LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

PUUN TUTKIMUSPROJEKTI

Solidiwood

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan laitos
Puutekniikan ko.
Puun tutkimusprojekti, Solidiwood
20.2.2012
Leo Lähteinen 0802067
Eero Kahilaniemi 0702464

SISÄLLYS

1	JOHDANTO		1
2	OSATEKIJÄT		2
	2.1	Moniosaisena tuottaminen	2
	2.2	Pinnankäsittely	4
	2.3	Pinnankäsittelyaineet ja puristekalvot	4
	2.1	Höyläys ja höyläämättömyys pinnankäsittelyssä	5
	2.2	Pinnankäsittelyn lopputulokset	6
	2.2.1	Pinta	6
	2.2.1.1	Yläpuoli	6
	2.2.2	Alapuoli	8
	2.3	Kosteuden mittaus	9
	2.4	Palkkituotteen aukko	10
3	TUOTANTOPROSESSIN KULKU		12
4	ONGELMAT		15
6	YHTEENVETO		18
7	JATKOKEHITTELYÄ		21
8	VIIMEINEN SANA		23

1 JOHDANTO

Projekti toteutettiin yhteistyössä Koskisen Oy:n ja Ilvolankoski Oy:n kanssa. Projektin esitutkinta aloitettiin keväällä 2011 todentamalla Junckers Oy:n yli 50 vuotta käyttämän ja vain lapepintoja puristavan puristuskuivauksen perusasioita. Esitutkinnassa tarkoitus oli etsiä parametrit, joiden avulla puuaihiosta saadaan puusepänkuiva eli alle 6 %. Lisäksi puuaihiosta tuli saada tasaisen kuiva. Kosteusprosentin lisäksi pyrittiin selvittämään puun halkeilua ja oksien irtoamista. Esitutkinnan lopputulokset olivat hyviä. Koepuristimellemme oikeat parametrit saatiin hahmotettua ja kuivausviat olivat minimaalisia tai siedettävissä mittasuhteissa.

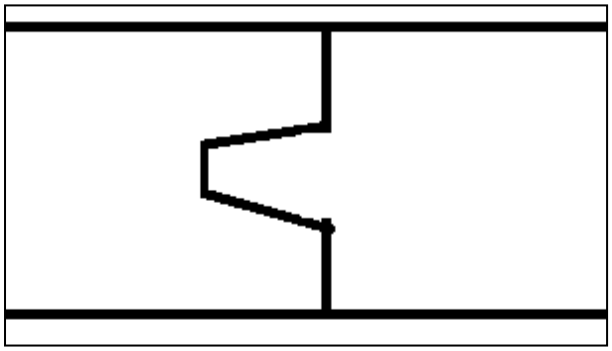
Syksyllä käynnistyneen työn tarkoituksena oli todentaa ja selvittää Solidiwoodin mahdollisuuksia teollisessa tuotannossa. Solidiwood -teknologia on neljän eri tuloksentekijän yhteistuotantoprosessi, jossa yhdessä ja samassa prosessissa puristuskuivauksen lisäksi toteutetaan myös tuotteen profilointi, yksi- tai moniosaisena tuottaminen ja pintakäsittely. Teknologialla pyritään suuriin säästöihin ja sitä kautta kustannustehokkaaseen liiketoimintaan. Kyseinen teknologia pyrkii avaamaan ovia myös täysin uusiin pintakäsittelytapoihin ja aineisiin sekä lukuisiin muihin käyttökohteisiin, joissa myös lähtöraaka-aineena on ensisijaisesti tuore sahatavara.

Tavoitteena oli saada aikaan suuntaa antavia tuloksia Solidiwoodin teollisesta hyödyntämisestä. Projektin lähtökohta oli osoittaa, että mikäli koulun ”perinteisemmällä kalustolla” ym. puutteilla toteutetut kokeet saisivat aikaan onnistuneita suuntaa antavia tuloksia, onnistuisivat toteutukset myös paremmalla teknologialla ja välineistöllä, jolloin tulokset vain paranisivat. Olennaisinta oli, että teknologian edellyttämän sivupintojen puristamisen puuttumisen jouduimme korvamaan vaatimattomilla erityisjärjestelyillä.

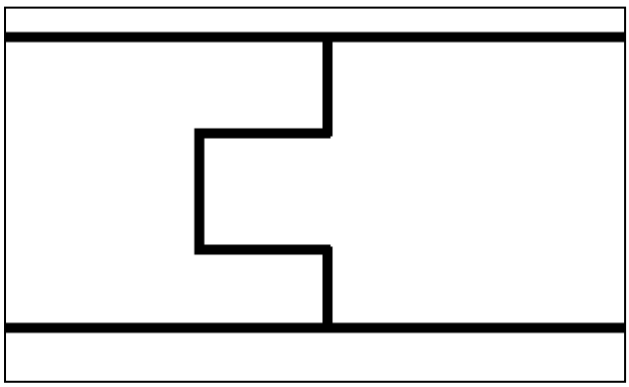
2 OSATEKIJÄT

2.2 Moniosaisena tuottaminen

Moniosaisena tuottamisen yhtenä elementtinä on saheaihioiden käyttö, jotka edullisimmin tuotetaan pieniläpimittaisen sahapuun profiloivassa sahauksessa. Niistä rakentuvat ponttiliitokset tulisivat lujimmillaan vastaamaan sormijatkosliitoksen periaatteita, jolloin ponttiliitoksen urospontin kärki kapenee kärkeä kohti. Tällöin naaraspontti olisi vastaavasti suppeneva pohjaa kohti. Tämäntyyppisen ponttiliitoksen idea on saada aikaan mahdollisimman tiukka liitos, jossa pontin osapuolten välinen yhteinen pinta- ala olisi mahdollisimman suuri eli liimausliitospinta on suuri. Lisäksi liitoksen lujuutta kasvattaa suppeneminen, joka saa aikaan kiilamaisen vaikutuksen.



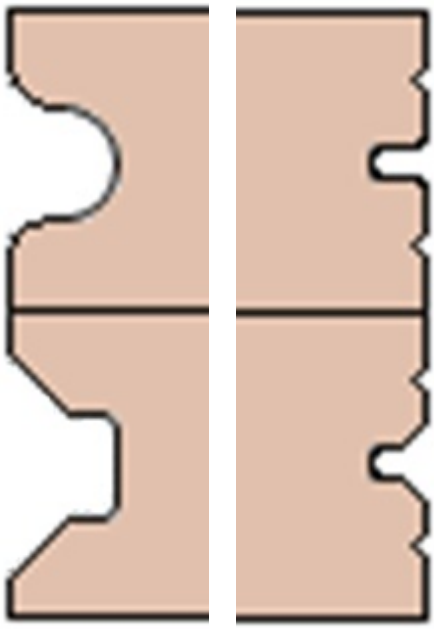
KUVIO 1. Ponttiliitoksen teoreettinen, optimaalisin muoto



KUVIO 2. Ponttiliitoksen käytössä ollut muoto

Jyrsimme demotuotteen tuoteosiin kuvion 2 mukaiset ponttiliitokset. Tämä johtui terä-valikoiman suppeudesta, sillä sopivia teriä tarvittavien ponttien tekemiseen ei ollut tai ponttiliitoksen tekeminen olisi tullut huomattavasti työläämmäksi. Ponttiliitos jyrsittiin vain tuotteen sisäosiin tulevalle syrjäpinnalle. Liitoksissa ei käytetty liimaa.

