

VANERIAIHION
LÄMPÖTILAN VAIKUTUS
PINNOITUSKALVON
KESTÄVYYTEEN

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Puutekniikan koulutusohjelma
Puutekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Ivan Semenov

Alkusanat

Tämä opinnäytetyö on tehty Lahden ammattikorkeakoulun puutekniikan insinöörityönä. Työn toimeksiantajana on Koskisen Oy. Työn valvojina LAMK:n puolesta toimii lehtori Ilkka Tarvainen ja Koskisen Oy:n puolesta Anna-Maaret Roppola.

Suuret kiitokset haluaisin välittää Koskisen Oy:lle ja ohjaavalleni lehtorille avusta, mitä työn aikana olen heiltä saanut.

Lahdessa 30.07.2017

Ivan Semenov

Lahden ammattikorkeakoulu
Materiaalitekniikan koulutusohjelma

SEMENOV, IVAN:

Vaneriaihion lämpötilan vaikutus pinnoituskalvon kestävyYTEEN

Materiaalitekniikan opinnäytetyö, 20 sivua, 0 liitesivua

Syksy 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Koskisen Oy. Työn tarkoitus oli selvittää, onko pinnoitettavan vaneriaihion lämpötilalla vaikutusta lopputuotteen pinnoituksen laatuun. Tarkoituksena oli myös selvittää, löytyykö pinnoituksen kannalta kriittisiä lämpötiloja, joissa pinnoitus onnistuu huonosti tai ei onnistu lainkaan. Työn alkuvaiheessa oletettiin, että vaneriaihion lämpötila olisi ratkaiseva asia pinnoituksen laadun kannalta. Sen lisäksi oletettiin, että olisi olemassa vaneriaihion lämpötila, joka takaa onnistuneen pinnoituksen.

Teoriaosassa tarkasteltiin työn kannalta tärkeitä valmistusvaiheet, joilla saattaisi olla jonkinlaista vaikutusta pinnoituksen laatuun. Vanerin valmistusvaiheiden lisäksi teoreettisessa osuudessa käytiin läpi virheitä, jotka saattaisivat syntyä valmistusprosessin aikana ja jotka saattaisivat näkyä valmiissa tuotteessa pinnoituksen jälkeen.

Työn kokeellinen osa pohjautuu suurimmalta osin testien tekemiseen ja testien tulosten analysointiin. Työn aikana suoritettiin kolme eri testiä: jyräystesti, lipeätesti ja keitto- sekä hilaristikkokoe. Edellä mainittujen lisäksi työn aikana suoritettiin vanerinippujen lämpötilamittauksia eri tuotantovaiheista, jotta voitaisiin tarvittaessa optimoida tuotantoa ja saavuttaa paras mahdollinen levyjen pintalaatu.

Opinnäytetyön testien tulokset erosivat kuitenkin alkuoletuksesta. Tutkimukset osoittivat, että vaneriaihion lämpötilasta riippumatta pinnoituksen laatu on yhtä korkea ja se täyttää sille asetetut vaatimukset. Testien tulokset tarkoittavat siis, että vaneriaihion lämpötilan kannalta tuotantoa ei ole syytä optimoida uudelleen.

Asiasanat: vaneri, pinnoitus, fenolifilmi, laatu, lämpötila

Lahti University of Applied Sciences
Degree programme in Wood Technology

SEMENOV, IVAN:

Plywood blank temperatures impact
on the durability of the coating film

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 20 pages, 0 pages of appendices

Autumn 2017

ABSTRACT

In this thesis, which was commissioned by Koskisen Oy, the intent was to figure out if the plywood blanks temperature is important in the coating process, and in the quality of the coating of the end product. The point was also to find critical temperatures for the coating process in which the coating does not work well or at all, if those were to be found during the process. In the beginning of the thesis it was assumed that the plywood blanks temperature would be critical to the coating and the quality of it. It was also assumed that there would be a temperature for the plywood, which ensures successful coating.

