



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

SOHVAN RUNKOJEN MASSARÄÄTÄLÖINTI

Isku Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusoh-
jelma
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Kaj Kirkonpelto

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

KIRKONPELTO, KAJ: Sohvan runkojen massaräätälöinti

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 36 sivua, 0 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyön toimeksiantaja on Isku Oy ja opinnäytetyö käsittelee sohvan runkojen massaräätälöintiä sohvan runkotehtaan tuotannon näkökulmasta. Tämän opinnäytetyön tavoite on kuvata, miten modulaarisen tuotearkkitehtuurin ja joustavateknologian avulla voidaan vähentää varastonimikkeiden määriä ja tyydyttää asiakaskeskeisiä toiveita massatuotannon tehokkuudella. Viimeisten vuosien aikana asiakkaiden vaatimukset ovat muuttuneet nopeampaan toimitukseen, mutta myös asiakaskohtaisempaan palveluun. Tuotannossa tämä näkyy pienempinä valmistussarjoina ja yhtä aikaa valmistettävien tuotteiden suurena kirjona. Ongelmana tässä tutkimustyössä ei pidetä kuitenkaan tuotevariaatioiden määrää, vaan tuotearkkitehtuurista johtuvaa tuotteiden liian aikaista variaatiopistettä tuotannossa.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan, miten tuoterakenteet voidaan muuttaa modulaariseksi ja kuinka modulaarisen tuotearkkitehtuurin avulla tuotteiden variaatiopiste voidaan siirtää mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen. Pääsääntönä tässä opinnäytetyössä pidetään sitä, että mitä myöhäisemmässä vaiheessa tuotteet varioituvat asiakkaille, sitä vähemmän on arvoa tuottamatonta työtä ja sen tehokkaampaa on tuottaminen. Käytännössä tämä tarkoittaa tuotteiden moduulien ja komponenttimikkeiden yleiskäyttöisyyden lisääntymistä ja rakenteissa käytettävien materiaalien yhdenmukaistumista.

Tässä opinnäytetyössä kuvataan myös joustavan teknologian eli nestauskoneen vaikutusta tuotannon kuvaan. Nestauskoneen vaikutusta kuvataan prosessikaavioiden, mutta myös prosessikaavioita tarkempaa tietoa antavan VMS- arvovirtakuvausten avulla. Vaikka nestauskoneella on ominaisuus optimoida materiaalin kulutusta, tärkeämpänä ominaisuutena tässä lopputyössä pidetään kuitenkin nestauskoneen ominaisuutta poistaa arvoa tuottamatonta työtä.

Lopputuloksena tutkimustyössä päädytään siihen, että massaräätälöinti sopii Iskun tuotepereheellisille tuotteille erinomaisesti ja modulaarisella arkkitehtuurilla ja joustavalla teknologialla voidaan saavuttaa merkittävää hyötyä tuotannossa.

Avainsanat: massaräätälöinti, moduuli, modulaarisuus, Lean

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

KIRKONPELTO, KAJ: The mass customization of the sofa frames

Bachelor's Thesis in Production oriented Mechatronics, 36 pages, 0 pages of appendices

Autumn 2013

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with mass customization of sofa frames at the furniture factory of Isku oy. The goal of the thesis was to describe how to reduce the amount of inventory items with modular product architecture and flexible technology and how to combine customer-orientation with mass production efficiency. During the last years, customer requirements have changed towards faster delivery, but also more customer aimed service. This is reflected in the production of smaller production batches and at the same time a greater diversity of products. The objective of this thesis was not to study, the number of product variations, but the focus was on of the problem of the early variation point of the products resulting from the product architecture.

The thesis describes how the product structures can be made modular and how, with the help of the modular product architecture, the product variation point can be moved to a later stage. A general rule is that the later the variation point can be moved to, the more efficient the production becomes. In practice, this means that components and modules can be more universally used and there is more uniformity in materials.

The thesis also describes how flexible technology, in other words a nesting machine, affects the production. The effects of the nesting machine are described with process charts and VSM (Value Stream Mapping), which provides more detailed information about the production than process charts. The nesting machine has the ability to optimize material usage, but it is even more important that it eliminate unproductive work.

The study shows that mass customization is ideal for sofa production and mass customization and flexible technology could provide significant benefits in production.

Key words: mass customization, modularization, Lean

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset	2
1.2	Tutkimustyön lähtökohdat	2
2	ISKU OY	4
3	TUOTANNONOHJAUS JA KEHITYSKOhteET	5
3.1	Työntöohjaus ja Imuohjaus	5
3.2	Kehityskohteet	6
3.3	Variointipiste	9
4	MASSARÄÄTÄLÖINNIN TEOREETTINEN TAUSTA	12
4.1	Tuotealusta ja modulaarisuus	13
4.2	Salattu	14
4.2.1	Salattu	14
4.2.2	Salattu	14
4.3	Variointipiste ja viivästetty variointi	16
4.4	Moduulien elinkaari	16
4.5	Tuotekonfiguraattori	17
5	MALLISTON TOIMINTOKAAVIO JA UUDEN TUOTTEEN PROSESSI	20
5.1	Kartoituspäätös	20
5.2	Suunnittelupäätös	20
5.3	Suunnittelun ja kehittämisen lähtötiedot	20
5.4	Suunnittelun ja kehittämisen katselmus	21
6	UTP RUNKOTEHTAAN NÄKÖKULMASTA	22
6.4	Modulaarisuus ja materiaalin optimointi runkotehtaan näkökulmasta.	23
6.5	Modulaarinen arkkitehtuuri ja UTP	23
7	JOUSTAVA TEKNOLOGIA	25
7.1	Nestauksen määritelmä	25
7.2	Nestauksen edut	26
7.3	Työn aloitukset ja lopetukset	31
7.4	Salattu	31
7.5	Nestauksen mahdolliset haitat	31

7.6	Uhrilevyt	32
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
9	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Isku oy:n sohvakalustetehtaalle syksyn ja kevään 2013 aikana tuotannon kehitysinsinööri Jukka Silvennoisen ohjauksessa.

Isku oy:n kotikalustetehtaan tuotantoa ohjataan asiakaskeskeisellä tilausohjautuvalla tuotantomallilla, jonka tavoitteena on vastata markkinoilta tulleisiin asiakastarpeisiin nopeasti, laadukkaasti ja kilpailukykyiseen hintaan. Isku pyrkii vastaamaan haluttuihin asiakastarpeisiin laajalla mallistolla. Aina muuttuvat asiakastarpeet ja laajeneva mallisto kuitenkin ajavat kotikalustetehtaan tuotantoa ahtaalle. Tilausohjautuvassa tai toisin sanoen työntöohjautuvassa tuotantotavassa valmistukseen liittyvät prosessit käynnistyvät **vasta** asiakkaan tekemän tilauksen jälkeen ja tilauksia työnnetään pitkissä tuotannon erikoistuneissa ja toisaalta myös tehotomissa ketjuissa. Tällöin ongelmaksi muodostuu yleensä annettu asiakaslupaus toimitusajasta, mutta toisinaan myös laadusta. Suuret erät komponenttien valmistuksessa lisäävät poikkeavan tuotteen mahdollisuutta puolivalmisteissa ja lopputuotteissa.

Iskulla on pitkät perinteet massatuottajana. Massatuotannolle tunnusomaista on tuotteiden alhainen variaatioiden määrä ja vakioidut jäykät prosessit tehokasta tuotantoa varten. Valmistus on tapahtunut varastoihin ennalta laadittujen myyntiennusteiden mukaisesti. Tällöin tuotannon varastoihin on sitoutunut paljon pääomaa ja toisaalta osasta tuotteista tai puolivalmisteista on tullut epäkurantteja vanhentuneina varastoon jääneinä tuotteina - näin kannatti kuitenkin toimia, koska markkinat vetivät ja kauppa kävi.

Viimeisen vuosikymmenen aikana asiakkaan vaatimukset ovat kuitenkin muuttuneet nopeampaan toimitukseen, mutta myös asiakaskohtaisempaan palveluun. Tuotannossa tämä näkyy pienempinä valmistussarjoina ja yhtä aikaa valmistettavien tuotteiden suurena kirjona. Voidaankin sanoa että, asiakas on tuottanut Iskun kaltaisille massatuottajille ongelmia.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaukset

Tässä opinnäytetyössä käsitellään massaräätälöintiä tuotannon näkökulmasta. Massaräätälöinti on yrityksessä kokonaisvaltainen re-engineering prosessi, jolla on usein vaikutus koko yrityksen organisaatioon. Massaräätälöinti edellyttää yritykseltä toimivia myynnin ja tuotannonohjausjärjestelmiä, tuotekonfiguraattoreita ja uudenlaista tuotearkkitehtuuria. Se vaikuttaa siis hyvin voimakkaasti tuotannon lisäksi myös tuotekehitykseen ja myynnin järjestelmiin. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä massaräätälöinnin vaikutuksia johtamiseen tai myyntiin, vaan tässä opinnäytetyössä keskitytään kuvaamaan ja tarjoamaan uudenlaisia näkökulmia massaräätälöinnin ja joustavan teknologian avulla Iskun sohvanrunkotehtaan näkökulmasta.

Sohvanrunkojen massaräätälöinti edellyttää yritykseltä uudenlaista tuotearkkitehtuuria. Modulaarisella tuotearkkitehtuurilla sekä nestaus teknologian avulla on mahdollista ikään kuin ”siivota” prosessia, mikä tarkoittaa sarjatyön omaisuuden lisääntymistä tuotannossa. Nestauskoneen vaikutus kohdistuu alkutuotantoon ja So2_1-varaston arvoon, kun taas modulaarisella tuotearkkitehtuurilla vaikutetaan koko tuotantoon.

Tämän opinnäytetyön tavoite on kuvata, kuinka modulaarisesta tuotearkkitehtuurista ja joustavaa teknologiaa apuna käyttäen on mahdollista tyydyttää asiakas keskeisiä yksilöllisiä toiveita sarjatuotannon tehokkuudella, ja kuitenkin vähentäen puolivalmisteiden nimikemääriä sekä lyhentäen tuotereityksiä. Onnistuneen massaräätälöinti tuotantomallin tärkeä saavutettavissa oleva etu on se, että asiakkaan tehdessä tilauksen tuote on jo pitkällä valmistusprosessissa, ja näin tilaus-toimitusprosessiin kulunut aika on mahdollisimman lyhyt.

