



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

TILAUS-TOIMITUSKETJUN PROSESSIKUVAUS

Levypyörä Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Jouni Taskinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

TASKINEN, JOUNI:

Tilaus-toimitusketjun prosessikuvaus

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 39 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Levvyörä Oy:n pyöränvalmistuksen nykytilanteen selvitystä ja tilaus-toimitusketjun prosessikuvausta. Levvyörä Oy halusi selvittää pyörän valmistuksen tuotannon nykytilanteen ja tuotannonohjaustavat. Haastattelujen pohjalta laadittiin prosessikuvaus tilaus-toimitusketjusta.

Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi eri toiminnanohjauksen periaatteita ja järjestelmiä sekä tuotannonohjauksen tuotantomuotoja ja tuotannosuunnitteluperiaatteita. Teoriaa kerättiin nykytilan määrittämisen mukaan. Teorian avulla saatiin jonkinlainen kuva erilaisista toiminnanohjausmalleista, joita sovellettiin sittemmin käytännön osiossa.

Käytännön osiossa seurattiin tuotannotoimintaa ja haastateltiin tuotannon eri työvaiheissa toimivia työntekijöitä. Tuotannon selvittämisen jälkeen kuvattiin tuotteiden työnkulku eri kaavioiden avulla sekä tehtiin tilaus-toimitusketjun prosessikuvaus. Prosessikuvauksen ja teorian pohjalta selvitettiin mahdollisia ongelmakohtia, joihin annettiin lopuksi kehitysehdotuksia.

Nykytilamäärittämisen ja prosessikuvauksen avulla saatiin lisätietoa tilaus-toimitusketjussa jo toimivista ja kehitettävistä asioista. Tämän opinnäytetyön pohjalta Levvyörä Oy:n menettelytapaohje päivitetään.

Asiasanat: kehitys, kuvaus, selvitys, tuotannonohjaus

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

TASKINEN, JOUNI: Supply chain process description

Bachelor's Thesis in production oriented mechatronics, 39 pages, 4 appendixes

Spring 2013

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to describe the present state of wheel manufacturing at Levypyörä Oy and make a description of the supply chain process. Levypyörä Oy wanted to know how their wheel production was working nowadays and how production was controlled. The process description of the supply chain was based on interviews.

The theoretical part of the thesis deals with the principles of production control and systems, as well as production methods and production planning. Theoretical data was collected during the present state analysis. With the help of the theory it was possible to get some kind of picture how production should be controlled.

The practical part of the thesis was made by observing the production process and interviewing employees. After the analysis of the production, I work flowcharts and a process description was made about the supply chain. The process description and the theory part helped to find some problem points in production and give some development ideas in the end.

The present state analysis and process description gave the company more information about things that worked well and what things should be developed. The thesis will also be the foundation for updating the procedural instructions of Levypyörä Oy.

Key words: supply chain, production control, process description

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LEVYPYÖRÄ OY	2
3	TOIMINNANOHJAUSPERIAATTEET	3
3.1	Just-In-Time-tuotantoperiaate (JIT)	4
3.2	Esteiden teoria (TOC)	5
3.3	Lean-toimintatapa	6
3.4	Massaräätälöinti	7
3.4.1	Konfigurointi	8
3.4.2	Tuotevariaatioiden hallinta	9
4	TUOTANNONOHJAUS	11
4.1	Kokonaissuunnittelu	11
4.2	Karkeasuunnittelu	12
4.3	Hienosuunnittelu	13
4.3.1	Hienosuunnittelun periaatteita	14
4.3.2	Prioriteettisäännöt	15
4.4	Tuotannonohjausmuodot	16
5	TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT	19
5.1	ERP-toiminnanohjausjärjestelmä	19
5.2	ERP-Levypyörä Oy:ssä	20
6	PROSESSIKUVAUS	21
7	NYKYTILAN MÄÄRITYS	22
7.1	Myynti	22
7.2	Työnsuunnittelun ensimmäinen vaihe	23
7.3	Työnsuunnittelun toinen vaihe	24
7.4	Tuotanto	24
7.4.1	Kehän valmistus	25
7.4.2	Keskiön valmistus	27
7.5	Kehävariaatiot	29
7.6	Keskiövariaatiot	30
8	TILAUS-TOIMITUSKETJUN PROSESSIKUVAUS	31
8.1	Toiminnanohjausperiaatteiden selvitys	32

8.2	Käytössä olevat tuotantomuodot	32
8.3	Muut huomiot	33
9	KEHITYSEHDOTUKSET	34
10	YHTEENVETO	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Prosessien jatkuva kehittäminen on nykyaikana todella tärkeää, jotta pystytään vastaamaan kovaan kilpailuun ja toteuttamaan asiakkaiden haluamat vaatimukset. Toiminnanohjauksessa joustetaan asiakkaan toiveiden mukaisesti, jolloin toimitusajan, laadun, toimitusvarmuuden ja valmistuksen korkean kustannustehokkuuden ylläpitäminen vaatii yrityksiltä erityisen paljon.

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli Levypyörä Oy:n pyöränvalmistuksen nykytilan määrittäminen ja prosessikuvausten laatiminen. Lähtökohtana olivat eräkokojen muutokset tilauskannassa sekä toimitusvarmuuden ja läpäisyajan parantaminen. Työssäni sovellettiin useita toiminnanohjaukseen keskittyviä johtamisfilosofioita, periaatteita ja tapoja, joiden avulla pyrin hahmottamaan paremmin toiminnanohjauksen keskeiset kulmakivet ja näin ollen sain teoreettiset valmiudet selvittää nykytilanne.

Työn tavoitteeseen pääseminen vaati yrityksen tuotannon selvittämistä ja perehtymistä tuotannon toimintatapoihin ja tuotteiden työnkulun selvitykseen. Haastattelemalla kerättiin tietoa yrityksen pyöränvalmistuksen eri työvaiheissa työskenteleviltä työntekijöiltä.

Opinnäytetyön edetessä päädyttiin tarkastelemaan Levypyörä Oy:n pyöränvalmistuksen prosessikuvausta tuotannonohjauksen kannalta. Mikä toiminnanohjausperiaate on käytössä? Mitä tuotantomuotoja oli käytössä? Teorian pohjalta pystyin selkeämmin määrittämään tilaus-toimitusketjun vaihteita, joihin täytyy kiinnittää enemmän huomiota jatkossa.

Prosessia tarkasteltiin yleisellä tasolla, eikä keskitytty yksittäisiin ongelmakohtiin vaan pyrittiin hahmoittamaan tilaus-toimitusketjun kokonaisuus paremmin. Kuvauksien, teorian ja kehitysehdotuksien pohjalta Levypyörä Oy:n menetelmätapaohje päivitetään.

2 LEVYPYÖRÄ OY

Levypyörä Oy on Nastolassa sijaitseva metallialan yritys, joka on erikoistunut teräslevyn kylmämuokkaukseen. Yritys on perustettu vuonna 1955 ja se kuuluu osana Weckman-konsernia. Työntekijöitä Levypyörä Oy:llä on noin 130 ja liikevaihto vuonna 2011 oli noin 19,8 miljoonaa euroa. Levypyörä Oy:n käytössä olevat laatusertifikaatit ovat laatujärjestelmä ISO 9001, ympäristöjärjestelmä ISO 14001, työterveys- ja turvallisuusjärjestelmä OHSAS 18001 ja hitsausjärjestelmä ISO 3834-2. (Levypyörä Oy 2013b.)

Levypyörä Oy on monikymmenvuotisen toimintansa aikana kehittynyt huomattavaksi koneenrakennusteollisuuden partneritoimittajaksi, ja sen tavoitteena on olla Euroopan nopein suurten erikoislevypyörien toimittaja sekä halutuin sopimusvalmistaja raskaalle koneteollisuudelle. Levypyörä Oy:n tuotanto on jaettu kahteen eri yksikköön: levypyörä- ja teräsrakenneyksikköön. (Levypyörä Oy 2013b.)

Pyörätuotanto on erikoistunut raskaiden työkoneiden vanteiden valmistukseen. Käyttökohteita ovat metsäkoneet, kaivurit ja traktorit. Valmistus perustuu asiakaslähtöiseen, joustavaan ja nopeaan toimitukseen. Tuotanto perustuu pääasiassa pieniin sarjoihin, joissa tuotteen rakenteen asiakas voi määrittää halutunlaiseksi. Asiakas voi valita reilusta sadasta eri kehä- ja keskiö-mallista itselleen sopivan räätälöidyn vannemallin. Vientiin menee yli puolet koko pyörätuotannosta pääasiassa Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan.

Teräsrakenneosasto tarjoaa asiakkailleen uusia innovatiivisia ratkaisuja komponenttien konstruktioihin ja valmistettavuuteen. Levypyörä Oy:n tuotantokoneisto on suunniteltu erityisesti 200 - 1 500 kg painavien hitsattujen, koneistettujen, pintakäsiteltyjen ja varusteltujen osien valmistukseen. (Levypyörä Oy 2013b.)

3 TOIMINNANOHJAUSPERIAATTEET

Tilaus-toimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien yhteen sovittaminen suunnittelun ja hallinnan avulla kutsutaan toiminnanohjaukseksi.

Toiminnanohjaus on uudempi ja laajempi käsite aikaisemmalle tuotannonohjaukselle, koska nykyään toiminnanohjaukseen kuuluvat myynti, jakelu, tuotesuunnittelu ja hankintojen ohjaus. Tuotannonohjaukseen kuuluu vain tuotanto. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 397.)

Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata toimintaa, siten että tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla (Haverila ym. 2009, 397).

Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi täytyy tarkastella lähemmin keskeisimpiä tavoitteita. Toiminnanohjauksessa pyritään sitouttamaan yhteen kapasiteetin korkea tuottavuus, toimintaan sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja eritoten tuotannon läpäisy aika. (Haverila ym. 2009, 402.)

Tuotantoerät on suunniteltava niin, että keskeiset resurssit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä, jotta pystytään ylläpitämään mahdollisimman korkeaa kapasiteetin tuottavuutta. Vaihto-omaisuus pyritään minimoimaan tuotannonohjauksen avulla, jotta raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotteeseen sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa. Toimitusvarmuus on pidettävä mahdollisimman hyvällä tasolla pitämällä kiinni sovitusta toimitusaajoista sekä ylläpitämällä valmiutta toimittaa tuotteet asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Tuotannonohjauksessa on tärkeää ottaa huomioon läpäisyajan merkitys, koska se vaikuttaa kaikkiin edellä mainittuihin asioihin. (Haverila ym. 2009, 402.)

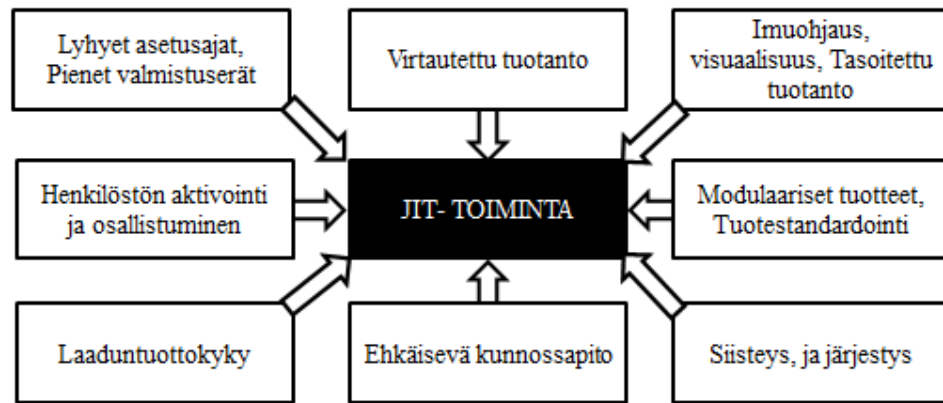
Yrityksen eri toiminnoilla on myös usein erilaiset käsitykset eri tavoitteiden tärkeydestä. Markkinointi haluaa joustavuutta ja asiakkaan toiveiden toteuttamista. Valmistuksesta vastaavat haluavat taas pitää yllä korkeaa kapasiteetin käyttöastetta. Taloudesta vastaavat taas kiinnittävät huomiotaan sitoutuneeseen pääomaan. Ristiriidat eri tuotannonohjauksen tavoitteiden välillä aiheuttavat usein ongelmia ja vaikeuttavat toiminnanohjauksen tarkoituksen mukaista toimintaa. (Haverila ym. 2009, 404.)

Toiminnanohjaukseen löytyy useita eri filosofioita, periaatteita ja menetelmiä. Kyseisiä periaatteita on kehitetty vuosikymmenten ajan, kuten entinen JIT on pohjana nykyiselle Lean-ajattelutavalle. Näistä tunnetuimpia ja oppinäytetyöhön tarvittavia periaatteita käsitellään seuraavissa otsakkeissa.

3.1 Just-In-Time-tuotantoperiaate (JIT)

JIT-tuotantoperiaate eli nimensä mukaan (Just-In-Time; juuri oikeaan aikaan) on saanut alkunsa Japanissa. Tässä periaatteessa pyritään valmistamaan tuotteita ja osia vain välittömien tarpeiden mukaan. Pienet eräkoot ovat myös yksi tunnusmerkki JIT-tuotannonohjausmenetelmässä. Pieniä eriä valmistetaan toistuvasti pienin väliajoin. Tehokkuus perustuu hyvään laatuun ja nopeaan läpäisy aikaan. Turhan varaston muodostaminen pyritään pitämään hallinnassa ohuella ja nopealla materiaalivirralla. Tuotantoprosessin nopeuden takia se sopeutuu hyvin muuttuviin asiakastarpeisiin ja tuotteiden muutokset ja mallivariaatiot ovat helposti hallittavissa. JIT-tuotannon tuomia uudistuksia tuotannonohjaukseen olivat imuohjaus ja visuaalinen ohjaaminen. (Karjalainen, Blomqvist & Suolanen 2001, 11; Haverila ym. 2009, 361.)

JIT-tuotannon heikkous on toimintojen tai valmistusprosessien virheet. Nämä pysäyttävät koko tuotannon, minkä takia virheiden vaikutukset ovat todella suuret. Välivarastojen puuttuminen on myös virheiden kannalta iso riski; ei voida toimittaa yhtään tuotetta, jos linjasto pysähtyy. Toisaalta virheet ilmaantuvat selkeästi ja ne ovat helposti ja nopeasti korjattavissa. Päästäkseen JIT-tuotantoon tarvitaan seuraavia toimia, jotka kuvataan alla olevassa kuviossa 1. (Haverila ym. 2009, 361, 428.)