In the theory part, we went through the crucial stages of the plywood production, which might have something to do with the coating process. In addition, we also went through some defects which might occur during the production and which might be visible in the end product after the coating.

The practical part of the thesis is mostly based on doing tests and analyzing the results of these tests. In total there were performed three tests; a test with lye, a wheel test and a boiling and lattice grid test. Including the above-mentioned tests there also were some temperature monitoring of the plywood stacks from different points of the production to optimize the production process if necessary and to achieve the best possible surface quality for the plywood.

The results of the tests of the thesis differed from the assumption that was made in the beginning. The tests proved that regardless of the temperature of the plywood blank, the quality of the coating is as high and it fills all the requirements and standards. This means that it is not necessary to optimize the production because of the temperature of the plywood blanks.

Key words: plywood, coating, phenol film, quality, temperature

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KOSKISEN OY	2
2.1	Yhtiön perustiedot	2
2.2	Laatu	2
2.3	Vaneriteollisuus	3
3	VANERIN VALMISTUS	4
3.1	Ladonta	4
3.2	Esipuristus	4
3.3	Kuumapuristus	5
3.4	Reunasahaus ja hionta	7
3.5	Kittaus	7
3.6	Pinnoitus ja lajittelu	9
4	SUORITETTAVAT TESTIT	11
4.1	Tutkimusmenetelmän valinta	11
4.2	Lämpötilan seuraaminen eri tuotantovaiheissa	11
4.3	Keittotesti	12
5	KOKEELLINEN OSA	14
5.1	Koesuunnitelma	14
5.2	Lämpötilan seuranta	14
5.3	Keittotesti ja hilaristikkokoe	14
6	TULOKSET	16
6.1	Lämpötilan seuranta	16
6.2	Lipeätesti	18
7	YHTEENVETO	19
	LÄHTEET	20

1 JOHDANTO

Tämä työ on tehty Koskisen Oy:n Järvelän vaneritehtaan toimeksiannosta. Ennen työn aloittamista oletetaan, että olisi olemassa tietty vaneriaihion lämpötila, joka takaisi laadultaan onnistuneen pinnoituksen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää paras mahdollinen lämpötila pinnoitettaville aihiolevyille. Työn aikana oli myös tarkoitus tutkia vanerilevyjen kuumapuristuksen jälkeistä jäähtymistä jokaisen seuraavan työvaiheen kohdalla, kunnes ne saapuvat pinnoituspuristimelle pinnoitettaviksi. Tarkoituksena oli myös määrittää, missä ajassa aihiolevyt jäähtyisivät haluttuun lämpötilaan.

Opinnäytetyö lähti liikkeelle vanerituotantoon tutustumisella. Erityisen tarkasti oli perehdyttävä tuotannon työpisteisiin, joiden mahdolliset työstövirheet näkyvät pinnoituksen laadussa. Koska alkutuotannon vaiheilla ei ole suoranaista vaikutusta pinnoituksen laatuun, teoreettinen osuus oli päätetty aloittaa ladonnasta. Edellä mainittujen toimenpiteiden ohella selvitettiin myös pinnoitetun vanerin vaatimukset, sekä tuotannossa käytettävien standardien edellytykset. Tärkeimmäksi tutustumiskohteeksi tuli pinnoituspuristin ja sen toimintaperiaate, sillä se oli täysin tuntematon laite ennen työn tekemistä.

Pinnoitteeksi Koskisen Oy:n toimeksiannosta valittiin fenolifilmi 220 g/m², jota käytetään monissa kohteissa. Työn tärkein kohde on kuitenkin raskaankaluston peräkärrijen lattiat, joissa useimmiten on käytössä 30 mm paksua vanerilevyä edellä mainitulla pinnoitteella.

Tuotantovaiheiden lisäksi tarkoituksena oli tutustua Koskisen Oy:n Järvelän vaneritehtaan laatuosaston ja laboratorion toimintaan. Sen lisäksi tarkoituksena oli selvittää, millaiset testit soveltuisivat parhaiten pinnoituksen laadun tutkimusta varten ja kuinka testit pitäisi suorittaa, jotta tulokset olisivat mahdollisimman tarkkoja.