1.2 Tutkimustyön lähtökohdat

Tämän opinnäytetyön lähtökohta on Iskun sohvakalustetehtaan tuotanto ja tuotannonohjauksen kehittäminen joustavan teknologian ja modulaarisentuoitearkkitehtuurin kautta. Malliston ja sen tuotearkkitehtuurin vaikutusta tuotantoon tarkastel-

laan komponenttinimikkeiden, runkonimikkeiden ja tuotannonohjauksen näkökulmasta.

Vaikka tuotearkkitehtuuria tarkastellaan erilaisten puolivalmistenimikkeiden näkökulmasta, suurin painoarvo on ennemminkin tuotannonohjauksen tarkkuuden ja prosessiheikkouksien kehittämisessä, mutta myös nimikkeiden määrän vähentämisessä.

2 ISKU OY

Isku oy on lahtelainen yli 85 vuotta huonekaluja valmistanut kalustealan perheyri-
tys ja yksi merkittävimmistä kalusteiden valmistajista Euroopassa. Iskun liiketoi-
minta on laajentanut Norjaan, Balttiaan, Venäjälle ja Dubaihin ja jatkaa laajentu-
mista kansainvälisille markkinoille. Päätuotteet ovat julkkiskalusteita toimistoihin,
hotelleihin ja kouluihin. Kodinkalusteista Isku valmistaa sohvia ja keittiöitä. Hen-
kilöstön määrä on vakiintunut noin 1000:een ja noin 600 työskentelee Mukkulan-
kadun tehtailla, missä myös sijaitsee koko Isku oy:n tuotanto. (Isku 2012)

Iskun liiketoiminnan arvot perustuvat korkeaan laatuun, korkeantason muotoi-
luun, ammattitaitoon ja ympäristöystävälliseen valmistukseen. Iskun brändi mer-
kitsee luotettavaa yhteistyökumppania, korkeaa laatua, hyvää palvelua ja skandi-
naavista muotoilua. (Isku Oy)

3 TUOTANNONOHJAUS JA KEHITYSKOhteet

3.1 Työntöohjaus ja Imuohjaus

Massaräätälöintiä ei voi käsitellä käsittelemättä tuotannonohjaustapaa, koska massaräätälöinti on niin sanottuun imuohjaustapaan tähtäävää. Imuohjauksella tarkoitetaan ohjaustapaa, jossa varastoja ei juuri ole. Imuohjauksessa valmistava vaihe tilaa edellisestä vaiheesta juuri tarvitsemansa määrän tavaraa oikeaan aikaan valmistuspisteelle just in time tai lean periaatteiden mukaisesti. En kuitenkaan perheidy Lean tai mihinkään muuhunkaan tuotannonohjausperiaatteisiin syvemmin.

Iskun tuotanto on toiminut ns. työntöohjausperiaatteiden mukaisesti, jossa tuotanto valmistaa suuria määriä yksittäisiä komponentteja ja pyrkii työntämään puoli-valmisteita seuraavaan pisteeseen. Vastaavanlainen tuotantomalli sopii paremmin perinteiseen massatuotantomalliin, joka edellyttää myynnin ennustettavuutta ja vaatii kuitenkin suuria varastoja, sitouttaa ja hidastaa pääoman kiertonopeutta.

Massaräätälöinnin katsotaan olevan osa käsitettä Lean, joka tunnetaan Suomessa kevyenä ja joustavana tuotantotapana. Olli Soronen kirjassaan Massaräätälöinti asiakasmyönteisessä tuotannossa mainitsee, että juuri kevyt ja joustava tuotantotapa eli Lean-toimintatapa sovittaa sarja-tuotannon ja asiakaskohtaisen yksittäistuotannon edut saman tuote ja palvelu-konseptin ympärille. Samasta ajattelusta lähtöisin oleva massaräätälöinti yhdistää asiakkaan, tuotteen ja tilaustoimitusprosessin. Siinä esivalmisteltu tuote- ja palvelu konseptia ns. tuote alustaa hyväksikäyttäen varsinainen asiakassovellus syntyy toimitussisällön määrittelyvaiheessa. (Soronon 1999, 5.)

3.2 Kehityskohteet

Iskukodilla on laaja sohvakalustemallisto. Se, että Isku tarjoaa asiakkailleen monipuolisesti erilaisia tuotevariaatioita, edellyttää tuotannolta suuria puolivalmistevalmistevarastoja. Ongelmaksi mielletään toisaalta nimikkeiden määrä ja toisaalta prosessiheikkoudet, kuten ohjaustarkkuus, monimutkaiset reitit, jotka johtuvat suurelta osin variaatioiden määrästä. Ongelmana ei tässä lopputyössä kuitenkaan pidetä malliston kokoa tai erilaisten tuotevariaatioiden määrää, vaan ensisijaisesti sitä, minkälaisella tuotearkkitehtuurilla mallisto toteutetaan, ja toisaalta sitä, missä vaiheessa tuotteet varioituvat ja korvamerkkautuvat asiakkaille.

Isku tarjoaa asiakkailleen monipuolisesti eri verhoiltuja julkkis- ja kodinkalusteita. Iskulla on moduulisohvia, joissa moduulit ovat käsinojia, divaaneja, raheja, 90 ja 60 asteen kulmia ja muotokulmia useimpiin erilaisiin malleihin. Erilaisia sohva-tuotteita tai variantteja mallistossa on noin 80 kappaletta. Mallisto rakentuu noin 231 erilaisesta runkonimikkeestä ja runkonimikkeet 950 vanerikomponenttinimikkeestä.

Iskun sohvien suunnittelussa ei ole sovellettu eikä ole luotu mittastandardeja, joten jokainen tuote on yksilöllisesti mitoitettu. Komponenttinimikkeiden yleiskäyttöisyyttä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan, mutta yksilöllisesti mitoitettujen runkojen määrä tekee komponenttien yleiskäyttöisyydestä vaatimatonta.

TAULUKKO 1. Taulukossa on Iskun sohvamallien runkomitat (ilman käsinojia).
(Isku 2012)

Sohva	Leveys	Korkeus	Syvyys
Aava 3h	1950	585	930
Aava 2h	1700	585	930
Aleks 2h	1550	610	635
Aleks 3h	1805	610	635
Anniina 1h	580	630	660/888
Anniina 2h	1130	630	660/888
Anniina 3h	1680	630	660/888
Areena 1h	760	490	867
Areena 2h	1500	490	867
Areena 3h	1900	490	867
Cannes 1h	630	530	890
Cannes 2h	1130	530	890
Cannes 3h	1580	530	890
Classic 1h	600	585	930
Classic 2h	1700	585	930
Classic 3h	1950	585	930
Desire 1h	530		
Desire 2h	1100		
Desire 3h	1550		
Elegia 1h	850	585	930
Elegia 2h	1700	585	930
Elegia 3h	1950	585	930
Family 1h	527	590	800
Family 2h	1503	590	800
Family 3h	1580	590	800
Geneve 1h	630	680	818
Geneve 2h	1130	680	818
Geneve 3h	1580	680	818
Henrik 1h	670	630	660/888
Henrik 2h	1230	630	660/888
Henrik 3h	1680	630	660/888
Kantti 1h	750		
Kantti 3h	1780		
Linda 1h	850	585	930
Linda 2h	1700	585	930
Linda 3h	1950	585	930

TAULUKKO 1. (jatkuu)

Living 1h	650	640	905
Living 2h	1300	640	905
Living 3h	1950	640	905
Louhi 1h			
Louhi 2h			
Louhi Low 2h			
Louhi Low3h			
Module 1h	650	605	840
Module 2h	1300	605	840
Module 3h	1950	605	840
Muuru 3h	0		
San Sebastian 1h	760	490	867
San Sebastian 2h	1500	490	867
San Sebastian 3h	1900	490	867
Sigur 1h			
Sigur 2h			
Sigur 3h			
Strada 1h	605	654	607
Strada 2h	1205	654	607
Strada 3h	1805	654	607
Tere 1h	575		
Tere 2h	1154		
Tere 3h	1728		
Vision 2h	1700	585	930
Vision 3h	1950	585	930

TAULUKKO 2. Iskun sohvamallien runkomittavariaatiot eriteltyinä (ilman käsinojia). (Isku 2012)

3H Leveydet	2H Leveydet	1H Leveydet
1950	1700	850
1900	1550	760
1805	1503	750
1780	1500	670
1680	1300	650
1580	1230	630
1550	1205	605
	1130	600
	1100	580
		530
		527
7 kpl	9 kpl	12 kpl

TAULUKKO 2. (jatkuu)

Kaikki		
Korkeudet		Syvydet
680		930
640		905
630		890
605		840
590		818
585		800
580		635
530		
490		
9 kpl		7 kpl

