	0	0	**61**
G0021340	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
G0003380	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**1**
G0000370/A	11	26	15	1	0	0	0	0	0	0	**53**
D0183570	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
D0181680	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	**5**
D0177530/A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
D0177030	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**
D0173570	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
D0170720/A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
D0170190	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**2**
D0168900	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	**3**
D0167760	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
D0166100	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
D0166000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
D0163630/A	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
D0120200/A	0	1	5	0	5	0	3	0	0	0	**14**
D0118990/A	1	0	2	0	2	1	0	0	1	0	**7**
Tarkasteltavat teräskorit	**26**	**61**	**55**	**60**	**33**	**20**	**7**	**4**	**2**	**0**	**268**
Kaikki teräs-korit	**105**	**140**	**141**	**169**	**150**	**122**	**89**	**73**	**58**	**56**	**1103**
Tark/kaikki	**0,25**	**0,44**	**0,39**	**0,36**	**0,22**	**0,16**	**0,08**	**0,05**	**0,03**	**0,00**	**0,24**

Tarkasteltavat työkorit ovat elinkaarensa lopussa sen takia, että vuonna 2007 suunniteltiin uudet terästyökorimallit, jotka korvasivat vanhat työkorimallit. Bronto on kuitenkin sitoutunut toimittamaan asiakkailleen heidän tarvitsemansa huollon tarpeet. Lisäksi joitakin vanhanmallisia kokoonpanoja käytetään vielä yleisesti maailmalla, joten Bronto haluaa vastata tähän kysyntään.

5.4 Dokumenttien hallinta

Piirustukset toimivat työn lähtökohtana monessakin suhteessa. Piirustuksista saatiin tarvittavat mitat työkorivalmistukseen. Työhön koottiin taulukko nimikkeistä, joita eri työkorimallit sisälsivät. Tämä tehtiin sen takia, että pystyttiin löytämään mahdollisia samankaltaisuuksia eri työkorimallien välillä. Tavoitteena oli myös löytää osia tai osakokonaisuuksia, joita oli jo massatuotannossa alihankkijalla. Massatuotettuja osia voitaisiin jatkossa mahdollisesti tilata valmiina alihankkijalta, koska heillä oli tarvittava tieto-taito kyseisten osien valmistukseen.

5.4.1 Piirustusten mittojen dokumentointi

Käsiteltävinä olleet piirustukset koottiin yhdeksi taulukoksi. Taulukosta ilmenee kaikki tarvittavat leikkausmitat ja käytettävät materiaalit. Taulukon avulla kokoonpanijan ei tarvitse käyttää erikseen aikaa piirustusten tulkintaan, koska hän voi katsoa leikkausmitat taulukosta ja pystyy toimimaan sen mukaisesti. Taulukossa 5.3 on esitetty yhden työkoriin liittyvän oven leikkausmitat taulukoituna. Taulukosta ilmenevät myös käytettävä materiaali ja tarvittava kappalemäärä. Lisäksi yhteen sarakkeeseen laitettiin kohta huomautuksia, johon voitiin merkitä mahdolliset osanumeroita koskevat erityishuomiot.

Taulukko 5.3 *Esimerkki piirustuksen G0001350 leikkausmitoista*

Ovi	Piirustus G0001350			
Osanumero	Mitat	HUOM!	Määrä (kpl)	Materiaali
1	577x927	Taivutukset piirustuksesta	1	Levy, 1.5, DC01Am EN10130 (St1203, DIN1623) DIN1541/1
2	109x494	Taivutukset piirustuksesta	1	Levy, 1, DC01Am EN10130 (St1203, DIN1623), DIN 1541/1
3	110x138	Taivutukset piirustuksesta	1	Levy 2 DC01Am, EN10130 (St1203, DIN1623), DIN 1541/1
4	72	Taivutukset piirustuksesta	1	Lattatanko, (sinko+pohjamaalaus) 4x30 S235JRG2 (Fe37B), L=5000
5	496		1	Putki, 38x1.5 FORM 300C, DIN 2394

Ongelmana mittojen kokoamisessa oli se, että joihinkin piirustuksiin suunnittelija ei ollut merkinnyt näkyviin kaikkia osamittoja, vaan ne piti laskea muiden mittojen avulla. Osassa piirustuksista ei kaikkia mittoja saanut lasketuksi, vaan ne piti hakea samankaltaisista työpiirustuksista. Kaikkien rakenteiden osalta tämä ei onnistunut, koska samankaltaisuutta ei esiintynyt.

Kun mitat oli koottu, ne liitettiin Bronton lean-järjestelmään, josta ne olivat yleisesti kaikkien järjestelmään pääsevien saatavilla. Leikkausmittataulukot annettiin myös kokoonpanijoille, joilla oli työkohtainen kansio työn alla olevista työkoreista. Työkohtaisessa kansiossa oli leikkausmittojen lisäksi myös kaikki työkoriin liittyvät piirustukset. Työkorien kokoonpanijat pitivät leikkausmittataulukkoa hyvänä apuvälineenä osien

sahaamisessa. Taulukon avulla voitiin vähentää turhaa pohdiskeluun kuluvaa aikaa ja näin ollen saatiin nopeutettua läpäisyaikaa.

5.4.2 Piirustusten samankaltaisuus

Yhtenä piirustusten tarkastelun tarkoituksena oli löytää samankaltaisuuksia niiden väliltä. Tähän tarkasteluun otettiin mukaan myös alihankkijalta tulevat terästyökorimallit, jolloin pystyttiin vertailemaan osakokoonpanoja laajasti. Piirustuksissa oli paljon samankaltaisuuksia, mutta ongelmaksi muodostui se, että jokainen suunnittelija oli käyttänyt omanlaisiaan materiaaleja putkia valitessaan. Taulukkoon 5.4 on kerätty tiettyjen osien nimikkeitä.

Taulukko 5.4 *Piirustusten samankaltaisuus*

Piirustus	**Käännön run-ko/kannat**	**Ovet HKP**	**Kaide**
G0067000A	-	G0028320	-
G0063910A	-	G0028320	-
G0046820A	G0001370	G0001350/G0001840	G0001720
G0038830	G0041890	G0042600	G0017800A
G0034490	-	G0034970/G0035030	-
G0030570	-	G0028970	G0034150
G0029050A	G0026490	G0028320	-
G0027790ABC	G0026490	G0028320	-
G0021340	G0001370	G0001350/G0001840	G0001720
G0003380	G0001370	G0001350/G0001840	G0001720
G0000370A	G0001370	G0001350/G0001840	G0001720
D0183570	B0355750/B0379010	A0547910	B0372600
D0181680	-	A0584220	-
D0177530A	B0445490	A0575050	B0458730
D0170720	-	A0550910/A0550930	-
D0170190	B0336170	A054796A	B032628A
D0168900	B0336170	A0538110	B032628A
D0167760	B0355750/B0379010	A0547940/A0547930	B0411480
D0166100	B0336170	A054796A	B032628A
D0166000	B0336170	A0547960	B032628A
D0163630A	-	A053811A	B0413460
D0120200A	B0355750/B0379010	A0547920/A0547900	B0372600
D0118990A	-	A0412630	-
G0255280	G0256340	G0001350/G0001840	G0001720
G0215390	-	G0028970	-
G0210230	G0203390	G0213280/G0215110	G0215800
G0203950/A	-	G0028970/G002897A	
G0108210/A/B/C	G0031680	G0028970/G002897A	-
G0031480/A/B/C	-	G0028970	G0034150
G0021870	B0445490	A0557250	B0464840
G0020790	B0445490	A0557250	G0036510
D0181900	B0445490	A0557250	B0464840
D0180290	B0445490	A0557250	B0464840
D0174450/A	-	A053811A	B0413460
D0117720/A/B	-	A0547910/A0547900	B0372600

Taulukkoihin on merkitty samankaltaisuudet värikoodein. Taulukossa 5.4 on alihankkijan valmistamat työkorimallit merkittynä keltaisella korostuksella ja diplomityön puitteissa valmistettavat työkorit ilman korostusta. Taulukoista nähdään, että joidenkin itsellä valmistettavien ja alihankkijalla tehtävien työkorien nimikkeistö on sama, mutta pää-

asiallisesti samankaltaisuutta ilmenee itsellä valmistettavissa työkoreissa. Taulukosta on jätetty pois pohjan ja rungon kokoonpanot, sillä niissä ei esiintynyt samoja nimikkeitä toisiinsa nähden, joskin itse runko- ja pohjarakenteissa yhtäläisyyksiä löytyi. Pohjien ja runkojen yhdenkaltaisuudet eivät kuitenkaan antaneet aihetta toimenpiteille, koska materiaalien vaihtelut ja hankala korituotannon ennustettavuus vaikeuttivat niiden ennakkoon tilaamista.

Samojen nimikkeiden osalta voidaan pohtia, voidaanko niitä valmistaa ennakolta varastoon. Myös mahdollisuuksia osien tilaamiseen alihankkijoilta, jotka niitä jo valmistavat, tulee miettiä. Analyysin perusteella tultiin siihen tulokseen, ettei ole järkevää alkaa tilata yksittäisiä korin osia alihankinnasta, koska niiden tekeminen omassa tuotannossa ei vaadi paljoa kapasiteettia ja siihen kuluva aika ei vaadi merkittävää osaa kokonaisläpäisyaikaan nähden. Tämän lisäksi toimitusaika verrattuna esimerkiksi yksittäisen oven tekemiseen omana tuotantona on pitkä, kun esimerkiksi oven tekeminen omassa tuotannossa ei vie monta tuntia. Lisäksi yhtäläisyyksiä alihankinnassa tehtävien korien suhteen oli suhteellisen vähän, joten niiden kohdentaminen harvinaisten työkorien korituotantoon osoittautui hankalaksi, osaltaan korituotannon ennustettavuuden vaikeuden vuoksi. Esimerkiksi huollossa tarvittavien korien määrää ei voida ennustaa muuten kuin erittäin karkealla tasolla. Tämän takia alihankinnasta tehtävät tilaukset olisivat olleet hankala ajoittaa, ja osia olisi jouduttu tilaamaan mahdollisesti varastoon, jolloin niihin olisi sitoutunut turhaa pääomaa.

5.4.3 Materiaalien samankaltaisuus

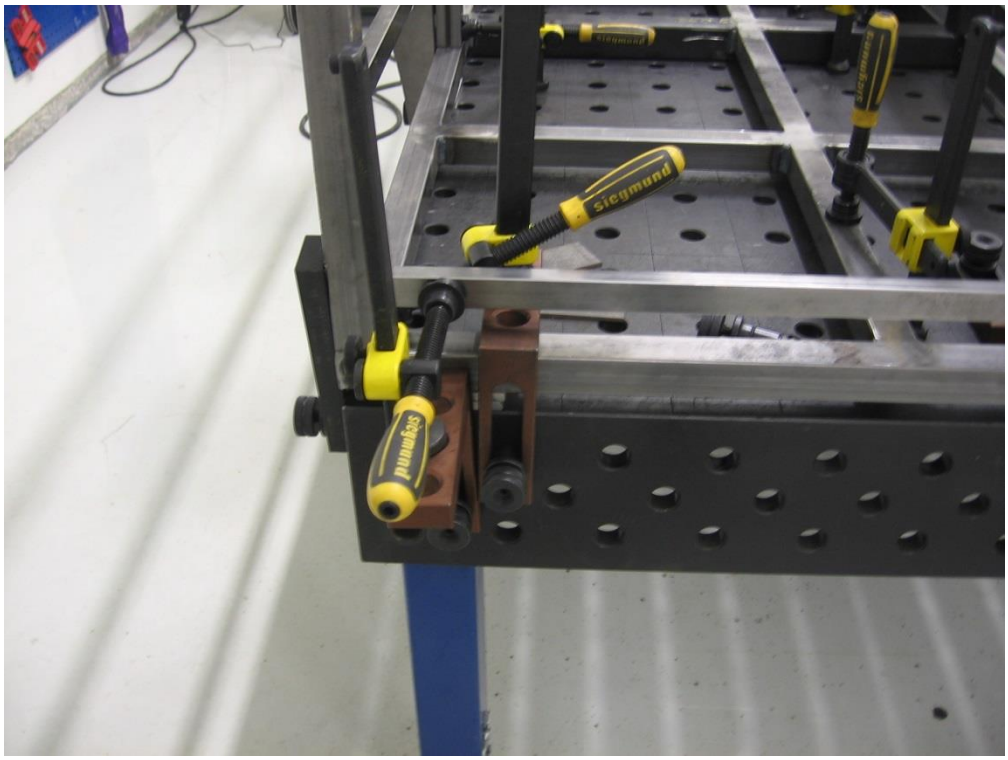
Yhtenä osana työtä tutkittiin työkorien materiaalien samankaltaisuutta. Materiaaleista koottiin taulukoita, jotka luokiteltiin materiaalin tyypin perusteella suorakaideputkiin, neliöputkiin, pyöreisiin putkiin, levyihin ja muihin materiaaleihin. Tavoitteena oli tutkia, voitaisiinko materiaalikirjoa vähentää nyt koreissa käytettävistä 80 eri materiaalista. Vähentämällä materiaalimäärää, voidaan helpottaa varastointia ja luoda yhtenäisempi käytäntö omaan korituotantoon.