Koska teknologian edellyttämää sivupintojen puristusta ei ollut, niin tuotteen profilointia demottiin asettamalla demoaihio puristimeen siten, että lapepinnat tulivat sivuille ja sivupinnat puristinlevyjä kohti. Näin päästiin puristamaan metallitankoja demotuotteen sivupintoihin. Tankojen halkaisijat olivat 6 ja 4 mm ja ne olivat muodoltaan pyöreitä. Profiilit puristettiin aihioon pintakäsittelyn jälkeen eli viimeisenä tuotannollisena prosessina. Syrjäprofiileja varten aihio tuettiin sivuilta käsipuristimilla ulkoisen nyrjähdyksen estämiseksi. Suuremmille profiilimuodoille tehtiin esiprofiili jyrsimellä ja se viimeisteltiin puristusoperaatiolla pienimuotoisten profiilien tapaan. Toiselle ulkopinnalle tehtiin pieniprofiiliset muodot ja vastakkaiselle sivulle esiprofiilin avulla suuremmat.



KUVIO 3. Sivuprofiilien havainne-esimerkit. Vasemmalla puolella on kuvattu esiprofiilin avulla tehtävät profiilipinnat ja oikealla puolella pienillä tangoilla ilman esiprofiilia toteutettavat profiilipinnat.

2.2 Pintakäsittely

2.3 Pintakäsittelyaineet ja puristusmanttelit

Pintakäsittelyssä haettiin tuloksia paperin pinnan kalanteroinnista ja sen raaka-aineista. Sideaineena käytettiin myös paperin pinnoittamisesta poikkeavasti vesilasia eli natriumsilikaattia. Vesilasin käyttö sijoittui tuoteaihion yläpuoliselle lapepinnalle, kun taas paperin pinnassa käytettävä akrylaattilateksi toimi alapuolisen lapepinnan sideaineena. Sideaineihin sekoitettiin erilaisia pigmenttejä, joita olivat

- vuolukivijauho
- marmorijauho
- Kaoliini
- Liitu (kalsiumkarbonaatti)

Lateksin kanssa sekoitettiin lisäksi talkkia ja tärkkelystä, joiden avulla parannettiin seoksen sideominaisuuksia. Vesilasi toimi yksistään sideaineena, joten siihen tarvitsi vain lisätä pigmentti.

Pintakäsittelyseosten lisäksi käytössä oli am. mantteleita puristuslevyn ja demoaihion lapepinnan välissä.

- Teräs
- Silikoni (elastinen)
- Kovamuovi

Teräsmanttelia käytettiin aihion puristuskuivaukseen, jossa sille saatiin tasainen ja kiiltävä tai lähelle näitä oleva pinta. Kovamuovimanttelia käytettiin kokeilujen keskivaiheilla kuivauksen jälkeen pintakäsittelyvaiheessa. Silikonimanttelia käy-

tettiin niin ikään samaisessa käytössä, mutta parempien tulosten perusteella se otettiin runsaampaan käyttöön. Kovamuovimanttelia antoi hyvin sileän pinnan, mikä ei sinänsä ollut huono asia. Sen sijaan silikonimantteli myötäili puun pinnan muotoja mahdollistaen puun syykuvioiden muodostumisen pinnalle.

Yläpuolisen lapepinnan käsittelyssä oli sideaineena vesilasi, johon sekoitettiin eri pigmenttejä. Pigmenteillä saatiin aikaan harmaan eri sävyjä, sen mukaan, miten eri jauhoja sideaineeseen sekoitettiin.

2.1 Höyläys ja höyläämättömyys pintakäsittelyssä

Ennen pintakäsittelyä oli valittavana kaksi eri tapaa “pohjustaa” puuaihio. Aihio voitiin höylätä ennen kuumapuristuskuivausta tai se jätettiin höyläämättömäksi, eli sen pinta pidettiin samana, kuin se sahalta tullessaan oli.

Höylätyssä pinnassa aihion pinnasta poistettiin 1- 2mm tai sen verran, että aihiosta tuli sileä. Tämä prosessi jätettiin mielellään pois, sillä Solidiwoodin perusajatus on, että jalostus tapahtuu mahdollisimman vähillä tuotantovaiheilla. Höylätty pinta oli ennen pintakäsittelyä esteettisesti hienompi, mutta kun se pintakäsiteltiin vesilasilla, oli tulos parhaimmillaan tyydyttävä.

Sen sijaan peittävä lateksikäsittely sai paremman tuloksen aikaan höylätyllä pinnalla. Tulos oli suunnilleen sama, oli käytössä sitten kovamuovi- tai silikonimantteli. Näistä kahdesta paremmin toimi kovamuovi, jonka avulla saatiin enemmän peilipintainen lopputulos.

Höyläämättömän pinnan kuumapuristus ja pintakäsittely on yksi Solidiwoodin tavoitteista. Näin eliminoitaisiin ylimääräisiä tuotantovaiheita, jotka eivät tuottaisi lisäarvoa tuotteen laadun kannalta. Vesilasilla päällystäminen toimi erinomaisesti höyläämättömälle pinnalle. Tämä ominaisuus parani etenkin silikonimanttelin kanssa, joka muotoutui höyläämättömän puun pintaan ja sai näin aikaan vesilasin muotoutumisen syykuvioiden mukaan. Syykuvioiden voimakas esiin tuleminen

aiheutui kevät ja kesäpuun kovuuseroista, sillä paineen noustessa korkealle, 15-20 baariin, kevätpuu painui enemmän kasaan antaen helpommin periksi puun muokkautumiselle, kun taas kesäpuu kovempana koostumuksena vastusti enemmän puun muokkautumista paineen alla.

Aihion alapuolella käytetty lateksimaali toimi erinomaisesti höyläämättömälle pinnalle, ainakin esteettisestä näkökulmasta. Pinnan laatuun vaikutti hyvin paljon lateksipastan koostumus. Tässäkin tapauksessa silikonimanttelin avulla puristettu maalipinta sai aikaan puun syykuvioiden tulemisen näkyville pastan läpi siten, että maali peitti puun luontaisen värin. Pastan väriä voitiin muuttaa lisäämällä siihen eri pigmenttijauhoja. Lähtökohtaisesti käytössä oli lähinnä valkoinen sävy, jolla saatiin neutraali tulos.

2.2 Pinnankäsittelyn lopputulokset

Pinnankäsittelyaineiden variaatioilla saatiin kattava määrä erilaisia tuloksia. Huonoimmat tulokset saaneet seokset tai pastat jätettiin uudelleen kokeilematta. Hyvien tulosten kohdalla, joita tuli onneksi aika paljon, tehtiin uusintakokeita, joiden avulla pystyttiin vakuuttumaan seoksen tai pastan toimivuudesta. Lähtökohtana kokeissa oli siis se, että vesilasia käytettiin demoaihion yläpuolisen pinnan pinnoitteena ja sideaineena, kun taas lateksimaalia käytettiin aihion alapinnan pinnoittajana ja sideaineena. Pigmenttejä käytettiin kummassakin sideaineessa. (Tässä osiossa ei tulla käsittelemään huonon tuloksen antaneita seoksia tai pastoja).

