

KAARLO JAUHONEN
PÖYDÄN VALMISTUKSEN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotekniikka
Puutekniikka
Helmikuu 2014



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Helmikuu 2014	Tekijä/tekijät Kaarlo Jauhonen
Koulutusohjelma Tuotantotekniikka/Puutekniikka		
Työn nimi Pöydän valmistuksen suunnittelu		
Työn ohjaaja Marja-Liisa Kaakko Heikki Salmela		Sivumäärä 27+3
Työelämäohjaaja		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli pöydän valmistuksen suunnittelu siten, että tuote olisi valmistettavissa useimmista puusepäneräistä löytyvillä välineillä tavanomaisen ammattitaidon omaavien henkilöiden toimesta. Tuotteen tuli soveltua teollisessa tuotantoprosessissa valmistettavaksi ja sen tuli soveltua pakattavaksi 200x700x1000 mm kuljetuspakkaukseen. Pakkauksen tuli sopia useimmissa varastointi- ja kuljetusjärjestelmissä käsiteltäväksi.</p> <p>Opinnäytetyön aikana valmistettiin omien käyttötarpeiden asettamien vaatimusten mukaisesti mäntypuinen, helmiäisvärillä sävytetty lakkapintainen pöytä. Pöydän valmistamisen tarkoituksena oli suunniteltujen rakenneratkaisujen ja valmistusmenetelmien toimivuuden testaaminen käytettävissä olevilla työvälineillä.</p>		

Asiasanat

huonekalut, pakkaus, pientuotanto, puusepät, pöydät, sarjatuotanto, suunnittelu, valmistus



ABSTRACT

CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date February 2014	Author Kaarlo Jauhonen
Degree programme Industrial Management and Engineering/Wood technology		
Name of thesis Designing table manufacture process		
Instructors Marja-Liisa Kaakko Heikki Salmela		Pages 27+3
Supervisor		
<p>The goal of this thesis was to design a table manufacture process in such a way that the product could be manufactured with tools that can be found at most carpenter's workshops, and that the product could be manufactured by people with the ordinary skills. The product had to be suitable for conversion into industrial production as well, and it had to be suitable for packaging 200x700x100 mm of transport box. The package should be suitable with the most of the storage and transport systems.</p> <p>During this thesis a pearly colored, varnished pine table was manufactured in accordance with one's own needs. The purpose of manufacturing the table was to test the composition solutions and the production system with the tools available.</p>		

Key words

carpenters, design, engineering, furniture, manufacturing, mass production, packaging, small production, tables

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ	ii
ABSTRACT	iii
1. JOHDANTO.....	1
2. PUUSEPÄNTEOLLISUUDEN HISTORIAA	2
3. PUURAAKA-AINE	4
4. VALMISTUSPROSESSIN KUVAUS.....	8
5. TUOTTEEN VALMISTUS	10
6. TUOTTEEN PAKKAUS	21
7. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	22
LÄHTEET.....	27
LIITE 1. Polyuretaaniliiman tuoteseloste.....	1

1. JOHDANTO

Opinnäytetyössäni tullaan käsittelemään huonekalun valmistusprosessia. Tarkastelussa ovat valitun tuotteen tekniset ratkaisut ja niiden soveltuminen teolliseen tuotantoon. Tuotteen suunnittelussa tuli ottaa huomion kohteeksi valittujen raaka-aineiden saatavuus ja tuotteen teknisten liitosratkaisujen soveltuminen valmistettavaksi sekä pientuotannossa että teollisessa sarjatuotannossa. Valitun tuotteen suunnittelussa tuli huomioida myös logististen kuljetuspakkausten asettamat mitoitusvaatimukset siten, että valmistettavat tuotteet olisivat kuljetettavissa kustannustehokkaasti kuormalavoilla esimerkiksi autokuljetuksissa.

Opinnäytetyön kohteeksi valitsin pöydän valmistusprosessin. Tuotteen valmistusprosessin tuli olla sellainen, että se olisi toteutettavissa useimmista puusepäneräistä löytyvillä koneilla ja välineillä tavanomaisen ammattitaidon omaavien henkilöiden toimesta. Lisäksi tuotteen tulee soveltua nykyaikaisen suurteollisuuden tuotantolinjaston työprosesseihin. Tuotteen pääraaka-aineeksi valitsin kotimaisista puuraaka-aineista männyn sen hyvän saatavuuden ja hyvien työstöominaisuuksien vuoksi. Lisäksi männyn syykuviot näkyvät hyvin lakatuilla pinnoilla, ja raaka-aineen oksattomuus mahdollisti tuotteessa olevien taivutettujen muotojen valmistuksen. Taivutettujen muotojen valmistuksessa ilmeni pieniä vaikeuksia liian kuivan raaka-aineen vuoksi.

Pöytä valmistetaan omaan käyttöön, minkä vuoksi pintakäsittelyksi valittiin metallihohtoväri yhdistettynä kirkaslakkaukseen. Teollisessa suursarjatuotannossa tämänkaltaisen pintakäsittelyn esteeksi muodostunee lähinnä metallihohtoväriyhdistelmien korkeahko kustannusvaikutus. Toisaalta metallihohtovärien käyttö mahdollistaisi useiden kymmenien erisävyisten tuotteiden valmistuksen. Todennäköisesti kuitenkin käyttäisin suursarjatuotannossa yksisävyistä maalia tai jotakin huonekalulakkaa.