Materiaalit käytiin läpi tavarantoimittajan katalogista, josta katsottiin, ovatko jotkut materiaalit vaikeasti saatavissa tai valmistetaanko niitä enää ollenkaan. Tämän perusteella tehtiin päätelmiä, miten materiaalit voitaisiin korvata. Edellä esitettäviin taulukkoihin on koottu myös AISI 304 eli ruostumattomat teräkset. Niiden valintaan ei kuitenkaan pystytty vaikuttamaan millään tavoin, koska kyseiset putkiosat olivat kosketuksissa veden kanssa ja vaihtamalla ne rautaputkiin korroosion vaikutus olisi ollut liian suuri. Myös muiden materiaalien kohdalla katsottiin niiden muuttamisen olevan liian suuri prosessi työkorien valmistusmääriin nähden.

5.4.4 Työohjeistus

Diplomityössä tehdyllä työohjeistuksella pyrittiin helpottamaan kokoonpanijoiden kokoonpanoprosessia. Työohjeistukseen sisältyivät leikkausmitat, valokuvat eri vaiheista työkoreja tehtäessä ja kiinnityksen dokumentointi. Valokuvista kokoonpanijat voivat katsoa, miten joidenkin hankalien rakenteiden kiinnitys oli aikaisemmin tehty ja tulkitsemaan karkeasti joidenkin osien toimintaa. Valokuvien todettiin olevan oleellinen osa valmistusprosessia ja kokoonpanijat pitivät niitä hyvänä lisänä muulle ohjeistukselle.

Kiinnitys uuteen hitsauspöytään valokuvattiin. Valokuvat liitettiin työohjeistuksen yhteyteen Bronton lean-järjestelmään, josta ne sai tarvittaessa tulostettua. Kiinnityksen dokumentoinnin tavoitteena oli kehittää yksiselitteinen malli sille, miten työkorin osat tulisi kiinnittää hitsauspöytään. Valokuvien lisäksi työohjeistukseen liitettiin pieni ohjeistusteksti siitä, mihin osiin kuva oli liitännäinen. Kuvat valmiiksi kasatusta korista liitettiin ohjeistuksen loppuun. Lisäksi ohjeistukseen pyrittiin liittämään kuvia ennen oman korituotannon aloittamista valmistetuista työkoreista kiinnitettynä nostokoriautoon. Valitettavasti kyseisiä kuvia ei ollut juurikaan dokumentoitu järjestelmiin, ja niiden löytäminen oli hankalaa. Kokoonpanijat toivoivat kyseisiä kuvia, jotta heidän olisi ollut helpompi tulkita korien toimintaa.



Kuva 5.3 *Esimerkki työkorin kulmaan tehdystä kiinnityksestä*

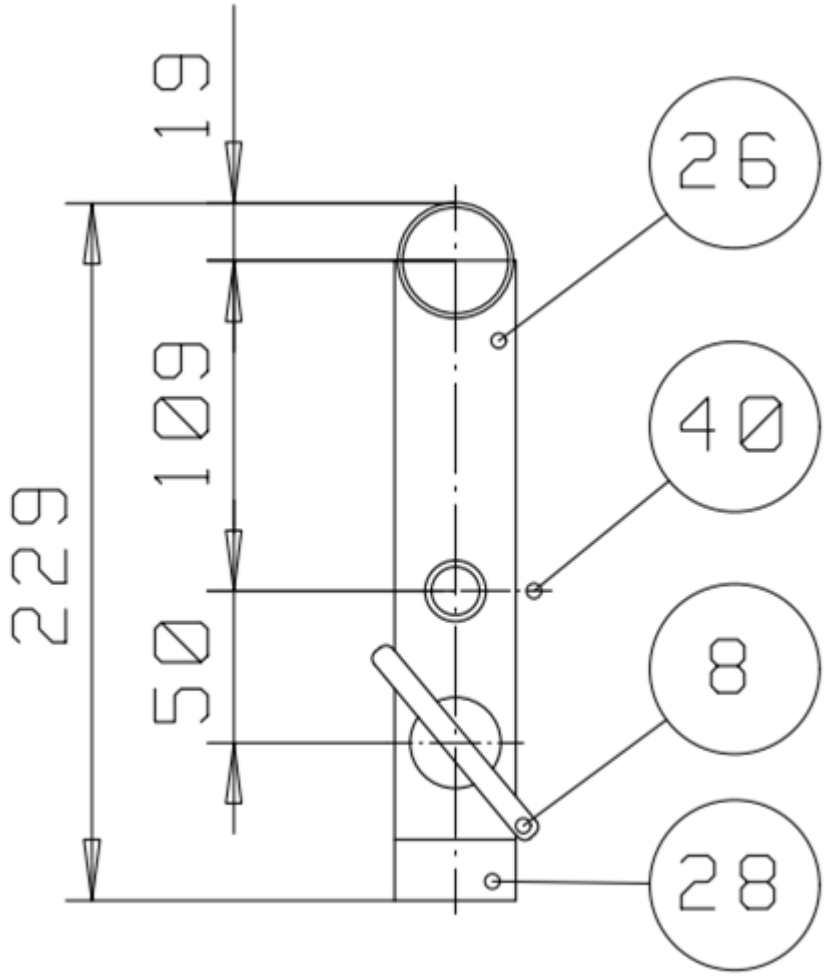
Kuvassa 5.3 on esitetty esimerkki ensimmäisen diplomityön puitteissa valmistetun työkorin kulman kiinnittämisestä. Kiinnityksestä otetun valokuvan avulla seuraavaan työ-

koriin pystytään tekemään korin osien kiinnitys nopeammin. Kuvasta katsomalla kokoonpanija voi katsoa, millaisia kiinnityksiä aiemmat kokoonpanijat olivat käyttäneet.

Tämän lisäksi dokumentoinnin tekemiseen tehtiin ohjeistus. Ohjeistus sisälsi seikkaperäiset ohjeet sille, miten dokumentointi tulisi hoitaa. Ohjeistuksen avulla kokoonpanijat pystyvät tekemään itse dokumentoinnin ja liittämään tarvittavat tiedot Bronton LEAN-järjestelmään.

5.5 Vesileikkauksen hyödyntäminen

Vesileikkausta käytettiin lähtötilanteessa levyosien valmistukseen ja joidenkin monimutkaisempien reikien leikkaamiseen. Diplomityössä oli tavoitteena tutkia, voitaisiinko vesileikkauskeskusta hyödyntää muiden osien valmistuksessa. Päähuomiona on korirakenteen putkisovitteiden tekeminen. Kuvassa 5.4 on esimerkki työkorin kaiderakenteesta, jonka toiseen päähän on tehty säteeltään 19mm putkisovite 40mm x 40mm neliöputkeen. Putkisovitteella tarkoitetaan ympyräputken muotojen mukaan tehtyä leikkausta, johon se saadaan hitsattua ja asettumaan helposti.



Kuva 5.4 *Erään työkorin putken putkisovite*

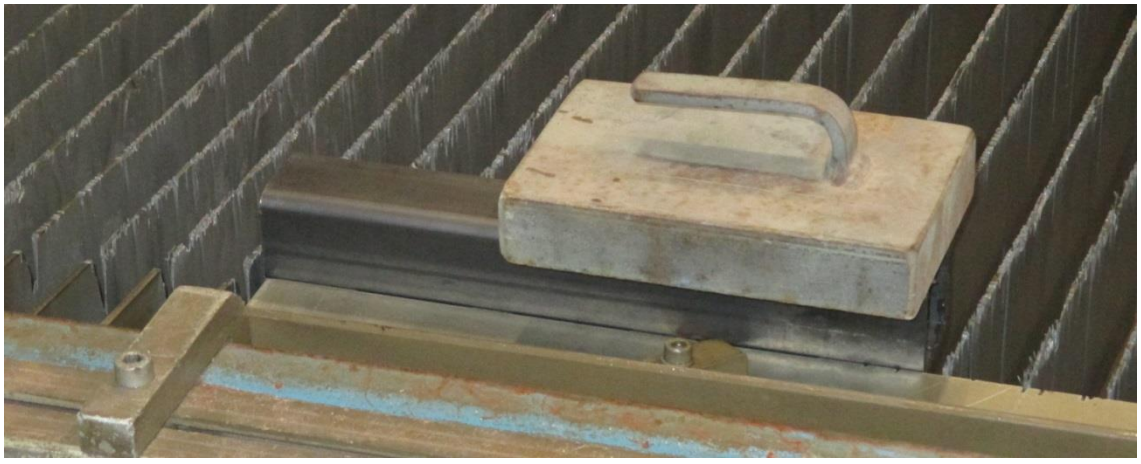
Kuvia tutkiessa huomattiin, että putkisovitteiden tarve kohdentui 40mm x 40mm neliöputkille, seinämäpaksuuden vaihdellessa. Testattavana ollut neliöputki oli 40mm x 40mm putkea, jonka seinämävahvuus oli kolme millimetriä, eli vahvinta käytettyä neliöputkikokoa, johon putkisovitteita tarvittiin. Kuvassa 5.5 on esitetty Bronton vesileikkauskeskus.

Kuva 5.5 *Bronton vesileikkauskeskus*

Vesileikkausta lähdettiin kokeilemaan suunnittelijan kanssa, jolla oli kokemusta vesileikkauskeskukseen liittyvästä kenttätyöstä. Suunnittelija piirsi putkesta CAD-mallin Igems-ohjelmiston avulla. Igemsin sisäänrakennettu tulkki käänsi työstöradat NC-koodiksi, joka siirrettiin muistitikun avulla CNC-keskukselle. Kuvassa 5.6 on vesileikkauskeskuksen CNC-keskus.