2 KOSKISEN OY

2.1 Yhtiön perustiedot

Koskisen Oy on perheyritys, joka on jo yli 100- vuotta vanha. Yrityksen toiminta keskittyy puun jalostukseen. Sen toiminta alkoi vuonna 1909 Järvelässä, Kalle Koskisen perustamasta sahasta. Vuosien saatossa yritys on kasvanut nopeaa vauhtia ja on päässyt sekä kotimaan markkinoille, että kansainvälisille markkinoille.

(Koskisen Oy 2017.)

Tällä hetkellä Koskisen Oy työllistää 1087 henkilöä, joista noin 750 työskentelee Järvelässä. Yrityksen tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa - Järvelä, Vierumäki, Hirvensalmi, Kissakoski, ja ulkomailla - Puola ja Venäjä. (Koskisen Oy 2017.)

Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 264 milj.€, josta suurin osa kuuluu sahateollisuudelle 34 % ja vaneriteollisuudelle 32 %. Valmiiden tuotteiden toimitus on saatavana 69 maahan. Viennin osuus liikevaihdosta on 54 %.

(Koskisen Oy 2017.)

2.2 Laatu

Koskisen Oy on asiakaslähtöinen yritys. Kaikki asiakkaan toiveet tuotteiden ja aikataulujen suhteen pyritään toteuttamaan. Yhtiön yksi päätavoitteista on ympäristöystävällisyys, josta seuraa, että kaikki hankittu materiaali on oltava joko FSC- tai PEFC-sertifioitu.

Tuotteiden laatua seurataan jatkuvasti ja myös yhtiön sisäinen kehitys on aina ollut tärkeää. Viikoittainen tai jopa päivittäinen laadun raportointi on hyvin tuttua toimintaa yhtiön kaikille työntekijöille.

Kaikki tuotteet on varustettu CE-merkinnällä, mikä tarkoittaa sitä, että valmistuksessa on noudatettu tuotekohtaisesti tiettyjä standardeja. Korkea raaka-aineiden laatu ja vankka työkokemus takaavat laadukkaan lopputuloksen.

2.3 Vaneriteollisuus

Konsernin vaneritehtaiden vuoden 2016 tuotantomäärä oli 78500 m³, joista 90 % on viennin osuutta. Koskisen Oy:n vaneriteollisuus jakautuu kahteen eri Suomessa sijaitsevaan pisteeseen: Järvelän- ja Hirvensalmen vaneritehdas. Koskisen Oy:n Järvelän vaneritehdas on perustettu vuonna 1966. Järvelässä tuotanto keskittyy tavallisen vanerin valmistukseen. Hirvensalmen vaneritehtaalla valmistetaan pelkästään ohutviilua ja ohutviiluvaneria.

Vaneriteollisuuden pääraaka-aine on Suomesta peräisin oleva koivu. Sen lisäksi tuotannossa käytetään haapaa ja kuusia, mutta niiden osuus on hyvin pieni. Konserni valmistaa vaneria moniin eri käyttökohteisiin: kevyet- ja raskaat kuljetusvälineet, dekoratiiviset elementit, rakentaminen, laserleikkaus- ja stanssilevyt. Kuviossa 1 on esillä yrityksen logo. (Koskisen Oy 2017.)



KUVIO 1. Koskisen Oy:n logo (Koskisen 2017.)

3 VANERIN VALMISTUS

3.1 Ladonta

Ladonta on vanerin valmistuksen näkökulmasta erityisen tärkeä vaihe. Sen tarkoituksena on muodostaa erillisistä viiluista kokonaisia levyjä latoamalla ristiin kuivia pinta-, keskimmäisiä- sekä liimaviiluja. Työvaiheen keskeisimmät tehtävät ovat seurata, että liiman levitysmäärät ovat oikeat ja että levitetty liima on jakautunut tasapaksuisesti koko liimaviilun pinta-alalle. Samalla latoja muodostaa tulevan levyn muodon pinoamalla koneen syöttämät viilut oikeassa järjestyksessä ladelmaan.