KUVIO 1. Keinot JIT-toimintaan pääsemiseksi (Karjalainen ym. 2001, 12)

3.2 Esteiden teoria (TOC)

TOC (Theory of constraints) on esteiden teoria, joka tunnetaan myös nimellä kapeikkoajattelu. Perustajana pidetään israelilaista fyysikkoa tri Eliyahu M. Goldrattia, joka vuoden 1970 lopussa kehitti tuotannonajoitusohjelmiston (OPT). Hän teki myös kirjan *The Goal* Jeffrey Coxin kanssa. Kirjan mukaan ratkaisu yrityksen ongelmiin oli keskittyä toimiin, jotka lisäävät voittoa ja keskittää resursseja esteisiin. (Karjalainen & Karjalainen 2000, 52-53.)

Teoria perustuu systeemin suorituskykyä rajoittavien esteiden poistamiseen. Ajatuksena on, että kaikilla voittoa tuottavilla yrityksillä on vähintään yksi este, joka estää yritystä pääsemästä tavoitteeseen, jos estettä ei olisi, niin yritys tekisi voittoa rajattomasti. Tämän takia pyritään hallitsemaan estettä, muuten este hallitsee koko toimintaa. Tämän avulla pyritään lyhentämään läpimenoaikoja, pienentämään varastojen kokoa ja parantamaan tuottavuutta. (Karjalainen & Karjalainen 2000, 52.)

Nykyään TOC-teoriaa pidetään johtamisfilosofiana ja toimintatapana, jota parhaiten kuvaa ”pullonkaula”, esimerkiksi ”vanha ja hidas kone”. Arvoa tuottavan prosessin kannalta este voi olla missä vaiheessa tahansa: tuotanto-, myynti-, markkinointi-, sekä johtamis- ja ohjausperiaatteissa. Esteitä voi olla kaikki, mikä voidaan sanoa ilmaista. Esteiden tunnistaminen on ensimmäinen vaihe prosessin kehittämisen kannalta. Tämän jälkeen on esteen jatkuva tasainen kuormitus, jotta läpimeno saadaan maksimoitua, sillä TOC-teorian mukaan

esteessä menetetty tunti on koko prosessissa menetetty tunti. Tähän on ratkaisuna virtauksen tasapainottaminen ja tarkka ohjaaminen, joka tarkoittaa kapasiteetin ja töiden ajoittamista oikein. (Karjalainen & Karjalainen 2000, 53-55.)

3.3 Lean-toimintatapa

Lean-nimi tulee englannin kielestä sanoista hoikka, nuuka, niukka. Sanat perustuvat Lean-toimintatavan periaatteisiin. Lean-toimintatapa on saanut alkunsa Japanista, minkä perustana pidetään Toyota Motor Companyn työntekijöiden kehittämää tuotantojärjestelmää, josta kehittyi kahdenkymmenen vuoden aikana Lean-toimintatapa. Alkutilanne muodostui tilanteeseen, jossa massatuotanto ei toiminut. Täytyi kehittää toimintaa kevyempään (hoikka) ja joustavampaan toimintatapaan. Kuitenkin käsite Lean on lanseerattu USA:n (MIT:lle; Massachusetts Institute of Technology), joka syntyi (IMVP; International Motor Vehicle Program)-tutkimusohjelman tuloksena. Lean-toimintatavassa pyritään tavoitettiin mahdollisimman pienillä resursseilla ja saamaan enemmän arvoa asiakkaalle, eli yhdistetään verstastuotannon ja massatuotannon edut. Lean-toimintatapaa voidaan siis pitää alkuperäistä JIT-toimintatapaa laajempaan, kuitenkin ydinperiaate tulee JIT-toimintaperiaatteesta. (Hannus 1993, 162-163; Haverila ym. 2009, 362.)

Lean-toimintatapa voidaan jakaa Lillrankin (1991) ja Womackin ja Roosin (1990) mukaan seitsemään eri periaatteeseen, joista ensimmäisenä on asiakkaalle aikaansaatu arvo. Arvoon kuuluvat: hinta, laatu ja aika. Aikaan kuuluvat toimitusaika, toimitusvarmuus ja reagointiaika. Toisena tulee toiminnan organisointi, joka tarkoittaa siirtymistä perinteisistä ”verstasmenetelmistä” uusiin asiakassoluyksiköihin. Myynti on huomioitu tuotekehityksessä ja valmistuksessa. Kolmantena tulee tuotekehitys, joka on muiden yritysten tuotekehitykseen verrattuna nopeampi ja tuotekehitys saadaan helpommin suoritettua. Tämä perustuu hyvään organisointiin ja tiimityöskentelyyn. Rinnakkainen kehittäminen ja ongelmien ratkaisu heti niiden ilmetessä on osa tuotekehityksiperiaatetta. (Hannus 1993, 168.)

Neljäntenä tulee Lillrankin (1991) ja Womackin ja Roosin (1990) mukaan tuotestrategia ja joustavuus, joiden avulla pystytään tarjoamaan asiakkaalle modifioitu tuotevalikoima, jota pystytään muokkaamaan nopeasti. Viidentenä on tarjontaketjun hallinta, joka tarkoittaa hyvää ja syvällistä yhteistyötä alihankkijoiden kanssa. Tämä auttaa materiaalihankinnoissa, saadaan joustavasti materiaalia oikeaan aikaan. (Hannus 1993, 168.)

Kuudentena Lillrankin (1991) ja Womackin ja Roosin (1990) mukaan on työntekijöiden sitoutuminen, jonka avulla saadaan parempaa tulosta ja laatua. Viimeisenä ovat valmistusperiaatteet, minkä tarkoituksena Lean-ajattelulle on muiden toimintatapojen ja menetelmien käyttö, kuten JIT, Kaizen ja motto ”kerralla oikein ja kunnolla”. (Hannus 1993, 168.)

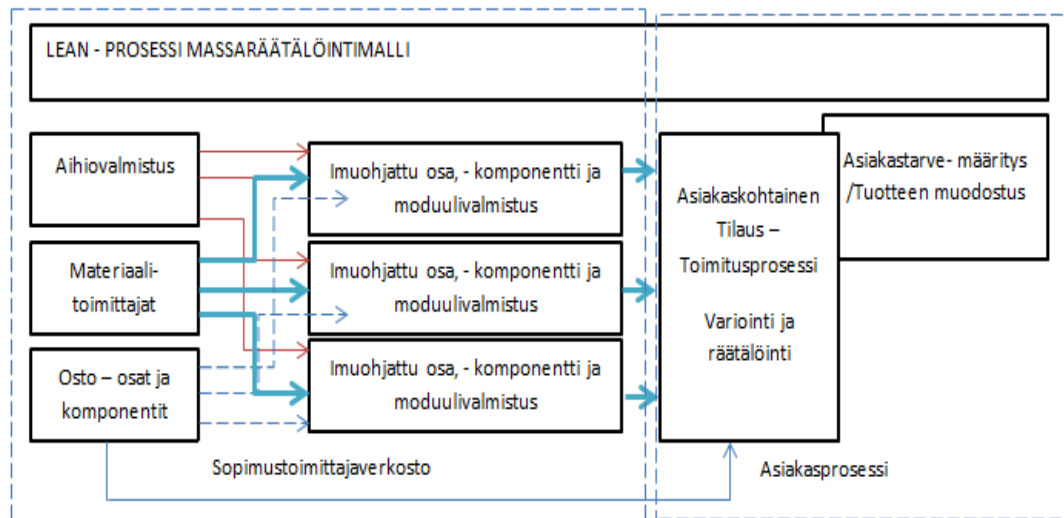
3.4 Massaräätälöinti

Termi (Mass Customization) massaräätälöinti on ilmennyt ensi kerran Stan Davisin kirjassa vuonna 1987. Davisin mukaan se on yksilöllisten tuotteiden ja palvelujen tuottamista ja jakelua massatuotannonkeinoin. Massaräätälöinti toimintatapa yleistyi kuitenkin vasta 1990-luvun puolivälissä. (Soronen 1999, 8.)

Massaräätälöinnin kaiken perusta on asiakastarve, jossa pyritään antamaan asiakkaalle ne tuotteen ominaisuudet, joita asiakas haluaa, ja valmistamaan tuotteet halutuilla ominaisuuksilla mahdollisimman tehokkaasti. Massaräätälöinti on määritelty toimintatavaksi, jossa nopea ja edullinen sarja-massatuotanto yhdistetään asiakaskohtaisesti räätälöityvään ja joustavaan tilaustuotantoon. Sarja- ja massatuotannossa pyritään tekemään samaa tai vakiotuotetta mahdollisimman paljon varastoon, josta ne saadaan nopeasti asiakkaalle. (Soronen 1999, 8.)

Räätälöinti ja variointi pyritään tekemään tuotannon loppuvaiheessa, jotta toimitusaika ei venyisi liian pitkäksi. Räätälöinti ja variointi vaativat enemmän aikaa, koska räätälöinti tehdään tilauksen mukaan ja tästä johtuva prosessin tehottomuus, aiheuttaa kustannusten nousua. Tähän pyritään vastaamaan asettamalla rajapintoihin puskurivarastoja, joista asiakaskohtaiset valmistuksen eri vaiheet saavat nopeasti tarvittavat komponentit. Puskurivarastojen ylläpitäminen edellyttää osien riittävää toistuvuutta ja nimikemäärien hallittavaa määrää. Tällöin

puskurivarastojen avulla pystytään tekemään asiakaskohtaiset varioinnit nopeasti komponenteille ja tilausohjautuvasti valmistettavan asiakastilauksen läpäisyajaksi muodostuu siten räätälöintiäika. Mitä myöhäisempään vaiheeseen tuotantoprosessia puskurivarastot saadaan vietyä, niin sitä nopeammaksi tulee tilaustoimitusprosessi. Kuvioista 2 nähdään massaräätälöinnin yksinkertaistettu periaate ja jako sopimustoimittajaverkoston ja asiakasprosessin välillä. (Soronen 1999, 7-8.)



KUVIO 2. Massaräätälöinnin yksinkertaistettu periaate (Soronen 1999, 10)

3.4.1 Konfigurointi

Asiakkaalle on yleensä tärkeää tuotteen ominaisuudet, jotka ovat konkreettisesti havaittavissa, kuten ulkomuoto väri ja koko. Harvoin asiakasta kiinnostaa tuotteen valmistustapa tai se, onko tuotteessa käytetty samoja komponentteja kuin rinnakkaismalleissa. Konfiguraattorilla voidaan yhdistää halutut tilausyhdistelmät ja varmistaa niiden oikeellisuus ja saatavuus. Konfiguraattorin avulla voidaan liittää asiakastarpeet tuoteominaisuuksiin. Informaation nopea ja täsmällinen kulku on tärkeä osa laajojen variaatiovaihtoehtojen hallinnassa. Konfiguraattori-ohjelmien avulla saadaan luotua asiakkaan haluama tuotekokonaisuus nopeasti ja myyjä saa nopeammin tilauksen eteenpäin tuotantoon.

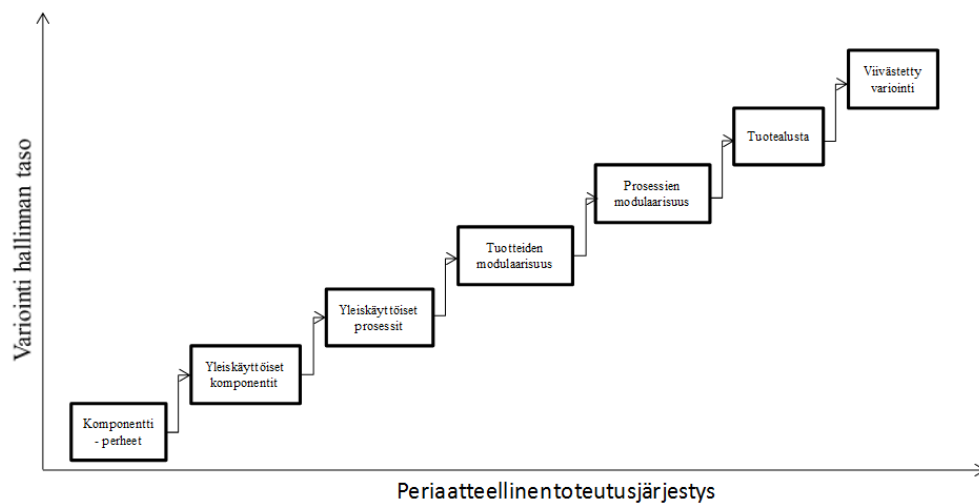
3.4.2 Tuotevariaatioiden hallinta

Massaräätälöinnin tyypillinen haaste on jatkuvasti kasvavan tuotevariaatioiden määrä ja niiden hallinta sekä laajan tuotevalikoiman kustannusten seuranta.

Vaarana onkin tuottaa suuria määriä uniikkeja lopputuotevariaatioita, joiden yksikköhintaa ei tiedetä, tällöin esimerkiksi hinta saatetaan arvioida myyntitilanteessa alakanttiin. (Ahoniemi, Mertanen, Mäkipää, Sievänen, Suomala & Ruohonen 2007, 5.)

Jos yksittäisille asiakkaille tehtyjä tuoteominaisuuksia lisätään jatkuvasti vakiotuotantoon ja vanhoja vähän kysytyjä optioita ei systemaattisesti karsita, niin lopputuotteiden variaatioiden määrä kasvaa jatkuvasti. Tämä taas aiheuttaa turhien varastojen kasvua, mikä omalta osaltaan hidastuttaa valmistusta entisestään. (Ahoniemi ym. 2007, 52.)

Tuotevariaation hallinnan toteutuskeinoja voidaan esittää kuvion 3 porrasmallin avulla. Pyritään luomaan komponenttiperheitä, minkä avulla pyritään havainnoimaan, onko tuotannossa hyvin samankaltaisia ja mahdollisesti ylimääräisiä komponentteja, jotka voitaisiin korvata toisilla komponenteilla. Tuotteiden yleiskäyttöisyyttä pyritään lisäämään samojen komponenttien systemaattisella hyödyntämisellä eri tuotteissa ja komponenttiperheissä. Tällöin saadaan komponenttimäärää vähennettyä ja samalla kehitettyä tuotantoprosessien yhteneväisyyttä. (Ahoniemi ym. 2007, 53.)