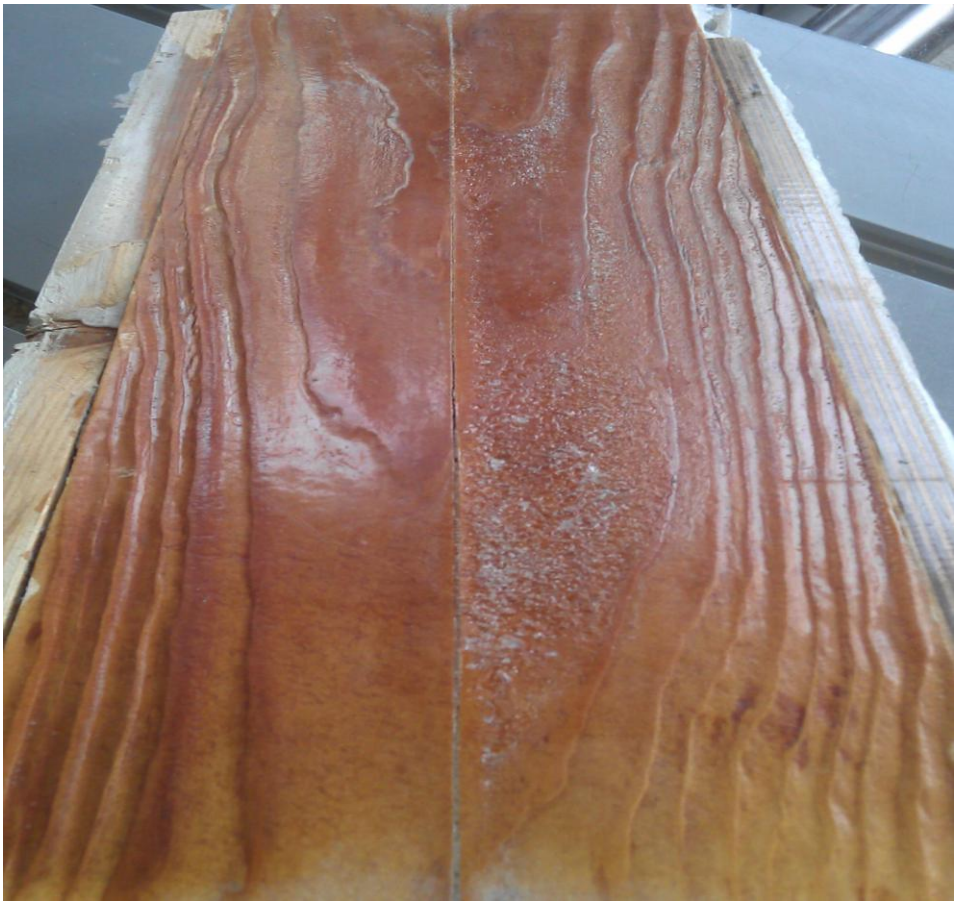
2.2.1 Pinta

2.2.1.1 Yläpuoli

1. Vesilasi+ höyläämätön pinta+ silikonimantteli (1)

2. Vesilasi+ höyläämätön/höylätty+ kovamuovimantteli (2)
   Vesilasi+ höyläämätön/höylätty+ pigmenttijauheet+ kovamuovimantteli (2)
3. Vesilasi+ höyläämätön+ pigmenttijauhe+ silikonimantteli (3)

Parhaimman tuloksen antoi vesilasi, johon ei lisätty ollenkaan muita aineita. Tällöin pinnasta tuli puun syiden muotoon muokkautunut kova lasipinta, josta puun luontainen kauneus näkyi. Tummuuteen vaikutettiin puristuslämpötilalla. (1)



KUVIO 4. Pintapuolen lähestulkoon onnistunut pinnoitus; vesilasi+ höyläämätön pinta+ silikonimanttelipuristus. Sauman kohdalla on pientä kupruilua, joka on seurausta vähäisestä paineesta pinnoituksen aikana, eli pienestä epätasaisuudesta.

Toiseksi parhaiten pärjäsivät vesilasin kanssa käytettävät eri pigmenttiyhdistelmät, joiden avulla pystyttiin saamaan erilaisia harmaan sävyjä. Kovamuovimantteli sai aikaan peilipintaisen, hyvin tasaisen pinnan, joka muistutti hyvin paljon

kovamuovipintaa. Seokselta edellytettiin hyvin tasaista koostumusta, sillä pienet paakut näkyivät saman tien lopputuloksessa. Myös kovamuovimanttelin tuli olla puhdas ja tasainen, sillä kaikki manttelissa olleet epäpuhtaudet ja viat näkyivät lopputuloksessa. (2)

Kolmanneksi parhaimman tuloksen esteettisesti antoivat vesilasin ja pigmenttijauheiden yhdistelmät, joiden kanssa käytettiin silikonimanttelia. Tällöin puu sai kovamuovimaisen kiiltävän pinnan, jonka sävyjä kontrolloitiin jauheiden sekoitussuhteilla. Silikonimanttelin käyttö mahdollisti vielä puun syiden muokkautumisen pintaan.(3)

Vesilasin ja pigmenttien eli jauheiden sekoitus tuotti ongelmia levittäytymisen kannalta, sillä jauheliuos oli herkästi paakkuuntuvaa. Tämä sai aikaan pigmenttijauheen epätasaisen kasautumisen pinnalle, jolloin lopputuloksena oli kiiltävä pinta, jossa saattoi nähdä puun läpikuultavuuden vähäpigmenttisillä alueilla.

2.2.1.2 Alapuoli

Alapuolessa käytettin seuraavia pastoja:

Lateksimaali, valkoinen+ perunajauho+ kaoliini+ talkki
Lateksimaali, valkoinen+ perunajauho+ kaoliini+ talkki+ muita eri pigmenttejä

Lateksimaaliin sekoitettiin aina perunajauhoa, jossa se toimi tärkkelyksenä sideaineena, talkki toimi myös sideaineena ja kaoliini kolmantena sideaineena. Kaikki aineet olivat luonnostaan valkoisia, joten väriä voitiin säätää eri harmaan sävyisiksi pigmenttien avulla. Kaikki pastat antoivat aihiolle hyvän pinnan riippumatta siitä, oliko pinta höylätty vai höyläämätön. Solidiwoodin kannalta käytimme testeissa paljon höyläämätöntä, joka tuotti paikoin erinomaisia tuloksia. Puristusmantteleina toimivat kovamuovi ja silikoni, jotka kummatkin antoivat hyvän tuloksen. Silikoni antoi tapansa mukaan puun syitä mukailevan pinnan, kun taas kovamuovin seuraus oli tasainen peilipinta.

KUVIO 5. Pohjapuolen onnistunut pinnoitus; lateksimaali, valkoinen+ perunajauho+ kaoliini+ talkki+ silikonimanttelipuristus

2.3 Kosteuden mittaus

Kosteusmittauksia tehtiin esitutkimusten tavoin, jotta varmistettiin, että aihiot olivat tasaisesti kuivia. Kosteusmittauksia tehtiin ennen kuivausta, kuivauksen aikana ja kuivauksen päätyttyä piikkikosteusmittarilla ja pintakosteusmittarilla. Piikkikosteusmittaria käytettiin kuivausta ennen ja sen aikana tapahtuviin kosteusmittauksiin. Pintakosteusmittari toimi puolestaan kuivausprosessin ja jäähdytyksen jälkeen.

Piikkikosteusmittarilla mitattaessa kosteudet vaihtelivat 35- 60 % välillä ennen kuivausta tapahtuneessa mittauksessa. Tämä johtui puun suurista lämpötilan vaihteluista, joka sai aikaan mittarin suuren mittaushajonnan. Lämpötilan noustessa mittarin lukema kasvoi ja puun lämpötilan yltäessä yli 40C, kosteuden mittari lakkasi ns. toimimasta, jolloin mittari näytti epämääräisiä lukemia.