Ladonnan tehtävät alkavat liiman sekoituksesta. Koskisen Oy:llä suurin osa levyistä valmistetaan käyttäen opinnäytetyössä tarkasteltavaa fenoliformaldehydihartsia eli niin kutsuttua ”exterior”-liimaa, joka soveltuu käyttöön myös hyvin kosteissa tiloissa. Fenoliliimaa valmistetaan sekoittamalla keskenään fenolia ja formaldehydiä. Sekoituksen aikana aineet pääsevät kosketukseen toistensa kanssa, mistä seuraa veden lohkeamista yhdisteistä. Reaktion katalyyttinä käytetään happoa. (Kuikka 1978, 58.)

Ladontaan saapuessa viilujen on täytettävä tietyt tekniset arvot, joilla on myös omat toleranssit. Opinnäytetyön tutkittavat levyt sisältävät vain 1,5 mm paksua viilua. Ladontapisteelle saapuessa viilun kosteusprosentin tulee olla 4,0–7,0 %. (Koskisen Oy Vaneri/ työssäoppiminen 2012, 10.)

3.2 Esipuristus

Esipuristus suoritetaan lähes välittömästi ladonnan jälkeen. Koskisen Oy:llä esipuristimet sijaitsevat välittömässä läheisyydessä ladontapisteiden kanssa. Tästä johtuu se, että trukkikuljetus esi- ja kuumapuristus työpisteiden välillä on täysin tarpeeton ja nippujen siirto toteutetaan käyttäen rullastoa ja ihmisen voimaa. Esipuristusvaiheen tarkoituksena on aikaansaadä lähes valmis vanerin levymuoto ja tasaannuttaa aihoiden

sisäinen kosteus puristamalla ladelmaa huoneen lämpötilassa. Sen lisäksi esipuristus parantaa ladottujen aihoiden työstettävyyttä seuraavalla työpisteellä eli kuumapuristuksessa. Kuvassa 1 on havainnollistettu esipuristinta.



KUVA 1. Esipuristus (Ivan Semenov)

Fenoliformaldehydihartsilla esipuristuksen avoin aika saa olla enintään 15 minuuttia. Varsinainen esipuristus aika 30 mm paksuisilla levyillä vaihtelee 20–35 minuuttiin. Esipuristimen käyttämä paine on vakio kaikille ladelmille, noin 1,5 baaria. Vaneritehtaiden yleinen käytäntö on, että esipuristuksen jälkeinen ladelmä seisotetaan 1 - 8 tuntia, minkä aikana viilujen välissä oleva liima kovettuu ja viilu saa levyn muodon.

(Koponen 2008, 69 - 70.)

3.3 Kuumapuristus

Järvelän vaneritehtaalla ovat käytössä 4 erilaista kuumapuristinta, jotka eroavat toisistaan kerralla puristettavien levyjen määrällä ja syötettävien aihoiden koolla, muuten työvaiheen prosessi on täsmälleen sama kaikilla

koneilla. Kuvassa 2 on esillä Järvelän vaneritehtaan 20-välinen kuumapuristin



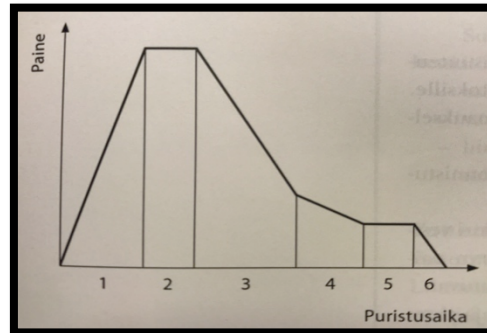
KUVA 2. 20-välinen kuumapuristin (Ivan Semenov)

Esipuristuksen tarkoituksena on seisonta-aikana kuivuneen liiman lopullinen kovettuminen ja varsinaisen vanerilevyn lopullisen muodon aikaansaaminen. Kuumapuristuksen lämpötila vaihtelee aihioissa käytetyn liiman mukaan. Fenoliformaldehydihartsilla lämpötila vaihtelee 125 ja 130 °C:n välillä. (Koponen 2008, 66.)