2. PUUSEPÄNTEOLLISUUDEN HISTORIAA

Suomessa vanhimmat veroluetteloon merkityt puuteollisuusyritysalueet ovat sijainneet Vakka-Suomessa Uudenkaupungin ympäristössä 1500-luvulla. Veroluetteloissa esiintyy runsaasti merkintöjä lähinnä puusta valmistettujen astioiden viennistä toisiin maihin. Vientikohteina olivat usein Ruotsi ja Tanska, mutta myyntimatkat saattoivat ulottua jopa Pohjois-Saksaan. (Vilkuna, Kustaa & Mäkinen, Eino 1953.)

Puusepänteollisuus voidaan jakaa pääosin rakennuspuusepänteollisuuteen ja huonekalupuusepänteollisuuteen. Puusepän työvälineistä ensimmäisiä tunnettuja lienevät alkeelliset porat ja sorvit. Niiden kehityksen ajateltiin alkaneen noin 1150 eKr. käsityöläisten keksittyä saviastioiden valmistuksessa käytetyn treijan. Puusepänteollisuus koneistui 1800-luvulla ensimmäisenä sorvauksen osalta. 1900-luvun alussa Suomessa oli toiminnassa noin 18 tehdaslaitosta, joissa työskenteli reilu tuhat henkilöä. Sähkövoiman käyttöönotto teollisuudessa 1900-luvun alun jälkeen mahdollisti puusepänteollisuuden nopean kehittymisen: vuonna 1921 tehtaita oli jo 180, niiden henkilöstömäärän ollessa lähes 5000 henkilöä. Tultaessa vuoteen 1990 puusepänteollisuudessa työskenteli noin 12000 henkilöä. Työntekijöiden määrä väheni kuitenkin 2000-luvulle tultaessa kolmellatuhannella henkilöllä yritysten lukumäärän ollessa noin 2000.

Näistä edellä mainituista yrityksistä 80 % oli 1-5 henkilöä työllistäviä, 15 % työllisti 6-10 henkilöä, suurten puusepänteollisuuslaitosten (yli 250 henkilöä työllistävät) osuuden ollessa 0.5 % (Auvinen, Seppo & al. 2002). Tarkasteltaessa puusepänteollisuuden henkilömäärän muutosta verrattuna alalla toimivien yritysten määrään, voidaan olettaa henkilöstömäärän vähenemisen olevan seurausta tuotannon siirtymisestä enenevässä määrin koneelliseen valmistukseen.

Puusepänteollisuuden rahalliset nettoinvestoinnit olivat vuonna 2011 23 miljoonaa euroa. Investoinnit kohdistuivat pääosin konekaluston uudistamiseen. Toimialalla

työskenteli vuonna 2008 9531 henkilöä, tuotteiden jalostusarvon ollessa 342 miljoonaa euroa. Puusepänteollisuuden toimipaikkoja vuonna 2011 oli 1074 ja niiden henkilömäärä 7776 henkilöä. Henkilöstöstä yrittäjiä oli 359.

Toimialan supistuminen jatkui voimakkaana vuodesta 2009. Huonekalujen ulkomaanviennin puolittuessa vuodesta 2008 viennin osuus oli vuonna 2012 vain 106 miljoonaa euroa. Vastaavasti huonekalujen tuonti oli noin 480 miljoonaa euroa (Lähde; tull. uljas.tulli.fi/CPA 2008C 310.). Viennin osuuden nopeaan laskuun uskotaan vaikuttaneen Ikean viennin päättyminen ja yleinen taantumien syveneminen.

Huonekaluja valmistavista yrityksistä 84 % työllistää alle 10 henkilöä. Alan tuotannon bruttoarvosta puolet muodostuu kymmenen suurimman yrityksen toiminnasta. Huonekaluja valmistavissa kolmessa suurimmassa yrityksessä työskenteli 1147 henkilöä, pienten yritysten 807 toimipaikassa oli 1849 henkilöä. (Loukasmäki, Pasi 2/2013).

Huonekaluja valmistavat pienyritykset ovat usein pieniä perheyrittäjiä. Pienyrityksissä taloudellinen kannattavuus on usein heikko. Kannattavuuden parantamisen vaikeutena ovat usein tuotteiden pienet sarjakoot yhdistyneenä käsityövaltaiseen tuotantoon. Tuotteiden toimitus- ja valmistuserät olisi saatava suuremmiksi. Yritysten siirtyminen sähköisen median käyttöön myyntityössä saattaisi lisätä tuotteiden kysyntää ja kasvattaa liikevaihtoa yrityksessä.

Puusepäntöalalla yhteistyöllä saataisiin valmistettavien tuotteiden osien sarjakokoja suuremmiksi, jolloin tuotteiden kustannustehokkuus paranisi. Suuremmat valmistuserät helpottaisivat myös valmistettujen tuotteiden mahdollista ulkomaankauppaa.