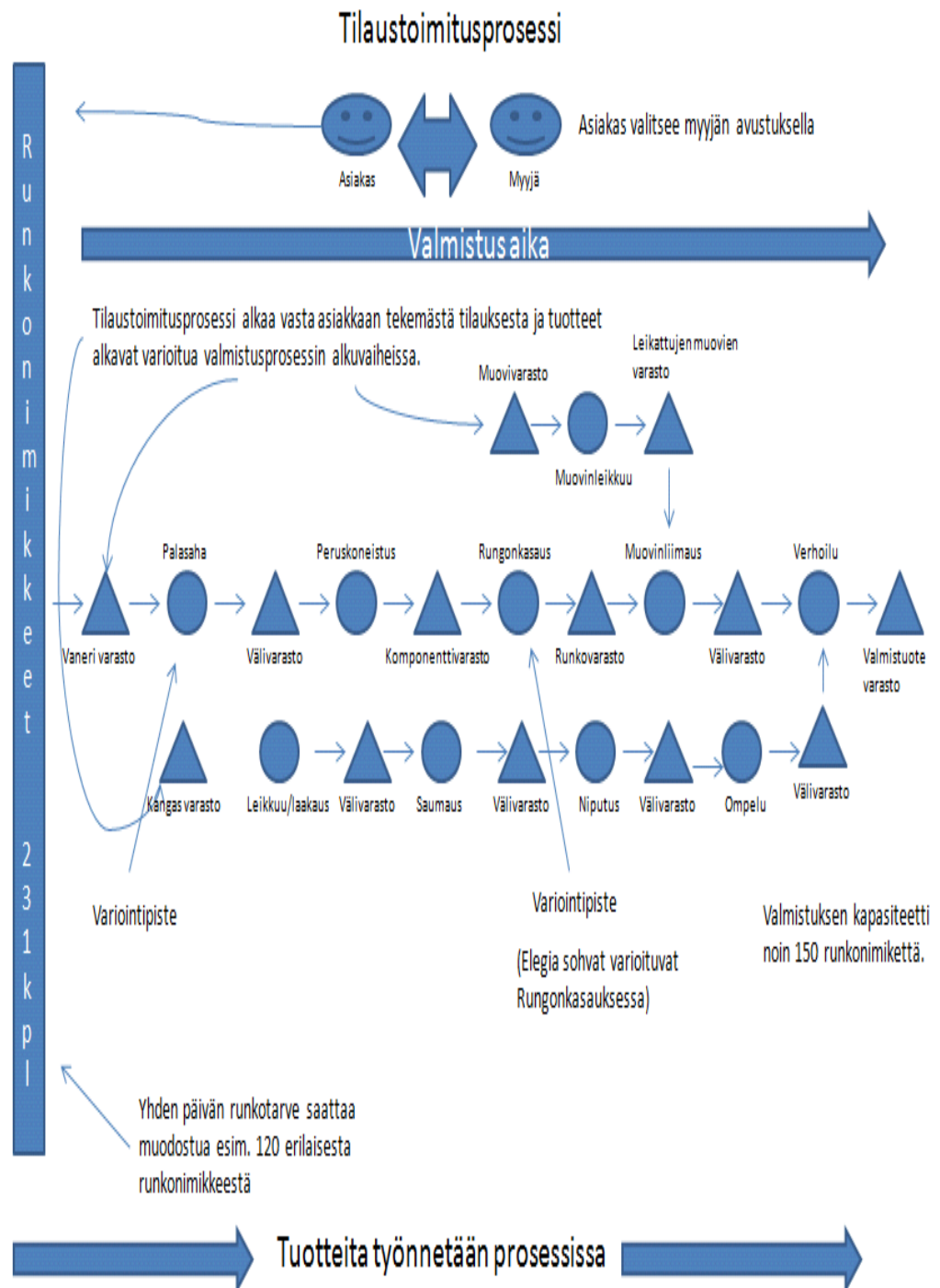
Taulukosta 2. voidaan havaita miten esimerkiksi sohvien leveydet vaihtelevat 3 mm, 5 mm, 20 mm ja 30 mm välein. Taulukosta voidaan havaita myös, että erilaisia leveyksiä on 27 kpl. syvyyksiä 9 kpl ja leveyksiä 7 kpl. Tuotannon näkökulmasta tämä tarkoittaa tuotteiden varioitumista tai toisin sanoen korvamerkkautumista asiakkaalle heti materiaalien aihiointivaiheessa. Ohjesääntönä tässä lopputyössä pidetään sitä, että mitä aikaisemmin tuotteet varioituvat, sitä pienemmät ovat valmistussarjojen kappalemäärät ja sitä suurempi on aseteaikojen, apuaikojen ja välivarastovaiheiden määrä.

3.3 Variointipiste

Variointipisteellä tarkoitetaan sitä pistettä, jossa asiakkaan valitsema tuote alkaa varioitua ja korvamerkkautua asiakkaan haluamaksi tuotteeksi. Iskun sohvakalustetehtaalla tuotteiden variointipisteen sijainti on käytännössä heti tuotantoprosessin ensimmäisissä vaiheissa. Käytännössä valmistuksen prosessit alkavat vasta asiakkaan tekemän tilauksen jälkeen ja tuotteet alkavat varioitua heti ensimmäisessä palasahauksen paloitteluvaiheessa ja tuotteiden puolivalmisteet työnnetään yksilöllisiä reitityksiä pitkin valmiiksi tuotteiksi. Iskulla käytettävä tuotearkkitehtuurin malli yhdessä laajan malliston kanssa edellyttää suuria puolivalmistevarastoja. Ongelmaksi mielletään nimenomaan puolivalmistenimikkeiden määrä vane-

rininimikkeissä, runkonimikkeissä ja muovininimikkeissä sekä niistä johtuva tuotannonohjauksen puutteellinen tarkkuus.

Poikkeuksen tuotteissa tekevät niin sanotut Elegia-sohvat, joihin lukeutuvat Elegia, Classic, Linda, Aava ja Vision. Näiden tuotteiden variaatiopiste on pitkällä prosessissa ruongonkasauksessa ja verhoilussa. Myöhäisempi variaatiopiste johtuu siitä, että sohvat on suunniteltu saman rungon ympärille. Variointi tapahtuu erilaisten vaihtokelpoisten käsinojien, tyynyjen ja verhoiluun liittyvien yksityiskohtien kautta. Elegia sohvia voidaan pitää tiedostettuna tai tiedostamattomana massaräätälöinnin esiasteena Iskun sohvakalustetehtaan tuotannossa.



KUVIO 1. Periaatekuva esittää Iskun sohvakalustetehtaan tuotantoprosessia (Isku 2012.)

4 MASSARÄÄTÄLÖINNIN TEOREETTINEN TAUSTA

Massaräätälöinnillä tarkoitetaan tuotantomallia, joka käyttää hyväksi esisuunnittelujen tuotteiden nopeaa tilauskohtaista tuotevariointia ja niiden hallintaa. Massaräätälöinnin etuja ovat vakioidut tuotantoprosessit, joissa vakioidut moduulit ja osakokonaisuudet toistuvat. Vakiomoduuleilla voidaan vähentää nimikkeiden määrää, koska ne lisäävät komponenttien toistuvuutta tuotannossa. Massaräätälöinnissä yhdistyy toisaalta massatuotanto, jossa tuotteita valmistetaan suurissa erissä, ja joustava asiakastarpeet tyydyttävä tuotanto, jossa asiakastarpeet pyritään tyydyttämään tilauskohtaisesti. Tuoterakenne perustuu esivalmistettuihin ja suunniteltuihin moduuleihin, joista voidaan yhdistellä asiakkaan toivomia kokonaisuuksia. (Soronen 1999.)

Massaräätälöinti on ideaalinen tämänpäivän toimintamalli, jolla pyritään tyydyttämään asiakaskohtaiset tarpeet tehokkaasti massatuotannon kustannuksilla ja jonka avulla yritys voi nostaa tarjous-toimitusprosessin tuottavuuden uudelle tasolle. Massaräätälöinnin vaikutus yrityksessä on kokonaisvaltainen; se vaikuttaa tuotearkkitehtuuriin, tuotetiedonhallintaan, johtamisjärjestelmiin ja moneen muuhun yrityksen osa-alueeseen.

Maaräätälöinti eroaa perinteisestä massatuotannosta sillä, että massatuotanto pyrkii pelkästään standardoimaan tuotteita ja pitämään erilaisten tuotevariaatioiden määrän alhaisena korkean volyymin ja alhaisen kustannustason varmistamiseksi. Massatuotannossa yrityksen kilpailukyky syntyy oman toiminnan tehokkuudesta. (Ahoniemi, Mertanen, Mäkipää, Sievänen, Suomala, Ruohonen 2007, 15, 16.)

Massaräätälöinti taas pyrkii tuottamaan jopa uniikkeja asiakaskohtaisia tuotteita joustavien tuotantoprosessien ja organisatorakenteiden avulla. Tuotanto voi tuottaa sekä varioida tuotteita siten, että tuotanto pidetään kohtalaisen muuttumattomana.

4.1 Tuotealusta ja modulaarisuus

Tuotteiden jakaminen moduuleihin on tuotannon näkökulmasta ehdoton peruste tuotteiden massaräätälöityvyydelle. Tuotteen modulaarisuus voidaan käsittää tuotteen jakautumisena erilaisiksi rakennuspalikoiksi, joiden liitännäspinnat, tai toisinsanoen rajapinnat on määritetty yhteensopiviksi. Määritettyjen rajapintojen johdosta tuotteita voidaan yhdistää mielivaltaisesti luoden useita erilaisia yksilöllisiä tuotevariaatioita. Moduulit voidaan jakaa usein ensisijaisiin ja toissijaisiin moduuleihin.



KUVIO 2. Lego-ukoilla on määritetyt liitosten rajapinnat. Vartalon vaihtokelpoista osia sekoittamalla saadaan erilaisia kompinaatioita $3 \times 3 \times 3 = 27$ kpl.

Tuotealusta josta myös voidaan käyttää nimitystä productplatform, on niin sanottu vakioitu ensisijainen moduuli, joka toistuu tuotantoprosessissa. Tuotealusta on se osa, jonka avulla voidaan vakioida tuotantoprosessia ja saavuttaa tehokkuutta.

Tuotetta voidaan muunnella niin sanottujen toissijaisien moduulien avulla. Sohvanrunkojen valmistuksessa tuotealustana voi toimia esimerkiksi istuinkehikko tai istuinpohja. Asiakaskohtainen muunneltavuus voi tapahtua toissijaisten moduuli-

en avulla, kuten esimerkiksi erilaisten selkänöjien, käsinojien, mutta myös divaanien, rahien ja eriasteisten kulmien avulla. Toissijaisten moduulien avulla yritys voi tarjota asiakkailleen lisä optioita.