Puristuspainoiden vaihtelua taas aiheuttaa viilun valmistuksessa käytetty puulaji. Koivuviilulla puristuspainoiden vaihteluväli on hyvin suppea 16–17 baaria. Kuumapuristuksen aika vaihtelee levyn paksuuden mukaan. Vaneerilevyn paksuuden kasvaessa kuumapuristusaika myös kasvaa. Levyn tarvittava kuumapuristusaika pystytään laskemaan kaavalla 1.

$$t=3,0 \text{ min} + 0,5 \text{ min} * (\text{levyn paksuusmillimetri}), \quad (1)$$

Puristusaika jakautuu viiteen selkeästi eroteltavaan portaaseen, jotka ovat esillä kuvassa 3 ja määräytyvät puristuspaineen ja kuluneen ajan mukaisesti. (Koponen 2008, 71.)



- 1) paineen nosto
- 2) korkeapainejakso
- 3-4) paineenalennusjaksot
- 5) vanerin sisäisen höyryn paineen alennusjakso ja puristimen avaus.

KUVA 3. Kuumapuristuksen piirustusdiagrammi (Koponen 2008, 71)

3.4 Reunasahaus ja hionta

Levyjen lopullinen käyttökohde yleensä määrää tilauksen työjonon. Käyttökohteesta riippuen levyt saatetaan ensin hioa ja reunasahata tai suorittaa samat työvaiheet käänteisessä järjestyksessä. Keskeisin hionnan tehtävä on aikaansaada vanerilevyille toleranssienmukainen paksuus. Sen lisäksi hionnan avulla levystä poistetaan ylimääräiset tahrat ja pinnasta tehdään tasainen ja sileä. Kuvassa 4 esitetään Koskisen Oy:n vaneritehtaan hiomakonetta. (Koponen 2008, 75.)

3.5 Kittaus

Lajittelun tarkoituksena on varmistua, että valmistetut levyt vastaavat ilmoitettuja luokkia. Koskisen Oy:llä lajittelu toteutetaan käyttäen kahta kittauspistettä. Viimeistelyosaston käsilajittelussa levyt käännetään, tarkistetaan

ja tarvittaessa kitataan käsin. Automatisoidulla kittilinjalla levyt kääntyvät pneumaattisia kääntäjiä hyödyntäen. Kuvassa 5 on esitetty Järvelän vane-ritehtaan lajittelulinja.



KUVA 5. Lajittelu-/kittauslinja (Ivan Semenov)

Taulukko 1:ssä ovat lueteltu yleisimmät virheet, jotka voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, joista ensimmäinen on puuraaka-aineesta johtuvat viat ja toinen valmistuksen aikana syntyneet viat.

TAULUKKO

Puu-raakaaineesta johtuvat viat	Valmistuksen aikana syntyneet
Oksien laatu ja määrä	Sorvauksesta aiheutunut viilun kar-
Väri viat	Kuivauksessa syntyneet halkeamat
Hyönteistuhot	Viilun saumausvirheet
Lahot	Tippuneet paikat
Oksankiehkurat	Väärä viilujen kerrosluku
	Prässiviit
	Sahausviit
	Hiontaviit
	Viiluvajaat

TAULUKKO 1: Lajittelussa esiintyvät viat (Koponen 2008, 78.)

3.6 Pinnoitus ja lajittelu

Fenolifilmillä pinnoitetun levyn ominaisuuksiin kuuluvat korkea kulutuksen-, kosteuden-, kemikaalien, alkaalien- ja lämmönkestävyys. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi fenolifilmin pintaa pystytään kuvioida, jolloin pinnoitteen ominaisuudet muuttuvat entistä paremmiksi, esimerkiksi liuquestepinta. Kaikki edellä mainitut fenolifilmin ominaisuudet nostavat pinnoitteen suosiota myös muissa käyttökohteissa. (Koskisen Oy Vaneri/työssäoppiminen 2012, 20.)