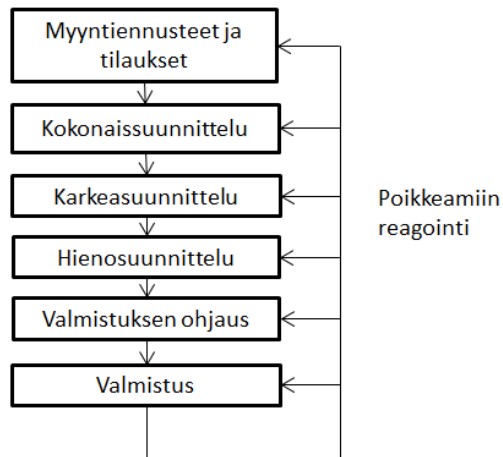


KUVIO 3. Variaatioiden hallinnan toteutuskeinot (Ahoniemi ym. 2007, 54)

Tuotantoprosessien modulaarisuus tarkoittaaakin, että muutokset tuotteen tietyssä moduulissa vaikuttavat vain tiettyyn osaan kokoprosessia. Tällöin saadaan rajattua tuotteen variaatiot tiettyyn kohtaan tuotantovaiheessa ja pieneen osaan kokoprosessista. Siten tarjottujen lopputuotevariaatioiden mahdollinen suuri määrä ei vaikuta suoraan tuotannon tehokkuuteen. Viivästetty variointi tarkoittaa asiakaskohtaisen kytkeytymispisteen siirtämistä mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen, josta muodostuu jo aikaisemmin mainittu räätälöinti-aika. (Ahoniemi ym. 2007, 54.)

4 TUOTANNONOHJAUS

Toiminnanohjaus tarkentuu mentäessä lähemmäksi itse valmistusta ohjaavaa tasoa, jolloin käytetään termiä tuotannonohjaus. Tuotannonohjausta voidaan tarkastella kuvion 4 eri etenevien ohjausprosessivaiheiden avulla. Sisällöltään eri vaiheet vaihtelevat yritys- ja toimialakohtaisesti. (Haverila ym. 2009, 409.)

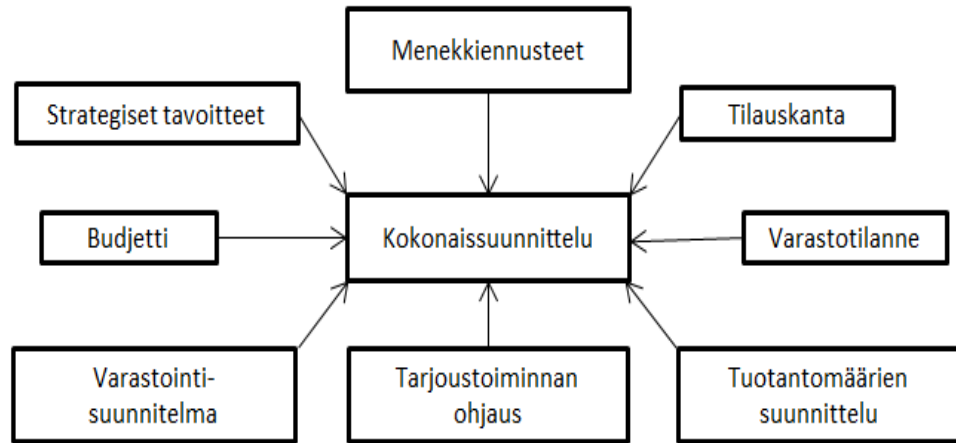


KUVIO 4. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila ym. 2009, 409)

Edellä olevassa kuviossa 4 olevista tuotannonohjausprosessinvaiheista tarkastelen lähemmin seuraavat vaiheet: kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu ja hienosuunnittelu.

4.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu tarkoittaa ylimmän tason suunnittelua, jossa tehdään tuotannon kokonaisvolyymia ja taloutta koskevat suunnitelmat. Ylipäätään kokonaissuunnitteluun kuuluvat yrityksen eri resurssien, kuten varastotasojen suunnittelu, sekä kapasiteetin kokonaistarpeen määrittely. Kuvion 5 mukaan kokonaissuunnittelu perustuu yrityksen menekkiennusteisiin, tilauskantaan, budjettiin ja varastossa olevien tuotteiden määrään. Tämän pohjalta voidaan tehdä päätöksiä kapasiteetin muutoksista, materiaalivarastojen tasoista ja henkilökunnan lisätarpeesta. Tämä suunnitteluvaihe toimii seuraavan tason tarkempien suunnitelmien pohjana. (Haverila ym. 2009, 411.)



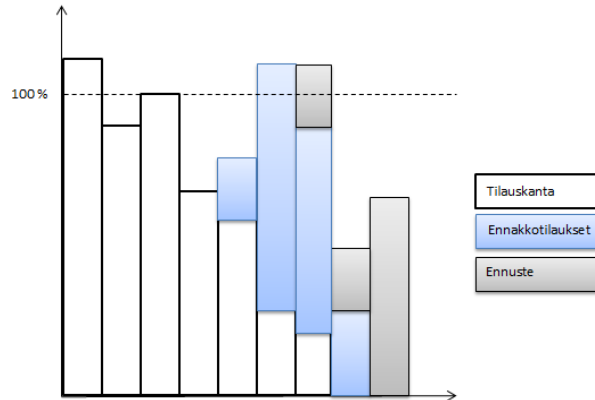
KUVIO 5. Kokonaissuunnittelu (Haverila ym. 2009, 412)

4.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelu on seuraavana kokonaissuunnittelusta, sitä tehdään noin muutaman viikon aikajänteellä. Karkeasuunnittelun pohjana on yrityksen tilaukanta, varaston saldo sekä valmistusbudjetin tavoitteet. Karkeasuunnittelu voidaan jakaa tehtävien mukaan kahteen eri ryhmään: resurssien käytön yleissuunnitteluun ja toimituskyvyn määrittelyyn. (Haverila ym. 2009, 415.)

Resurssien käytön yleissuunnitteluun kuuluu tuotannon resurssien määrittäminen, kapasiteetinmäärittäminen, yleissuunnitelma resurssien käytöstä ja henkilö-, kone- ja laitekapasiteetin määrittäminen yleisellä tasolla. Karkeasuunnittelun perusteella ei ohjata tavallisesti valmistusta, vaan valmistuksen resurssien suunnittelu, menekkiä vastaavalle tasolle. (Haverila ym. 2009, 415.)

Toisena tulee toimituskyvyn määrittäminen, jonka keskeisimpiä tehtäviä on yrityksen toimituskyvyn hallinta. Toimitusajat, jotka luvataan asiakkaalle, perustuvat yleensä tuotannon karkeasuunnitteluun. Toimitusajan määrittämiseen ja kapasiteetin määrittämiseen voidaan käyttää kuormituspiirrosta, josta saadaan selville kapasiteetin yleinen riittävyys. Kuormituspiirroksessa ei oteta huomioon töiden mahdollistava päällekkäisyys, vaan kuormitus tapahtuu rajoittamattomaan kapasiteettiin. (Haverila ym. 2009, 415-416.)



KUVIO 6. Kuormituspiirros (Haverila ym. 2009, 417)

Kuten kuvio 6 näkyy niin hetkellinen yli- tai ali kapasiteetti ei ole ongelma, koska tarkastellaan vain yleisen kapasiteetin riittävyyttä. Tämän avulla voidaan siis karkeasti arvioida toimitusaikaa. Kuormituspiirroksia ovat yleensä käytössä ERP - järjestelmän kautta, joka näyttää tuotannossa tietyn vaiheen ja sen silloisen kuormituksen halutulla ajanjaksolla. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 417.)

4.3 Hienosuunnittelu

Lähtökohdat hienosuunnitteluun ovat karkeasuunnittelusta saadut karkeat ajoitukset ja tiedot. Hienosuunnittelussa luodaan tarkka tuotantosuunnitelma, josta selviää, kuinka tuotteet valmistetaan. Tässä suunnitteluvaiheessa tehdään valmistuksen yksityiskohtainen suunnittelu, joka sisältää tuotantoerien muodostamisen, tuotantoerien eri työvaiheiden ajoituksen ja tarkan suunnitelman tuotantoresurssien käytöstä. Tarkkuus hienosuunnittelussa riippuu siitä, kuinka tarkaksi se on yrityksessä määritelty. Yleensä hienosuunnittelun aikajänteet ovat yhdestä päivästä - viikkoon. (Haverila ym. 2009, 417.)

Tuotantoerien suunnittelussa pyritään yhdistelemään mahdollisuuksien mukaan paljon samojen tuotteiden tai komponenttien valmistusta isommiksi sarjoiksi. Työvaiheiden ajoitus taas vaatii tuotteen hyvää tuntemusta ja siihen kuuluvien tuotteiden valmistukseen kuuluvien työvaiheiden ja niihin kuluvien työvaiheajojen tietämystä. Valmistussuunnitelman laadinnassa täytyy ottaa tarkasti huomioon tuotannon todellinen tilanne. Työjonot, tuotantosuunnitelmien

jättämät ja tuotantohäiriöt aiheuttavat ongelmia ja hankaluuksia kapasiteetin määrittämiseen hienosuunnittelussa. Ongelmien ja häiriöiden vuoksi joudutaan tekemään uudelleensuunnittelua jatkuvasti; uudelleensuunnittelu onkin hienosuunnittelun vitsaus. (Haverila ym. 2009, 418.)

4.3.1 Hienosuunnittelun periaatteita

Tuotantoerien suunnittelulla ja niiden ajoittamisella pyritään tekemään työjärjestys, joka pystyy toteuttamaan tuotannon eri tavoitteet mahdollisimman hyvin. Toiminnanohjauksessa mainitut toimitusvarmuus ja korkeatuottavuus pyritään toteuttamaan hienosuunnitteluvaiheessa. Ensimmäisenä tavoitteena on lyhentää asetusaikoja ja minimoida kustannuksia. Tähän tavoitteeseen voidaan päästä tuotantoerien yhdistämisen avulla, joka vähentää asetusten määrää. Toisaalta suuremmat eräkoot voivat aiheuttaa läpäisyajan pitenemistä ja toimitusvarmuuden heikentymistä. Pyritään siis ratkaisuun, joka palvelee niin toimitusvarmuutta kuin tuottavuuden maksimointia. (Haverila ym. 2009, 418.)

TOC-teorian mukaiset pullonkaulavaiheet tulisi hienosuunnittelunperiaatteissa suunnitella huolellisesti ja TOC-teorian mukaan esteessä menetetty tunti on koko prosessissa menetetty tunti. Pullonkaulavaihetta pyritään ajoittamaan siten, että pullonkaulavaihe ei pysähdy muiden vaiheiden myöhästelyn takia. Haverilan ym. (2009, 418) mukaan päästään peruskysymykseen, mitä tavoitellaan?

Tavoitellaanko korkeaa käyttösuhdanna vai nopeita läpäisyajoja? Haverilan ym. (2009, 418) mukaan pullonkaulavaiheissa kannattaisi painottaa hieman enemmän tuottavuuden maksimointiin ja muissa tuotannonvaiheissa tulisi pienentää läpäisyajoja. Keinoja ”pullonkaula”-vaiheidenohjaamiseen Miittisen (1993, 61) mukaan on: Töitä siirretään muille koneille, lisätään miehitystä, asetusaikoja lyhennetään ja eräkoja suurennetaan.

4.3.2 Prioriteettisäännöt

Jonkin asian laittaminen toisen asian edelle kutsutaan priorisoinniksi. Valinta tilanteessa valmistusjärjestys määräytyy asetettujen prioriteettien avulla.

Prioriteettisääntöjen avulla voidaan suunnitella yhdelle kuormitusryhmälle hyvä työjärjestys, mutta se ei välttämättä sovi muiden tuotantovaiheiden kanssa yhteen.

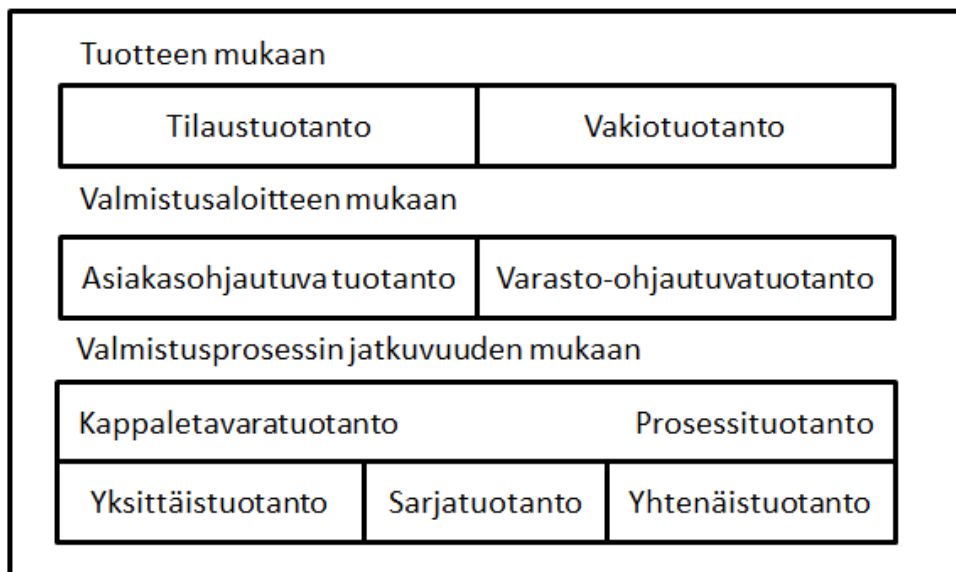
Näissä tilanteissa tulee optimoida työjärjestys tilanteen mukaan. Seuraavassa on Haverila ym. (2009, 418) luettelo erilaisista prioriteettisäännöistä.

- Saapumisjärjestys (FIFO)
- Pienin pelivara (toimitusaika-vaiheajat)
- Pienin pelivara/vaiheiden lukumäärä
- Suurin myöhästyminen
- Lyhin työvaihe ensin
- Pisin työvaihe ensin
- Kallein tuote-erä ensin
- Nopeimmin valmistuva ensin
- Aikaisin aloitusajankohta
- Pienin jäljellä olevien vaiheiden lukumäärä
- Suurin jäljellä olevien vaiheiden lukumäärä
- Asetuskustannusten minimointi

4.4 Tuotannonohjausmuodot

Tuotantomuoto määrittelee tuotantojärjestelmän toiminnan perusteet sekä toiminnanohjauksen tavoitteet. Tuotantomuodot määräytyvät pääasiassa tuotteen ominaisuuksien, tuotantomäärien ja jakelutien perusteella. Tuotantomuotoihin liittyviä linjauksia: Valmistetaanko vakio vai tilaustuotteita? Valmistetaanko varastoon vai ainoastaan tilauksesta? Varastoidaanko puolivalmisteita? Tuotantoerien suuruudet? (Haverila ym. 2009, 365.)