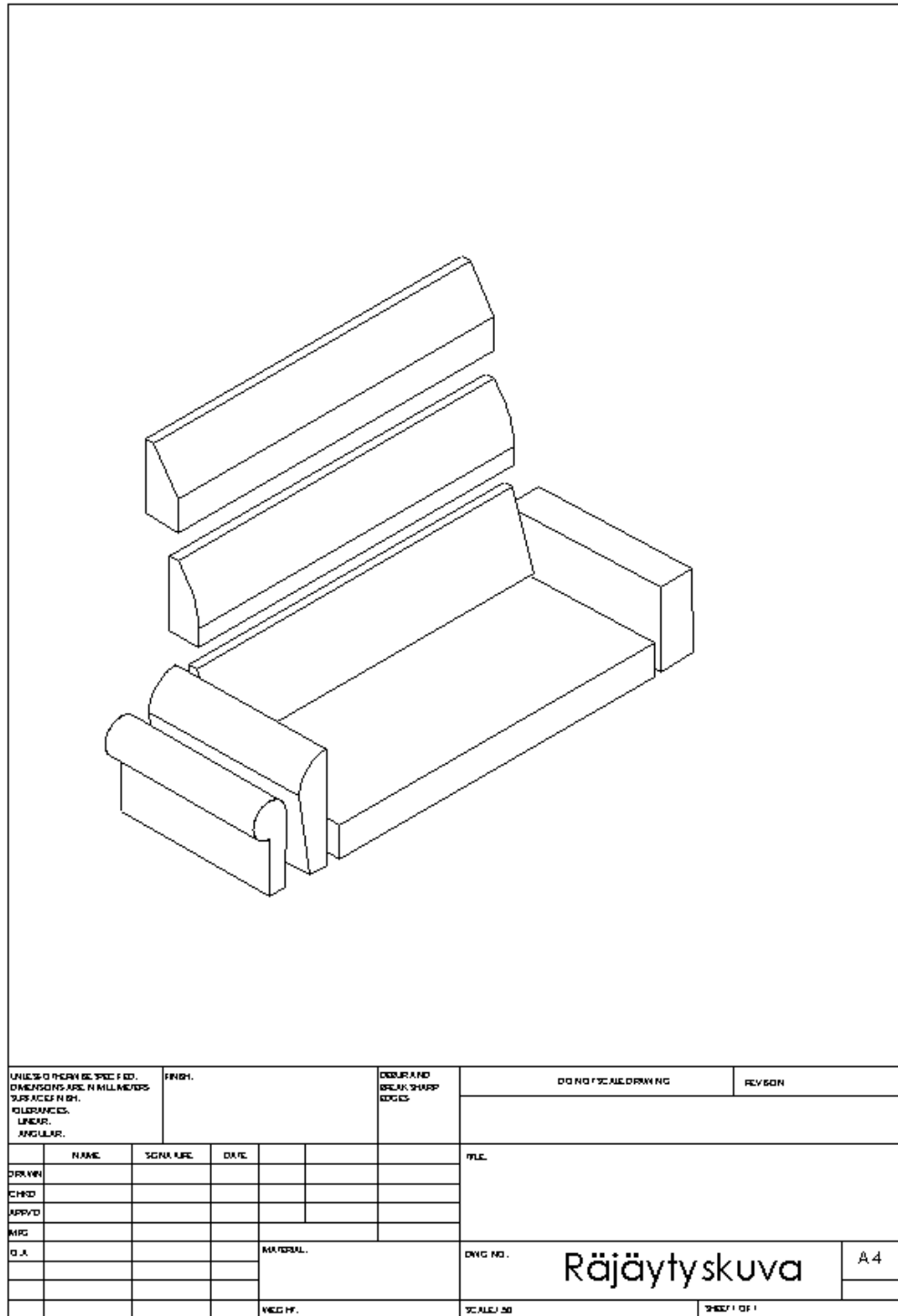
Ideaali-tilanteessa tuotteiden ja tuoteperheiden tuoterakenteet ja erityisesti tuotteiden rajapinnat on määritetty ja suunniteltu siten, että eri toissijaisia moduuleja voidaan hyödyntää ristiin eri tuotteissa tai tuoteperheissä. Moduulien ja erityisesti ensisijaisten moduulien toistuvuuden ansiosta yritys voi valmistaa moduuleja puskurivarastoihin ja näin lyhentää tuotteen valmistusaikaa.

Esimerkiksi kuvitteellinen kolmenistuttava sohva, jonka istuinosa toimii tuotealustana, varioidaan neljällä vaihtokelpoisella erilaisella selkänöjia variantilla, neljällä käsinojia variantilla, mutta asiakaalla on myös mahdollisuus valita sohva kahden tai kolmen istuin- ja selkätyynyn jaolla saadaan $1 \times 4 \times 4 \times 2 = 32$ erilaista yksilöllistä tuoteyhdistelmää.

4.2 Salattu

4.2.1 Salattu

4.2.2 Salattu



KUVIO 3. Modulaarinen rakenne

4.3 Variointipiste ja viivästetty variointi

Tuotteen variointipisteessä tuotanto varioi tuotteet asiakaskohtaisiksi. Viivästetyllä varioinnilla tarkoitetaan tuotteen muunneltavuuspisteen siirtämistä tuotannossa mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen. Mitä myöhäisemmässä valmistusvaiheessa asiakaskohtainen muunneltavuus voidaan toteuttaa, sen tehokkaampaa ja edullisempaa tuotteen valmistaminen on. Variointipisteen siirtämisellä voidaan saavuttaa myös tuotteen nopeampi toimitusaika sekä nopeampi varastoon sitoutuneen pääoman kiertonopeus.

Toimitusnopeuteen voidaan vaikuttaa ns. optimoiduilla imupuskurivarastoilla. Mitä myöhäisempään pisteeseen imupuskurivarastot voidaan sijoittaa, sen nopeammaksi toimitusaika tulee. Toimintamalli perustuu ajatukseen, että esivalmistettuja moduuleja saadaan imuvarastosta heti asiakaskohtaista variointia varten. Näin ollen asiakkaan tilaama tuote on jo pitkällä tuotantoprosessissa kaupantekohetkellä.

Varastoja ohjataan toiminnanohjausjärjestelmällä, mutta myös visuaalisesti esim. kaksilaatikkojärjestelmällä. Tyhjä varaston paikka toimii visuaalisena valmistuksen singnaalina ja seuraava vaihe tuotannossa tilaa tarvitsemansa komponentit tai moduulit edelliseltä työvaiheelta. Variointivaiheen jälkeen on suositeltavaa muuttaa imuohjaus työntöohjaukseksi ja työntää tuotteet asiakkaalle, koska erilaisten variaatioiden määrä tuotteissa voi kasvaa periaatteessa äärettömäksi. (Soronen 1999.)

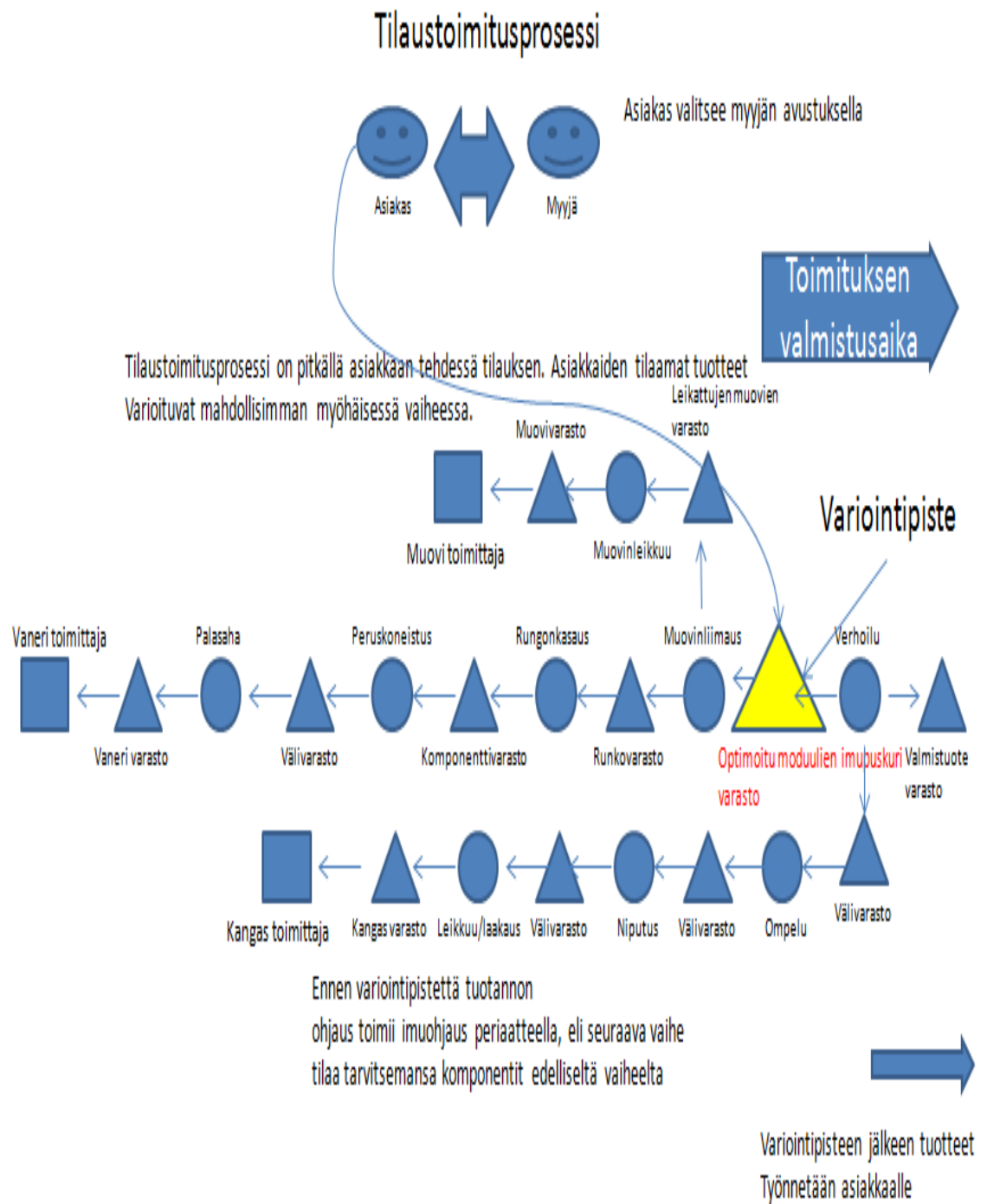
4.4 Moduulien elinkaari

Moduloidun tuotteen elinkaari on perinteisen yksittäisen tuotteen elinkaarta pidempi. Moduulien ja niiden yhteen sopivien rajapintojen ansiosta moduuleilla on itsenäiset elinkaaret. Tuotteen elinkaaren päätyttyä ei ole välttämätöntä hävittää kaikkia tuotteiden varastoon jääviä puolivalmisteita, vaan yritys voi hyödyntää vanhaa tuotealustaa vielä pitkään luomalla sen päälle uusia tuotemalleja tai tuoteperheitä uusilla toissijaisilla moduuleilla. Toisaalta tuotekehitys- ja tuotesuunnitte-