Sen sijaan, ennen puristuskuivausta, huoneenlämmössä toteutetut mittaukset olivat suhteellisen luotettavia. Kosteuden arvot olivat seuraavat; 35%- 42%- 45%- 53%. Tämän jälkeen mittaustulosten luotettavuus laski, kun puun lämpötila nousi. Mittarin lämpötilan kalibrointi ulottui 40C: een asti, joten sitä ylemmillä lämpötiloilla ei saatu luotettavia tuloksia.

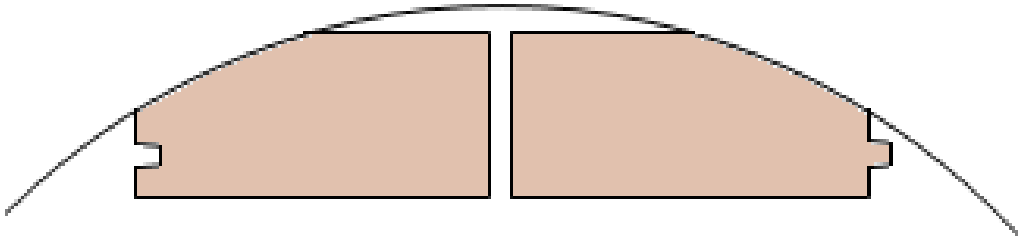
Pintakosteusmittarilla tehtiin kuivatun aihion kosteusmittaukset. Kosteusmittaukset olivat keskimäärin seuraavia:

pintapuoli: 4-6%
pohjapuoli: 5-7%

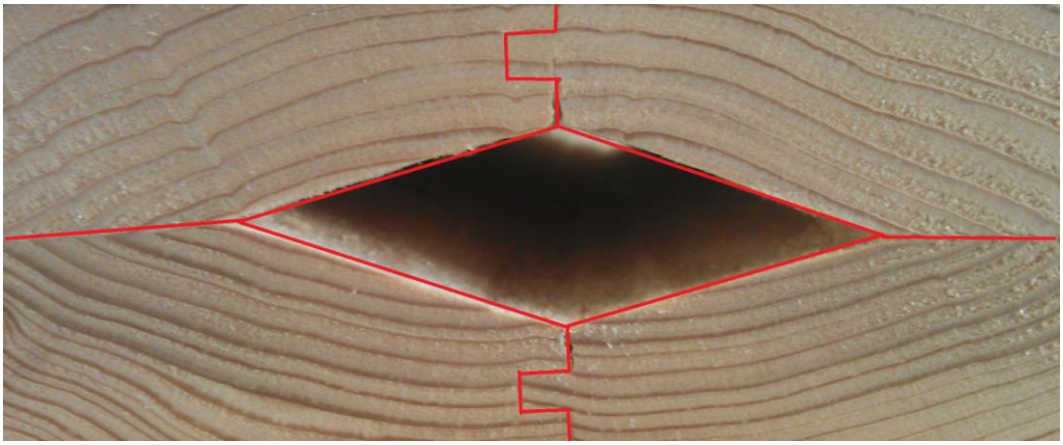
Tulokset on laskettu keskimääräisinä arvoina, eli yksittäiset kosteudet saattavat ylittää jonkin verran kyseiset lukemat. Noin 90 % mittauspisteiden lukemista sijoittui kyseisille väleille. Tuloksia voidaankin pitää suuntaa antavina.

2.4 Palkki- ja pilarituotteen aukko

Palkki- ja samalla demotuotteen keskiosaan muotoutunut aukko on yksi Solidiwoodin keskeisiä ajatuksia. Aukko on seurausta Solidiwoodissa käytettävissä saheaihioista, jotka on sahattu tukin pintapuolen puumateriaalista, jolloin ns.” vajaakulmat” saadaan hyötykäyttöön ja niistä voidaan tuottaa uusia innovatiivisia tuotteita käyttämällä hyväksi niiden luontaista ”vajaavaisuutta”.



KUVIO 6. Palkkiaihioiden profiloiva sahaus, jonka avulla Solidiwoodin tuoteosia tuotetaan.



KUVIO 7. Demotuotteen aukko Solidiwood- palkissa

Aukon keskeinen idea on nopeuttaa kuivumista ja säästää sahatavaraa. Puuaihion kuivumisen yksi säätelyvaihtoehdoista perustuu aukon kautta haihtuvaan vesihöyryyn. Niinpä kuivauksen yksi ideoista aukon osalta on sen koon sääteleminen. Aukon suuruudella voidaan vaikuttaa puun lämpötilaan ja sitä kautta kuivumisnopeuteen. Koska aukon koko on suhteessa palkin poikkipinta- alaan aika suuri, siitä haihtuu huomattava määrä vesihöyryä puun kuumentuessa, jolloin aukon säätelyllä voidaan vaikuttaa suuresti vesihöyryn poistumiseen aihiosta.

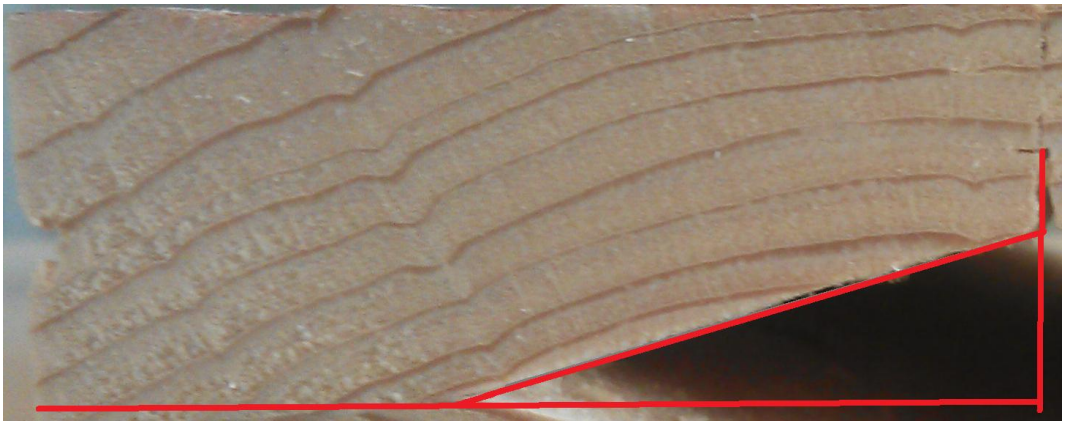
Tässä projektissa tehdyissä koestuksissa ei aukon kokoa pystytty säätämään optimaalisella tasolla optimaalisten välineiden puutteen takia. Puuaihion kummatkin

lapepinnat ovat kuumapuristuslevyjen peittämät ja sivupinnat ovat sivuttaispuristimien levyjen peittämät, joten suurimmiksi ja lähes ainoiksi kuivumispinnoiksi jäivät aihion päätypinnat. Vesihöyryn kulkua pystyttiin tämän projektin puitteissa säätämään vain näennäisesti levymäisillä komponenteilla, jotka asennettiin päätypinnoille aukon eteen. Todellinen kuivauksen aikaan vaikuttava säätäminen jäi siis toteutumatta.

3. TUOTANTOPROSESSIN KULKU

Raaka-aineena käytettiin esitutkinnassakin käytössä ollutta tuoretta kuusisahatavaraa. Aluksi samoilla aihionmitoilla 150*22mm ja lopputuotteiden todentamisessa 33*200mm.