Itse tuotantomuodolla tarkoitetaan tuotannon luokitusta sen mukaan, miten tuotanto toteutetaan. Luokittelu voidaan tehdä kuvion 7 mukaisesti: tuotteen mukaan, valmistusaloitteen mukaan, valmistusprosessin jatkuvuuden mukaan. Yrityksellä voi olla useampia erituotantomuotoja, koska yritys ei voi vapaasti valita harjoittamaansa tuotantomuotoa. Valintaan vaikuttavat edellä mainitut tuotteen valmistusmäärä, konstruktio ja jakelutie. Jos tuotteen valmistuksessa käytetään useita tuotantomuotoja, niin voidaan puhua sekatuotannosta. (Miettinen 1993, 29; Haverila ym. 2009, 353-354.)



KUVIO 7 Tuotantomuodot (Haverila ym. 2009, 354)

Tuotteen mukaan tuotanto voidaan jakaa tilaustuotantoon ja vakiotuotantoon. Tilaustuotannossa asiakkaalla on mahdollisuus vaikuttaa tuotteen rakenteeseen ja ominaisuuksiin. Tuotteen tarkat tiedot ja spesifikaatiot määräytyvät tilauksen perusteella. Tuote määritellään tilaustuotteeksi, jos siitä edes pieni osa suunnitellaan ja toteutetaan asiakaskohtaisesti. Vakiotuotannossa tuotteen konstruktio pysyy samana ostajasta riippumatta, joten tuotteen valmistuksen aloittaminen ei vaadi tuotesuunnittelua. Vakiotuotannossa asiakkaalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin tai rakenteeseen. Kulutustavarat ovat pääasiassa vakiotuotteita, kuten autot ja tietokoneet. Vakiotuotteina voidaan pitää myös tuotteita, jotka ovat asiakaskohtaisesti valmistettavia tuotteita, joiden konstruktio ja perustiedot ovat olemassa. Monista vakiotuotteista on olemassa monia variaatioita, jotta niitä ei voida varastoida tai se on mahdotonta. Tällöin voidaan varastoida tuotteen puolivalmisteita, joista voidaan tilausohjautuvasti valmistaa asiakkaan haluama tuote. (Miettinen 1993, 29-30; Haverila ym. 2009, 353-354.)

Valmistusaloitteen mukaan tapahtuva jako voidaan tehdä asiakas- ja varasto-ohjautuvan tuotannon välille. Asiakkaan tilauksen perusteella tulevaa valmistusaloitetta sanotaan asiakasohjautuvaksi tuotannoksi. Asiakas pystyy silloin vaikuttamaan paljon tuotteen lopulliseen toimitusajankohtaan ja konstruktioon. Tuotteen konstruktio määritellään vasta tilausvaiheessa, minkä takia tuotetta ei voida valmistaa varastoon. Vakiotuotteita voidaan kuitenkin valmistaa asiakasohjautuvasti, jos läpäisy aika on lyhyempi kuin asiakkaan vaatima toimitusaika. Tilaus-toimitusprosessin nopeuttaminen luo mahdollisuudet valmistaa vakiotuotteita asiakasohjautuvasti. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa valmistusimpulssi tulee, kun tuotteiden varastomäärä laskee alle tietyn rajan. Tuotannossa valmistusaloite syntyy tuotevaraston täydennystarpeen perusteella. Vakiotuotteet ovat yleensä varasto-ohjautuvia, jotta ne saadaan nopeasti asiakkaalle. (Miettinen 1993, 29-30; Haverila ym. 2009, 353-354.)

Tuotantoprosessin jatkuvuuden mukaan voidaan jakaa tuotantomuoto yksittäistuotantoon, sarjatuotantoon ja yhtenäistuotantoon. Yksittäistuotannossa tuotteet valmistetaan asiakkaan tilauksen mukaan yksi kerrallaan. Suunnittelun osuus on suuri, jolloin suunnitteluprosessin tuottavuuteen on kiinnitettävä runsaasti huomiota. Sarjatuotannossa pyritään valmistamaan tuotteita mahdollisimman isoissa erissä, jotka toistuvat säännöllisin väliajoin, mikä johtaa näennäisesti alhaisiin valmistuskustannuksiin. (Haverila ym. 2009, 355.)

Yhtenäistuotannolla tarkoitetaan saman tai lähes saman tuotteen valmistamista pitkähkön ajan tuotannon käynnistämisestä lähtien, ja tuotanto kulkee ”virtana”(Miettinen 1993, 30). Yhtenäistuotannossa tuotteet valmistetaan varta vasten suunnitellussa valmistusjärjestelmässä, mutta tuotannossa voi olla samanaikaisesti vain yhtä tuotetyyppiä. Tuotanto voidaan jaotella kahteen eri tuotantomuotoon: prosessi- ja suursarjatuotantoon. Prosessituotannossa ei voida erottaa erillisiä kappaleita vaan kappaleet virtaavat vaiheesta toiseen. Suursarjatuotannossa valmistetaan kappaletavaroita jatkuvassa tuotantoprosessissa, esimerkkinä virvoitusjuomateollisuus. (Haverila ym. 2009, 355.)

5 TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT

Tietotekniikkaa on käytetty jo noin 1970-luvulta lähtien tuotannosuunnitteluun ja ohjaamiseen. MRP (material resource planning) oli ensimmäinen suunnitteluohjelma ja alun perin nimensä mukaisesti materiaalin tarvelaskennan suunnitteluohjelma, jonka avulla voitiin purkaa lopputuotteiden ajoitetut tarpeet eri materiaalinimikkeiden ajoitetuksi tarpeeksi. MRP kerää tietoja tuoterakenteilta ja nimikkeiden varastotiedoista ja nimikkeiden täydennyseristä ja läpäisyajoista. MRP-ohjelmien ydinajatus on edelleen käytössä ja ne ovat pohjana nykyisissä ERP-toiminnanohjausjärjestelmissä. (Karjalainen ym. 2001, 10.)

5.1 ERP-toiminnanohjausjärjestelmä

Nykyään lähes kaikilla yrityksillä on käytössään toiminnanohjausjärjestelmä, jota siis yleisesti kutsutaan ERP-järjestelmiksi: Yrityksen resurssien suunnittelu (Enterprise resource planning) perustuu edellä mainittuihin MRP/MRP2 ohjausjärjestelmiin. ERP-järjestelmällä voidaan ylläpitää yrityksen perustietoja ja tapahtumatietoja. ERP:llä pystytään hoitamaan yrityksen eri toimintojen vaatimat osa-alueet, kuten tiedonhallinta, suunnittelu ja tuotannonohjaus.

Toiminnanohjauksessa ja tietojenhallinnassa tarvittavat atk-ohjelmistot löytyvät ERP-järjestelmästä. Toiminnanohjausjärjestelmien päätehtävänä on tietojen ylläpito, tapahtumatietojen hallinta, tietojen välitys organisaatioiden sisällä ja tilastointi ja raportointi. Suunnitelmien laadinta, tietojen keruu ja dokumenttien tuottaminen ovat tärkeitä osia ERP-järjestelmissä. (Haverila ym. 2009, 430.)

Pääasialliset hyödyt ERP-järjestelmissä ovat tietojenkäsittelyn tehostaminen, joka tarkoittaa, että kerran järjestelmään syötetty tieto on kaikkien käytettävissä ja sitä ei tarvitse luoda toistamiseen. Muita hyötyjä ovat eri toimintojen suunnittelu, resurssien käytön seuraaminen, nopeampi reagointi tapahtumiin, tilausten ja toimitusten parempi hallinta ja hankintojen tehokkaampi ohjaus. Haitat ERP-järjestelmissä liittyvät suoraan niiden vahvuuksiin. Kaiken kattava ohjausjärjestelmä on kallis, ja käyttöönotto vaatii pitkän ajan. Se on monimutkainen, ja ERP:n muuttaminen yrityksen omien tarpeiden mukaan on hankalaa ja kankeaa. (Haverila ym. 2009, 431.)

5.2 ERP-Levvyöörä Oy:ssä

Levvyöörä Oy:ssä oli käytössä Logican V10 (ERP) toiminnanohjausjärjestelmä. V10-järjestelmää käytettiin yrityksessä esimerkiksi tietojen keräämiseen tuotannosta, resurssien seurantaan ja tuotannonohjaamiseen. V10-Järjestelmä sisälsi kuviossa 8 olevat päätiedot jotka olivat jaettu sitten vielä pienempiin osiin, joista pystyttiin seuraamaan haluttuja resursseja. Esimerkiksi myynti vaiheessa saatu tilaus kirjattiin V10-järjestelmään, josta tilaus lähti eteenpäin tuotantoon. Tämän jälkeen V10-järjestelmän avulla voitiin seurata esimerkiksi eri työvaiheiden kuittauspisteitä, joista nähtiin, missä työvaiheessa tilaus eteni. Eri resurssien materiaalien saldojen seuraaminen tapahtui myös V10-järjestelmän avulla. Kyseessä oli kaiken kattava toiminnanohjausjärjestelmä, jolla seurattiin kaikkea mahdollista, mutta kuten muissakin ERP-järjestelmissä, niin yrityksen omien tarpeiden mukainen muokkaaminen on edelleen kankeaa ja hieman hankalaa.



KUVIO 8. V10-järjestelmän päätiedot (Levvyöörä Oy 2013a)

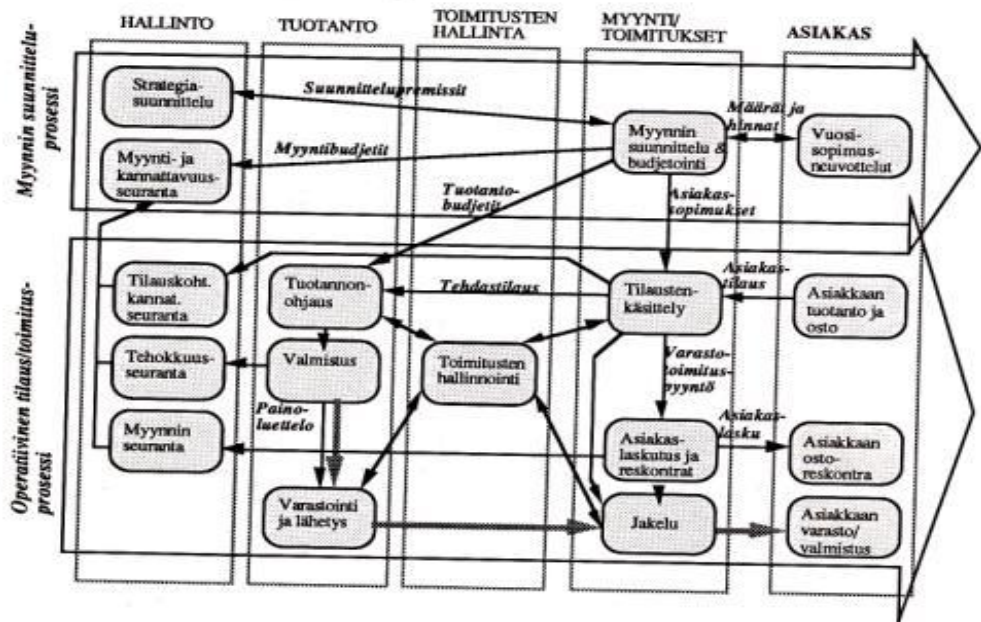
6 PROSESSIKUVAUS

Prosessikuvausta käytetään koko toimintoketjun laadun kehittämiseen, ei tarkastella vain yhtä tiettyä työvaihetta, vaan tarkastellaan kokonaiskuva.

Prosessikuvaus voidaan jakaa ydinprosesseihin ja aliprosesseihin. Ydinprosessit ovat yrityksen ja sen avainsidosryhmien toimintaa läpileikkaavia toimintoketjuja, jotka koostuvat aliprosesseista. Prosessikuvaus voidaan kuvata karkeasti prosessikartan avulla, joka kuvaa yrityksen ydinfunktiot ja niitä läpileikkaavat ydinprosessit. Prosessikartasta käy ilmi perustoiminnoissa ilmenevät rajapintojen perusongelmat ja asiakkaan tarpeista lähtevät toiminnot ja ohjaamiset.

Ydinprosesseja voivat olla esimerkiksi uusien tuotteiden kehittäminen, tilaus-toimitus, valmistus-hankinta -, myynninhallinta- ja asiakaspalveluprosessi. (Hannus 1993, 37.)

Kuviossa 9 on malli prosessikartasta, jonka pohjalta työni prosessikuvaus on tehty. Työssäni tarkastelen pyöränvalmistuksen tilaus-toimitusprosessia. Tilaus-toimitusprosessin avulla hallitaan materiaali- ja tietovirrat kokoketjussa sekä huolehditaan kaikista tehtävistä asiakastilauksen ja toimituksen välillä (Hannus 1993, 35).



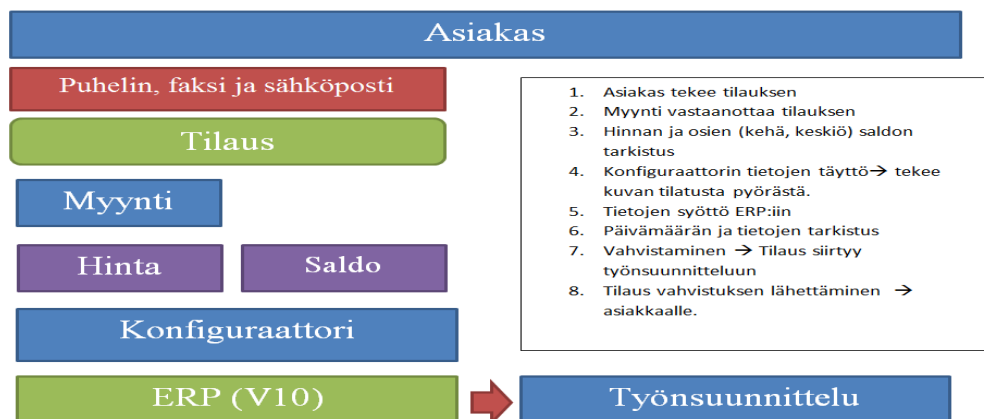
KUVIO 9. Yksinkertaistettu esimerkki paperin myynnin ja jakelun prosessikartasta (Hannus 1993, 35)

7 NYKYTILAN MÄÄRITYS

Nykytilan määrittäminen alkoi pyöränvalmistuksen eri työvaiheissa työskentelevien työntekijöiden haastattelulla. Haastatteluissa selvitin mitä eri työvaiheissa tehtiin ja kuinka tilaus eteni edellisestä työvaiheesta aina seuraavaan työvaiheeseen. Haastattelujen pohjalta laadin prosessikuvauksen pyöränvalmistuksesta. Liitteenä 1, 2 ja 3 ovat kuvat tuotteista, joita opinnäytetyöni käsittelee. Työkortit opinnäytetyössäni tarkoittavat samaa kuin työmääräimet.