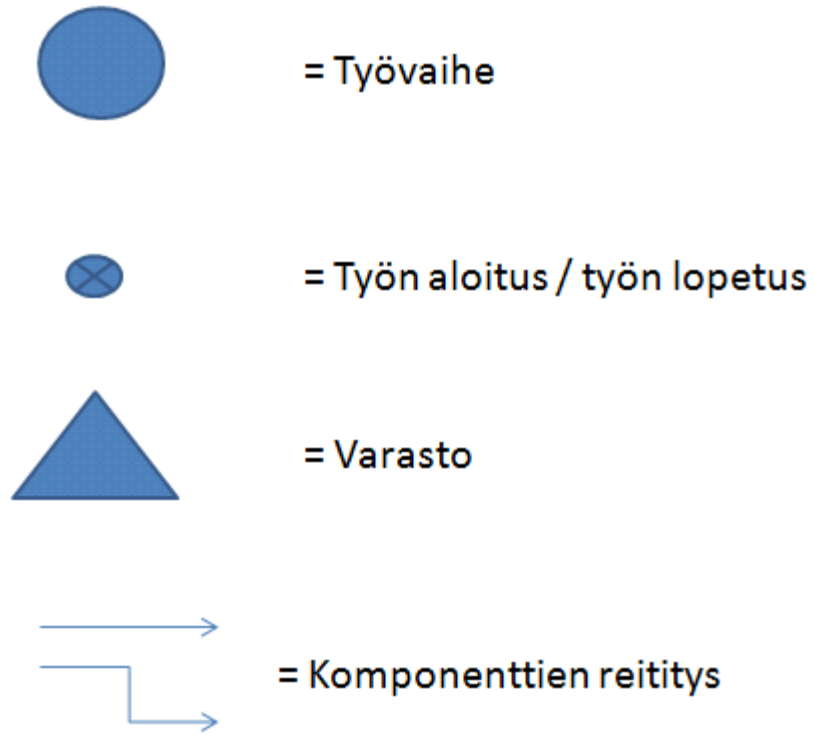
lijoiden ei ole välttämätöntä suunnitella uutta kokonaisuutta ja tuotannon on helppompi mukautua, kun esimerkiksi vanhojen tuotteiden automaatti jyrksinten ohjelmia ja jigijä ei tarvitse hävittää, vaan niitä voidaan hyödyntää toistuvasti uusissa tuotteissa. Uusien tuotteiden luominen ei myöskään edellytä niin paljon uusia tuoterakenteita, nimikkeitä ja varastopaikkoja kuin perinteinen massatuotanto valmistustapa. Modulaarisuudella ja määritettyjen rajapintojen ansiosta voidaan myös reagoida muuttuviin asiakasvaatimuksiin entistä nopeammin ja kohdistaa tarvittavat muutostyöt vain tiettyyn osaan tuotteessa, toisin sanoen modulaarisuus hämärtaa tuotteen elinkaaren käsitystä.

4.5 Tuotekonfiguraattori

Tuotekonfiguraattori on myynnin apuväline, jonka avulla myyjä yhdessä asiakkaan kanssa voi löytää sopivan tuotevariaation, joka täyttää kaikki asiakkaan halutut tarpeet. Kehittyneimpien ohjelmien avulla myyjä ja asiakas voivat koota asiakkaan haluamat tuotteet vaivattomasti ilman että asiakkaan tarvitsee käydä läpi lukemattomia turhia tuoteoptioita. Sopivan ja halutunlaisen tuotevariaation löydyttyä ja kaupan synnyttyä myyjä pystyy tarkistamaan tuotteen saatavuuden sekä hinnan ja myyjä voi lähettää tilauksen suoraan tuotantoon.



KUVIO 4. Periaatekuva viivästetystävariointipisteestä Iskun sohvakalustetehtaan tuotantoprosessissa (Isku 2012.)



KUVIO 5. Merkkien selitykset

5 MALLISTON TOIMINTOKAAVIO JA UUDEN TUOTTEEN PROSESSI

Uudet tuotteet ja tuoteperheet suunnitellaan asiakaslähtöisesti vastaamaan markkinoilta myynnin viestimänä tulevia asiakkaiden vaatimuksia ja toiveita. Uusi tuote syntyy ja luodaan mallistoon aina uuden tuotteen prosessin kautta. Uuden tuotteen prosessi eli UTP on määritetty prosessi, joka noudattaa malliston hallinnan toimintokaaviota, jota noudatetaan uuden tuotteen luomisprosessissa. Kun asiakas-tarve on tunnistettu ja tiedostettu, tuotemarkkinointipäällikkö kutsuu mallistoraadin ja esittää uutta tuotetta mallistoraadille. Mallistoraadissa tehdään tuotepäätökset ja jokaisella Iskun sektorilla, koti-, julkis- ja keittiökalustesektorilla, on omat mallistoraadit. Mallistoraadissa tehtävät päätökset ovat kartoituspäätös, suunnittelupäätös ja mallistoonottopäätös. (Mallistohallinnan toimintokaavio 2012)

5.1 Kartoituspäätös

Kartoituspäätöksellä mallistoraati voi käynnistää uuden tuotteen kartoittamisprosessin. Kartoituspäätöksen jälkeen kartoitetaan mahdollisen uuden tuoteprojektin lähtötiedot, mutta tässä vaiheessa tarkkoja lähtötietoja ei vielä kirjata ylös. (Mallistohallinnan toimintokaavio 2012)

5.2 Suunnittelupäätös

Kartoitusvaiheen jälkeen mallistopäällikkö kutsuu mallistoraadin koolle ja mallistoraati katselmoi tuotemarkkinointipäällikön esittämät lähtötiedot. Lähtötietojen perusteella mallistoraati tekee uudesta tuotteesta suunnittelupäätöksen tai hylkää uuden tuotteen. (Mallistohallinnan toimintokaavio 2012.)

5.3 Suunnittelun ja kehittämisen lähtötiedot

Suunnittelupäätöksen jälkeen tuotemarkkinointipäällikkö (TMP) avaa tuoteprojektille tuotepöytäkirjan, johon TMP kirjaa suunnittelun lähtötiedot. Lähtötiedoissa

määritellään esim. tuotteen toiminnallisia vaatimuksia, lakien ja viranomaisten asettamia vaatimuksia ym. Tämän jälkeen TMP kutsuu koolle Desingteam1 (DTM1) -palaverin koolle, jossa käydään läpi uuden tuotteen lähtötiedot, jotta uuden tuotteen muotoilu ja suunnittelu voidaan aloittaa. Palaverin jälkeen tuotekehittäjä aloittaa tuotekehitysohjelman uuden tuotteen mallikappaleen suunnittelun yhdessä muotoilijan kanssa. (Mallistohallinnan toimintokaavio 2012.)

5.4 Suunnittelun ja kehittämisen katselmus

TMP kutsuu mallistoraadin koolle ja esittelee uuden tuotteen mallikappaleen ja ennakkohinnan mallistoraadille. Mallistoraati suorittaa uuden tuotteen suunnittelun ja kehittämisen katselmuksen. Katselmuksen tuloksena tehdään mallistoonottopäätös. Mallistoon ottopäätöksen jälkeen tuotekehittäjä kutsuu koolle Desingteam2:n(DTM2). Tuotekehittäjän lisäksi DT2-ryhmään kuuluvat TMP, muotoilija sekä valmistuksen ja laatuorganisaation edustajat. DT2-ryhmän tehtävänä on esim. tutkia uusi tuote valmistuksen asiantuntijoiden kanssa: kokonaiskonstruktio, liitokset, osien valmistus ja tuotteen laatuvaatimus ja tuotteet myös testataan eurooppalaisten standardien mukaisesti. (Mallistohallinnan toimintokaavio 2012.)

6 UTP RUNKOTEHTAAN NÄKÖKULMASTA

Malliston hallinnan toimintokaavio on pitkä prosessi, johon kuuluu edellämainittujen vaiheiden lisäksi paljon tuotteen suunnitteluun ja tarkastukseen liittyviä vaiheita ja päätöksiä aina työkalun suunnittelusta, nimikkeiden ja tuoterakenteiden syötöstä järjestelmään ennen lopullista uuden tuotteen tarkastusta ja tuotantopäätöstä. Tässä lopputyössä ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista kuvata malliston hallinnan toimintokaaviota tarkemmin, sillä kaikki oleellinen ja ratkaiseva asia sohvankorujen valmistuksen kannalta tapahtuu UTP:n alkuvaiheissa.

Käytännössä UTP ei noudata täysin määritettyä uuden tuotteen prosessia. Uusien sohva mallien suunnittelussa ohitetaan tuotekehittäjä ja näin myös tärkeä osa alkusuunnittelua. Tuotemarkkinointipäällikkö ja malliverhoilija yhdessä vastaavat proton valmistuksesta. Malliverhoilija ohjaa mallipuuuseppää runkoprotan valmistuksessa. Näin tuotekehittäjän rooliksi jää enemmänkin teknisen sihteerin virka, kun tuotteen 3D-mallinnus tehdään jo mallipuuuseppän suunnittelemana ja valmistamana protosta. Näin toimitaan pääosin siksi, että päästään nopeasti liikkeelle, koska toisaalta teknisessä suunnittelussa resursseja on vähän ja toisaalta mallintekijöitä on paljon.

Runkomallin teossa pyritään aina mahdollisimman vähäiseen nimikkeiden määrään, kuten myös järkevään rakenteeseen rungon valmistuksen kannalta. Kuitenkin mittastandardien ja yhteisten pelisääntöjen puuttuessa samankaltaisia rakenteita toteutetaan eri vanerilaaduista, yksilöllisesti mitoitettuna, nimikkeiden yleiskäyttöisyyden jäädessä vaatimattomaksi.

6.4 Modulaarisuus ja materiaalin optimointi runkotehtaan näkökulmasta.

Uusien tuotteiden suunnittelussa pyritään optimoimaan materiaalin tarve ja menekki. Pääsääntöisesti materiaalien optimointia on tarkasteltu ompelimon, verhoon ja sohvanrunгон pehmustuksen näkökulmasta. Sohvanrunгон valmistuskustannus vastaa vain noin 10 % sohvanrunгон valmistuskustannuksesta, kankaiden ja pehmusteiden ollessa suurin valmistuskustannustekijä. Eli kankaiden ja muovinen optimoiti määrittää sohvanrunгон runkomittoja.