Tuotantoprosessi oli kokonaisuudessaan seuraava. Ensimmäiseksi laudat, 33*200mm, katkaistiin kahteen yhtä suureen osaan. Osat jaettiin kahteen eri luokkaan. Toiseen luokista tehtiin naaraspontti ja toiseen urospontti. Pontit tehtiin alajyrsimellä. Ponttiliitosten valmistuttua vannesahalla leikattiin aihion keskiosaan tulevan aukon osat eli laudan yksi kulmista viistettiin pois.



KUVIO 8. Tuoteosaan sahattu viiste, jonka avulla palkille saatiin aikaan ontto keskiosa

Ponttiliitokset liitettiin yhteen ja näitä liitoksia otettiin tuoteaihioon kaksi kappaletta. Niin sanotuille tasopinnoille levitettiin liima. Kappaleet liitettiin yhteen siten, että keskelle muotoutui iso aukko, jota hyödynnettiin Solidiwoodissa hyvin kattavasti. Solidiwoodin yksi monista ideoista perustuu aukon ominaisuuksien hyödyntämiseen palkkituotteessa.

Liimanlevityksen jälkeen demoaihio vietiin puristimeen, jossa lämpötilaksi oli määritelty 160C. Puristuskuivaus tapahtui 5-20 bar paineilla. Aluksi käytössä oli alhaisimmat paineet, mutta puuaihion eläessä kuivauksen aikana, painetta nostettiin, jotta aihio saatiin pysymään lapepinnoilta mahdollisimman suorana. Lisäksi kuivauksen aikana käytettiin sivuttaispuristusta, jonka avulla saatiin ponttiliitos pidettyä tiukkana ja myös kosteuseläminen mahdollisimman pienenä. Aikaa kuivaukseen käytettiin noin 4-5 tuntia, jonka jälkeen aihion annettiin jäähtyä. Jäähtyminen tapahtui paineistuksen alla, jotta liima tuoteosien välillä jähmettyi halutuun muotoon ja puun omat liima- aineet jähmettyivät puuaihion sisällä.

KUVIO 9. Lape-ja sivuttaispuristus puristuskuivauksen aikana. Sivuttaispuristimena toimi metallikehikko, jossa oli pulteilla toimiva säätöominaisuus.

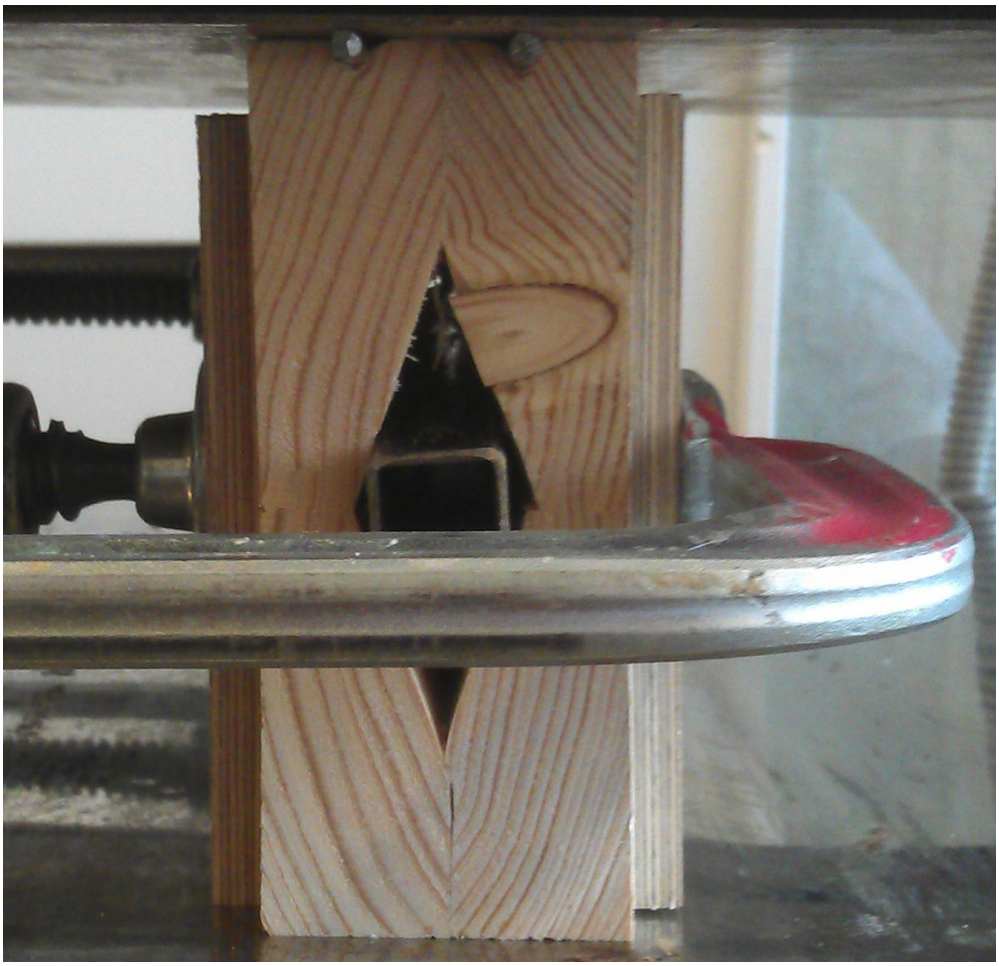
Huoneenlämpöinen aihio pintakäsiteltiin näkyvältä osalta vesilasilla pensselin avustuksella ja alapuolelta pastalla, joka sisälsi valkoista lateksimaalia+ koaliinia+ perunajauhoa+ liitujauhoa. Jauhoja annosteltiin noin yksi teelusikka ja lateksia noin kaksi ruokalusikallista. Pastasta tuli näin suhteellisen juoksevaa ja riitti hyvin peittämään puuaihion pinnan. Aineiden levityksen jälkeen kummatkin puristinle-

vyt päällystettiin silikonimanttelilla ja aihio laitettiin uudelleen sivupuristus-rautoihin kiinni.

Paine pinnankäsittelyn aikana oli aluksi pieni, noin 5 bar, mutta sitä nostettiin hetken kuluttua tasaisesti noin 20- 25 baariin, jotta silikonimantteli saatiin koko alueelta puristumaan aihion pintaan. Viimeisimmissä kokeissa käyttöön otettiin tukitanko, joka asennettiin aukkoon tukemaan aihion pinnankäsittelyn aikaista kuormitusta, joka edesauttoi aihion pysymistä suorana sauma- alueelta.

Pinnankäsittelyn vaatima kuumapuristus kesti noin puoli tuntia, jonka jälkeen aihion annettiin jäähtyä paineiden alaisena. Jäähtymistä tarvittiin, koska kuumapuristuksen aikana tuoteosien välissä ollut liima oli jälleen nesteytynyt, joten se täytyi uudelleen jähmettää haluttuun asentoon.

Pintakäsitellyn ja jäähdytetyn aihion sivut leikattiin tasaisiksi sirkkelillä ja aihio asetettiin puristimeen siten, että nyt lapepinnat tulivat sivuille ja sivupinnat puristinlevyjä kohti. Lapepinnat tuettiin käsipuristimilla, jotta sivupintoihin kohdistuneet paineet eivät nyrjäyttäisi aihiota. Ennen puristusta puristinlevyjen ja aihion väliin asetettiin metallitangot, 4 tai 6mm. Puristus tapahtui pienillä paineilla. Ensin puristinlevyt ajettiin kiinni metallitankoihin, jolloin ne olivat tiukasti kiinni aihiossa. Seuraavaksi painetta lisättiin hiljalleen, kunnes metallitangot olivat uppoutuneet aihioon. Isompien tankojen kohdalla puuaihion sivut valeltiin vedellä ennen puristusta, jotta pinta saatiin hieman pehmenemään ja tangot uppoutumaan helpommin.