3. PUURAAKA-AINE

Hyvänä puusepänkäyttöön soveliaana havupuuna voidaan pitää vähäoksaista, pihkatonta, hitaasti tiheäsyiseksi kasvanutta puuta. Puuaineksen värintasaisuudella saattaa olla joissakin tuotteissa huomattavaa merkitystä. Varsinkin lakatut, petsatut tai öljykäsitellyt pinnat vaativat mahdollisimman tasavärisen puuraaka-aineen, ellei haluta korostaa eri tuotteen osissa väri vaihtelua. Puuraaka-aineen väri virheiden muodostuminen voi saada alkunsa jo puiden korjuuvaiheessa metsässä. Lisäksi niitä usein syntyy välivarastoinnissa sahauksen jälkeisen kuivatusprosessin yhteydessä. Puusepänkäyttöön tarkoitettujen puiden korjuu tulisi suorittaa mahdollisuuksien mukaan talvella, sillä silloin erilaisten sieni-infektioiden aikaansaama väri virheiden muodostuminen olisi vähäisempää.

Raaka-aineen valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota varsinkin silloin, kun valmistettavassa tuotteessa esiintyy taivutettuja rakenteen osia. Puuraaka-aineen tulee olla mahdollisimman oksatonta, eivätkä useimmin havupuissa esiintyvät pihkataskut ole suositeltavia. Havupuissa usein esiintyvät pihkaraot voivat olla muutaman neliösentin suuruisia. Kuudessa syiden suuntaisten pihkarakojen pituus voi olla 40 mm ja leveys 20 mm, 1 mm vahvuudella. Suurimmat mitatut ovat olleet 7 mm vahvoja, 175 mm pitkiä ja 65 mm leveitä. (Kärkkäinen 2007.)

Puun kasvukerrosten tulisi olla mahdollisimman saman vahvuisia (alle 3mm). Eduksi on myös puun syiden suunnan (KUVIO 1) sijoittuminen taivutettavan kappaleen pituussuuntaan.



KUVIO 1. Puun syykuviot (kuva Jauhonen Kaarlo)

Taivutetuissa rakenteissa varsinkin oksat ja poikkeavat syyrakenteet aiheuttavat helposti murtumia ja halkeilua. Puun lujuusominaisuudet vaihtelevat tangentin ja säteen suunnissa, vetolujuuden ollessa suurimmillaan puunsyiden suuntaan. Tämä johtuu mahdollisesti mikrofibrillien suunnasta sekundäärisseinämien keskikerroksissa. Teoreettisesti selluloosamolekyylien vetolujuus on noin 20 000 Mpa suuruinen (Kersvage 1973 & Koponen 2005). Kokemusperäisesti puuntaipuisuuteen voidaan vaikuttaa lämmön avulla: lämmön vaikutuksesta puun kasvukerrosten väliset sidokset pehmenevät ja tällöin puun taipuminen on parempaa ja murtumien syntyminen vähäisempää.

Kostean ja tuoreen puun taipuisuus on parempaa kuin vanhan sydänpuun. Helpoimmin puu on taivutettavissa alkukesällä juuri kaadettuna, puun solukon vesipitoisuuden ollessa suurimmillaan. Tällöin taivutettavaa puuta ei tarvitse erikseen kosteuttaa. Puu on suositeltavaa kuivattaa muotoon taivutettuna. Puun taivutuksen onnistumiseen olennaisesti vaikuttavana tekijänä näkisin puuraaka-aineen solukon

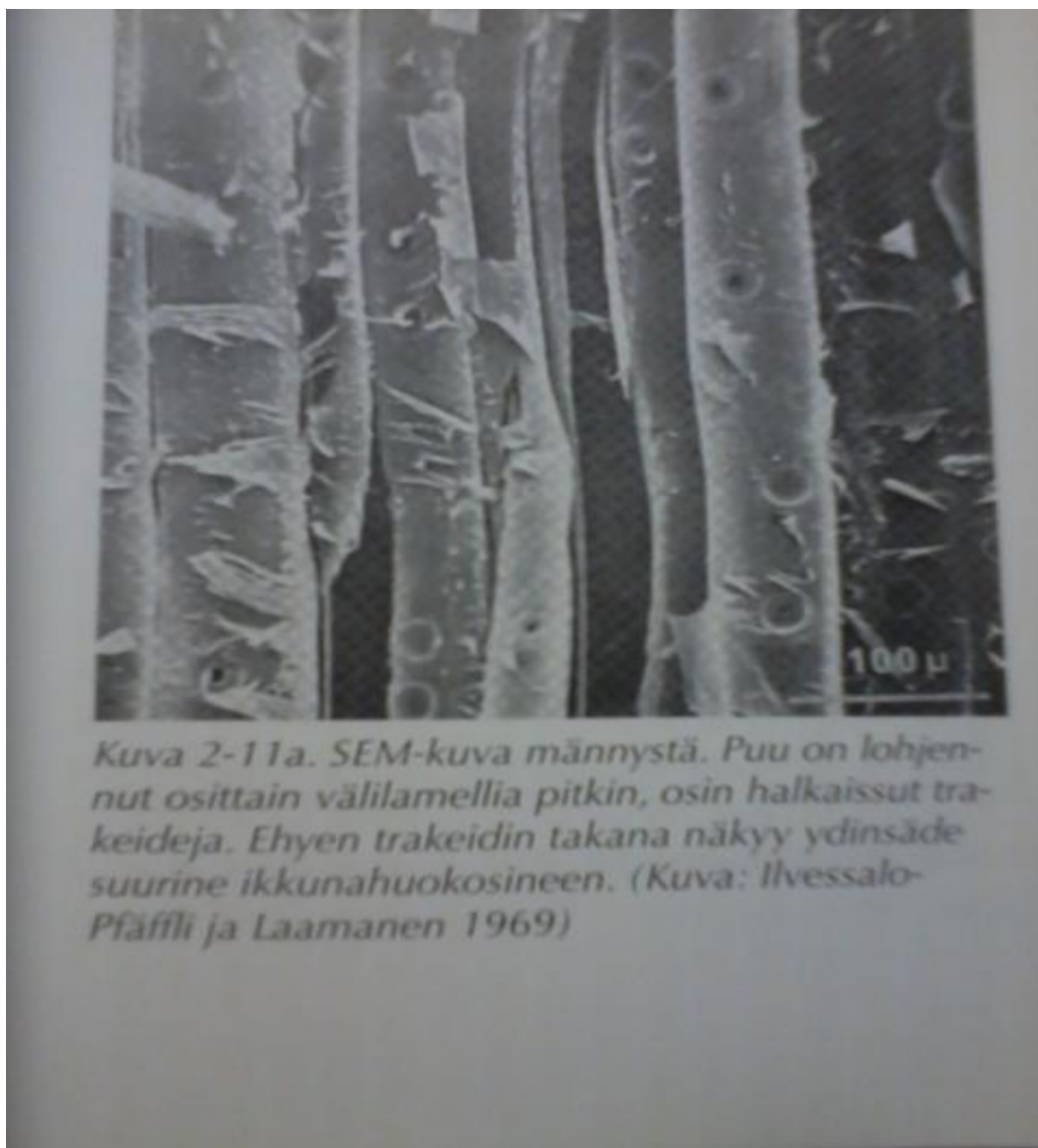
soluseinämien lähentymisen toisiinsa murtumatta. Solukkojen litistyminen on suurinta taivutettavan kappaleen sisemmällä puolella, ja tähän vaikuttaa eniten kappaleen vahvuus.