Tuotealustat ja vaihtokelpoisten moduulien vaikutus muovinimikkeiden määrään on suoraan verrannollinen vanerinimikkeiden määrän kanssa. Massaräätälöintituotantokonsepti lisää yhtäläillä myös muovinimikkeiden toistuvuutta tuotannossa. Tutkimustyö ei kuitenkaan väitä, että massaräätälöinti olisi kaikki ongelmat ratkaiseva tuotantomalli, sillä massaräätälöinnin onnistuminen riippuu hyvin pitkälle siitä, minkälaisia tuotteita yritys valmistaa. Sen periaatteilla voidaan kuitenkin tuottaa monipuolisesti erilaisia tuotteita vähemmällä nimikkeillä tai komponenteilla. Tuotealustoilla tai ensisijaisilla moduuleilla voidaan saavuttaa vakioituja tuotantoprosesseja. Vakioiduilla prosesseilla, ensisijaisilla moduuleilla ja toissijaisilla moduuleilla voidaan saavuttaa tuotantoon joustavuutta ja tehokkuutta, siitä huolimatta että asiakastarpeita tyydytetään asiakaskohtaisesti. Iskun sohvakalustetehtaalla ongelmaksi saattaa muodostua esimerkiksi epäily siitä, että massaräätälöinti rajoittaa liiaksi muotoilua tai toisinsanoen desingnia. Kaikkea ei tarvitse kuitenkaan massaräätälöidä. Tässä tutkimustyössä ei nähdä tarpeelliseksi massaräätälöidä tuotepiheittä tuotteita, kuten esim. lepotuolit Ritz tai Joker, vaan ainoastaan tuotepiheittä tuotteita, joista usein asiakas ostaa erilaisia tuotekokonaisuuksia, kuten esim. Module tai Geneve.

6.5 Modulaarinen arkkitehtuuri ja UTP

Tässä lopputyössä tuotteiden variaatioiden määrää ei pidetä ongelmana, vaan päinvastoin asiakkaalle on välttämätöntä tarjota monipuolisesti eri tuotevaihtoehtoja. UTP on kuitenkin raskas ja aikaa vievä prosessi. Modulaarisen arkkitehtuurin

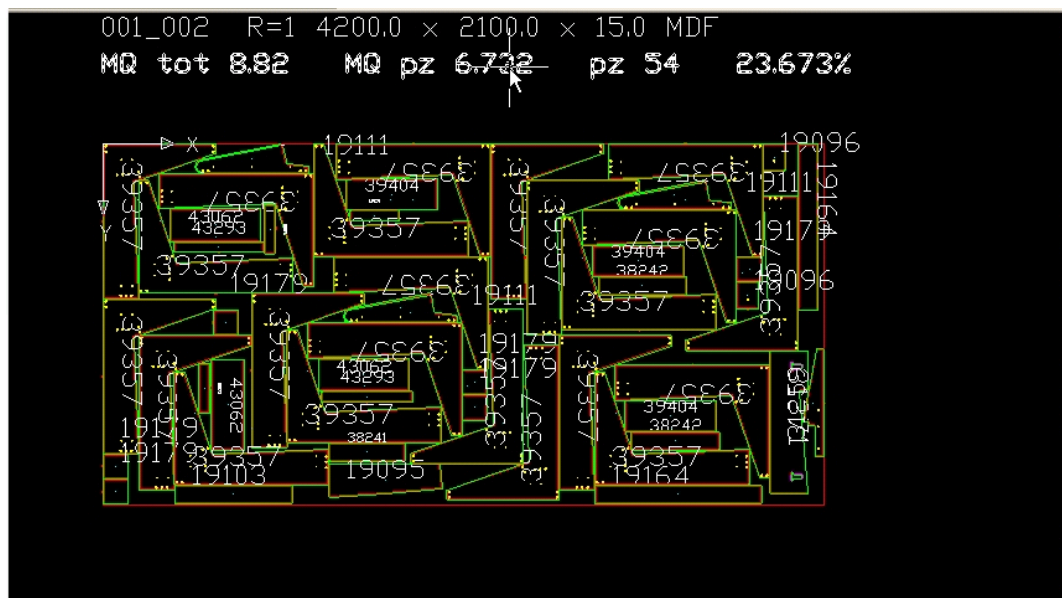
avulla on mahdollista keventää uuden tuotteen prosessia ja nopeuttaa UTP:N kiertonopeutta. UTP:n avulla voidaan luoda nopeamassa syklissä uusia tuotteita. Tuotetta lopetettaessa ei ole pelkoa suurista alaskirjauksista eikä ole välttämätöntä järjestää kampanjamyyntejä. Modulaarisella tuoterakenteella suunnitellun tuotteen alaskirjaukset koskevat kokonaisten tuotteiden sijasta vain muutamia komponenttimikettä.

7 JOUSTAVA TEKNOLOGIA

Tämän lopputyön toinen osa käsittelee, miten joustavalla teknologialla eli nestauskoneella voidaan muuttaa Iskun sohvakalustetehtaan tuotantoa.

7.1 Nestauksen määritelmä

Nestauksella ja nestauskoneella tarkoitetaan uudensukupolven CNC- koneen kaltaista konetta, joka optimoi ohutlevymateriaalin ahiolla. Nestaamalla säästetään materiaalia ja sillä voidaan saavuttaa työaikasäästöjä. Nestaamalla voidaan koneistaa erimuotoisia komponentteja samanaikaisesti levy materiaalista. Nestausohjelma optimoi työstettävät komponentit ahiolle, määrittäen kuinka komponentit koneistetaan työstettävästä materiaalista, jotta aihioista saisi mahdollisimman paljon komponentteja ja hukka jäisi mahdollisimman vähäiseksi.



KUVIO 6. Kuva esittää nestauskoneelle ohjelmoituja ja optimoituja komponenttien työstöratoja

7.2 Nestauksen edut

Nykyaikaisen nestauskoneen etu piilee koneen käyttöliittymässä. Kone ei itsessään koneista (jyrsi tai poraa) puuta nopeammin kuin perinteinen CNC-kone, mikä johtuu tietyistä puun lastuamiseen liittyvistä lainalaisuuksista. Itseasiassa CNC-kone jyrsiessään esim. 4 yksiköllä 4 komponenttia yhtäaikaaisesti on varsin tehokas, mutta usein tämä ei kuitenkaan ole mahdollista sohvien komponenttien koneistuksessa. Vanhat Iskun CNC koneet ja niiden käyttöliittymät ovat varsin vanhanaikaisia ja kankeita. Asetteen tekoaika yhdessä apuajan kanssa on näillä koneilla yhdestä kahteen tuntiin asete. Useimmiten näin tehtäessä koneistettavat aihiot joudutaan aihioimaan erillisessä ylimääräisessä työvaiheessa. Seuraavaksi esimerkki...

Esimerkki 1. Jos CNC-koneella on työjonossa 5 erilaista komponenttia, se tarkoittaa mahdollisesti jopa viidestä kymmeneen tuntia yhteen laskettua asete ja apuaikaa. Esimerkiksi työnkierto CNC-koneistuksessa voi olla seuraavan esimerkin mukainen:

TAULUKKO 4. CNC-työvaiheet

CNC-koneistuksen ja asetteen työvaiheet	
Työvaihe	Työvaiheentehtävä
1	Koneistaja hakee kuorman ja kuorman päälläolevan tuotannontyökortin
2	Koneistaja hakee piirustuksen
3	Koneistaja hakee asetekortin sähköisestä asetekorttijärjestelmästä
4	Koneistaja tekee asetteen
5	Koneistaja hakee oheistyökoneet ja tekee asetteet
6	Koneistaja tarkistaa asetteet ja kappaleiden kuvan mukaisuuden
7	Koneistaja hakee tyhjän kuormalavan
8	Koneistaja kirjaa työn aloitetuksi tuotannontyöohjausjärjestelmään
9	Koneistaja koneistaa aihiot
10	Koneistaja kirjaa valmiit kappaleet tuotannontyöohjausjärjestelmään
11	Koneistaja siirtää koneistetut aihiot välivarastoon

Edellä mainittiin 11 erilaista työvaihetta, jotka liittyvät asetteen tekoon ja koneistukseen. Esimerkin mukaan työjonossa on siis 5 erilaista komponenttia, mikä tarkoittaa sitä, että edelliset työvaiheet toistuvat osin- tai täysin samanlaisena jokai-

sen komponentin kohdalla. Työvaiheita on yhteensä viiden asetteen ja koneistuksen aikana 5×11 työvaihetta eli 55 kpl.

Esimerkki 2. Nestauskoneen työnkierto:

TAULUKKO 5. Nestauskoneen työvaiheet.

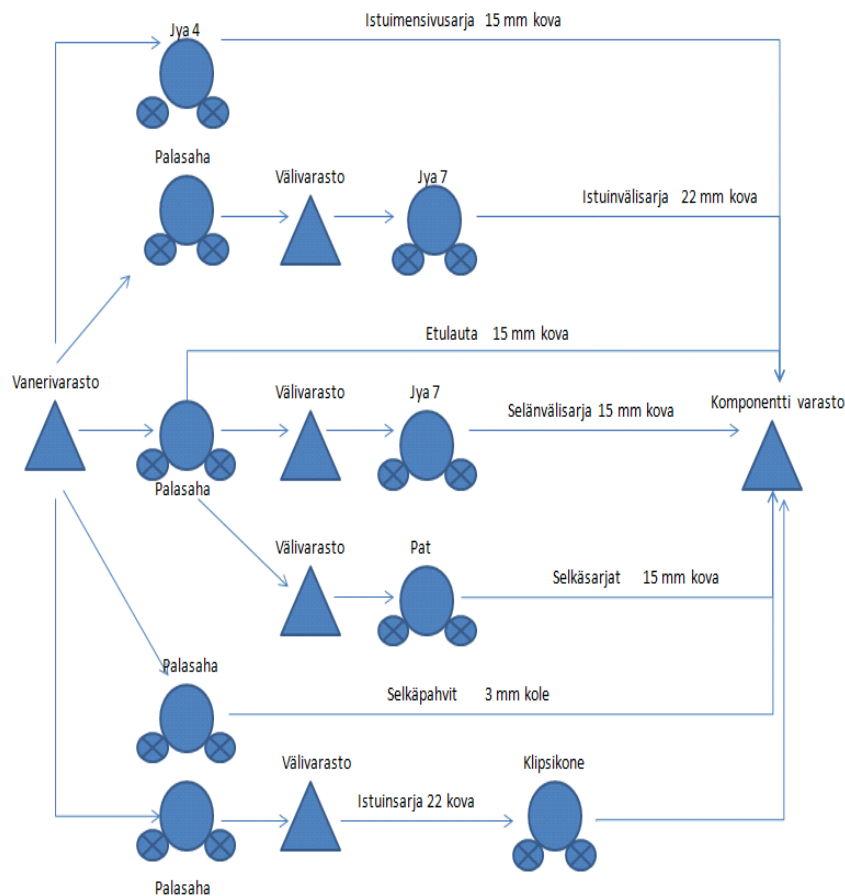
Nestauskoneen asetteen työvaiheet	
Työvaihe	Työvaiheen tehtävä
1	Koneistaja hakee tuotannontyöohjauskortin
2	Koneistaja hakee piirustuksen
3	Koneistaja valitsee tarvittavan ohjelman nestauskoneelta
4	Koneistaja tekee asetteen
5	Koneistaja hakee oheistyökoneet ja tekee asetteet
6	Koneistaja tarkistaa asetteet ja kappaleiden kuvan mukaisuuden
7	Koneistaja hakee tarvittavan määrän kuormalavoja koneelle (1-5kpl)
8	Koneistaja kirjaa työn aloitetuksi tuotannontyöohjausjärjestelmään
9	Koneistaja koneistaa aihiot
10	Koneistaja kirjaa valmiit kappaleet tuotannontyöohjausjärjestelmään
11	Koneistaja siirtää koneistetut aihiot välivarastoon (1-5kpl)