7.1 Myynti

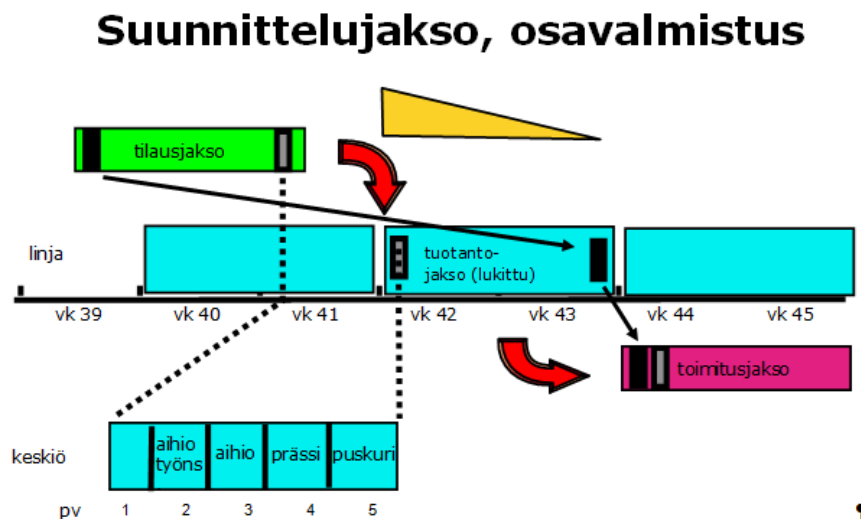
Myynti oli ensimmäinen työvaihe pyöränvalmistuksessa. Myynti-työvaiheessa vastaanotettiin pyörätilaus. Tilaus tuli sähköpostilla, puhelimella tai faksilla, jonka jälkeen aloitettiin tilauksen syöttö ERP-toiminnanohjausjärjestelmään. Käytössä oli massaräätälöinti periaatteessa esitelty konfiguraattori, jonka avulla tehtiin asiakkaan tilauksen mukainen pyörä. Konfiguraattoriin syötettiin asiakkaan haluamat pyöränominaisuudet, jolloin konfiguraattori loi tietojen perusteella 3D-mallin pyörästä. 3D-mallin valmistuttua syötettiin ERP-järjestelmään asiakkaan antamat loput tiedot, esimerkiksi asiakkaan haluama toimituspäivämäärä. Kehien ja keskiöiden saldon ja hinnan tarkistamisen jälkeen tilaus voitiin vahvistaa, jolloin tilaus meni ERP:ssä eteenpäin työnsuunnittelun ensimmäiseen vaiheeseen. Asiakkaalle lähetettiin vielä vahvistus tilatusta pyörästä sähköpostitse. Kuviossa 10 on pääpiirteet tilausprosessista.



KUVIO 10. Tilausprosessi.

7.2 Työsuunnittelun ensimmäinen vaihe

Pyöränvalmistuksen työsuunnittelun ensimmäisessä vaiheessa työsuunnittelija saa ERP-järjestelmän kautta tiedon uudesta tilauksesta, kun myynti oli hyväksynyt tiedot järjestelmään. Tämän jälkeen tilaus vastaanotettiin ERP:stä ja katsottiin pyörätilauksessa olevien kehien ja keskiöiden saldot ja materiaalit. Seuraavaksi kuormitettiin tilauksessa olevat tuotteet, kuten kehä ja keskiö ERP-järjestelmän avulla tuotannon eri vaiheisiin. Tuotteet sijoitettiin tuotannon eri vaiheisiin riippuen siitä oliko tuotteita valmiina puolivalmisteverastossa vai jouduttiinko tekemään tuotteet aivan alusta asti. Kuormitus tapahtui pääasiassa viikon aikajakson periaatteella. Kuvion 11 mukaan, jos tilauksen pitää olla valmis kolmen viikon päästä, niin kuormitetaan keskiön rei'itys valmiiksi viikkoa ennen lähetystä, jolloin jää 2 viikkoa aikaa kokoonpanohitsata ja maalata pyörät. Tässä työvaiheessa tulostettiin työkortit kokoonpanohitsaukseen ja maalaukseen. Työkortit menivät seuraavaan työnohjausvaiheeseen.



KUVIO 11. Pyöränvalmistuksen viikon aikajakso -periaate (Levypyörä Oy 2013a)

7.3 Työsuunnittelun toinen vaihe

Työsuunnittelun toisessa vaiheessa otettiin työkortit vastaan ja katsottiin ERP-järjestelmästä, mitä kehiä ja keskiöitä oli varastossa, ja laitettiin tilaukset, joihin osat olivat valmiina kokoonpanohitsaukseen ja siitä maalaukseen. ERP:ä käytettiin vain osien (keskiö, kehä) valmistumisen seuraamiseen. Työkortit laitettiin eteenpäin tuotantoon, sitä mukaan kun keskiö ja kehä olivat valmiina. Työkortit menevät niin sanotusti ohi ERP-järjestelmän, mikä taas vaikeuttaa kokoonpanohitsauksen ja maalaamon ERP:iin sijoitettujen työjonojen reaaliaikaista seuraamista. Työkortit ohjaavat siis toimintaa sen mukaan, mitkä keskiöt ja kehät ovat valmiina. Tuotantoa kuormitetaan jatkuvasti, mutta ei välttämättä kustannustehokkaasti tai asiakkaan haluaman tilauspäivämäärän mukaan. Tilaus nimikkeiden suuren määrän takia ohjaaminen on haastavaa ja aiheuttaa sekaannusta.

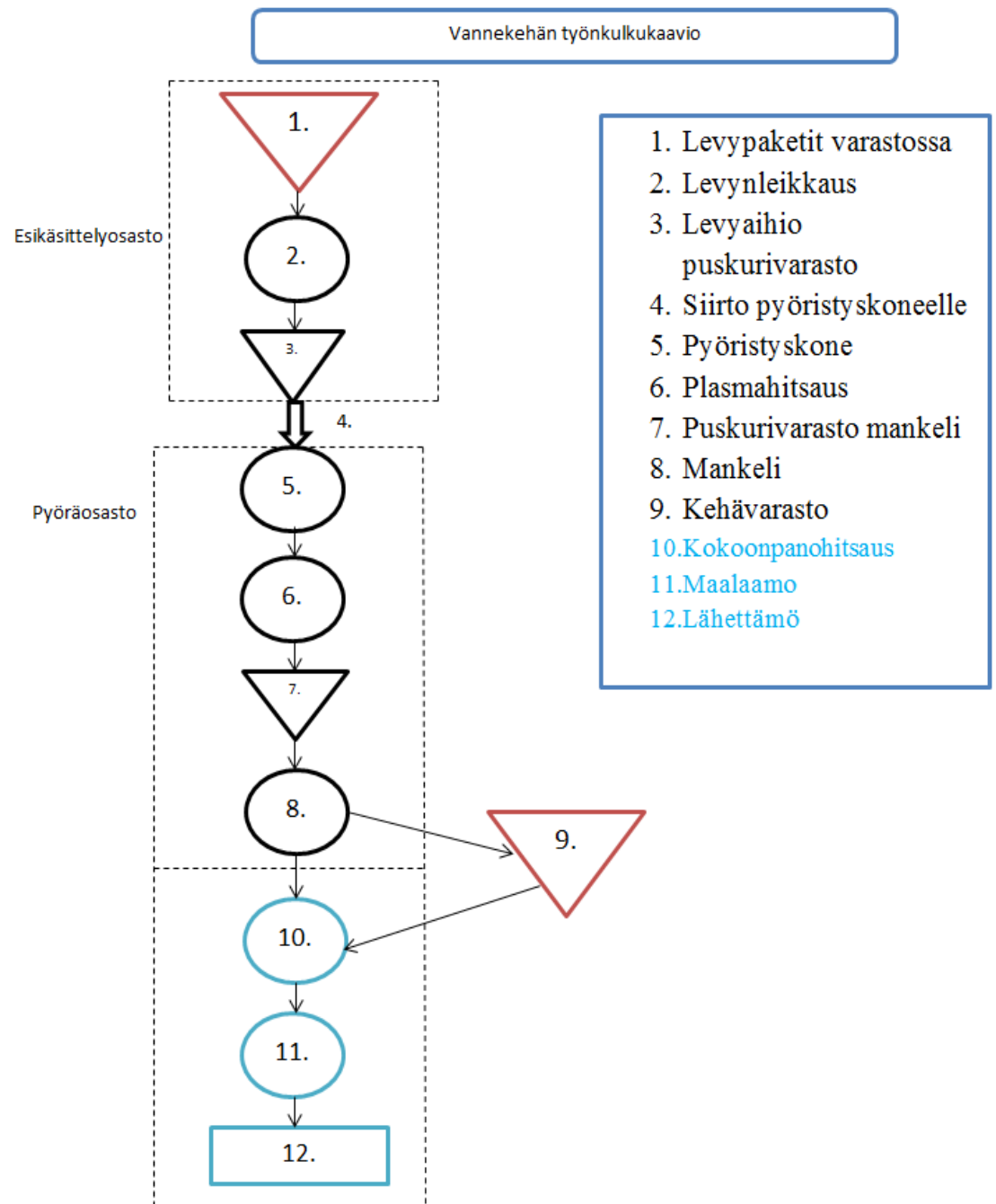
7.4 Tuotanto

Tuotannossa tilauksesta saatiin tieto, joko työkorteista tai ERP-järjestelmästä, kun työsuunnittelija oli kuormittanut työn halutulle päivämäärälle ja lisännyt työt työjonoon. Pyöränvalmistuksen tuotanto on jaettu kahteen eri valmistuslinjaan: kehän ja keskiön valmistukseen, sekä lisäksi on säädettäviä pyöriä, joihin kuuluu korvavevy ja korvakelatta. Vielä lisäksi ovat pyörään saatavat lisäosat, kuten reunavahvike ja venttiilinsuojus.

Käyn seuraavaksi läpi erikseen vannekehän ja keskiön valmistuksen yleisellä tasolla työnkulkukaavioiden avulla. Korvakelevyn tai latan ja reunavahvikkeen työnkulkukaaviot ovat liitteessä 4.

7.4.1 Kehän valmistus

Työnkulkukaaviosta saadaan selville eri työvaiheet ja sitä käytetään yleensä valmistusjärjestelmän suunnittelun perustana. Työssäni käytin työnkulkukaavioita havainnollistamaan eri tuotannonvaiheet ja nykytilanteen kehän ja keskiön valmistuksessa.



KUVIO 12. Kehän työnkulkukaavio

Kehän valmistus alkaa kuvion 12 mukaan levyjen leikkaamisella, johon työntekijä saa tiedon ERP-järjestelmän työjonosta tai mankelin ajolistasta. Tämän jälkeen levyaihiot siirtyvät puskurivarastoon tai suoraan pyörästykoneelle.

Pyörästykoneella aihioista tulee ympyrälieriö, joka on vannekehän aihio. Seuraava vaihe on plasmahitsaus, jossa vannekehäaihion pituussauma hitsataan koko pituudeltaan. Tämän jälkeen hitsattu kehäaihio siirtyy mankelinpuskurivarastoon ja siitä edelleen mankelille. Mankelilla vannekehäaihio muokataan rotaatiovalssausmenetelmällä halutunlaiseksi kehäksi. Tämän jälkeen kehät siirtyvät kokoonpanohitsaukseen tai puolivalmisteverastoon.

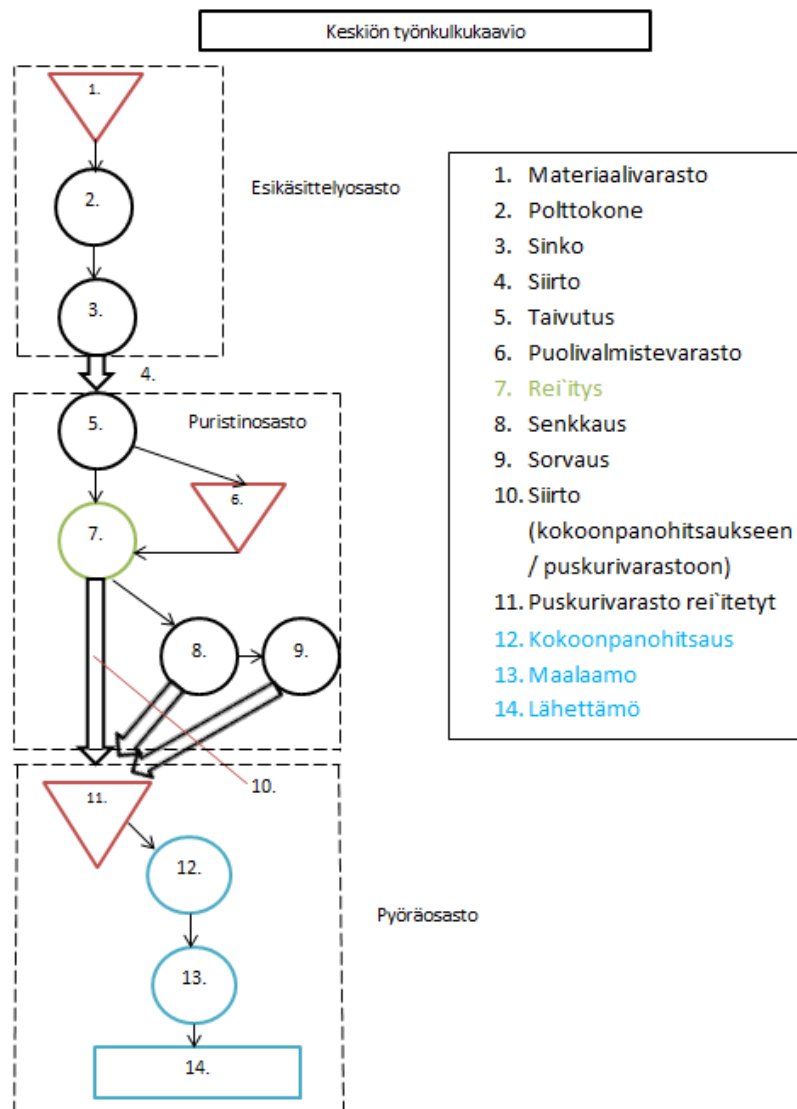
Kokoonpanohitsauksessa kehä ja keskiö hitsataan toisiinsa tai mahdolliset lisäkomponentit kuten säädettävissä pyörissä kehä ja korvakelevy tai latta ja mahdollisesti vielä reunavahvike. Kokoonpanohitsauksen jälkeen tulee maalaus, jossa pyörä saa asiakkaan määrittelemän värin. Tämän jälkeen tulee pakkaus tai säädettävissä pyörissä kokoonpano ja sitten pakkaus.