Taivutettavan kappaleen kuumentaminen höyryn avulla löyhentää solujen välisiä sidoksia ja siten ehkäisee murtumien syntymistä. Puun solukoihin (KUVIO 2) imeytyy kosteutta soluväliseinämien läpi (Kärkkäinen 2007, s. 205), mikä ehkäisee solukon väliseinien murtumia (KUVIO 3). Murtumien ehkäisemiseen voidaan käyttää myös taivutuksen ajaksi kaaren uloimmalle pinnalle kiinnitettyä taipuisaa teräsnauhaa, jolla estetään puunsyiden venytysrasitusta puun kaaren ulkopinnalla olevissa osissa (Scott, Ernest 2004).



KUVIO 2. Puun solurakenteita

(kuva Ilvessalo-Pfäffli ja Laamanen 1969).



KUVIO 3. Männyn solukkorakenteita (Kuva Ilvessalo-Pfäffli ja Laamanen 1969).

4. VALMISTUSPROSESSIN KUVAUS

Kuivauksen jälkeen katkaisuyksiköllä suoritetaan aihoiden katkenta kunkin tuotesarjan teknisissä piirustuksissa annettujen mittojen mukaisesti. Aihoiden katkontapituuksien asettelussa on huomioitava riittävät pituusmittojen työvarat (30–40 mm) muita työvaiheita, sekä mahdollisten kappaleiden päissä esiintyvien halkeamien poistamista varten.

Katkaisuyksikössä voidaan käyttää suuntaiskatkaisusahoja, säteiskatkaisusahoja, tai ohjelmoitavaa katkaisuasemaa. Käytettävään katkontamenetelmään vaikuttaa lähinnä yrityksen tuotannossa tarvittavien aihoiden määrä. Katkaistut aihiot tulee lajitella tuoteryhmittäin jatkokäsittelyä varten. Katkaisuasemaa käytettäessä on mahdollista suorittaa lajittelu automaattisesti ennako-ohjelmoinnin avustuksella.

Särmäys/halkaisu voidaan suorittaa tarkkuussahausyksikössä, jossa voidaan käyttää pyörösaha- tai vannesahatyypisiä laitteita. Oleellista on sahausasetusten helppo muuteltavuus/ohjelmoitavuus erilaisille tuotemitoille. Vahvuusmittojen ohjelmoinnissa tulee huomioida seuraavan työvaiheen vaatimat työvarat. Särmäyksen jälkeen kappaleaihiot tulee kääntää siten, että puun vuosilustojen suunnat asettuvat eri suuntiin viereisissä kappaleissa (KUVIO 4).



KUVIO 4. Puun vuosilustojen suunnat (kuva Jauhonen Kaarlo).

Puun vuosilustojen suunnan vaihtelu liimattavissa kappaleissa vähentää puun kosteusvaihteluista johtuvaa kaareutumista varsinkin levymäisissä tuotteissa. Kosteuseläminen on voimakkaampaa puun pintakerroksen puolella kappaleessa. Tällaista ominaisuutta voidaan jonkin verran kompensoida sahaamalla puuraaka-aineet säteittäisellä sahausmenetelmällä (kvarttisahaus). Tässä sahausmenetelmässä sahatun kappaleen leveämmät sivut tulevat säteen suuntaisiksi, jolloin puun herkemmin kuivauksessa kaareutuva pintapuoli jää kapeammalle sivulle .