KUVIO 10. Sivuprofiilien puristus 4mm metallitangoilla. Sivuprofiilit puristettiin käyttämällä apuna sivuttaispuristusta lapepinnoilla, jotta estettiin lapepintojen nyrjähdys.

Toisen sivun profilointia varten aihio käännettiin toisinpäin, jolloin metallitangot olivat aina ylhäällä. Tällöin niiden oikea asettaminen pystyttiin kontrolloimaan helpommin.

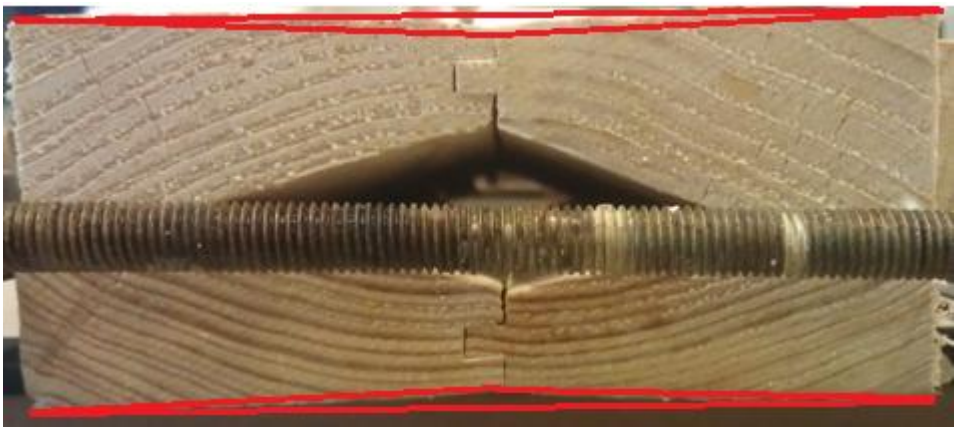
Lopuksi kuivattu, pintakäsitelty ja profiloitu puuaihio otettiin pois puristuksista ja sen päädyt leikattiin tasaisiksi.

4. ONGELMAT

Projekti ei sujunut aivan ongelmitta, vaan tuotantoprosessin aikana ilmeni monia tuotannollisia haasteita ja ongelmia, joita pyrittiin vähentämään erilaisin konstein. Osana Solidiwood projektia olikin tunnistaa tuotannollisia ongelmia ja tehdä parannus- ja kehitysehdotuksia tuotannollisiin tekijöihin. Suurimpia ongelmia tuottivat aihion liitokset ja niiden saumakohdat. Ne olivat tekijöitä aiheuttamaan ongelmia moniin eri tuotannollisiin prosesseihin.

Puristuskuivausprosessin aikana ponttiliitoksen tiukkana pysyminen oli aluksi suuri ongelma varsinkin ohuiden tuoteosien kohdalla. Tämä johtui siitä, että käytössä ollut sivupuristus ei onnistunut kovinkaan hyvin, koska sen säätäminen ahtaissa tiloissa ei onnistunut. Tämä ongelma saatiin korjattua, kun kokeiluun otettiin paksummat eli demotuotteen aihiot, joiden avulla saatiin enemmän säätövaraa. Puristuksen aikana tuoteaihio eli ja kutistui jonkin verran (esitutkimuksien mukaan n. 5- 10 %), joten ponttiliitos löystyi ja sitä kiristettiin tasaisin väliajoin, jotta se pysyi jatkuvasti tiiviinä. Näin puun omat liima- aineet saatiin myös jähmettymään jäähdytysvaiheessa haluttuun muotoon. Onnistunut sivuttaispuristus mahdollisti myös koko aihion lävistävän liitossauman pysymisen tiiviinä. Parhaimmillaan saumaa ei edes huomannut tietyissä kohtaa kuivauksen jälkeen.

Toisen suuremman ongelman aiheutti palkin keskellä oleva aukko. Lapepuristuksen aikana eli puristuskuivauksessa ja pinnankäsittelyssä se heikensi liitoskohtien ja sauman kestävyyttä, jolloin aihio taipui I- palkkimaiseen muotoon.



KUVIO 11. Sauman ja liitoskohtien taipuminen I- palkkimaiseen muotoon.

Tällöin liitoskohdat ja sauma taipuivat alaspäin jättäen pienen raon kalvon ja puun väliin. Tämä sai aikaan pinnankäsittelyssä suuria ongelmia. Se heikensi pinnanlaatua ja aiheutti syykuvioiden vajaavaisuuden. Vesilasipinnoitteen kohdalla kalvo ei puristunut koko aihion laajuudelta vaan saumakohta jäi vähemmälle puristukselle, jolloin vesilasin kovettaminen epäonnistui ja tuloksena oli rakeinen ja hauras jauhomainen pinta.

Tähän ongelmaan haettiin ratkaisua aukon tukemisella. Ensin sitä kokeiltiin pinnankäsittelyssä, koska sen aikana aihion mitat eivät enää muuttuneet,(ainakaan niin suurissa määrin kuin kuivauksessa). Aukkoon asetettiin metallitanko, joka oli hieman väljä. Väljyys hyväksyttiin, sillä aihiota puristettiin pinnankäsittelyssä suurilla paineilla, joten se saattoi vielä puristua kasaan.

Pinnankäsittelyssä kokeiltiin aineen levitystä janana, jolloin puristuspaine hoitaisi aineen levityksen tasaisesti aihion pinnalle. Tämä ei tuottanut kovin hyviä tuloksia, sillä aine jakautui hyvin epätasaisesti aihion pinnalle. Koska tämä oli vain kokeilu kohti automaattisempaa levitystapaa, tultiin tässä projektissa siihen tulokseen, että sivellinlevitys toimi erinomaisesti koelevitystyökaluna.

KUVIO 12. Pinnankäsittelyaineen levityskokeilu ”maalijanana”

Puristuskuivauksen aikana tapahtuvaan tukemiseen haettiin ratkaisua puutangolla, joka asetettiin samalla tavalla kuin metallitanko. Puutanko sopi paremmin kuivauksen aikana tapahtuvaan tukemiseen, sillä puulla on taipumus muokkautua paineen kasvaessa, joten se olisi joustavampi materiaali nopeaan muutokseen.

Profiilien puristuksessa pieniä ongelmia ilmeni puun halkeilussa. Joissakin kohtaa puu halkeilu, kun pienempiä tankoja puristettiin sivupinnoille. Aihion kuumentamisen puuttuessa tätä ongelmaa yritettiin ratkaista sivupintojen kostutuksella. Se toimikin hyvin erityisesti pienten muotojen kanssa. Suuremmissa profiilipinnoissa tehtiin esiprofilointi, jonka jälkeen tangot puristettiin sivupinnoille. Myös tässä tapauksessa kostutuksesta nähtiin paljon hyötyä.