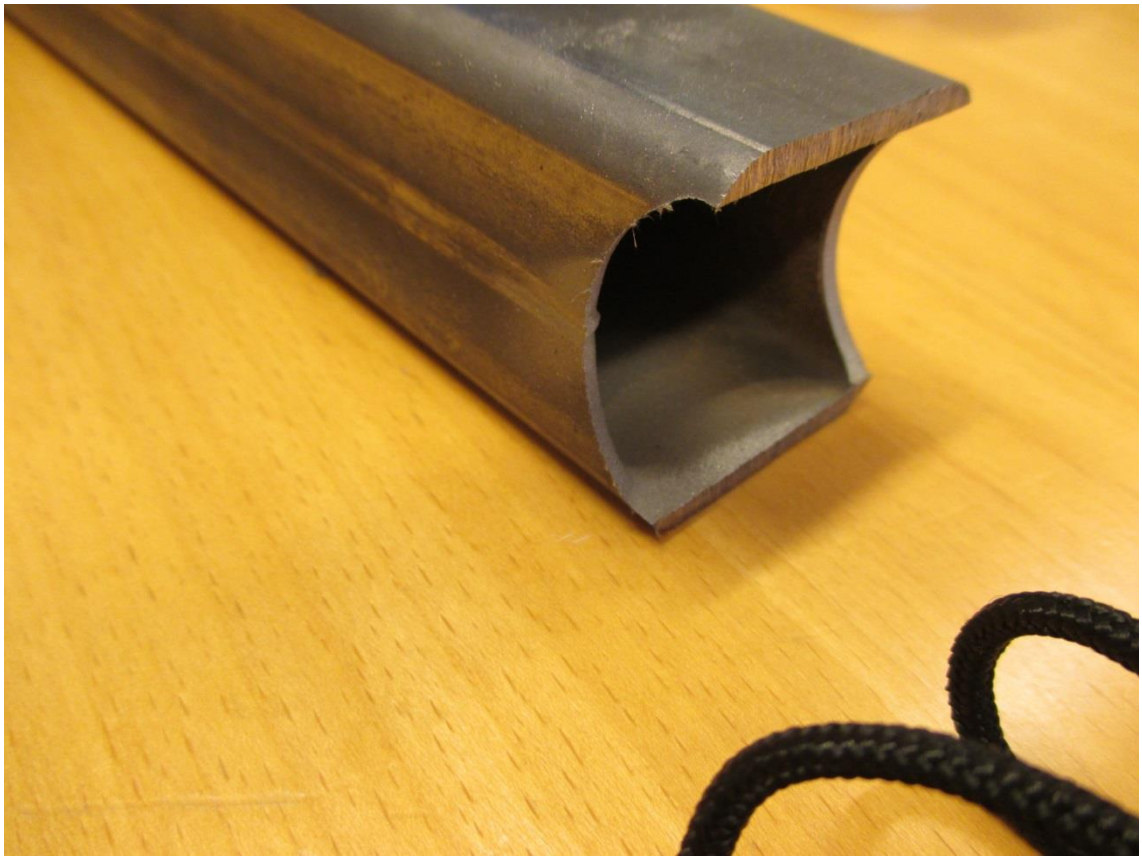
Kuva 5.6 *Vesileikkauksen CNC-keskus*

Leikkaus tehtiin noin 3500 baarin paineella. Leikkaus suoritettiin prosenttikytkimen avulla, joka oli noin viidessäkymmenessä prosentissa. Tällöin leikkaus kesti noin 25 sekuntia, minkä todettiin olevan hyvä vauhti, jolla sovite saatiin tehtyä kertaleikkauksella. Sovitteen teko onnistui helposti. Leikattava kappale kiinnitettiin pöytään yhdellä painolla, mikä osoittautui riittäväksi tavaksi. Pidempien kappaleiden kiinnittäminen ei välttämättä ole enää tarpeellista, koska vesileikkauksessa työstövoimat eivät nouse kovin suuriksi. Kuvasta 5.7 ilmenee vesileikattavan kappaleen kiinnitys ja tuenta.



Kuva 5.7 *Leikattavan testipalan tuenta pöytään*

Kuvassa 5.8 on kokeena tehty putkisovite. Kuvasta nähdään, että vesisuihku on hieman hajonnut loppua kohti ja aiheuttanut hieman viistettä toiseen reunaan. Tästä ei kuitenkaan ole haittaa hitsauksen kannalta, joten putkisovitteen laadun katsottiin olevan siitä huolimatta riittävän hyvä. Vesileikkaaja-suunnittelija osasi laittaa heti oikeanlaiset parametrit leikkaukseen, joten muilla parametreillä ei leikkausta edes kokeiltu. Tämä johtui osaltaan myös siitä, että vesileikkauskeskuksessa oli kiire muiden osien valmistustöissä.



Kuva 5.8 *Valmis putkisovite*

Tämän lisäksi tehtiin testileikkaus samoilla parametreillä. Toisessa testissä kokeiltiin, pystyttäisiinkö putken 40mm paksua reunaa leikkaamaan sujuvasti. Kuvassa 5.9 on havainnollistettu leikkaustulos. Kuvasta nähdään, että vesisuihku ei pystynyt leikkaamaan kyseisillä parametreillä reunaa kunnolla, vaan se hajosi suhteellisen nopeasti. Tällä ei käytännön kannalta ollut kuitenkaan merkitystä, koska sovitteet pystyttiin tekemään kuvan 5.8 tavoin.

Kuva 5.9 *Reunan leikkaustesti*

Yhteenvetona voidaan todeta, että vesileikkauksella saa tehtyä putkisovitteet vaivatta ilman suurempia ongelmia. Leikkausprosessi on nopea, ja sitä voidaan nopeuttaa entisestään tekemällä leikattaville putkisovitekappaleille muotit, joiden avulla ne saadaan kiinnitettyä helposti leikkauspöytään. Suunnittelijan mielestä sovitteet voitaisiin myös tehdä putkiporalla, joka kiinnitettäisiin pylväsporakoneeseen. Joissakin tapauksissa tämä voisi olla hyvä tapa tehdä sovite, esimerkiksi silloin, kun vesileikkauskeskuksen kapasiteetti on äärimmillään. Putkiporausta ei kokeiltu diplomityön puitteissa oikean kokoisen putkiporaterän puuttumisen takia.

5.6 Raaka-aineiden ja osien make or buy -analyysi

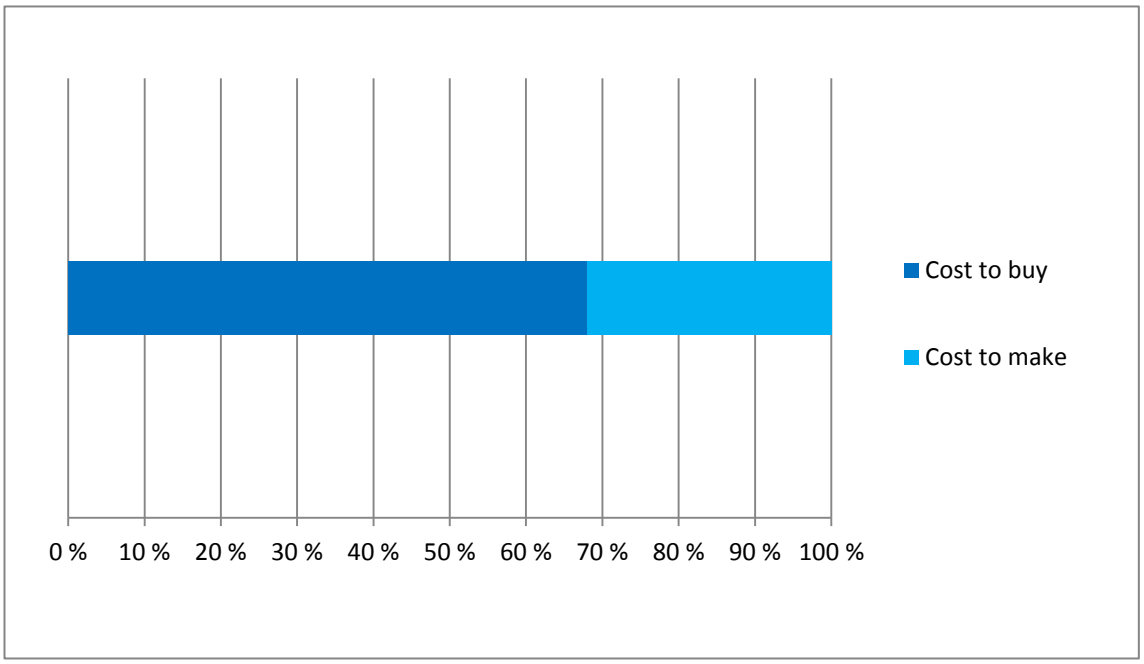
Make or Buy –analyysin tavoitteena oli selvittää, onko työkorin osien täyspitkän rautaaineksen sahaaminen halvempaa tehden omana tuotantona vai ostettaessa ulkopuolelta. Raaka-aineiden ja osien Make or buy –analyysin perusteena käytettiin CTB- ja CTM-kaavoja. Laskennassa käytettiin määränä yhtä kappaletta, koska kyseisiä teräskoreja ei valmisteta yleensä useita kappaleita kerralla. Valmistuksen kiinteät kustannukset muodostuvat muun muassa hallivuokrasta ja terien menekistä. Näitä oli erittäin hankala kohdentaa korikohtaiseen tuotantoon, ja siksi ne kohdennettiin Brontossa vallitsevan käytännön mukaisesti.

Valmistuksen yksikkökustannukset puolestaan koostuivat materiaalista ja työstä. Materiaalia jouduttiin tilaamaan korikohtaisesti kuuden metrin tankojen tarkkuudella, joten tilauksen kaikkea materiaalia ei käytetty korivalmistuksessa. Tästä huolimatta laskennassa käytettiin tilauksen koko metrimäärää. Työ itsessään käsitti MOB-laskennan osalta putkien sahaustyöhön käytetyn ajan kerrottuna työtekijöiden keskimääräisellä tuntipalkalla.

Yksikkökustannukset ulkoa ostettaessa puolestaan muodostuivat alihankkijan määrittelemästä hinnasta sahatuille osille ja rahdista. Alihankkijan määrittelemä hintaa käytettiin laskuissa siinä muodossa, missä se saatiin. Rahdin osuuteen ei huomioitu muita mahdollisia samaan aikaan rahdattuja tavaroita, vaan rahtaus laskettiin yksiselitteisesti pelkästään kyseisin rahtauksen hinnan perusteella.

Make or buy –analyysin jälkeen tässä luvussa käsitellään kriteerejä ulkopuolelta ostamiselle. Lisäksi pohditaan, vastaako laatu Bronton asettamia tavoitteita. Oleellinen osa on myös alihankkijan toimitusaika, jonka vaikutusta esimerkiksi varaosakorin läpäisyaikaan myös pohditaan.

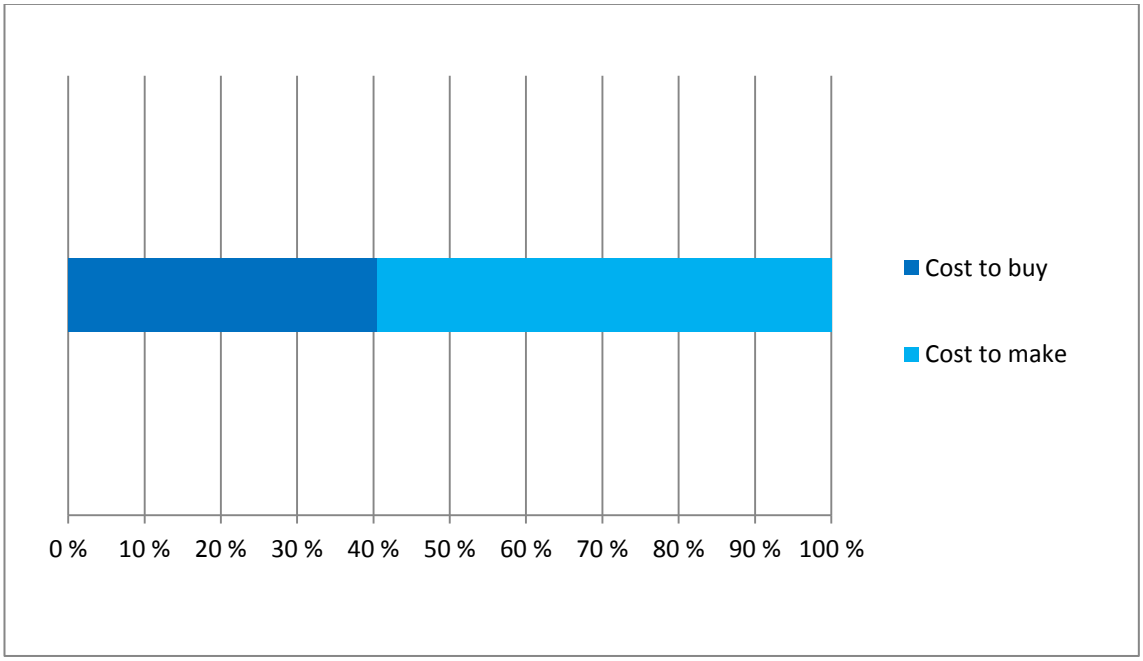
Kuvassa 5.10 on havainnollistettu Cost to make ja Cost to buy. Kuvasta nähdään, että alihankinnasta korin osien ostaminen on halvempaa kuin niiden tekeminen Bronton omassa tuotannossa. Tumman sinisen Cost to buy –tunnusluvusta nähdään, että se on 67 % osien leikkaamisen hinnasta oman tuotannon piirissä. Tästä voidaan päätellä, että sahattujen osien ostaminen. Cost to make –lukua on käytetty laskuissa vertailukohtana, eli 100 prosenttina.