5. TUOTTEEN VALMISTUS

Tuotteen valmistus aloitetaan suunnittelusta, jossa määritellään valmistusmenetelmät, valmistettavien tuotteiden sarjakoot, tuotantomenetelmät ja valmistetaan osa-/tuotepiirustukset. Tuotesuunnitteluun liittyy olennaisesti myös markkinoinnin suunnittelu yhteistyössä markkinointiorganisaation kanssa.

Tuotteen valmistuksen aloitin luonnosten suunnittelulla ja piirustusten teolla. Koska valmistettava tuote on prototyyppi, on rakenteiden ja muotoilun muuttuminen valmistuksen aikana tavanomaista. Raaka-aineen valinta kohdistui yleisesti saatavilla olevaan mäntyraaka-aineeseen. Tarvittavia raaka-aineita tiedustelin paikallisista rakennustarvikkeista myyvistä kauppaliikkeistä. Koska niistä en löytänyt riittävän hyvälaatuista mäntypuutavaraa, jouduin tilaamaan osan puuraaka-aineista Maler Oy:stä.

Puutavara tulee kuivattaa 6-8 prosentin kosteuteen ennen höyläystä ja liimausta. Kuivauksen, höyläyksen ja ahiokatkonnan jälkeen suoritin pöytälevyn liimauksen (KUVIO 6) ja jalkojen ja taivutettujen sivuprofiilien aihoiden liimauksen (KUVIO 8-9). Liimauksissa käytin D4 luokan polyuretaaniliimaa (LIITE 1). Liiman valintaan vaikuttivat lähinnä alhainen sallittu liimausolosuhdelämpötila ja liimasauman hyvä kosteudenkesto, joka sallii valmistetun tuotteen väliaikaisen varastoinnin myös kosteammissa olosuhteissa. Teollisessa suurtuotannossa liiman levitys voidaan toteuttaa myös automatisoidulla linjastolla (KUVIO 5).



KUVIO 5. Liiman automaattinen levitys (kuva Sievin Puutuote)



KUVA 6 Pöytälevyn liimaus tankopuristimilla (kuva Jauhonen Kaarlo)

Jalka-aihioiden sivut muotoillaan sopivaan kulmaan ensin sirkkelillä ja sen jälkeen höylätään liimattavat pinnat, jos mahdollista profiloivalla terällä. Profilointi pinnoissa auttaa kohdistamaan kulmassa olevat liimapinnat ehkäisten niiden liukumista toisiinsa nähden (KUVIO 7) ja lisäten liimasauman pituutta sekä sen kestävyyttä mekaanista kuormitusta vastaan. Profilointi mahdollistaa teollisessa sarjatuotannossa liimauksen automaattisella liimaus/puristuslinjastolla. Yksittäisessä tuotannossa voidaan käyttää metallista valmistettua puristusmallinetta tai yksinkertaista puristinsovellusta (KUVIO 8).



KUVIO 7. Profiloitu liimasauma (kuva Jauhonen Kaarlo)



KUVIO 8. Yksinkertainen puristinsovellus jalka-aihioiden liimauksessa (kuva Jauhonen Kaarlo)

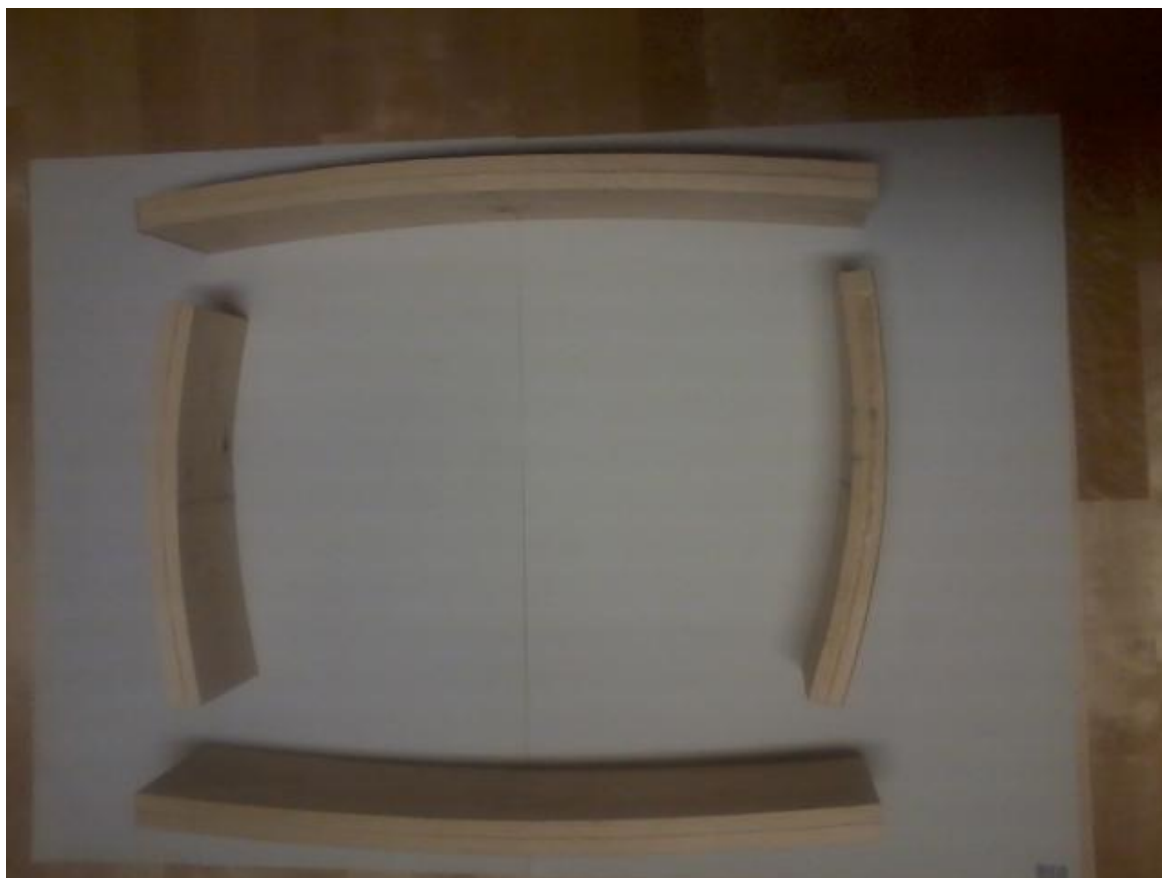
Muotoon taivutettujen sivulautojen aihiot tulee ohentaa noin 12–14 mm vahvuuteen. Parhaiten se onnistuu tasohöylällä. On suositeltavaa myös kaventaa ne noin 70 mm leveyteen pyörösahalla. Sivulaudat taivutetaan liimausmallineessa (KUVIO 9), jossa ne kuivuvat haluttuun muotoon. Teollisessa sarjatuotannossa voidaan käyttää paineilmalla toimivia puristimia kuumaliimausyksiköissä valmistusprosessiajan lyhentämiseksi. Yksittäistuotannossa voidaan käyttää metallista liimausmallinetta tai yksinkertaista puusta valmistettua liimausmallinetta.