Huomioitavana tuotannonohjauksen kannalta on mankelin ohjaaminen puolivalmisteveraston mukaan, eli varastoon on määritelty ABC-luokittelun mukaiset tilauspisteet ja eräkoot. Kehiä varastoidaan myös mankelin suurien asetusajkojen takia, jotta voidaan toimittaa myös pienempiä eriä kustannustehokkaasti. Mankeli ohjaa käytännössä kaikkia edellisiä työvaiheita. Muutenkin tuotantolinja on suoraviivainen ja ohjauksen kannalta helpottavaa, että eri työvaiheissa ei tehdä muita tuotteita, pelkästään kehiä.

Tuotantomuotona kehän valmistus on sarjatuotantoa yhdistettynä varasto-ohjautuvaan tuotantoon. Varaston täydennysimpulssi ohjaa pääasiassa kehän valmistusta tai mahdollinen suuri (100kpl) tilaus, joka ajetaan tuotannon läpi sopivaan ajankohtaan. Tuotannonohjaus tapahtuu pääasiassa ERP:n kautta tai välillä perinteisten paperilistojen mukaan.

7.4.2 Keskiön valmistus

Keskiönvalmistus alkaa kuvion 13 mukaan polttokoneelta, jossa poltetaan keskiöaihiot. Tämän jälkeen keskiöaihiot sinkopuhdistetaan. Puhdistuksen jälkeen keskiöaihiot siirretään puristinosastolle odottamaan taivutusta. Taivutuksessa keskiöaihiot saa muotonsa, tämän jälkeen rei'ittämätön keskiö siirtyy ”sokeana” puolivalmisteverastoon. Varastosta rei'itetään keskiö asiakkaiden tilauksien mukaan, ja jos asiakas on halunnut senkkaus-tai sorvaustyön, niin ne tehdään myös tilauksen mukaan. Puristinosastolta valmiit rei'itetyt, senkatut ja (sorvatut) keskiöt siirtyvät puskurivarastoon tai kokoonpanohitsaukseen, jossa jo edellä mainittu kokoonpanohitsaus tapahtuu ja siitä edelleen maalaus, pakkaus ja lähetys.



KUVIO 13. Keskiön työnkulkukaavio

Huomioitavana on muiden tuotteiden teko samoilla osastoilla ja koneilla, mikä alkaa jo esikäsitteilyosastolla, jossa polttokoneella tehdään teräsrakennosia. Tämä jatkuu myös puristinosastolla, jossa tehdään paljon muitakin tuotteita, kuten esimerkiksi öljypohjia. Joudutaan tekemään kompromisseja eri työvaiheissa: pääasiassa kiireellisimmät työt ensin, eli tuotannonohjaaminen on haasteellisempaa ja hankalampaa. Muiden osastojen töiden teko samaan aikaan hidastuttaa keskiön valmistumista, mikä viivästyttää ja hankaloittaa koko pyöränvalmistusta.

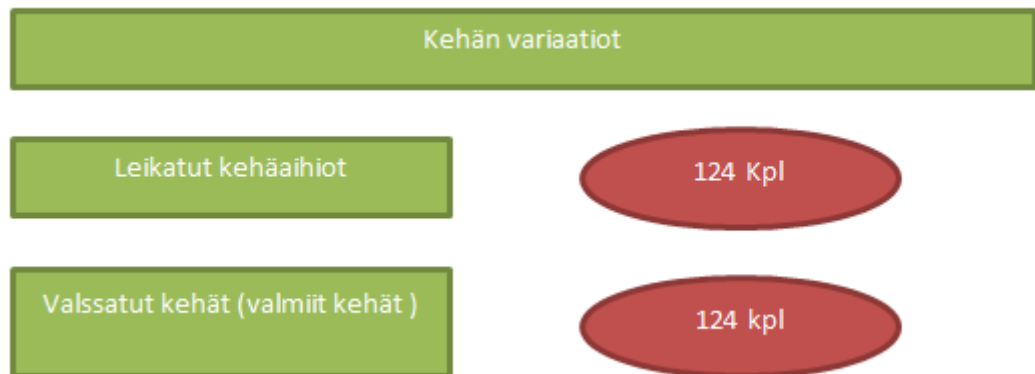
Tuotannonohjauksen kannalta keskiön valmistus toimii osittain samoin kuin kehän valmistus. Taivutus työvaihetta ohjaa puolivalmisteverasto, johon on määritelty ABC-analyysin mukaiset tilauspisteet ja eräkoot. Suuret tilaukset menevät tuotannon läpi sopivaan ajankohtaan. Taivutettuja keskiöitä varastoidaan myös taivutuspuristimen takia, koska sillä on pitkät asetusajat ja pyritään ylläpitämään kustannustehokkuutta.

Erona kehän ja keskiön valmistuksessa on asiakastilauksen kiinnityspiste. Kehä on valmiina varastossa, mutta keskiö voidaan rei'ittää, senkata ja (sorvata) vasta kun tilaus on vahvistettu. Tämä tarkoittaa sitä että keskiö valmistuu myöhemmin kuin kehä, vaikka työjonoa ei olisi ollenkaan. Normaalitilanteessa työjono voi olla useamman päivän tai viikon pituinen.

Huomioitavaa kehän ja keskiön valmistuksessa on saada kehä ja keskiö valmistumaan ”samanaikaisesti”, jotta voitaisiin ohjata tuotantoa kustannustehokkaasti myös myöhemmissä työvaiheissa. Tämän avulla voitaisiin suunnitella tuotantoerät paremmin ja ohjata kokoonpanohitsausta ja maalaamaa tehokkaammin.

7.5 Kehävariaatiot

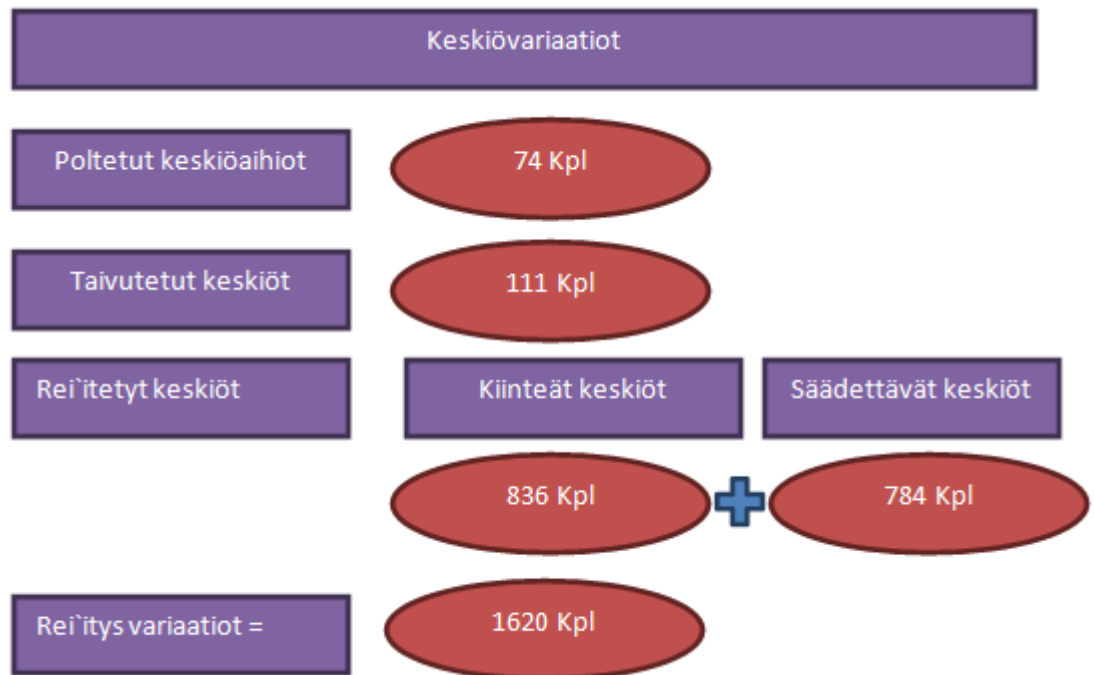
Tarkastelin ERP-järjestelmässä käytössä olevien aktiivisten kehien ja keskiöiden eri nimikkeiden määriä. Kuviosta 14 ilmenee tämän hetkiset eri kehävariaatioiden määrät. Keskiön reitityksessä huomioitavana on, että reitityksien määrä kasvaa noin 200 nimikkeellä kuukaudessa. Variaatioiden määrällä pyrin havainnollistamaan prosessikuvauksen pohjalta tehtyjä päätelmiä.



KUVIO 14. Kehän variaatiot

Kehän variaatiot eivät kasva leikattujen aihoiden jälkeen, eli teoriassa asiakkaalla on vara valita noin 124 erilaisesta kehästä. Tämä tarkoittaa edellä mainitun puolivalmisteveraston ohjaamista tarkasti, johon on määritelty ABC-analyysin mukaiset tilauspisteet ja eräkoot. Varastoitavien kehien määrä tulisi tarkastaa useasti, jotta varastoitavien kehien ja vaihto-omaisuuden määrä ei pääsisi kasvamaan liian isoksi.

7.6 Keskiövariaatiot

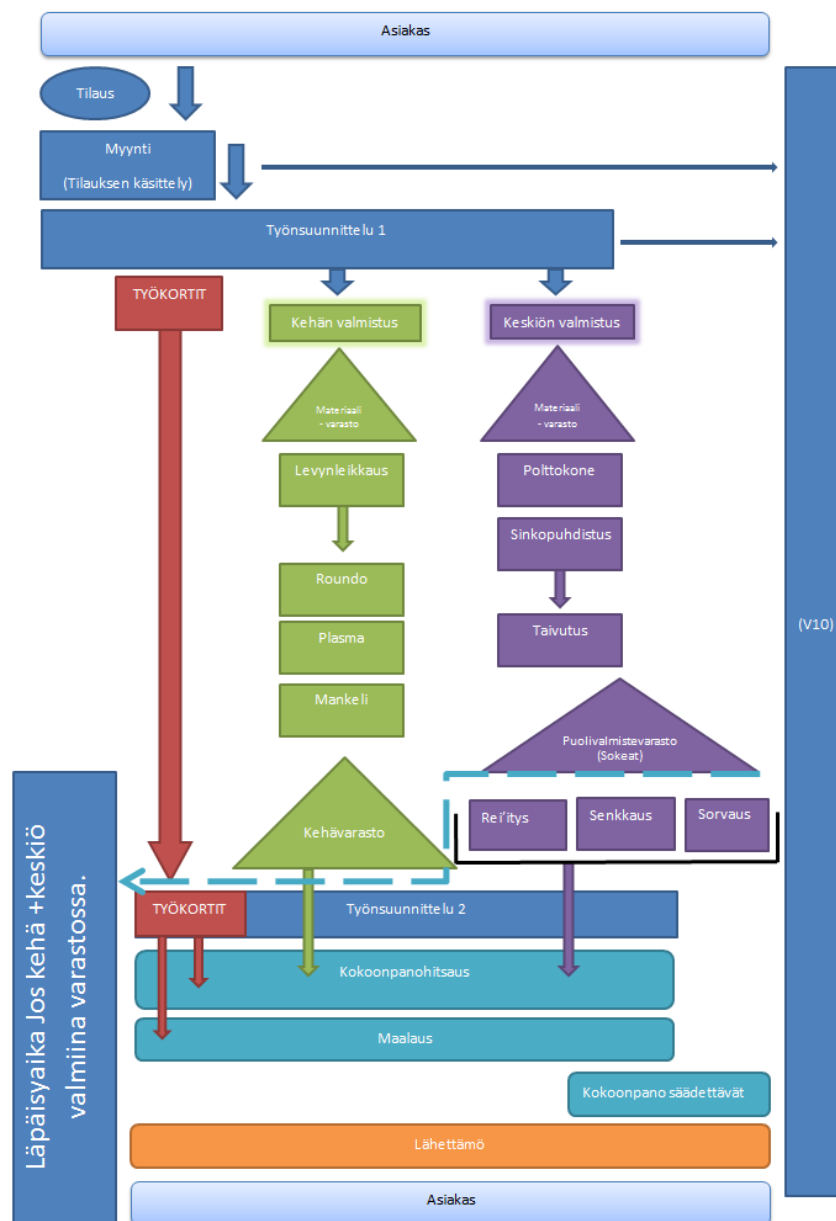


KUVIO 15. Keskiövariaatiot

Kuviosta 15 käy ilmi, kuinka monta keskiöaihiota on käytössä, keskiöaihiosta voidaan taivuttaa tietty määrä keskiöitä. Taivutuksen jälkeen keskiö voidaan rei'ittää ja eri rei'itysten variaatioiden määrä kasvaa rajusti. Tämän takia ei voida varastoida valmiita rei'itettyjä keskiöitä, koska variaatioiden määrä kasvaa useampaan tuhanteen. Teoriassa ja käytännössäkin asiakas voi tilata millaisen rei'ityksen tahansa, joten varastoiminen ei ole mahdollista. Tämän takia rei'ityksen ohjaamiseen täytyy keskittyä tarkasti, koska se on keskiön ja pyöränvalmistuksen ensimmäinen työvaihe, joka tehdään asiakkaan tilauksen mukaan.

8 TILAUS-TOIMITUSKETJUN PROSESSIKUVAUS

Tarkastelen kuvion 16 mukaista pyöränvalmistuksen tilaus-toimitusprosessia yleisellä tasolla, kuviosta 16 ilmenee kaikki pyöränvalmistuksessa läpikäytävät työvaiheet. Tärkeä osa pyöränvalmistuksessa on ERP-järjestelmä, jota käytetään kaikissa työvaiheissa. Kuviosta 16 nähdään myös vaiheet, jotka ovat jäljellä tilanteessa, että kehä ja keskiö ovat valmiina varastossa. Näin ollen jäljellä olevista työvaiheista muodostuu läpäisy aika. Tähän läpäisy aikaan pääsemiseksi on tärkeää, että puolivalmisteverastoja ohjataan tarkasti ja saldot varastoissa pitävät paikkansa.