Kuva 5.10 *Korin osien CTB ja CTM*

Tunnuslukuja CTB ja CTM vertailemalla voidaan tulkita, onko alihankinnasta hankkiminen kannattavaa vai ei. Vertailun lisäksi tulee huomioida muitakin tekijöitä, kuten toimitusaika, laatu ja toimitusvarmuus. Vertailuluvut antanut yritys on laadultaan ja toimitusvarmuudeltaan hyvä, joten ainakin osien hankinta olisi järkevää hankkia heiltä. He pystyvät tekemään korin osat lyhyellä varoitusajalla.

Koko korien osalla tilanne oli samanlainen. Kuvassa 5.11 on esitetty koko korien make or buy –analyysi. Kuvasta voidaan tulkita, että korin ostaminen ulkoiselta toimittajalta maksoi noin 41 % siitä, mitä se olisi omassa tuotannossa valmistettaessa maksanut. Cost to make –lukua on käytetty laskuissa vertailukohtana, eli 100 prosenttina.



Kuva 5.11 *CTB ja CTM koko työkorien osalta*

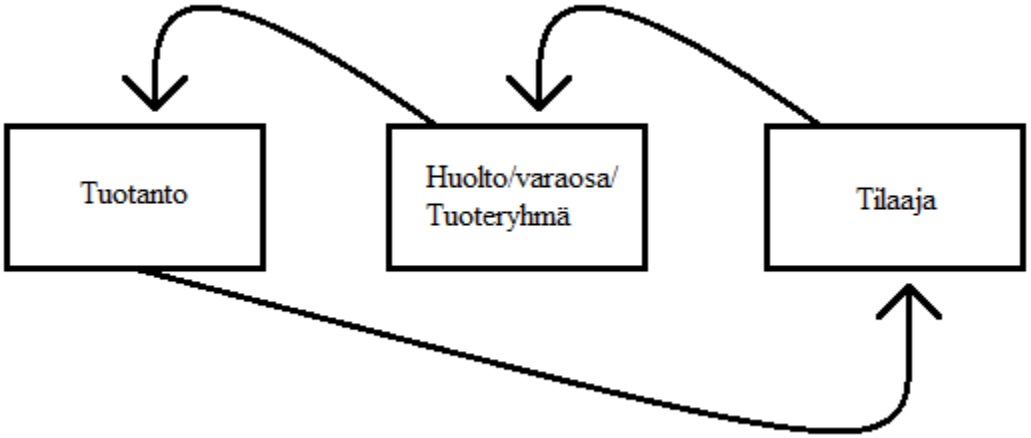
Pelkästään MOB-analyysin perusteella Bronton ei ole järkevää tehdä työkoreja omassa tuotannossa. Bronto pystyy karsimaan kustannuksia tuotannonohjausta parantamalla, jolloin päästään lähemmäksi alihankkijan kustannuksia. Työkorituotantovalmiudet ovat kuitenkin hyvä olla olemassa, esimerkiksi erittäin kiireellisten tapausten varalle.

6 TYÖKORIEN JA NIIDEN MATERIAALIEN TUOTANNONOHJAUS

Diplomityön yhtenä tavoitteena oli järkeistää työkorien ja materiaalien tuotannonohjaus. Tavoitteena oli saada työkoreille lyhyt läpäisyaika ja saavuttaa sen kautta kustannussäästöjä korituotannossa. Työn puitteissa tarkasteltiin muutamia eri vaihtoehtoja suorittaa Bronton lean-järjestelmän avulla tehty tuotannonohjaus.

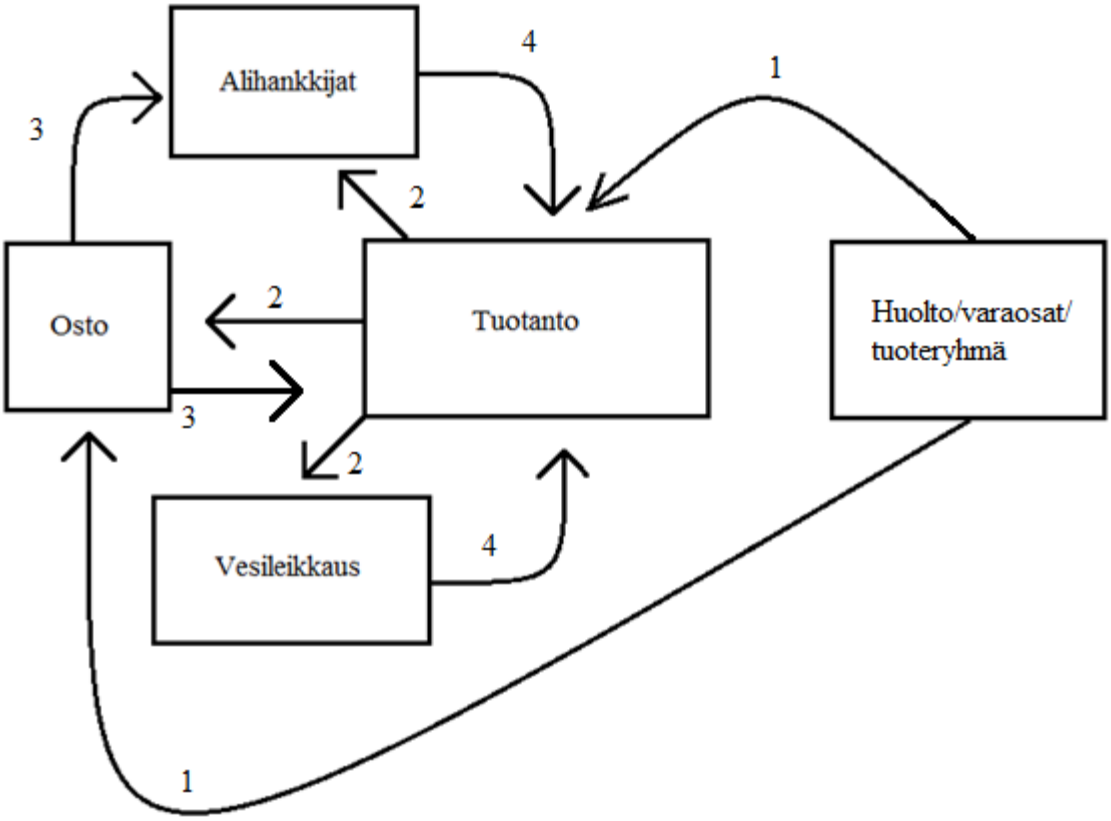
6.1 Tuotannonohjaus lähtötilanteessa

Kuvassa 6.1 on esitetty pienen volyymin terästyökorin ohjausimpulssit yleisellä tasolla diplomityön aloitushetkellä. Kuvasta nähdään, että tilaajalta tulee tilaus huollolle tai tuoteryhmälle eli uusien laitteiden myynnille. Tämän jälkeen huolto tai myynti toimittaa kyseisen tilauksen tuotannolle, joka tuotteen valmistuttua toimittaa sen tilaajalle.



Kuva 6.1 *Pienen volyymin terästyökorin ohjausimpulssit tuotannolle*

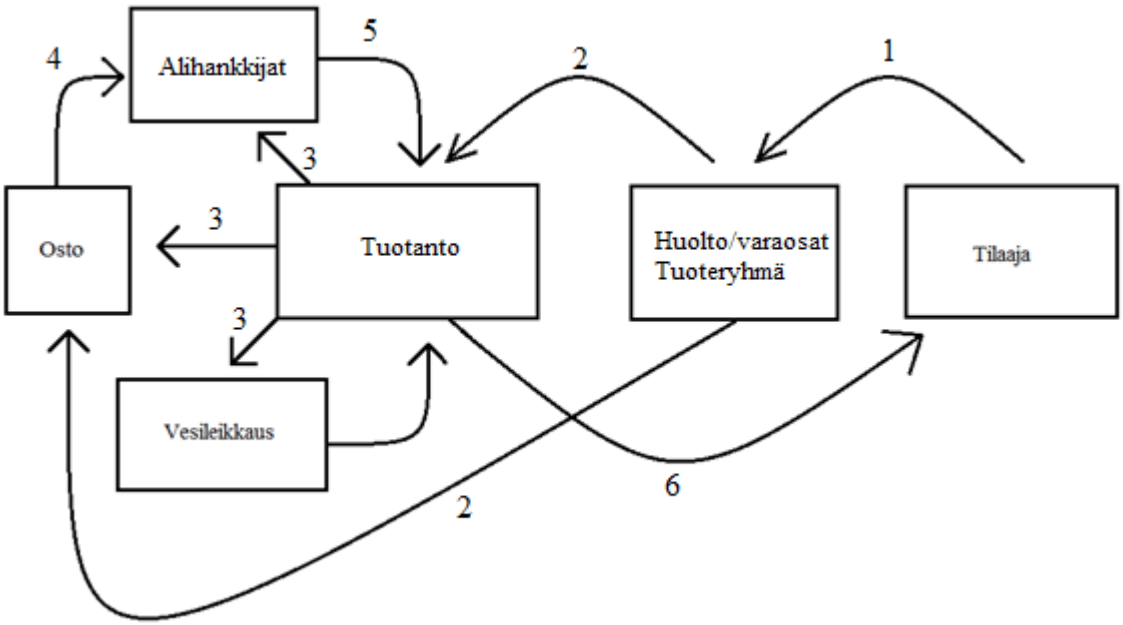
Kuvassa 6.2 on esitetty tuotannolta ja huollolta tai myynniltä lähtevät ohjausimpulssit. Kuvasta nähdään, että huollolta tai myynniltä tulee impulssi tuotantoon, joka välittää tiedon siitä ostolle, vesileikkaukselle ja alihankkijoille. Tuotanto tilaa alihankinnasta lähinnä täysimittaisia rautaosia, jotka leikataan oman tuotannon toimesta oikeisiin mittoihin. Vesileikkaus puolestaan tekee levyosat, joissa on tarvetta muotoilulle. Huollolta tai myynniltä lähtee ostolle myös tieto tarvittavista osatilauksista. Osto puolestaan tilaa tarvittavat osat, joita ei voida omassa tuotannossa tehdä. Tarvittaessa osto myös kommunikoi tuotannon kanssa, jos jotain osatarpeita ilmenee.



Kuva 6.2 *Tuotannolta lähtevät ohjausimpulssit*

Ongelmana lähtötilanteen tuotannonohjauksessa oli kommunikointi eri osastojen välillä. Esimerkiksi vesileikkauksesta ei välittynyt tietoa tuotannolle, kuten sujuvassa tuotannossa voisi olettaa. Lähtötilanteessa kaikki tilaukset tehtiin manuaalisesti huollon korien suhteen, mikä aiheutti työnjohdolle ja ostolle ylimääräistä työtä.

Kuvassa 6.3 on alkutilanteen tuotannonohjauksen vuokaavio kokonaisuudessaan. Kuvasta nähdään, että ohjaus on monimutkainen, koska käytännössä kaikki osapuolet tekevät tilauksia. Esimerkiksi alihankkijoilta saatetaan tilata materiaalia sekä tuotannon että oston toimesta. Tilauksia tehdään paljon, ja osia ja osakokoonpanoja tulee monilta eri tahoilta. Sekaannuksia syntyy helposti. Ongelmia on ketjussa huollossa ja varaosamyynnissä sekä tuoteryhmältä tulleiden tilausten kanssa. Niiden ohjausrakenne on epäselvä ja hallinta hankalaa, koska tilausimpulsseja lähtee monille eri tahoille. Ongelma oli lähinnä nimikkeiden ohjauksessa, koska kaikki työkorien nimikkeet oli ryhmitelty ”alihankkija hankkii”-nimikkeen alle. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että jokaisen osan tai osakokoonpanon kohdalla jonkun täytyi käydä koko tuoterakenne läpi ja tehdä tilaus tarvittavista osista. Tämä saattoi olla hankalaa, kun yhden korin tuoterakenteessa oli erittäin monta nimikettä.