KUVIO 9. Yksinkertainen liimausmalline (kuva Jauhonen Kaarlo).

Liimausmallineen säteen tulee olla pienempi kuin vaadittavan aihion kaaren säteen puun luontaisen oikenemistaipumuksen vuoksi. Mallineita voidaan valmistaa esimerkiksi metallista, vanerilevyistä tai massiivipuusta. Liimattaessa puristinten kiristys tulee aloittaa kappaleen kaaren keskeltä edeten tasaisesti kaaren päihin saakka. Jos taivutettavassa kappaleessa esiintyy useita eri suuntiin taivutettavia muotoja, on suositeltavaa käyttää jaettavaa liimausmallinetta, jolloin työskentely on helpompaa.

Pöydän sivulaudat tulee valmistaa oksattomasta 12–14 mm vahvuisesta laudasta, joka sahataan 70 mm leveyteen. Laudat liimataan kaarevaan muotoon liimausmallineessa 28 mm vahvuiseksi ja 140 mm levyiseksi aihioiksi (KUVIO 10).



KUVIO 10. Muotoon liimatut pöydän sivulauta-aihiot (kuva Jauhonen Kaarlo).

Sivulaudat tulee hioa tai höylätä samanvahvuiseksi ennen kiinnitysreikien valmistusta, joista ne kiinnitetään pöydän jalkoihin kiinnitysruuveilla (KUVIO 11). Pöydän sivulautojen ja jalkojen kiinnitykseen käytetään ruuvi ja mutteri -yhdistelmiä, lisäksi voidaan käyttää puutappeja kiinnityksen vahvistamiseen.



KUVIO 11. Pöydän sivulautojen ja jalkojen kiinnityksessä käytettävä ruuvi ja mutteri (kuva Jauhonen Kaarlo).



KUVIO 12. Kaavio jalkojen kiinnityksestä (lähde tuntematon)

Pöydän kansilevyn ja jalkojen muotoilu voidaan suorittaa vannesahalla, kuviosahalla, käsisahalla tai suursarjatuotannossa helpoimmin ohjelmoitavassa työstökeskuksessa. Kannen ja jalkojen reunoihin voidaan ajaa profiilinmuotoja (KUVIO 14), joko käsin yläjyrsintä käyttäen tai ohjelmoitavassa työstökeskuksessa samanaikaisesti reunojen työstön yhteydessä. Kaikki pinnat tulee hioa ja suorittaa pölynpoisto ennen pintakäsittelyvaiheita ja tarvittaessa työvaiheiden välissä, riippuen käsittelymenetelmistä ja olosuhteista, joissa työ suoritetaan. Pintakäsittelyt tulee suorittaa huolellisesti sitä varten erikseen varustellussa tilassa. Pinnoitteen levityksessä voidaan käyttää paineilmatoimista maalausruiskua, tai työ voidaan suorittaa automaattisessa maalauslinjastossa.



KUVIO 13. Jalkojen sivuprofiileja (kuva Jauhonen Kaarlo).



KUVIO 14. Jalkojen reunaan yläjyrksimellä ajettuja profiilimuotoja (kuva Jauhonen Kaarlo)

Pintakäsittely suoritettiin kolmevaiheisella menetelmällä. Ensimmäisenä suoritetaan tuotteen osissa olevien väritettävien pintojen maalaus (KUVIO 15). Koska käytin helmiäisväriä, ensimmäisen maalikerroksen värisävy poikkesi huomattavasti pintaväriin sävystä. Aina on varmistettava käytettävien maalien ja lakkojen soveltuminen toisiinsa ja varmistuttava tuotteen materiaaliin sopimisesta käytettäville maalituotteille. Muiden lakkapinnalle jäävien pintojen suojaus tulee suorittaa huolellisesti niiden värjäytymisen estämiseksi. Suojaukseen voidaan käyttää paperia

tai muovikalvoa teipillä kiinnitettynä.