Esimerkit ovat käytäntöä vastaavia esimerkkejä. Esimerkin nestauskoneen asete poikkeaa CNC-koneen asetteesta automaattivarastolla tapahtuvan nestauskoneen syötöllä tai lataamisella. Toisin sanoen nestauskoneen käyttäjän ei erikseen tarvitse noutaa koneistettavia aihoita. Periaatteessa kaikki työvaiheet ovat samanlaisia, paitsi nestauskoneelle joudutaan hakemaan ja järjestelemään useampia tyhjiä kuormalavoja kuin CNC-koneelle, riippuen siitä kuinka monta erilaista komponenttia voidaan laittaa samalle kuormalavalle. Vastaavasti koneistettujen aihioiden purku varastoon vie enemmän aikaa nestattaessa.

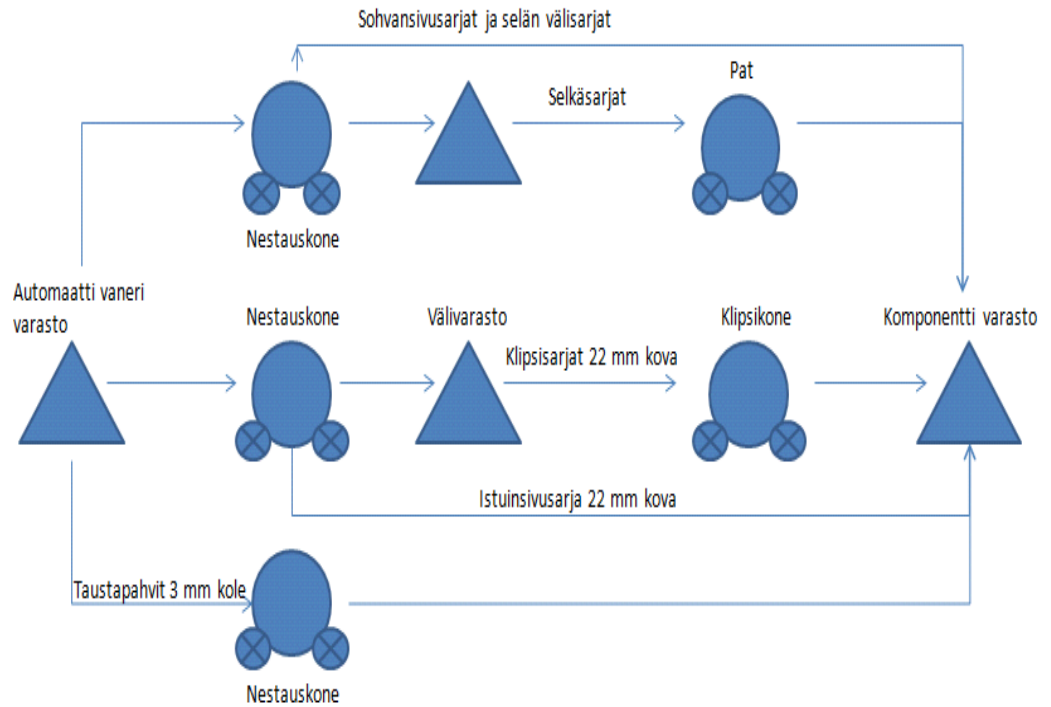
Oleellisin huomattava asia ja ero CNC-koneen ja nestauskoneen välillä on kuitenkin se, että esimerkin mukaisen viiden erilaisen komponentin koneistamiseen nestauskoneella vaaditaan huomattavan paljon vähemmän asetteen vaihdossa aiheuttavaa työtä. Nestauskoneella esimerkin mukainen viiden erilaisen komponentin työjono vaatii yhtä vähän asetteiden vaihtoon liittyviä työvaiheita kuin CNC-koneella yhtä komponenttia koneistettaessa.

Nestauskoneen yksi ominaisuus on kyky optimoida materiaalinkulutusta. Kuitenkin, tärkeimpänä ominaisuutena tässä lopputyössä pidetään sitä, miten nestauskoneella voidaan yhdistää pieniä nimikesarjoja yhdeksi isommaksi sarjakokonaisuudeksi. Toisin sanoen myös nestauskone muuttaa tuotantoa massatuotannon omaiseksi ja aiemmin ongelmia tuottanut trendi jatkuvasti pienenevistä sarjojen koosta voidaan poistaa nestauskoneen avulla.

Alla olevilla prossikuvioilla 7 ja 8 havainnollistetaan eroja nykytilanteen ja tulevaisuudessa nestauskoneen ”siivoaman” prosessin välillä Living 3h-sohvan komponenttien valmistusprosessissa. Prossikuvioista voidaan nähdä, miten koneistusvaiheet vähenevät yhdeksästä viiteen- ja välivarastovaiheet neljästä kahteen vaiheeseen. Sama prosessien eri vaiheiden vähentymisen positiiviset vaikutukset summautuvat jokaisen tuotteen runkokomponenttien valmistusvaiheissa. Näin saavutetaan vuositasolla huomattavia prosessiin liittyviä valmistuskustannuksia.



KUVIO 7. Living-sohvan vanerikomponenttien valmistusprosessi nykytilanteessa (Isku 2013.)



KUVIO 8. Living-sohvan vanerikomponenttien valmistusprosessi nestaamalla (Isku 2013.)

Esimerkki 3. Nestauksen edut

Jos verrataan nestauskonetta ja-CNC konetta tilanteessa jossa koneistetaan vain yhtä komponenttia kerrallaan, mittauskriteerinä tulee olla valmistuneiden kappa- leiden lukumäärä tunnissa, mutta myös kokonaisvalmistus aika. Vaikka CNC- koneella voisi koneistaa neljällä yksiköllä neljää komponenttia yhtä aikaa, jolloin CNC-kone on tehokkaimmillaan, pitää huomioida se, että tällaisissa tapauksissa CNC-koneella koneistettavat komponentit on aina aihioitava, vaikkakin myös CNC-koneella voidaan koneistaa kokonaisia vanerilevyjä. Vastaavan laisissa ta- pauksissa asetteen teko on myös hidasta, koska koneistettaville komponenteille on tehtävä asete, eli asennettava niitä varten valmistettu peti ja vanhemmissa CNC- koneissa työkalun vaihto tapahtuu käsin jakoavaimen tapaisia työkaluja käyttäen.

Nestauskoneella nykyaikaisella käyttöliittymällä päästään nopeasti liikkeelle ja pitää huomiota, että vaikka nestauskone koneistaa materiaalia vain yhdellä terällä, ei aihioita tarvitse vaihtaa joka ohjelmakierron välillä, kuten CNC-koneessa. Nestauskone optimoi levy materiaalin käytön ja koneistaa kokonaisen vaneriaihion kerralla, siis jopa kymmeniä kappaleita ilman aihoiden vaihtoa, pölyjen putsaus- ta, alipainepumppujen käynnistämistä ja turvarajojen jatkuvaa kuittailemista.

Koska useiden kappaleiden nestaaminen kokonaisesta vaneriaihiolevystä kestää pitkään, voidaan koneistusaika myös hyödyntää erilaisilla oheistöillä. Näin voidaan myös lisätä tehokkuutta ja saavuttaa työaikasäästöjä. Esimerkiksi Ideaalitalanteessa Iskun runkotehtaalla on mahdollista kasata sohvanrunkoja nestauskoneella oheistyönä samanaikaisesti nestauskoneen koneistaessa sohvan komponentteja. Näin työaikasäästöjä saavutetaan vähentyneinä varastovaiheina, vähentyneenä työnjakamisena sekä oheistyön avulla saavutetulla tehokkaammalla työajan hallinnalla.

Mitä vähemmän nestauskoneella koneistetaan yhtä aikaa erilaisia komponentteja, sitä vähemmän nestauskoneesta saadaan hyötyä, mutta vaikka koneistettaisiin vain yhtä tietynlaista komponenttia kerrallaan, asettaa nykyaikainen käyttöliittymä, aihioinnin puuttuminen ja nopeampi asetteen teko edun nestauskoneen puolelle - lopuksi on hyvä muistaa, että nestauskone on myös CNC-kone, siinä vain on nestausoptio.

Näiden esimerkkien tarkoitus on kuvata, miten monesti tutkimus keskittyy vain siihen, kuinka nopeasti tai paljon kone tai ihminen koneistaa tai valmistaa kappaleita esimerkiksi tunnissa. Monesti suurin hyöty löytyy kahden jo loppuun tutkitun valmistusvaiheen välistä ja juuri tästä löytyy nestauskoneen vahvuus: se poistaa tehokkaasti arvoa tuottamatonta työtä.

7.3 Työn aloitukset ja lopetukset

Nestauskoneiden käyttöliittymät ovat yhteen sopivia Iskulla käytettävän AXapta-toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Nestauskone kirjaa koneistettavat nimikkeet automaattisesti työn alle ja kirjaa myös koneistettujen kappaleiden lukumäärän ja työvaiheet lopetetuiksi toiminnanohjausjärjestelmään kappaleiden valmistuttua.