Kuva 6.3 *Harvinaisten työkorien ohjausimpulssit lähtötilanteessa*

Taulukossa 6.1 on esitetty erään työkorin tuoterakenne lähtötilanteessa. Lähtökohtaisesti nimikkeen tyyppi oli ”alihankkija hankkii”, koska nimikkeet olivat vielä Bronton lean-järjestelmässä ajalta, jolloin alihankkija teki kaikki terästyökorit. Lähtötilanteessa ”ämpäri”-saldollinen tavara oli nimetty ämpäritavaraksi, vaikka niiden hankinta oli myös ollut alihankkijan vastuulla. Kyseisiä nimikkeitä käytettiin kuitenkin muuhun kokoonpanoon, jolloin nimikkeen vaihtelu olisi voinut aiheuttaa sekaannuksia. Samalla periaatteella oli luokiteltu saldoton tavara.

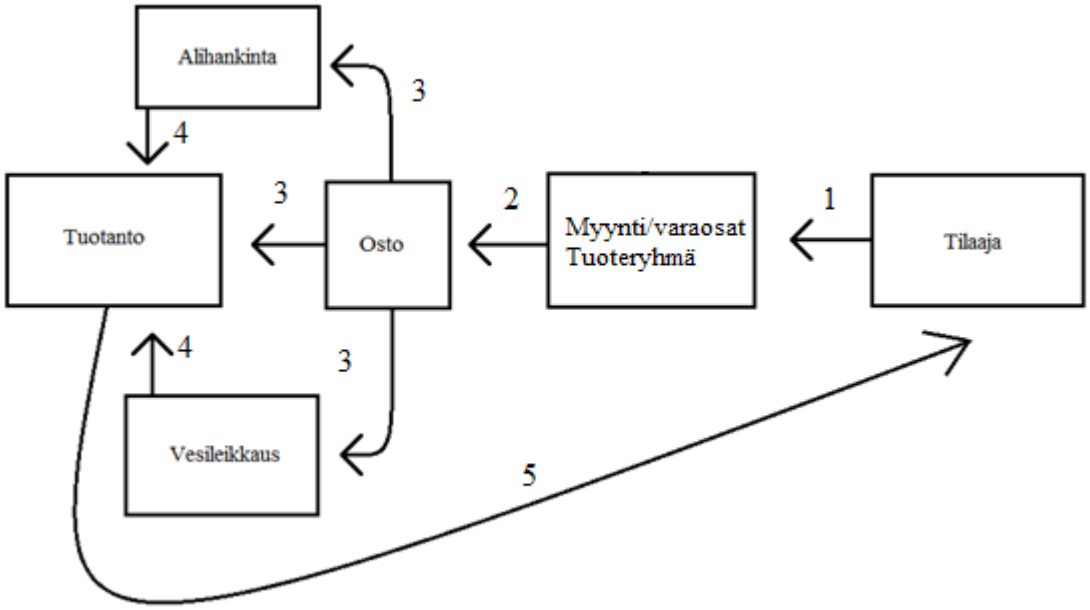
Taulukko 6.1 *Työkorin nimikkeistö lähtötilanteessa*

Osa	Nim.tunnus	Nimitys	Nim.tyyppi
1	D0169030	Työkori hkp, vaihdettava, 900x2400, SHDT2000	Alihankkija hankkii
2	A0538110	Työkorin ovi hkp, 600x550	Alihankkija hankkii
3	86032670	Jousisarana 1-puol., kromattu, vasenkätinen, 4"	2-Laat ei saldoa
4	86032070	Ovilukko, oikea, sinkitty, Widni 30036	2-Laat ei saldoa
5	A0443590	Lukon vaste, työkori, 2x50x81	Alihankkija hankkii
6	B032628A	Liikkuva kaide kp, w=595	Alihankkija hankkii
7	A0544690	Pohjalevy, Graepel 2.5x495x2350 Al	Alihankkija hankkii
8	A0544680	Pohjalevy, Graepel 2.5x395x2350 Al	Alihankkija hankkii
9	85042100	Levy 2 AlMg3 EN AW 5754 H22/H32	2-Laat ei saldoa
11	00000271	Levyruuvi, 4,2x9,5-A2-70 DIN 7981B/Phillips	Ämpäri
12	00000397	Vetoniitti, 4.0x10.3 AISI 305	Ämpäri
14	86011060	Kuusioruuvi, M6x20-A2-70 DIN 933	Ämpäri
15	86016320	Kuusiomutteri, M6-A2-70-nyloc DIN 985	Ämpäri
16	86017040	Aluslevy, 6.4-A2 DIN 125A	Ämpäri
17	AA426140	Salpa, työkorin lukitus	Alihankkija hankkii
18	00004455	Kuusiokolouppokantaruuvi, M12x70-8.8-A3G	Ämpäri
19	86017070	Aluslevy, 13-A3G DIN 125A	Ämpäri
20	86016350	Kuusiomutteri, M12-8-A3G-nyloc DIN 985	Ämpäri
21	84070520	KIPP-indeksinuppi, 45.206 BN AISI 304 M12x1.5	2-Laat ei saldoa
22	B0431300	Suojaverkko hkp, 2355x675	Alihankkija hankkii
23	B0413430	Suojaverkko hkp, 895x675	Alihankkija hankkii
24	B0431290	Suojaverkko hkp, 235x675	Alihankkija hankkii
25	B0431310	Suojaverkko hkp, 379x675	Alihankkija hankkii
26	B0413510	Suojaverkko hkp, oikeakätinen ovi, 595x365	Alihankkija hankkii
27	85041830	Lattatanko, 5x25 AlMgSi T5	Alihankkija hankkii

6.2 Tuotannonohjaus ostolähtöisesti

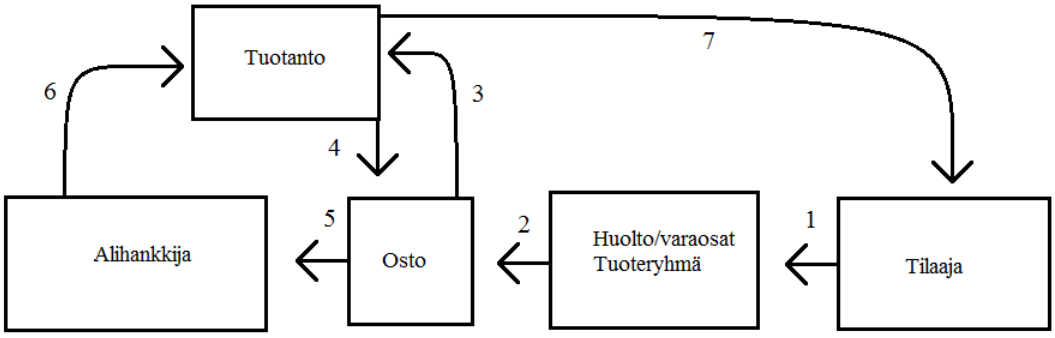
Kuvassa 6.4 on esitetty yksi vaihtoehtoinen tuotannonohjauksen vuokaavio. Kaavion pohjana toimii Bronton lean-järjetelmä, jonka avulla tuotannonohjausta voidaan selkeyttää paljon. Kuvan perusteella huolto (tai tuoteryhmä) luo leaniin työn, joka ohjautuu suoraan tuotannolle ja ostolle. Ostolle välittyy tieto myös rakenteesta ja tieto siitä, mitä osia työkorissa tarvitaan. Sen jälkeen osto pystyy tilaamaan tarvittavat osat joko alihankinnasta tai vesileikkauksesta, joista ne välittyvät tuotannolle. Tuotanto puolestaan voi aloittaa työt, kun tarvittavat osat on hankittu.

Työkorin valmistuttua tuotanto toimittaa sen asiakkaalle. Tässä kaaviomallissa voidaan välttää turhia vaiheita vesileikkauksen, oston ja alihankinnan välillä, ja tuotanto pystytään aloittamaan sujuvasti heti osien saavuttua. Läpäisyaikaan voidaan myös vaikuttaa tällä tavoin helposti, koska turha odottelu voidaan minimoida.



Kuva 6.4 *Työkorin tuotannonohjaus itsellä tehtäessä*

Kuvassa 6.5 on esitetty vaihtoehtoinen malli kuvan 6.4 tuotannonohjaukselle. Osto kysyy lähtökohtaisesti tuotannon tilanteesta. Jos tuotanto ei kapasiteetin riittämättömyyden takia ehdi tekemään työkoria, osto hankkii sen alihankinnasta. Kun työkori valmistuu, se toimitetaan tuotannolle tarkastettavaksi ja asiakkaalle toimitettavaksi.



Kuva 6.5 *Työkorin tuotannonohjaus ulkoa ostettaessa*

Kuvien 6.4 ja 6.5 välinen yhteys on olennainen osa työkorien ohjausta. Tavoitteellisessa tilanteessa myös materiaalien ohjaus pystytään tekemään näillä ohjaustavoilla. Kun työkori tulisi yritykselle itselle tehtäväksi, työkorin rakenteen nimikkeet muuttuisivat ”alihankkija hankkii” -nimikkeestä ”itselle työlle” -nimikkeeseen. Alihankinnasta hankittavat osat pysyvät oikeassa nimiketyypissään. Kun kyseessä on ”itselle työlle” -nimike, osto pystyy tilaamaan tarvittavat osat ja materiaalit alihankinnasta ja toimittajilta, minkä jälkeen tuotanto pystyy aloittamaan työkorin kokoonpanon. Tässä optimitilanteessa työkorien kaikki osat olisivat valmiina kokoonpanon alkaessa, jolloin se pystytään teke-

mään nopeasti, lyhyellä läpäisyajalla. Kokonaisläpäisyaikaan vaikuttavat myös alihankkijoiden toimitusajat, mutta hyvin ajoitetulla ohjauksella niiden vaikutus voidaan minimoida.

Taulukkoon 6.2 on koottu työkorin kaikki nimikkeet ja niiden riippuvuus ohjaustavasta. Nimiketyyppi vaihtelee sen mukaan, miten ohjaus toteutetaan. Jos kori tilataan alihankinnasta, nimiketyyppinä pysyy ”alihankkija hankkii”, kun puolestaan kori tehdään itse, nimikkeet muuttuvat sen mukaan, tehdäänkö ne itse (itselle työlle) vai tilataanko ne alihankinnasta tai tavarantoimittajilta (ostetaan). Varastoitavien tuotteiden nimikettä ei luonnollisesti muuteta, vaan ne pysyvät varastosaldollisina tai saldottomina nimikkeinä. Tämän jälkeen nimikkeen alaiset rakenteet muuttuvat samalla tavalla. Nimikkeen tyyppi riippuu siitä, ohjataanko korituotanto kulkemaan tuotannon vai alihankinnan kautta.