KUVIO 16. Tilaukset-toimitusketjun prosessikuvaus pyöränvalmistuksessa

Työnkulkukaavioiden ja prosessikuvauksen pohjalta selvitin mitä toiminnanohjausperiaatetta käytetään, käytössä olevat tuotantomuodot sekä mahdollisia ongelmakohtia mikäli niitä esiintyi.

8.1 Toiminnanohjausperiaatteiden selvitys

Toiminnanohjausperiaatteeltaan pyöränvalmistus on massaräätälöintiä, jossa keskiöitä ja kehä valmistettiin sarjatuotantona tiettyyn tuotannon vaiheeseen asti, jonka jälkeen tuotteet räätälöidään asiakkaan tilauksen mukaan. Myynnissä oli käytössä massaräätälöintiin sopiva konfiguraattori, jolla pystyttiin nopeasti tekemään asiakkaan tilauksen mukaiset tilausyhdistelmät. Tuotevariaatioita on paljon, mikä viittaa osaltaan massaräätälöintiin.

Räätälöityjä tuotteita ei voida varastoida valmiina suuren variaatiomäärän takia. Tähän on vastattu tekemällä tuotteita puolivalmisteverastoihin, joista voidaan nopeammin räätälöidä tilauksen mukainen tuote. Räätälöintivaiheet on myös rajattu tiettyihin tuotannonvaiheisiin, mikä edesauttaa kustannustehokkuuden ylläpitoa. Kehän valmistuksessa räätälöinti on puolivalmisteverasto, josta asiakas voi valita haluamansa kehän. Keskiön valmistuksessa räätälöinti alkaa taivutetuista keskiöistä, joista asiakas valitsee sopivan keskiömallin, johon tulee asiakkaan haluama ”uniikki” rei`itys, senkkaus ja (sorvaus). Tämän jälkeen tulee kokoonpanohitsaus, jossa valittu kehä ja keskiö hitsataan toisiinsa (kiinteäpyörä). Hitsausvaiheessa on mahdollista valita lisäosat, esimerkiksi reunavahvike. Viimeinen räätälöintivaihe on maalauksen värin valinta, eli vakiokomponentteja tehdään varastoon ja vakiokomponenteista asiakas voi valita haluamansa ja niistä räätälöidään asiakkaan haluamien ominaisuuksien mukainen pyörä. Näin ollen läpäisyajaksi muodostuu räätälöintiäika.

8.2 Käytössä olevat tuotantomuodot

Tuotantomuotoja on käytössä useita eli voidaan puhua sekatuotannosta. Käytössä on tuotteenmukaista jakoa eli vakio- ja tilaustuotantoa sekä valmistusaloitteen mukaista jakoa eli asiakasohjautuvaa ja varasto-ohjautuvaa tuotantoa.

Tuotantomuodoista yleisin oli vakiotuotanto eli keskiöitä ja kehiä valmistetaan vakiotuotteina puolivalmisteverastoon, eli on määritelty vakiotuotteita, mistä voidaan asiakkaan haluamien ominaisuuksien mukaan räätälöidä haluttu tuote. Keskiön ja kehän puolivalmisteverastot ohjaavat edellisiä vaiheita, eli lähettävät impulssin varaston täydennyserästä tätä kutsutaan siis varasto-ohjautuvaksi tuotannoksi. Tämän jälkeen tuotantomuoto muuttuu tilaustuotannoksi, koska asiakas voi vaikuttaa pyörän rakenteeseen ja pyörän ominaisuudet määräytyvät tilauksen perusteella, esimerkkinä keskiön rei`itys ja pintakäsittelyssä värin valinta.

8.3 Muut huomiot

TOC-teorian pohjalta analysoinkin työkulkukaavioiden, prosessikuvauksen ja haastattelujen pohjalta mahdollisia pullonkauloja, joihin kannattaisi kiinnittää huomiota. Tärkein työvaihe mielestäni on rei`itys, senkkaus ja (sorvaus) työvaihe keskiönvalmistuksessa, koska se on asiakastilauksen kiinnityspiste, joten sen ohjaamiseen täytyy keskittyä tarkasti. Seuraavia tarkasteltavia kohtia on keskiön valmistuksen taivutusvaihe ja kehänvalmistuksen mankelointivaihe, jossa huomioitavana on kyseisten vaiheiden ohjaaminen varastojen mukaan, eli tarkistaa ABC-luokkien mukaiset eräkoot ja tilauspisteet. Viimeisenä TOC-teorian pohjalta kokoonpanohitsauksen ja maalaamon ohjaaminen, kuinka mahdollistaa näiden työvaiheiden parempi tuotannonohjaaminen.

Prioriteettisääntöjen puuttuminen tai tarkistaminen on myös eräänlainen pullonkaula, näiden puuttuminen hankaloittaa ja hidastaa valintojen tekemistä niin myynnissä, työnsuunnittelussa, kuin tuotannossa.

9 KEHITYSEHDOTUKSET

Kehityskohteet rajasin nykytilamäärityksen ja prosessikuvauksen pohjalta viiteen eri osa-alueeseen: tuotevariaatioiden hallintaan, prioriteettisääntöjen tarkistamiseen, tuotannonohjauksen kehittämiseen, varastoinnin kehittämiseen ja TOC-teorian käyttämiseen prosessinkehityksessä. Lopuksi vielä pohditaan kuinka ohjata maalaamaa kustannustehokkaasti.

Tuotevariaatioiden hallintaan tulisi keskittyä tarkemmin ja mahdollisten tuoteperheiden luomiseen ja tuotteiden yleiskäyttöisyyden lisäämiseen mahdollisuuksien mukaan. Saataisiin vähennettyä ja yhdistettyä kehä- ja keskiövariaatioita ja näin parannettua hallittavuutta. Tuotevariaatioiden hallinnassa kannattaisi keskittyä eritoten yleiskäyttöisyyden lisäämiseen.

Prioriteettisäännöt tulisi tarkistaa niin tuotannossa, kuin muissa pyöränvalmistuksen työvaiheissa, jotta saadaan selkeämmin esille tärkeimmät prioriteetit, joiden mukaan toimittaisiin. Pystyttäisiin esimerkiksi säilyttämään tilauksista jonkinlainen järjestys. Tilausnimikkeitä on paljon, minkä takia mielestäni olisi tärkeää määrittää, mikä tilaus tehdään ensin, jotta ei sotkettaisi tilausjärjestystä sattumanvaraisesti, mikä taas aiheuttaa päänvaivaa niin tuotannossa, kuin työnsuunnitteluvaiheessa. Esimerkkinä mikä työ tehdään ensin? Tehdäänkö asiakkaan haluaman päivämäärän mukaan, vai tehdäänkö kustannustehokkaasti? Prioriteettisäännöt pitäisi tarkastaa ja miettiä uudelleen sekä päivittää menetelmätapohjeeseen. Muistuttaa prioriteettisäännöistä eri pyöränvalmistuksen työvaiheissa.

Tuotannonohjauksen kehityksessä tulisi kiinnittää huomiota hienosuunnittelun käyttöönottoon. Hienosuunnittelun avulla tiedettäisiin paremmin ja tarkemmin työjonot ja työjonoista voitaisiin määritellä paremmin läpäisyäikää.

Hienosuunnittelun avulla voitaisiin seurata tarkemmin tilauksien valmistumista, juuri työjonoista. Tämän avulla reaaliaikainen seuraaminen voisi olla mahdollista. Seuraavana kehityskohteena olisi työkorttien tarpeellisuuden tarkistaminen. Työkortit menevät ohi ERP:n, joka aiheuttaa sekaannusta ja työjonojen ylläpito on hankalaa. Mahdollisesti työkortit voitaisiin siirtää kokonaan ERP-järjestelmään tai pitää edes työkorttien mukaista järjestystä ERP:ssä. Työkorttien tulostuskohtaa

voitaisiin mahdollisesti siirtää työnsuunnittelun toiseen vaiheeseen, jolloin voitaisiin tulostaa työkortteja sitä mukaan, kun keskiö ja kehä ovat valmiina ja näin parantaa työjonojen määrittämistä ja seuraamista reaaliajassa. Tämä parantaisi lähinnä kokoonpanohitsauksen ja maalaamon työjonojen seuraamista ja kuormittamista ja näin ollen saataisiin esimerkiksi nopeammin tieto mahdollisista saldovirheistä.

Varastojenohjaaminen ja varastopaikkojen määrittäminen on mielestäni tärkeää, koska pyöränvalmistuksessa tehdään paljon puolivalmisteita.

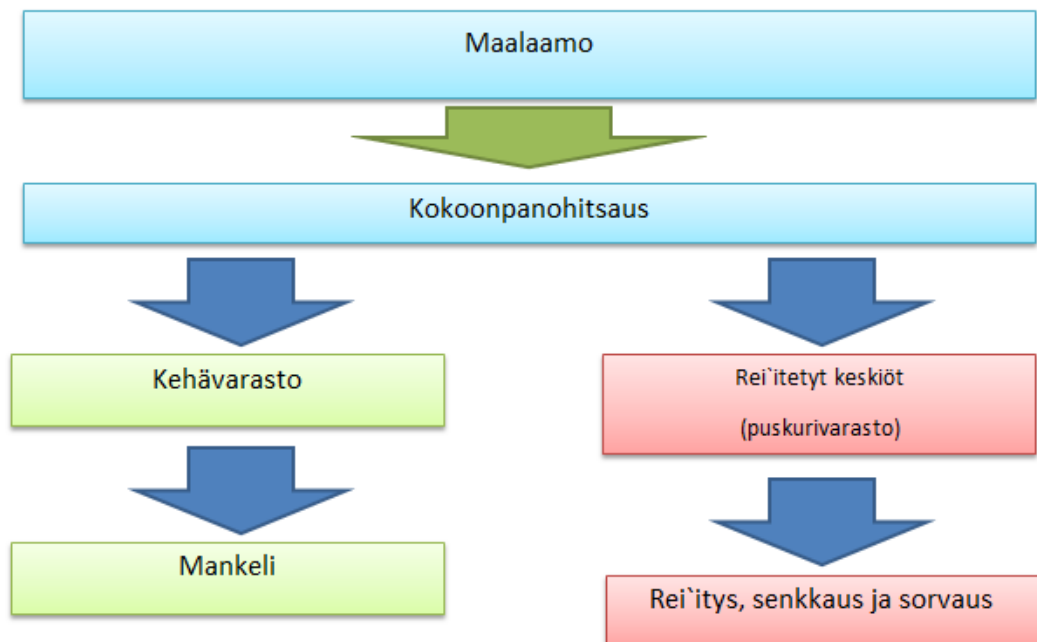
Puolivalmisteverastojen ohjaamisen lisäksi materiaalivaraston ohjaaminen täytyisi ottaa huomioon entistä tarkemmin. Pitäisi tarkistaa ABC-analyysin mukaiset eräkoot ja tilauspisteet, jotta ei varastoitaisi ”turhaan” esimerkiksi C-luokan tuotteita, jotka vievät tärkeimmiltä A-luokan tuotteilta varastointitilaa.

Varastopaikkojen olemassaolo ei pelkästään riitä vaan tulisi myös käyttää sovittuja eräkoja ja tilauspisteitä sekä päivittää aika ajoin eräkoja ja tilauspisteitä ABC-analyysin pohjalta. Puolivalmisteiden ja materiaalien varastosaldon seuraamista ja päivittämistä tulisi kehittää. Esimerkiksi tarkistaa useammin manuaalisesti ja kenties määritellä tarkistusväliä menetelmätaohtjeeseen, jotta pystyttäisiin välttämään perussaldovirheet, joita aina välillä ilmenee.

Kehitys-periaatteena voitaisiin käyttää TOC-teorian mukaista esteiden määrittämistä, jota voisi soveltaa esimerkiksi keskiön valmistuksenohjaamiseen. Kuormitetaan esteitä tarkasti ja kustannustehokkaasti ja muita vaiheita ohjata ”esteen mukaan”. Keskiön valmistuksessa keskittyä tarkemmin rei`ityksen, senkkauksen ja (solvauksen) ohjaamiseen, jotta voitaisiin ohjata kokoonpanohitsausta ja maalaamoja kustannustehokkaammin. Keskiön rei`itystä tulisi ohjata kustannustehokkaasti eli yhdistellä mahdollisesti samoilla työkaluilla tehtäviä rei`ityksiä ja näin vähentää asetusajoja. Rei`itys täytyisi saada reilusti edelle, jotta voitaisiin panostaa lopputuotannonohjaukseen.

Pohditaan maalaamon ohjaamista kustannustehokkaasti värien mukaan. Mitä se teoriassa tarkoittaisi? Kuviossa 17 havainnekuva tilanteesta. Maalaamon ohjaaminen värien mukaan tarkoittaisi kokoonpanohitsauksen ohjaamista maalaamon mukaan, jolloin taas kokoonpanohitsaus ohjaisi edellisiä vaiheita.

Kehän pitäisi olla varastossa, joten kehä voidaan valita maalaamon värin mukaan kokoonpanohitsaukseen. Keskiö taas ei ole valmiina puskurivarastossa ennen kuin se on rei'itetty, senkattu ja (sorvattu). Jotta voitaisiin oikeasti ohjata kokoonpanohitsausta, niin rei'itystä pitäisi ohjata värien mukaan, mikä taas ei ole kustannustehokasta rei'ityksen kannalta. Toinen vaihtoehto on kuormittaa rei'itys hetkellisesti niin sanotusti yli, jotta saataisiin kertymään valmiiksi rei'itettyjen, senkattujen ja sorvattujen puskurivarasto, josta voitaisiin valita isompi erä samoilla väreillä tulevia pyöriä kokoonpanohitsaukseen ja siitä maalaukseen. Hyödyt maalaamon ohjaamisesta värien mukaan olisivat esimerkiksi, että värien vaihtoa olisi vähemmän, jolloin värien hukka pienenesi sekä tämä vähentäisi myös asetusaikaa eli maalaamon kustannustehokkuus nousisi.