KUVIO 15. Tuotteen väritetyt pinnat (kuva Jauhonen Kaarlo)

6. TUOTTEEN PAKKAUS

Valmiin tuotteen pakkaaminen tulee suorittaa huolellisesti riittävän vahvaan kartonkilaatikkoon siten, että se kestää kuljetuksen ja myyntivarastoinnin aikaiset rasitukset, joita siihen voi kohdistua. On suositeltavaa käyttää itse tuotteen ympärillä solumuovi- tai styroxpehmusteita siten, että tuotteen osat eivät voi liikkua pakkauslaatikon sisällä. Vaurioiden minimoimiseksi asetellaan solumuoviin kääritty pöydänkansi alimmaksi pakkauslaatikkoon. Kannen päälle voidaan sijoittaa sivulaudat ja jalat styroxmuotteihin pakattuina. Esimerkki osien sijoittelusta tuotepakkauksen sisällä (KUVIO 16).



KUVIO 16. Tuotteen osien sijoittelumahdollisuuksia pakkauksessa (kuva Jauhonen Kaarlo).

7. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön kohteena olleen pöydän (KUVIO 17) teknisten ratkaisujen soveltuminen yksittäistuotantoon ja tavanomaisilla puusepän käyttämällä välineillä helposti toteutettaviksi tuli testatuksi (KUVIO 18) ja todetuksi prototyypin valmistuksen aikana. Prototyypin mahdollista soveltumista suursarjatuotantoon ei opinnäytetyön puitteissa ollut mahdollista toteuttaa. Se olisi vaatinut suuren tuotantolinjan käyttömahdollisuutta ja siihen mahdollisesti tarvittavien laitemuutosten toteuttamista.



KUVIO 17. Valmistettu tuote (kuva Jauhonen Kaarlo).



KUVIO 18. Jalkojen kiinnitysratkaisu valmistettu yläjyrsintä käyttäen (kuva Jauhonen Kaarlo).

Sivulautojen kiinnitysurat voidaan koneistaa valmiisiin pöydän jalkoihin, tai urat voidaan työstää pidempään lautaan joka sitten katkaistaan sopivaan pituuteensa ja liimataan oikeaa paikkaan pöydän jalka aihiossa.

Mielestäni tuotteen prototyypin teknisten ominaisuuksien soveltuminen teolliseen valmistukseen tuli riittävässä laajuudessa kokeiltua prototyypin valmistuksen yhteydessä. Valmistusmenetelmiä kehittämällä tuotetta voidaan valmistaa myös suursarjoina. Tuotteen valmistukseen käytettäviä välineitä olivat pyörösaha (KUVIO 19), oikohöylä, tasohiomakone (KUVIO 20), käsihiomakone, yläjyrsinkone ja paineilmatoiminen maalausruisku.

Suursarjatuotanto vaatii tuotantomenetelmien kehittämisen siten, että tuotteen osakomponentit voidaan valmistaa automatisoiduissa tuotantosoluissa. Pintakäsittelyltään tuotetta on helpoin valmistaa joko lakattuna tai yksiväriseksi sävytettynä, tosin teknisesti on mahdollista käyttää myös prototyypissä käytettyä kaksoisvärimenetelmää. Yksittäistuotteen valmistuksen pintakäsittelyvaiheessa värittömiksi jäävien puuosien suojaukseen käytettävä työaika muodostuu varsin suureksi ajatellen tuotteen pintakäsittelyn viemää kokonaisaikaa.

Suursarjatuotannossa käytettäessä maalausautomaattia pintakäsittelyyn käytettävää aikaa voidaan lyhentää huomattavasti. Harkittavaksi tulee kuitenkin maalauslinjaston automatisoinnista aiheutuvien kustannusten vaikutus tuotteiden valmistuskustannuksiin ja siten myyntikatteeseen.



KUVIO 19. Pyörösaha (kuva Jauhonen Kaarlo)



KUVIO 20. Tasohiomakone

(kuva Jauhonen Kaarlo)

LÄHTEET

Akzo Nobel Coatings OY Malmarintie 20, PL 104, 01301 Vantaa
Puh. 020 750 1501, Tekninen palvelu; 0207501501

Auvinen, Seppo & al. 2002. Puusepänteollisuus. Helsinki: Tekijät ja opetushallitus.
ISBN 952-13-1449-4.

Ilvessalo-Pfaffli ja Laamanen 1969.

Jauhonen, Kaarlo. Omat kuvatiedostot ja muu kokemusperäinen aineisto.

Kersvage 1973 & Koponen 2005 väitöskirjallisuus.

Kärkkäinen Matti 2007. Puun rakenne ja ominaisuudet.

Laakkonen, Pekka 1996. Puutekniikka 1. painos. Helsinki: Otava ISBN 951-11709-2.

Loukasmäki Pasi. Toimialaraportit 2/2013.

Scott, Ernest 2004. Suuri puutyökirja 5. painos. Helsinki: Tammi. ISBN
951-31-2976-4.

Tulli. uljas.tulli.fi/CPA2008C310.