Taulukko 6.2 *Työkorin nimikkeen muutos ohjaustavasta riippuen*

Osa	Nim.tunnus	Nimitys	Nim.tyyppi		Vaihtoehtoinen nim.tyyppi
1	D0169030	Työkori hkp, vaihdettava, 900x2400, SHDT2000	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
2	A0538110	Työkorin ovi hkp, 600x550	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
3	86032670	Jousisarana 1-puol., kromattu, vasenkätinen, 4"	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
4	86032070	Ovilukko, oikea, sinkitty, Widni 30036	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
5	A0443590	Lukon vaste, työkori, 2x50x81	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
6	B032628A	Liikkuva kaide kp, w=595	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
7	A0544690	Pohjalevy, Graepel 2.5x495x2350 Al	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
8	A0544680	Pohjalevy, Graepel 2.5x395x2350 Al	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
9	85042100	Levy 2 AlMg3 EN AW 5754 H22/H32	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
11	00000271	Levyruuvi, 4,2x9,5-A2-70 DIN 7981B/Phillips	Ämpäri	→	Ämpäri
12	00000397	Vetoniitti, 4.0x10.3 AISI 305	Ämpäri	→	Ämpäri
14	86011060	Kuusioruuvi, M6x20-A2-70 DIN 933	Ämpäri	→	Ämpäri
15	86016320	Kuusiomutteri, M6-A2-70-nyloc DIN 985	Ämpäri	→	Ämpäri
16	86017040	Aluslevy, 6.4-A2 DIN 125A	Ämpäri	→	Ämpäri
17	AA426140	Salpa, työkorin lukitus	Alihankkija hankkii	→	Ämpäri
18	00004455	Kuusiokolouppokantaruuvi, M12x70-8.8-A3G	Ämpäri	→	Ämpäri
19	86017070	Aluslevy, 13-A3G DIN 125A	Ämpäri	→	Ämpäri
20	86016350	Kuusiomutteri, M12-8-A3G-nyloc DIN 985	Ämpäri	→	Ämpäri
21	84070520	KIPP-indeksinuppi, 45.206 BN AISI 304 M12x1.5	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
22	B0431300	Suojaverkko hkp, 2355x675	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
23	B0413430	Suojaverkko hkp, 895x675	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
24	B0431290	Suojaverkko hkp, 235x675	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
25	B0431310	Suojaverkko hkp, 379x675	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
26	B0413510	Suojaverkko hkp, oikeakätinen ovi, 595x365	Alihankkija hankkii	→	Itselle työlle
27	85041830	Lattatanko, 5x25 AlMgSi T5	Alihankkija hankkii	→	Ostetaan

Järkevällä tuotannonohjauksella voidaan myös ohjata helposti kapasiteettia. Suunnitellussa tuotannonohjaustavassa työnjohto määrittelee sen, onko riittävää kapasiteettia saatavilla vai tarvitaanko ulkoista apua tilausten toteuttamiseen.

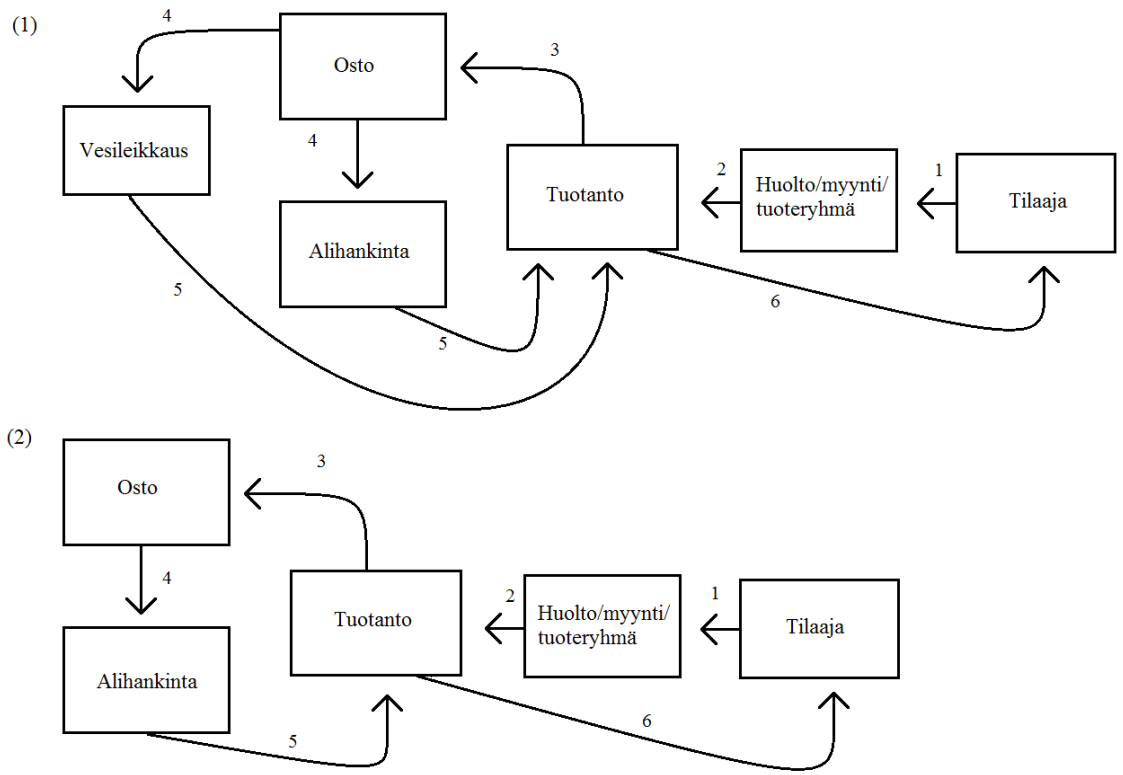
Taulukossa 6.3 ilmenee syvemmät nimikkeenvaihtelut riippuen siitä, tehdäänkö osa itse vai tilataanko se alihankinnasta. Tästä riippuen työkorin oven nimiketyyppi vaihtelee niin kuin työkorin rakenteen mukaisesti.

Taulukko 6.3 *Työkorin oven rakenne riippuen ohjauksesta*

A0538110	Työkorin ovi hkp, 600x550	Alihankkija hankkii	Itselle työlle
		↓	↓
85021110	Suorakaideputki, 30x20x1.5 CR2 OR Fe 37	2-Laat ei saldoa	2-Laat ei saldoa
85021110	Suorakaideputki, 30x20x1.5 CR2 OR Fe 37	2-Laat ei saldoa	2-Laat ei saldoa
85029930	Levy, 1.25, DC01+ZE25/25APC EN10130, St1203-Zn DIN1623	Alihankkija hankkii	Itselle työlle
A055124D	Kulmatanko, työkorin ovi/runko, saranan niittikiinnitys, 23x23x3-100	Alihankkija hankkii	Itselle työlle
A0551240	Pohjalevy, lukolle, työkorin ovi, 3x65x65	Alihankkija hankkii	Itselle työlle
A055124B	Pysäytinlevy, työkorin ovi, kulma: 40x40x4-30	Alihankkija hankkii	Itselle työlle

6.3 Tuotannonohjaus tuotantoperusteisesti

Kolmas vaihtoehto tuotannonohjauksen toteuttamiselle on tehdä se tuotantoperusteisesti. Tämä malli on samankaltainen kuin edellisessä luvussa esitetty ostoperusteinen tuotannonohjaus. Tuotanto määrittelee, riittääkö tuotannon kapasiteetti tehdä työkori itse vai pitääkö se tilata alihankinnasta. Tuotannolta lähtee tieto kapasiteetin tilasta ostolle, joka tilaa tarvittavat osat alihankinnasta ja vesileikkaukselta. Vastaavasti, jos kapasiteetti ei riitä omaan tuotantoon, osto tilaa koko työkorin alihankinnasta. Kuvassa 6.7 on esitetty tuotannonohjaus tuotantoperusteisesti. Kuvan tapa (1) kuvaa oman tuotannon piirissä tehtävää työkoria, tavan (2) kuvatessa työkorin hankintaa alihankinnasta.



Kuva 6.7 *(1) Tuotannonohjaus, kun työkori tehdään omassa tuotannossa (2) Tuotannonohjaus, kun tuotannon kapasiteetti ei riitä korin valmistukseen*

Taulukossa 6.4 kuvataan, miten nimike vaihtuu riippuen siitä, tehdäänkö työkori itse vai tilataanko se alihankinnasta. Lähtökohtana tilauksella on, että se on itsellä työllä. Työnjohdon tehtäväksi jää määritellä, muutetaanko nimike alihankinnasta tulevaksi.

Taulukko 6.4 *Tuotantoperusteisen ohjaustavan nimiketyypin muutos*

Osa	Nim.tunnus	Nimitys	Nimiketyyppi		Vaihtoehtoinen nimiketyyppi
1	D0169030	Työkori hkp, vaihdettava, 900x2400, SHDT2000	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
2	A0538110	Työkorin ovi hkp, 600x550	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
3	86032670	Jousisarana 1-puol., kromattu, vasenkätinen, 4"	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
4	86032070	Ovilukko, oikea, sinkitty, Widni 30036	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
5	A0443590	Lukon vaste, työkori, 2x50x81	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
6	B032628A	Liikkuva kaide kp, w=595	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
7	A0544690	Pohjalevy, Graepel 2.5x495x2350 Al	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
8	A0544680	Pohjalevy, Graepel 2.5x395x2350 Al	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
9	85042100	Levy 2 AlMg3 EN AW 5754 H22/H32	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
11	00000271	Levyruuvi, 4,2x9,5-A2-70 DIN 7981B/Phillips	Ämpäri	→	Ämpäri
12	00000397	Vetoniitti, 4.0x10.3 AISI 305	Ämpäri	→	Ämpäri
14	86011060	Kuusioruuvi, M6x20-A2-70 DIN 933	Ämpäri	→	Ämpäri
15	86016320	Kuusiomutteri, M6-A2-70-nyloc DIN 985	Ämpäri	→	Ämpäri
16	86017040	Aluslevy, 6.4-A2 DIN 125A	Ämpäri	→	Ämpäri
17	AA426140	Salpa, työkorin lukitus	Ostetaan	→	Alihankkija hankkii
18	00004455	Kuusiokolouppokantaruuvi, M12x70-8.8-A3G	Ämpäri	→	Ämpäri
19	86017070	Aluslevy, 13-A3G DIN 125A	Ämpäri	→	Ämpäri
20	86016350	Kuusiomutteri, M12-8-A3G-nyloc DIN 985	Ämpäri	→	Ämpäri
21	84070520	KIPP-indeksinuppi, 45.206 BN AISI 304 M12x1.5	2-Laat ei saldoa	→	2-Laat ei saldoa
22	B0431300	Suojaverkko hkp, 2355x675	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
23	B0413430	Suojaverkko hkp, 895x675	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
24	B0431290	Suojaverkko hkp, 235x675	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
25	B0431310	Suojaverkko hkp, 379x675	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
26	B0413510	Suojaverkko hkp, oikeakätinen ovi, 595x365	Itselle työlle	→	Alihankkija hankkii
27	85041830	Lattatanko, 5x25 AlMgSi T5	Ostetaan	→	Alihankkija hankkii

Kun työnjohto on saanut ohjausimpulssin työkorin valmistustarpeesta, se päättää tehdäänkö se itse vai alihankinnassa. Tämän jälkeen lähtee impulssi ostolle, joka tilaa kaikki tarvittavat osat työkoriin liittyen. Tällöin tuotannon ei tarvitse keskittyä osapuutteiden selvittelyyn, vaan se voi käyttää aikansa muihin töihin. Kaikkien osien saavuttua kokoonpanija voi aloittaa työkorin kokoonpanemisen. Näin ei pääse tulemaan turhia odotusaikoja kesken kokoonpanotyön.

Jos kori tehdään alihankinnassa, kaikki materiaalit koriin hankitaan alihankkijan toimesta, jolloin työ ei kuormita Bronton kapasiteettia laisinkaan. Toimittajalta saadaan ainoastaan valmis tuote, johon voidaan tehdä asiakaskohtaisia varusteluja Bronton tehtailla.

6.4 Tuotannonohjaustavan valinta

Tuotannonohjaustavan valintaa analysoitiin ja tultiin siihen tulokseen, että valitaan tuotannonohjaus tuotantoperusteisesti, koska se oli kaikkien osapuolien mielestä järkevä vaihtoehto. Lean-järjestelmässä oli kyseisenlaiselle ohjaustavalle jo miltei valmis tapa, jota pystyttiin soveltamaan myös työkorien valmistuksessa. Työn tekemisen aikana leania ylläpitävä yritys alkoi työstää järjestelmän soveltamista työkorien ohjausta ajatellen. Taulukkoon 6.5 on koottu eri tuotannonohjausvaihtoehtojen eroja.