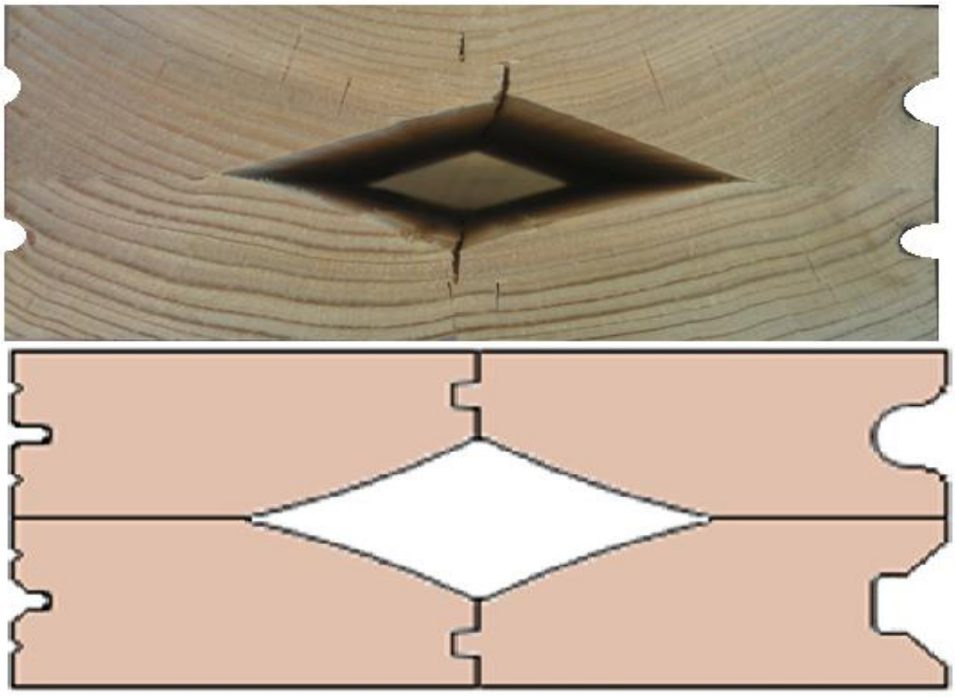
Profiilien tekoa harkittiin myös tehtäväksi ennen puristuskuivausta, jolloin tuoteosat olivat vielä tuoreita. Profiloinnista teki vain erityisen haastavan se asia, että aihio eli paljon puristuskuivauksen aikana, jolloin sen sivupinnat saattoivat pienentyä ja vääntyillä epämääräisesti.

6 YHTEENVETO

Tämä projekti aloitettiin esitutkinnan tietojen pohjalta. Lisäksi alettiin kiinnittää erityistä huomiota Solidiwoodin eri tekijöiden todentamiseen. Ensimmäisessä vaiheessa tutkittiin moniosaisena tuottamisen mahdollisuutta. Pontti- ja liima lii-

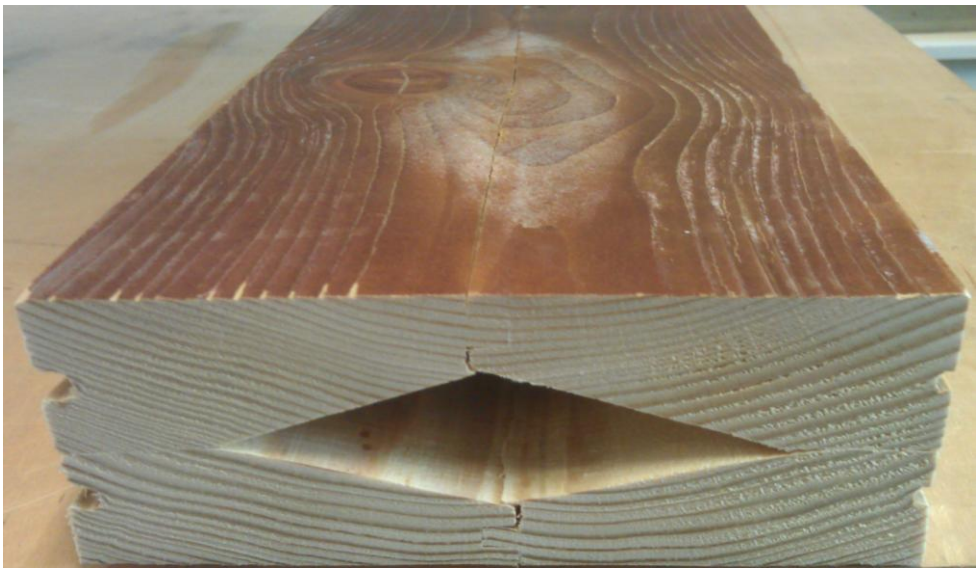
tosten jälkeen koestettiin profiileja tuoteaihion lapepinnalle metallitankoja puristamalla. Kolmantena kokeiltiin pinnankäsittelyn eri aineita ja ”pastoja”. Osatekijöiden yksittäisten kokeiden jälkeen suoritettiin kaikkien kolmen osatekijän yhteistuotantoprosessi eli samalle aihiolle koestettiin puristuskuivauksen lisäksi kaikkia kolmea osatekijää. Projekti päätettiin lopputuotteen tuottamiseen eli demotuotteen aikaansaamiseen, Solidiwoodin markkinoimiseksi ja todentamisen esimerkiksi.

Projekti onnistui hyvin, sillä saimme luotua demotuotteen ja pystyimme todentamaan Solidiwoodin mahdollisuuksia teollisessa tuotannossa. Suurimmat onnistumiset koettiin lopputuotteen laadussa, sillä käytössä olevilla välineillä saimme aikaan erittäin lupaavan lopputuloksen, jossa on yhdistetty kaikki ”tuloksentekijät” eli moniosaisena tuottaminen, pintakäsitelty, profiloitu ja kuumapuristuskuivattu. Koska yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa, annamme ”demotuotteen” kuvien puhua puolestaan.

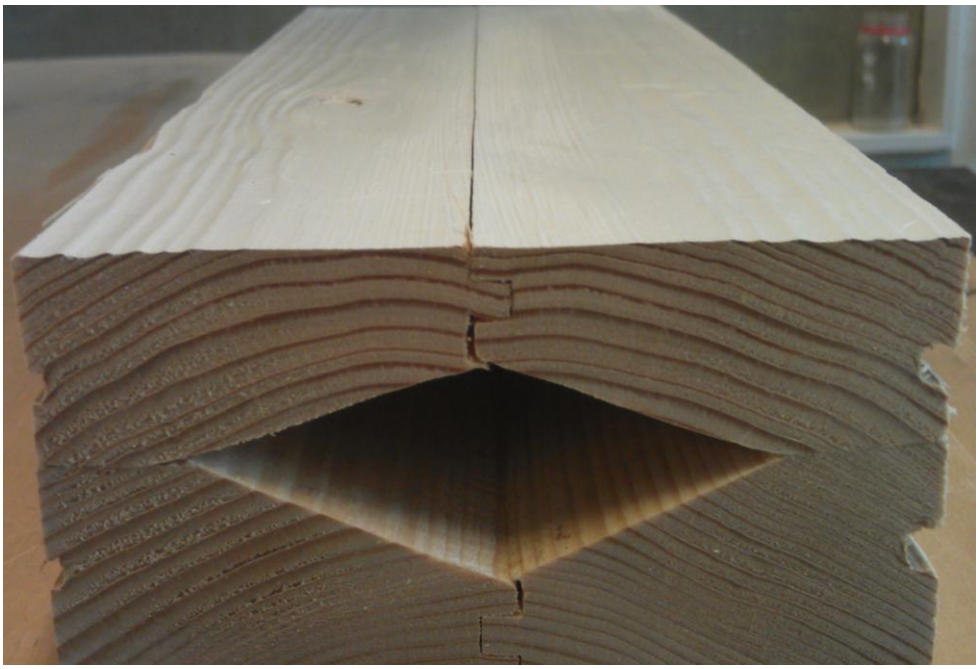


KUVIO 13. Demotuotteen leikkauskuvien vertailu demotuotteen ja luonnostuotteen välillä.