KUVIO 17. Maalaamo tuotantoa ohjaavana tekijänä

Kehitysehdotusten pohjalta jää yritykselle pohdittavaa, mikä on tärkein asia tuotannonohjauksen kannalta? Onko se kustannustehokkuus, toimitusvarmuus vai vaihto-omaisuuden minimointi? Pohdittavaksi jää yritykselle tuotannon eri vaiheisiin määriteltävät prioriteetit, jota tavoitellaan, jotta päästäisiin kaikkien kannalta joustavaan ja tehokkaaseen lopputulokseen.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli tilaus-toimitusketjun prosessikuvaus, jolla haluttiin tarkastaa ja selventää, mikä on Levypyörä Oy:n pyöränvalmistuksen nykytilanne. Nykytilanteen määrittämisen lisäksi haluttiin tarkastella prosessia toiminnanohjauksen kannalta.

Opinnäytetyön tekeminen alkoi palaverien pohjalta, jolloin aihe päätettiin. Alkuun päästiin teorian selvittämisellä ja työntekijöiden haastattelemisella. Haastattelut sujuivat hyvin, koska olin jo aiemmin työskennellyt kyseisessä yrityksessä. Työn laajuus ja kokonaisuuden hahmottaminen oli haasteellisin osuus, koska pyöränvalmistuksen kuului monta työvaihetta. Liian tarkka tarkastelu oli ongelmana ajoittain, tarkasteltiin yksittäisiä ongelmakohtia turhan tarkasti. Myöhemmin opinnäytetyön edetessä rajattiin opinnäytetyö tarkemmin ja päädyttiin tarkastelemaan pyöränvalmistusta toiminnanohjauksen kannalta.

Nykytilanne pyöränvalmistuksessa oli hyvällä tasolla ja tavallaan pienillä tarkennuksilla se voisi toimia vielä paremmin. Kehitysehdotuksien tarkoituksena oli selkeyttää yleisellä tasolla kohtia, joihin kannattaa kiinnittää huomiota jatkossa.

Nykytilanmäärittäminen ja tilaustoimitusketjun prosessikuvaus saatiin tehtyä ja Levypyörä Oy sai tarpeelliset tiedot nykytilanteesta ja lisätietoa mahdollisista kehitysehdotuksista. Opinnäytetyön pohjalta saatiin tarvittavat lisätiedot menettelytapaohjeen päivittämiseen, joka oli opinnäytetyön päätavoitteena.

LÄHTEET

Ahoniemi, L., Mertanen, M., Mäkipää, M., Sievänen, M., Suomala, P. & Ruohonen, M. 2007. Massaräätälöinnillä kilpailukykyä. Helsinki: Kopio-Niini Oy.

Hannus, J. 1993. Prosessijohtaminen. Jyväskylä: Gummerus.

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

Karjalainen, J., Blomqvist, M. & Suolanen, O. 2001. Kehittyvä toiminnanohjaus. Vantaa: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Karjalainen, T. & Karjalainen, E. 2000. Laatujohtamisoppien (TQM) soveltaminen PK-yritykseen. Hollola: Salpausselän Kirjapaino Oy.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY – kirjapainoyksikkö.

Levvyöry Oy 2013a: Levvyöry Oy [Viitattu 29.3.2013]. Saatavissa: Levvyöry Oy:n intranetistä

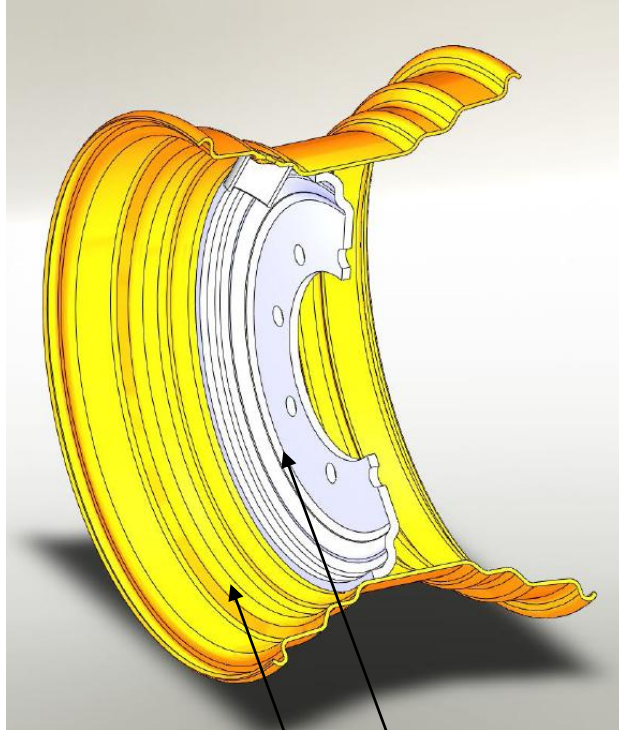
Levvyöry Oy 2013b: Levvyöry Oy [Viitattu 29.3.2013]. Saatavissa: <http://www.levvyora.fi/fi/etusivu>

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

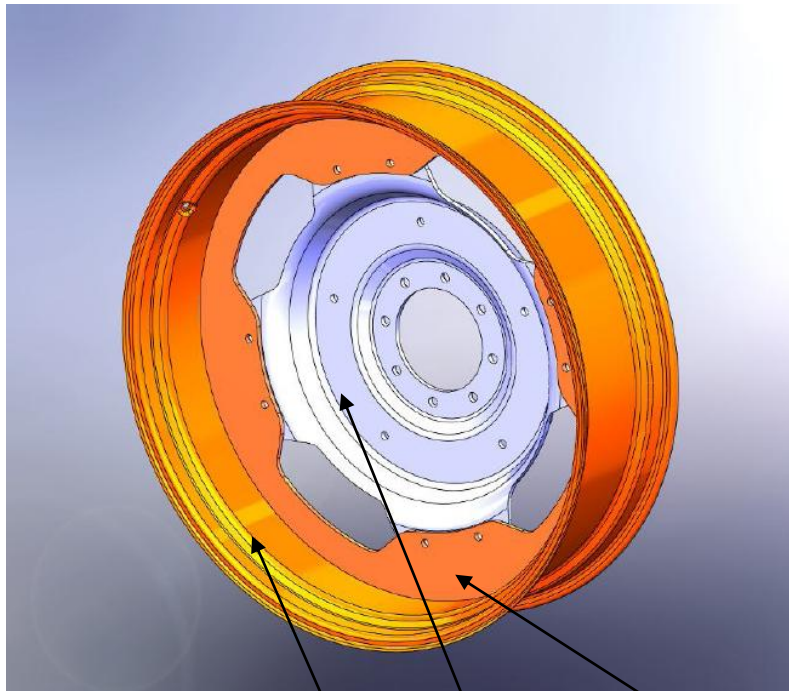
Soronen, O. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyötäisessä tuotannossa. Saarijärvi: Gummerus.

LIITTEET

Liite 1. Kuvat kiinteistä ja säädettävistä pyöristä.

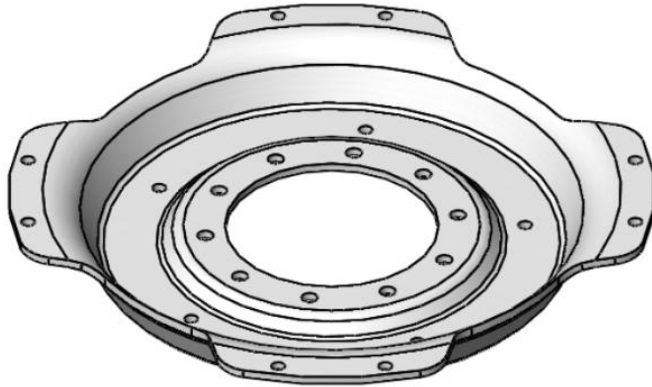


Kuvio 1. Kiinteäpyörä kehä + keskiö

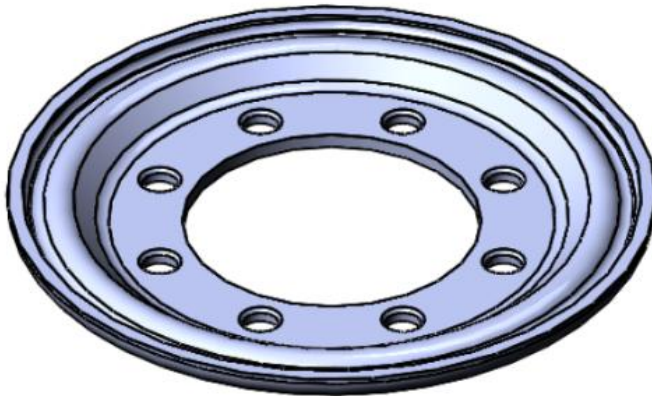


Kuvio 2. Säädettäväpyörä kehä + säädettäväkeskiö + korvakelevy (latta)

Liite 2. Kuvat keskiöistä.

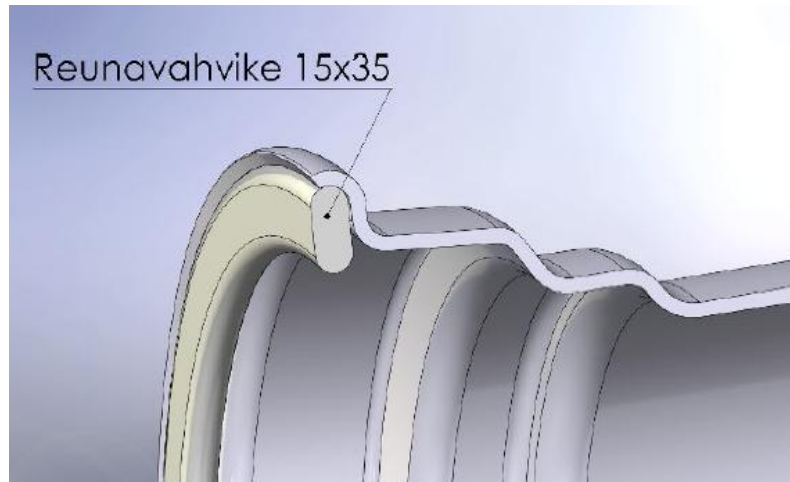


Kuvio 1. Rei'itetty säädettäväkeskiö

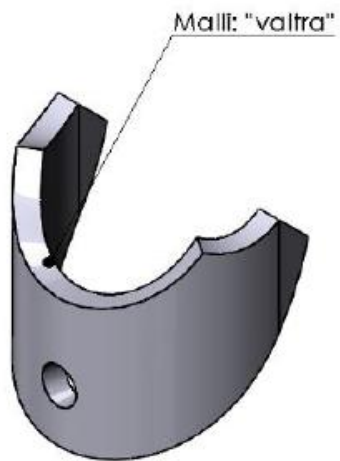


Kuvio 2. Rei'itetty kiinteäkeskiö

Liite 3. Kuvat lisäosista.

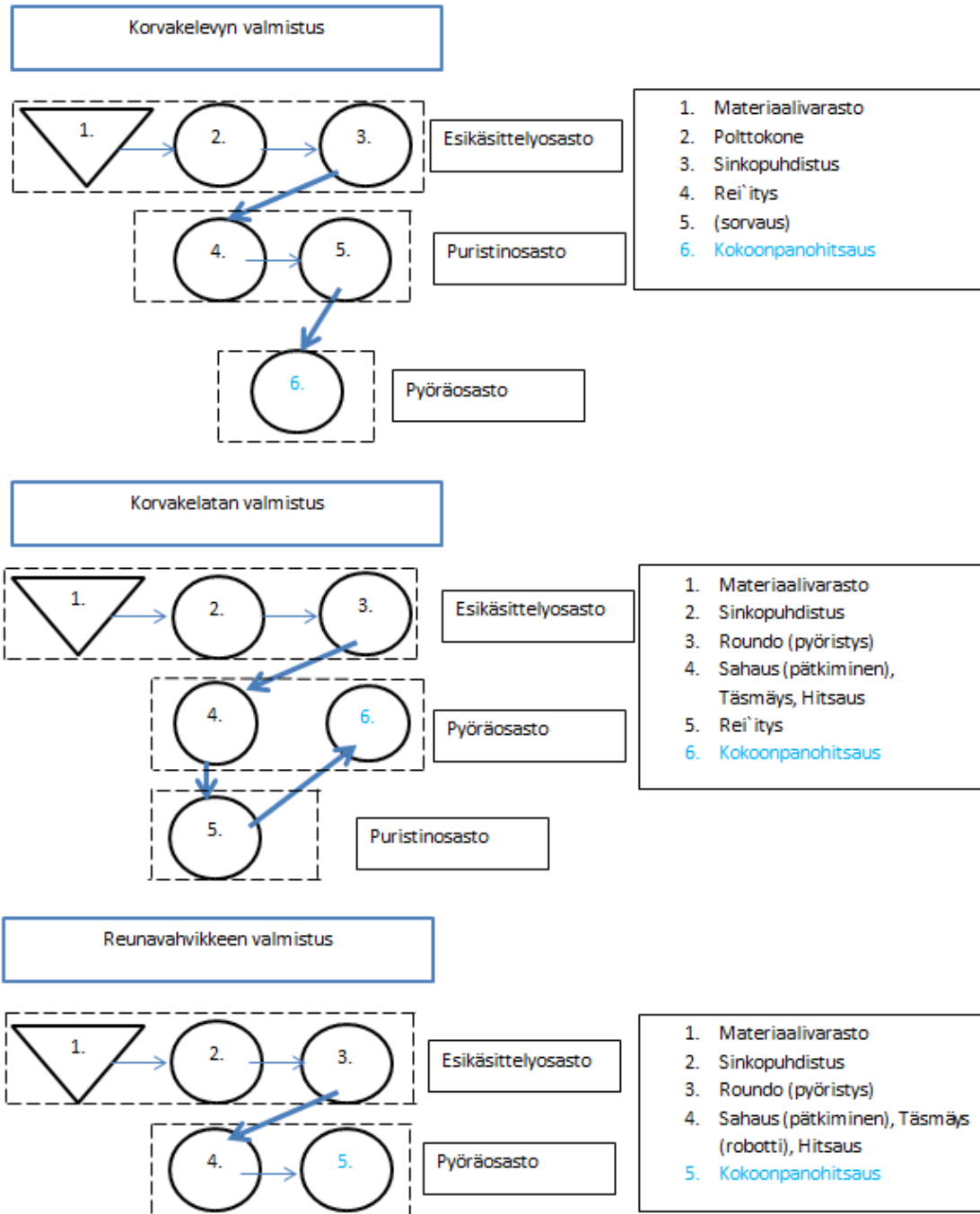


Kuvio 1. Reunavahvike



Kuvio 2. Venttiilinsuoja

Liite 4 Lisäosien työkulkukaaviot.



Kuvio 1. Lisäosien työkulkukaaviot