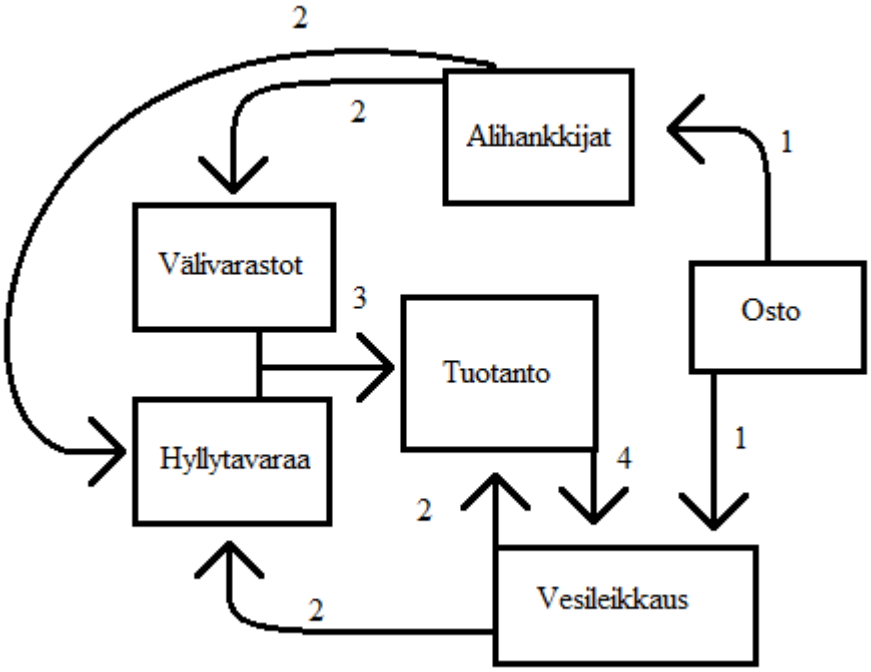
Taulukko 6.5 *Tuotannonohjaustapojen vertailu*

	Vanha tapa	**Tuotantoperusteinen**	**Ostoperusteinen**
Joustavuus	Huono	Hyvä	Hyvä
Toimitusaika	Pitkä	Lyhyempi	Lyhyempi
Kustannukset	Normaalit	Pienemmät	Pienemmät
Laatu	Ok	Ok	Ok
Vaikutus työntekijän motivaatioon	Huono	Hyvä	Hyvä
Kapasiteetin kuormitus	Suurempi	Pienempi	Pienempi
Läpäisyaika	Pidempi	Hyvä	Hyvä
Toteutus ERP:ssä	Hankala	Helpoin	Hankala

Taulukosta nähdään, ettei tuotantoperusteisen ja ostoperusteisen ohjauksen välillä ollut juurikaan eroja. Vanhanmallinen toiminta puolestaan ei tullut kysymykseen sen moniongelmaisuuden vuoksi. Tuotanto- ja ostoperusteisessa ohjauksessa pystytään saavuttamaan hyvä joustavuus eli tuotantoa pystytään suunnittelemaan paremmin, esimerkiksi osien saatavuuden parantumisen takia. Toimitus- ja läpäisyaika puolestaan lyhenevät vanhaan tapaan verrattuna, koska korin kokoaminen uusien dokumenttien ja paremman organisoinnin vuoksi nopeutuu. Lisäksi työntekijöiden motivaatio korivalmistukseen oli suurempi, kun turhia odotusaikoja ei päässyt syntymään ja he pääsivät tekemään työnsä ilman viivytyksiä. Kustannussäästöjä puolestaan syntyy, koska turhat odotusajat saadaan minimoitua paremmin toteutetulla ohjauksella. Päällimmäinen syy tuotantoperusteisen ohjauksen valintaan oli sen fyysisen toteuttamisen helppous, eli integrointi ERP:hen onnistui helpoiten muihin vaihtoehtoihin verrattuna.

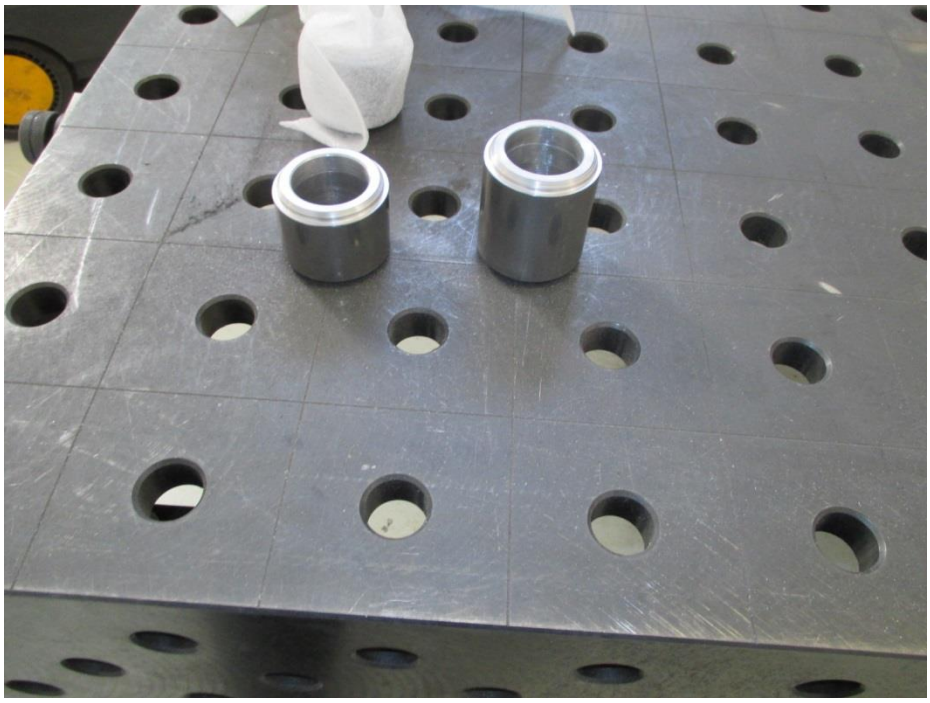
6.5 Työkorin materiaalien ohjaaminen

Materiaaleja voidaan ohjata helposti kuvan 6.8 kaltaisella ohjaustavalla. Materiaalit tilataan tarpeen perusteella tilausperusteisesti. Toimittajien toimitusaika täysmittaisen rautatavaran tapauksissa on muutaman päivän luokkaa. Alihankkijat pystyvät myös toimittamaan työstetyt kappaleet kohtuullisella toimitusajalla, yleensä noin viikon sisällä tilauksesta.



Kuva 6.8 *Oston, alihankkijoiden ja tuotannon välinen materiaalien ohjaus*

Tavaroiden saavuttua alihankinnasta ne varastoidaan lyhytaikaisesti hitsaussolun yhteyteen, mistä kokoonpanija voi niitä käyttää tarpeensa mukaan. Korirungossa käytettävästä rautatavarasta jää aina hieman ylijäämää, joka varastoidaan myös varaston yhteyteen. Kuvassa 6.9 on kaksi sorvattua työkorin rungon osaa, joiden toimitusaika oli noin viikko.



Kuva 6.9 *Työkorin käännön rungon osia alihankinnasta*

Vesileikkauksesta materiaalit tulevat tilausten perusteella. Vesileikattujen osien toimitusaika on myös noin viikon luokkaa. Vesileikkausprosessia tosin on helppo nopeuttaa, koska vesileikkaus on Bronton sisäinen prosessi. Toisaalta vesileikkauksessa oli ensimmäisiä itsellä tehtäviä työkoreja valmistettaessa eniten ongelmia, muun muassa kommunikoinnissa työnjohdon kanssa. Myös osien saaminen työlistalle oli hieman ongelmallista. Näihin ongelmiin löytyy helposti ratkaisu, kun osto-osastolta välittyy suoraan tieto vesileikkaukselle, jolloin työn tilaus päivittyy automaattisesti vesileikkausjonoon, josta ne otetaan tehtäväksi jonotusjärjestyksessä, jollei erityistarpeita tilauksen nopeuttamiselle ilmene.

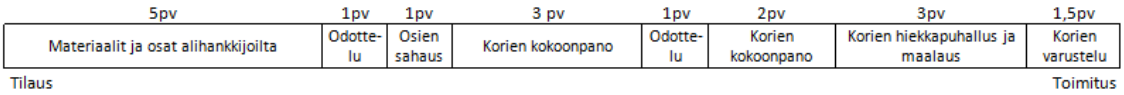
Varastoitavat nimikkeet puolestaan keräillään Bronton varastoista, joko Tampereen tai Porin toimipisteistä. Tämän jälkeen ne toimitetaan hitsauspisteelle, jossa ne asennetaan työkoriin. Työkorinhitsauspisteen yhteyteen olisi hyvä saada jonkinlainen hyllykkö, johon voitaisiin varastoida joitakin paljon kuluvia osia tarvittava määrä. Tällaisia osia voisivat esimerkiksi olla kaiteiden tulppaukseen käytettävät levyosat, saranoiden kiinnityslevyt ja jotkin ovien rakenteet. Myös niin sanotun ämpäritavaran pitäminen pienissä määrin hitsaussolun yhteydessä voisi helpottaa kokoonpanijoiden työtä, ja läpäisyaika lyhenisi samalla kun turha osien etsiminen vähenisi.

6.6 Läpäisyaika korituotannossa

Läpäisyajan vaihtelua tutkittiin hieman lähtötilanteessa ja tuotannon päästyä paremmin käyntiin. Läpäisyaikaa mitattiin pitämällä kirjaa siitä, miten kauan mihinkin osa-alueeseen kului aikaa, asetusajat sisältyvät vaiheaikoihin. Lopullisesta läpäisyajasta on

esitetty ainoastaan arvio, koska lean-järjestelmää ei saatu integroitua korien ohjauksen suhteen vielä diplomityön tekemisen aikana. Seuraavissa luvuissa käsitellään läpäisyaikaa käytännössä.

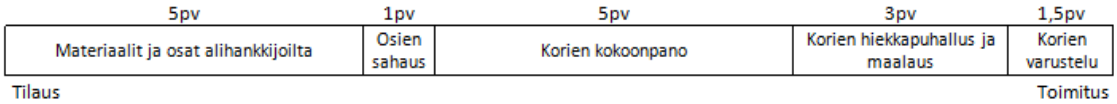
Työkorin läpäisyaika lähtötilanteessa muodostui pääasiassa osien odottelusta korien kokoonpanon yhteydessä. Tuottavan työn osuus kokoonpanossa oli hyvällä tasolla jo lähtötilanteessa. Kuvassa 6.10 on esitetty ensimmäisten työkorien läpäisyaika.



Kuva 6.10 *Läpäisyaika lähtötilanteessa*

Kuvasta 6.10 nähdään, että materiaalien ja osien tilaus alihankinnasta kestää noin viisi päivää, osien sahaukseen menee päivä, odotteluun samoin päivä, korin kokoonpanoon noin kolme päivää, minkä jälkeen uusia osia odotetaan taas päivä. Tämän jälkeen päästään tekemään korin kokoonpano loppuun asti, minkä jälkeen korit voidaan lähettää hiekkapuhallettavaksi ja maalattavaksi kolmeksi päiväksi. Tämän jälkeen korit varustellaan, mihin kuluu noin puolitoista päivää. Sen jälkeen korit voidaan toimittaa eteenpäin.

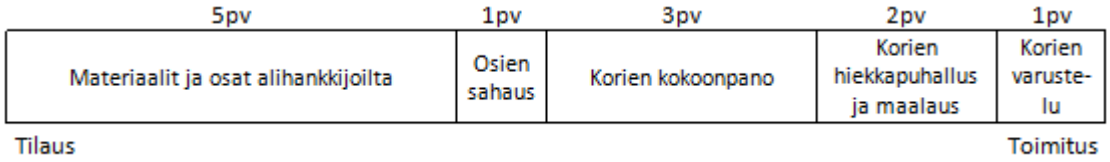
Läpäisyaikaan voidaan tuntuvasti vaikuttaa ohjauksen avulla. Kun ohjaus on tehty hyvin, ei turhia odotteluaikoja pääse syntymään. Osaltaan tämä huomattiin jo kolmatta työkoria tehdessä, kun siihen tarvittavat osat oli hankittu toista työkoria tehtäessä. Korien kokoonpanoon kulunut aika lyhentyi selkeästi. Kuvassa 6.11 on esitetty kolmannen työkorin läpäisyaika.