KUVIO. 14 Demotuote oikealta päin kuvattu. Päällä valkoinen pinnoite, joka on ensisijaisesti palkin pohjapinnan pinnankäsittelyyn.



KUVIO 15. Demotuote kuvattuna edestä ylhäältä+ vesilasipinta



KUVIO 16. Demotuote kuvattuna edestä ylhäältä. + lateksimaalipohjainen pinnoite.

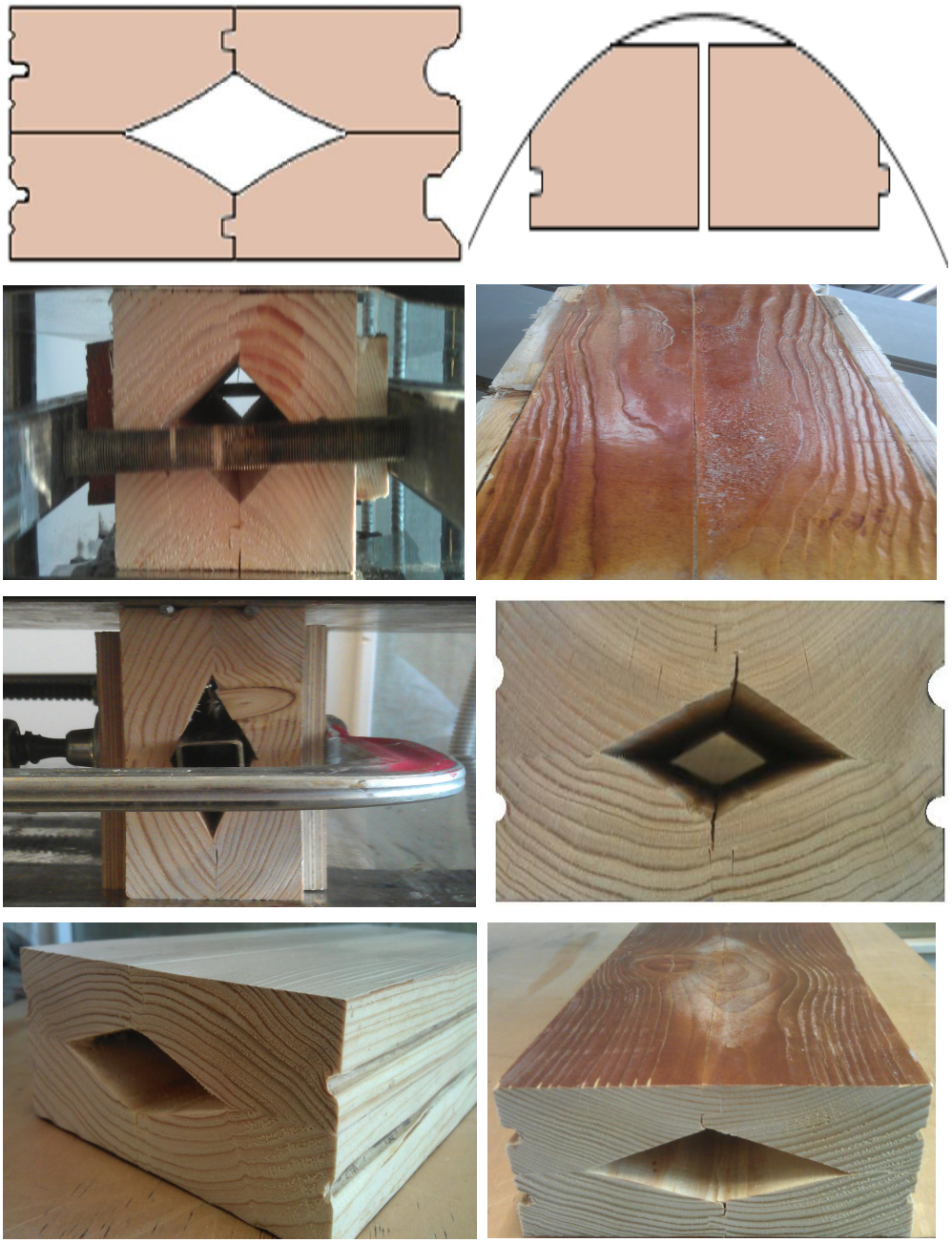
7. JATKOKEHITTELYÄ

Tähän osioon on koottu tekijöitä ja asioita, joiden katsottiin kaipaavan kehitystä tulevia kokeita ajatellen.

Projektin alussa oltiin tietoisia, että resursseissa olevalla puristimella saataisiin vain osviittaa siitä, miten hyvin vähintään Solidiwoodia pystyttäisiin koestamaan ja tuottamaan. Tarkoitus olikin saada aikaan suuntaa antavia tuloksia Solidiwoodin tuotannollisista mahdollisuuksista. Yksi ideoista oli saada iso palkkiaihio puusepänkuivaksi samassa ajassa kuin lauta- aihion kuivataan. Näihin aikoihin ei tässä projektissa aivan päästy, sillä kuivausajan tarkka selvitys jäi selvittämättä välineistön puutteiden takia. Niinpä jatkoa ajatellen, jos saadaan käyttöön optimaalisempi puristin ja paremmat välineet eri mittausten ja aikojen tarkkaan analysointiin, voi olla, että pystytään saamaan (ja todennäköisesti saadaankin) aikaan parempia tuloksia erityisesti nopeuden suhteen, kuin tässä projektissa saatiin.

Pinnankäsittelyssä kokeiltiin aineiden levitystä siten, että aihion päälle kaadettiin pinnankäsittelyaine yhtenä viivana, jonka jälkeen aihio vietiin puristimeen. Tavoitteena oli aineen tasainen leviäminen puristuksen vaikutuksesta, mutta lopputulos ei ollut esteettisesti kovin hyvä. Niinpä tulevaisuuden kokeita ajatellen, tätä menetelmää voitaisiin parantaa myös optimaalisemmalla puristimella, jossa aineen syöttö tapahtuisi puristuksen aikana esimerkiksi viiraverkon lävitse. Toinen vaihtoehto on kokeilla aineen kaatamisen eri variaatioita esimerkiksi sirottamalla ainetta pieninä erinä tasaisesti aihion joka paikkaan, jolloin puristin toimisi vain hienosäätäjänä.

Seuraavana isona kehitysaskeleena on valmistuttaa Solidiwoodin edellyttämää sivupintojen puristusta mahdollisimman hyvin toteuttava koelaite. Sen avulla saadaan puristuskuivauksen ja profiloinnin yhteistuotanto, johon Solidiwood perustuu. Tämä on samalla muutkin Solidiwoodin jalostusasteet samassa prosessissa mahdollistava perustekijä. Tässä projektissa käyttöön ei saatu ”optimaalisia” välineitä, vaan kaikki neljä tekijää jouduttiin tuottamaan perätysten, jotta ne saatiin onnistumaan halutulla tavalla ja lopputulos oli vähintään tyydyttävä.

8. VIIMEINEN SANA

Projekti pähkinänkuoressa ”Tuumasta toimeen”