Tuormaa, Markus (ent. Perälä) 2011. Puusta tehty. Helsinki: Metsäkustannus OY ja
tekijä. ISBN 978-952-5694-11-6.

Tuormaa, Markus 2011. Veistotöitä. Helsinki: Metsäkustannus. ISBN
978-952-5694-71-0.

Vilkuna, Kustaa & Mäkinen, Eino 1953. Isien Työ. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö
Otava.

LIITE 1. Polyuretaaniliiman tuoteseloste

TUOTESELOSTE

Päivitetty 05/08

CASCOL POLYURETAANILIIMA 1809

Käyttöala

1- komponenttinen kosteuskovettuva puuliima, jolla voidaan liimata puuta myös muita materiaaleja vasten. Liiman erityispiirteenä on sen soveltuminen liimauksiin, joissa liimataan puuta metalleja ja joitain muoveja vasten. Sisä- ja ulkokäyttöön. Ei kantaviin rakenteisiin.

Tuoteominaisuudet:

Hyvä vedenkesto ja täyttää EN 204 luokan D4 vaatimukset. Korkea lämmönkesto WATT 91:n mukaisesti. Ei kantaville rakenteille. Sopiva avoin- ja puristusaika sekä ammatti- että harrastajakäyttöön. Kuivumisprosessissa vapautuu hiilidioksidia, joka saa liiman vaahtoamaan.

Pakkauskoko:

100ml, 300ml, 750ml

Tekniset tiedot:

Koostumus	1-komponenttinen isosyanaattipohjainen Prepolymeeri	liuotteeton	MDI
Väri	väritön		
Ominaispaino	n. 1080 kg/m ³		
Kuiva-ainepitoisuus	100%		
Paloluokitus	Ei syttyvää		
Liuote	Asetoni		
Viskositeetti	n. 2500 mPa.s Brookfield, sp 4,6 r/min. 25c°		

Käyttötiedot:

Menekki	n. 100-300g/m ² riippuen materiaaliyhdistelmästä
Työskentelylämpötila	+15°C-+25°C, vähintään +5°C
Työskentelyaika	Avoin; 10-15min. Suljettu; 5-25min.

Kosteudenkesto ja kosteudesta. Luokka D4 DIN EN 204 riippuen ilman lämpötilasta
 Puristusaine Korkea estämään vaahtoamista

Varastointi Vähintään 1 vuosi avaamattomassa pakkauksessa viileässä paikassa. Ei alle +5°C eikä yli +30°C

Käyttöohje:

Liimattavien pintojen tulee olla puhtaat ja pölyttömät. Vastatyöstetyt pinnat antavat parhaan liimaustuloksen erityisesti kovia ja rasvaisia puulaatuja liimattaessa. Hiometalli- ja muovipinnat hiomapaperilla ja poista hiomapöly huolellisesti. Purista liima suoraan liimattavalle pinnalle pullosta ja levitä sopivalla työvälineellä. Liimattavat pinnat tulisi kostuttaa ennen liiman levitystä. Käytä korkeaa puristusainetta, jotta vältät liiman vaahtoamisen saumoissa. Sulje pullo välittömästi käytön jälkeen.

Puristusaika

Puristuspaineen tulee olla riittävä, jottei liima kosteuden johdosta laajentuessaan vaahtoa liikaa. Seuraavat puristusajan arvot ovat ohjeellisia:

Mänty/Mänty; 200g/m² (puun kosteus 12%)

Aika	ilman suht. kosteus(RH)	lämpötila °C
8 h	40%	+15
4 h	50 %	+23
2 h	65 %	+30

Liimasauma saavuttaa normaalisti loppulujuutensa n. 24 h:n kuluttua.

Käyttö- ja ympäristöturvallisuus:

Ärsyttää silmiä, hengityselimiä ja ihoa. Hengitysteitse altistuminen voi aiheuttaa herkistymistä. On huolehdittava riittävästä tuuletuksesta. Työskenneltäessä liimojen kanssa on aina noudatettava varovaisuutta. Mikäli liimaa joutuu iholle, tulee iho pestä välittömästi vedellä ja saippualla. Mikäli liimaa joutuu silmiin, on silmät välittömästi huuhdeltava runsaalla vedellä ja hakeuduttava lääkärin hoitoon. Liima sisältää isosyanaatteja, jotka joillakin henkilöillä saattavat aiheuttaa allergisia reaktioita.

Työvälineet pestään välittömästi käytön jälkeen asetonilla. Kovettunut liima poistetaan mekaanisesti. Jätteet kerätään ja hävitetään jätehuoltoviranomaisten hyväksymän jätehuoltosuunnitelman mukaisesti. Nestemäinen jäte tulee toimittaa ongelmajätteen keräilyyhteistyökeskukseen tai muualle vastaavaan paikkaan ongelmajätteenä käsiteltäväksi. Liuotinvapaa, kovettunut liimajäte voidaan yleensä toimittaa kaatopaikalle. Tyhjä, kuivat myyntipakkaukset voidaan yleensä hävittää viemällä ne yleiselle kaatopaikalle.

Tuotteesta on saatavilla käyttöturvallisuustiedote. Lisätietoja lähimmältä jälleenmyyjältä tai WWW.CASCO.fi
Akzo Nobel Coating OY Malmarintie 20, PL 104, 01301 Vantaa Y-tunnus;
0124303-9.