7.4 Salattu

7.5 Nestauksen mahdolliset haitat

Lähtökohta nestauksen toimivuudelle ja sopivuudelle Iskukodin sohvakalustetuotantoon on levymateriaalin kiinnipysyminen nestauskoneessa. Nestauskoneessa levyn kiinnittyminen tapahtuu alipaineella ns. uhrilevyn läpi, joka on huokoista MDF-materiaalia. Tämä tekniikka kiinnittää malamiinipintaisia lastulevymateriaaleja erinomaisesti. Jotkut nestauskoneen valmistajat lupaavat jopa kolmen lastulevyn kiinnipysymisen ja koneistamisen yhdellä kerralla, mutta pystyvätkö nestauskoneet kiinnittämään esimerkiksi rouheapintaisen hieman kiertyneen venäläisen 15 mm vanerin? Koneen hankinnassa on huomioitava, että koneen alipainepainepumppujen teho on riittävä myös huonompi laatuisten levymateriaalien kiinnittämiseen.

Tällä hetkellä pääasiallinen materiaali sohvan runko tuotannossa on 1520 mm×1520 mm×15 mm venäläinen koivuvaneri. Todennäköisesti päämateriaali on vaihdettava parempi pinnan laatuiseen ja aihiomitoiltaan suurempaan materiaaliin, mutta vanerilevyn tiiviistä rakenteesta johtuen on varmaa, että vaneria ei voida koneistaa yhtä levyä enempää kerralla. Koneen valmistajat lupaavat koneille 60 – 20 m/min työstönopeuden materiaalista ja sen vahvuudesta riippuen. Kovaa vanerilevyä on suositeltavaa koneistaa vähintään 20m/min nopeudella puupurun ylikuumentumisen ja syttymisvaaran ehkäisemiseksi. Vanerilevyä työstettäessä suositeltavalla miniminopeudella ilman aihion luistamista on koneelta kuin koneelta

vaativa suoritus ja se vaatii nestaus koneelta vahvaa kiinnipito-ominaisuutta. Markkinoilla on tarjolla nestauskoneita, joissa kiinnipysymistä tehostetaan jyr-sinyksikössä olevalla rullaavalla puristusmekanismilla, jolloin kappaleen kiinnitys tapahtuu aihion alapuolelta tapahtuvan alipaineen lisäksi myös yläpuolelta tapahtuvalla mekaanisella puristamisella.

Toinen mahdollinen tilanne on se, että levy kiinnittyy nestauskoneen tystöpöydälle, mutta vanerilevy pilkkoutuessaan pienempiin osiin työstön aikana irtoaa työstöpöydältä; tällöin komponentteja on jyrstävä vanerilevystä irti kahdella ohjelman kierrolla. Ensimmäisellä ohjelman kierrolla jyrsimen terä ei jyrsti materiaalin läpi, vaan jättää koneistettavat komponentit toisiinsa kiinni esim. 1 mm ohuesta viilunkalvosta. Tällainen toimenpide lisää kappaleiden valmistusaikaa. Sama ongelma on kooltaan pienten kappaleiden kanssa levymateriaalin laadusta riippumatta.

7.6 Uhrilevyt

Kuten edellä mainittiin, nestauskoneessa aihio vanerilevyn kiinnittyminen tapahtuu ns. uhrilevyn läpi. Uhrilevy on kulutustavaraa, sitä ei voida käyttää loputtomiin uusien ohjelmavariaatioiden kanssa. Uhrilevyn käyttöikä voidaan kuitenkin pidentää oikein käytettynä ja oikeanlaisilla toimenpiteillä. Nestauskoneen terän leikkusyvyys ohjelmoidaan vain muutaman millin kymmenyksen aihioitavan levymateriaalin vahvuutta syvemmälle, jolloin koneen terä työstää mahdollisimman vähän uhrilevyä. Kulunut uhrilevy, joka on toiminut useiden erilaisten koneistusvariaatioiden alustana, voidaan myös helposti tasoittaa esimerkiksi hiomalla tai nestauskoneella tasoitusta varten tehdyllä ohjelmalla ja tarkoituksenmukaisella terällä. Tuotantotavasta riippuen erilaisia ohjelmavariaatioita voidaan vaihtaa päivittäin, eli uhrilevy joudutaan todennäköisesti vaihtamaan aika ajoin asenteen yhteydessä. Tämä luonnollisesti lisää hukkamateriaalin määrää.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Massaräätälöinti on yrityksen johdolta strateginen päätös. Massaräätälöinnin vaikutus ulottuu koko organisaatioon. Modulaarinen kekseliäs arkkitehtuuri, yhdessä pitkälle yhden tuotteen yli katsovan muotoilun avulla, vie ja ohjaa Iskun sohvakalustetehtaan tuotantoa oikeaan suuntaan. Onnistuessaan se antaa mahdollisuuden vaihtaa tuotannon ohjausperiaatetta työntöohjauksesta imuohjaukseen, joka on mahdollisimman pieniin ja tarkkoihin varastoihin tähtäävää ja siten myös tätä päivää. Iskun tuoteperheelliset tuotteet sopivat erinomaisesti massaräätälöitäviksi, pelkästään yhteisellä sovitulla suunnittelun linjalla mitä vanerinimikkeitä valmistuksessa käytetään ja tuoteperheellisten tuotteiden mittastandardoinnilla päästään jo pitkälle.

Joustavalla teknologialla eli nestauskoneella saavutetaan merkittäviä säästöjä vuositasolla Iskun sohvakalustetehtaan alkutuotannossa. Joka tapauksessa, jossain vaiheessa on tehtävä investointipäätös ja investoitava nykyaikaisempaan teknologiaan. Nestauskone sopii erinomaisesti Iskun tuotantoon, jossa valmistettavat komponentit ovat pääasiassa kaksiulotteisia. Nykytilan arkkitehtuurin malli tuottaa suuren kirjon erilaisia nimikkeitä. CNC-koneilla nimikkeen koneistuksesta toiseen siirryttäessä eli asetteiden vaihdossa syntyy paljon arvoa tuottamatonta työtä, kun taas nestauskoneen merkittävimpänä ominaisuutena tässä lopputyössä pidetään juuri sitä, että aseteajoista päästään eroon.

Nestauskoneen hankinta ja modulaarisen tuotearkkitehtuurin toteuttaminen sopivat erinomaisesti samaan ajankohtaan. Tällöin on mahdollista ottaa molempien tärkeiden asioiden asettamia vaatimuksia huomioon tuotesuunnittelussa, esimerkiksi mitä vanerinimikkeitä tulevaisuudessa käytetään, kuinka monta vanerinimike varastopaikkaa voi nestauskoneen automaattivarastostossa olla.

9 YHTEENVETO

Isku oy on tyypillinen perinteikäs massatuottaja, joka kohtaa yhä kovenevia haasteita muuttuvan liiketoimintaympäristönmyötä. Asiakkaat ovat yritysten välisen kilpailun ja kasvavan tuotetarjonnan myötä muuttuneet vaativimmiksi. Asiakkaat vaativat monipuolisempaa tarjontaa ja toisaalta asiakaskeskeisempää palvelua. Isku vastaa asiakkaiden vaatimuksiin laajalla mallistolla. Massatuotantoon sopiva pitkä, ketjuuntunut, erikoistuneita soluja sisältävä prosessi taipuu jäykästi muuttuvan toimintaympäristön vaatimuksiin eli laajenevaan mallistoon. Ongelmaksi muodostuu nimenomaan tuotteiden aikainen räätälöintivaihe. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen valmistaminen ja räätälöinti aloitetaan käytännössä vasta asiakkaan tekemän tilauksen jälkeen. Tämän takia jokainen tuote on käytännössä yksilöllisesti räätälöity ja komponenttien yleiskäyttöisyys on vaatimatonta puhumattakaan tuotteiden modulaarisuudesta tuotannon näkökulmasta. Tämä on johtanut suuriin nimikemääriin ja komponenttivarastoihin. Koska tuotteita, komponentteja ja puolivalmisteita on paljon, varastoihin valmistaminen ei ole järkevää. Tällöin tuotantoa on ohjattava tilausohjautuvalla eli työntöohjautuvalla tuotantomallilla. Tästä on seurauksena sohvakalustetehtaan valmistuksen vaikeutuminen, koska suureen volyymiin suunniteltu tuotanto taipuu vaikeasti monien erilaisten tuotevariaatioiden (erilaisten sohvakalusteiden) valmistamiseen samanaikaisesti.

Massaräätälöinnillä ja joustavalla teknologialla on mahdollista toteuttaa asiakkaan yksilöllisiäkin vaatimuksia lähestulkoon massatuotannon tehokkuudella. Massaräätälöinnin oleellisin ero massatuotantoon verrattuna on modulaarinen vaihtokelpoisia moduuleja tuotealustoihin tuottava tuotearkkitehtuuri. Modulaarisella tuotearkkitehtuurilla tuotteen variointipistettä siirretään niin myöhäiseen vaiheeseen kuin mahdollista. Esimerkiksi Iskun kotikalustetehtaalla mahdollinen variointipiste (optimoitu moduulien imupuskurivarasto) olisi muovituksen ja verhoilu vaiheen välissä. Tällöin tuotteen variointi ja valmistusprosessit ovat jo pitkällä myyjän ja asiakkaan sopiessa kaupasta, näin myös saavutetaan mahdollisimman nopea toimitusaika.

LÄHTEET

PAINETUT LÄHTEET

Soronen, O. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyönteisessä tuotannossa. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Ahoniemi, L., Mertanen, M., Mäkipää, M., Sievänen, M., Suomala, P., Ruohonen, M. 2007. Massaräätälöinnillä kilpailukykyä. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.

Isku. 2012. Mallistonhallinnan toimintokaavio

SÄHKÖISET LÄHTEET

www.massaraatalit.fi

Kokkonen, O. 2007. Kuvaus-vuodiakrammi-ja arvovirtakuvaus-vsm. [viitattu 4.4.2013]. Saatavilla: [Quality Knowhow Karjalainen Oy :: Prosessikuvaus – vuodiagrammi ja arvovirtakuvaus \(VSM\)](#)

LIITTEET