Kuva 6.11 *Kolmannen korin läpäisyaika*

Kuvasta 6.11 nähdään, että paremmin toteutetulla ohjauksella voidaan poistaa turhat odotusajat, joita kuvan 6.10 tapauksessa syntyi. Kolmannen korin osalta materiaalien ja osien hankinta, osien sahaus, korien hiekkapuhallus ja maalaus sekä korien varustelu kesti yhtä kauan kuin aiemmissa tapauksissa. Suurin hyöty saavutettiin korien kokoonpanossa, kun läpäisyaika lyhentyi kaikkine odotusaikoineen seitsemästä päivästä kolmeen päivään.

Kolmatta työkoria tehdessä saavutettiin jo miltei optimaalinen läpäisyaika. Kuvassa 6.12 on esitetty optimaalinen läpäisyaika työkorille.



Kuva 6.12 *Optimaalinen läpäisyaika*

Kuvasta 6.12 nähdään, että optimitilanteessa pystytään lyhentämään käytettyä aikaa materiaalien ja osien toimitusajan osalta, vaikkakaan materiaalien ja osien odottaminen ei olennaisesti vaikuta tuottavaan työhön, koska korituotanto on pysähdyksissä niin kauan, kunnes materiaalit on saatu. Tänä aikana kokoonpanijat ovat muissa, korituotantoon liittymättömissä tehtävissä. Korien kokoonpanoa voidaan nopeuttaa hieman kiinnityskuvien ja leikkausmittojen avulla. Korien varusteluunkin voidaan vaikuttaa, mutta ensimmäisten korien varustelu oli harjoittelua myös kokoonpanijoille, jotka eivät olleet tehneet sitä ennen. Kokonaisuudessaan läpäisyaikaa pystytään mahdollisesti vähentämään kolmannen korin noin 15 päivästä noin 12 päivään.

Läpäisyaikoja lyhentämällä voidaan tehostaa tuotantoa huomattavasti. Lähtötilanteessa yhden korin läpäisyaika oli noin 17 päivää. Pienillä parannuksilla tuotannonohjauksessa saavutettiin kahden päivän parannus läpäisyaikaan. Optimaalisessa tilanteessa pystytään leikkaamaan vielä kolme päivää lisää, minkä jälkeen läpäisyaika on noin 12 päivää. Tästä lyhyempiin läpäisyaikoihin voidaan päästä vain suurempien volyymien kohdalla, tai materiaaleja ja osia varastoimalla, jolloin sitoutuneen pääoman määrä kasvaa. Taulukkoon 6.6 on kasattu läpäisyaikojen yhteenveto.

Taulukko 6.6 *Läpäisyaikojen yhteenveto*

	Materiaalien hankinta	Odotte-lu	Kokoonpano ja sahaus	Maalaus ja hiekkapuhallus	Varuste-lu	**Yhteensä**
Lähtötilanne	5pv	2pv	6pv	3pv	1,5pv	**17,5pv**
Kolmas kori	5pv	-	6pv	3pv	1,5pv	**15,5pv**
Optimitilanne	5pv	-	4pv	2pv	1pv	**12pv**

7 JATKOTOIMENPITEET

Tulevaisuudessa korituotantoa voidaan kehittää edelleen tutkimalla, voitaisiinko siihen soveltaa Porin toimipisteelle hankittua hitsausrobottia. Diplomityön aikaisilla tuotantomäärillä hitsausratojen piirtäminen robotille ei liene järkevää. Jos korien tuotantomäärä tulevaisuudessa jostain syystä nousee, voitaisiin tutkia, olisiko hitsausrobotin hyödyntäminen järkevää jossain mittakaavassa, esimerkiksi pohjan rakenteisiin, jossa on paljon hitsaussaumaa. Myös joidenkin yksittäisten rakenteiden, kuten ovien hitsausta voitaisiin tutkia, joskin niiden tuotantomäärän pitää oleellisesti nousta, jotta hitsausrobotin käyttö niiden valmistuksessa olisi missään määrin järkevää.

Jatkossa voitaisiin myös tutkia alumiinikorien ja vanhanmallisten terästyökorien yhtäläisyyksiä. Jos niitä löytyy, voitaisiin miettiä, pystyykö alumiinikoreja valmistava alihankkija tekemään myös kyseisen mallisia terästyökoreja. Samanlainen analyysi voidaan tehdä myös uusille, vanhat terästyökorit pääosiltaan korvanneille terästyökoreille. Niiden osalta voidaan tutkia, pystyttäisiinkö vanhat korimallit korvaamaan täysin uusilla, myös huollon tarjoamien varaosakorien osalta.

8 YHTEENVETO

Dokumentointi ja tuotetiedon hallinta toimi lähtökohtana diplomityölle. Diplomityön materiaalista suuri osa tuli olemassa olevista piirustuksista ja Bronton Lean-järjestelmästä. Tavoitteena oli luoda yksiselitteinen järjestelmä, jonka avulla terästyökorien kokoonpanijoiden työ helpottuisi. Yhtenä osana oli työkorien rautarakenteiden leikkausmittojen kasaaminen taulukoiksi, joiden avulla sahausprosessi pystyttiin tekemään vaivatta. Leikkausmitta taulukot liitettiin Bronton sisäiseen verkkoon, josta ne saadaan haettua tarvittaessa. Leikkausmittataulukkojen lisäksi tehtiin ohjeistus työkorin osakokonaisuuksien kiinnittämiselle hitsauspöytään. Tämä toteutettiin ottamalla valokuvia korin valmistusprosessin aikana. Nämä kuvat liitettiin leikkausmittataulukkojen jatkoksi ja lisättiin nimikkeen alle Lean-järjestelmään. Tämän lisäksi kirjoitettiin ohjeistus sille, miten Lean-järjestelmään liitettävä dokumentti tulee tehdä. Tämä tehtiin siksi, että kokoonpanijat pystyvät jatkossa tekemään kattavan dokumentin itsenäisesti.

Vesileikkauksen hyödyntäminen korinosien valmistuksessa oli yksi tavoite. Tavoitteena oli erityisesti putkisovitteiden tekeminen Bronton vesileikkauskeskuksessa. Tätä kokeiltiin Bronton suunnittelija-hitsarin kanssa, jolla oli kokemusta vesileikkauskeskuksen käyttämisestä, sekä itse korien kokoonpanoprosessista. Hänen ammattitaidollaan ja leikkausohjelmiston avulla putkisovitteet pystyttiin tekemään kaiderakenteisiin helposti ja nopeasti.

Make or buy –analyysi tehtiin korin sahattaville osille sekä koko korille. MOB:n tuloksista voitiin päätellä, että korien tekeminen oman ulkoistettuna oli halvempaa kuin oman tuotannon piirissä tehtynä. Alihankkijana toimiva yritys pystyi kustannussäästöjen lisäksi tarjoamaan hyvää laatua ja nopean toimitusajan, hyvällä varmuudella. Diplomityön aikana ei kuitenkaan tehty vielä päätöksiä siitä, siirretäänkö koko pienen volyymin työkorien tuotanto alihankkijalle vai jatketaanko niiden tekemistä myös omassa tuotannossa.

Tuotannonohjausprosessin parantaminen oli yksi diplomityön tavoitteista. Erilaisia ohjausvaihtoehtoja oli muutamia, joista päädyttiin valitsemaan helpoiten toteutettavissa oleva. Valinta kohdistui tuotannonohjausjärjestelmään, joka tehtiin ostolähtöisesti. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että osto kysyy tuotannon tilanteesta, jonka perusteella tehdään päätös ostamisesta ulkoa tai valmistamisesta itse. Ohjausjärjestelmän integrointiprosessi oli vielä kesken diplomityön päättymisajankohtana.

LÄHTEET

Bronto Skylift Oy Ab, 2014, Bronto Skylift - Above All [www] [viitattu 15.2.2014] saatavilla: http://www.bronto.fi/

Crnkovic, I., Askund, U., Persson, A., 2002, Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management, Norwood, MA, USA, Artech House, s. 362

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A., 2009, Teollisuustalous, Tampere, Infacs Oy s. 510

Krajcarz, D., 2013, Procedia Engineering 69: Comparison metal water jet cutting with laser and plasma cutting, Elsevier, Kielce, Puola, s. 838-843

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S., 1997, Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY, Porvoo, s. 398

Miettinen, P., 1993, Tuotannonohjaus ja logistiikka, Painatuskeskus, Helsinki, s. 102

Pajarinen, M., 2001, Ulkoistaa vai ei – Outsourcing teollisuudessa, ETLA, Helsinki, s. 67

Peltonen, H., Martio, A., Sulonen, R., 2002, PDM: Tuotetiedon hallinta, IT press, Helsinki, s 169

Rolstadås, A., 2012, Manufacturing outsourcing, Springer-Verlag, London, s. 95-100

Skjøtt-Larsen, T., Schary, P., Mikkola, J., 2006, Managing the global supply chain, Copenhagen Business School Press, Tanska, s. 459

Stevenson, W., 2012, Operations management 11th edition, McGraw-Hill, New York, Yhdysvallat, s. 908

Sääksvuori, A., Immonen, A. 2002, Tuotetiedon hallinta –PDM. Helsinki. Talentum Media Oy. s. 201

Tayauova, G., 2012, Advantages and disadvantages of outsourcing: analysis of outsourcing practices of Kazakhstan banks, Elsevier, s. 188-195

Tutorials point, 2014, The Make or Buy Decision [www] [viitattu 23.3.2014], saatavilla: http://www.tutorialspoint.com/management_concepts/the_make_or_buy_decision.htm

.

LIITE 1

Dokumentointiohjeistus itse tehtävil-le työkoreille 28.7.2014

Työkorivalmistuksen dokumentoinnin tavoitteena on selkeyttää työkorituotantoa ja helpottaa työntekijän toimintaa valmistusprosessin aikana. Seuraavassa ohjeet sille, miten itsellä tehtävien työkorien dokumentointi tulee tehdä.

- Työkorien tekemiselle pohjana toimivat leikkausmittataulukot löytyvät verkkokansiosta: \\brontonas1\BSOY\Manufacturing\Tre\Työkorivalmistus
    - Jokaisella nimikkeellä oma kansionsa
        - Leikkausmitat on koottu LEAN-järjestelmän tietojen pohjalta ja työpiirustusten avulla, niiden oikeellisuutta ei ole käytännössä testattu
        - Jos epäkohtia löytyy, korjaa ne alkuperäiseen Word-dokumenttiin
- Työn aikana työkorin osien/kokonaisuuksien kiinnitys hitsauspöytään kuvataan
    - Kuvat on huomattu hyödyllisiksi apuvälineiksi tuotannossa, älä siis säästä kameraa, vaan ota mieluummin paljon kuvia.
- Korin valmistuttua, kuvaa sekin
- Kuvat voidaan tallentaa verkkokansioon: \\brontonas1\BSOY\Manufacturing\Tre\Työkorivalmistus
    - Jokaisella työkorinimikkeellä on oma kansionsa, josta löytyy muun muassa leikkausmittataulukot
        - Käytä työn alla olevan työkorin nimikkeen mukaisesti nimettyä kansiota myös kuvien tallennuspaikkana
- Liitä kuvat leikkausmittataulukkojen jatkoksi Word-dokumenttiin
    - Käännä Word-dokumentti PDF-dokumentiksi
        - Esimerkiksi Foxit Readerillä noudattaen polkua File\Create\From file ja valitse haluttu Word-dokumentti

- Talleta PDF samaan, nimikkeen mukaan nimettyyn kansioon
- PDF-dokumentti tulee nimetä seuraavasti: Työkorin nimike_tyoohjeistus
    - Esimerkiksi D0168900_tyoohjeistus

- Tämän jälkeen PDF-tiedosto kopioidaan ja liitetään verkkohakemistoon \\brontonas2\leandoc\Quality\Ohjeet
    - On tärkeää, että tiedosto on nimetty oikealla tavalla, jolloin se linkittyy LEAN-järjestelmään automaattisesti
- Tiedosto löytyy työkorin nimikkeen alta LEAN-järjestelmästä tämän jälkeen