Pinnoitusprosessi alkaa kalvojen levityksestä pinnoitettavan levyn molemmille puolille. Kalvo itsessään muistuttaa tavallista paperia, mutta on hyvin haurasta ja ruskean väristä. Kalvot kiinnittyvät levyyn sähköstaattisella voimalla, joten levyn siirtäminen kalvoineen puristimeen onnistuu vaivattomasti. Pinnoituspuristin on havainnollistettu kuvassa 6.



KUVA 6. Pinnoituspuristin (Ivan Semenov)

Pinnoituspuristimen paineet ja puristusaika vaihtelevat pinnoitteiden, levykokojen sekä molempien edellä mainittujen muuttujien paksuuksien mu-

kaisesti. Tarkistettavalla pinnoitteella puristuspaineet ovat noin 23 baaria, puristusaika noin 50 sekuntia ja puristustemperatura noin 180 °C. Arvoja voidaan muuttaa hieman, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä lopputulos, joka on enimmäkseen riippuvainen pintaviilun ominaisuuksista ja kalvon tartunnasta.

Vanerituotannossa pinnoitusprosessit ovat säädetty hyvin tarkoiksi. Puristusdiagrammin maksimipaine on käytössä vain 1/3 osan puristusajasta, minkä jälkeen paineita lasketaan asteittain. Laadun kannalta tärkeätä pinnoituksessa on nopea puristimen sulkeutumisaika alkaen siitä hetkestä, kun pinnoituskalvo ensimmäisen kerran koskettaa kuumaa puristimen levyä. (Koponen 1988, 107.)

4 SUORITETTAVAT TESTIT

4.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suorittaa kokeellinen tutkimus, jossa suuren näyteotannan kokeiden tuloksista selviää pinnoituksen laadun ja vaneriaihion lämpötilan keskeinen korrelaatio. Tutkimuksessa yritetään tunnistaa ongelmaa, löytämään ongelmalle selityksen ja mahdollisesti etsiä ongelman ratkaisutapoja.

Opinnäytetyössä on kyse kvantitatiivisesta tutkimuksesta. Tätä tutkimusmenetelmää sanotaan myös eksperimentaaliseksi, koska tutkimuksen tulokset ja yhteenveto muodostuvat testien tuloksien suuresta määrästä. Suoritettavien testien tarkoitus on tutkia kahden muuttujan välistä riippuvuutta eri näkökulmista. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 135-136.)

Opinnäytetyön tutkimusten aikana tarkastettaville koestuskappaleille oli suoritettu kolme testiä. Testien tarkoituksena oli tutkia, kuinka eri lämpöisinä pinnoitetut levyt vastustavat kemikaalista ja fyysistä rasitusta. Oletuksena oli, että testien tuloksista ilmenisi jokin tietty vaneriaihion lämpötila, joka vastustaa rasituksia parhaiten.

4.2 Lämpötilan seuraaminen eri tuotantovaiheissa

Kuumapuristuksen aikana levyjä lämmitetään, jotta saataisiin aikaiseksi fenolihartsin kovettumisen. Päästyään ulos puristimesta levyt säilyttävät lämpötilansa vielä hyvin pitkän ajan, varsinkin nipun keksikohdassa. Lämpötilan säilymisellä on myös omat hyvät puolensa, sillä se auttaa liiman kovettumisessa kuumapuristuksen jälkeenkin, ellei se ole puristuksen aikana ehtinyt valmistua täysin. Testissä ajatuksena on seurata useamman nipun kohdalta, kuinka pinon levyt jäähtyvät tuotannon normaalivauhdissa, aina pinnoituspuristimelle saakka, jotta voidaan optimoida tuotantoa suunnittelemalla työjonoja oikein.

Lämpötilan seurailu suoritetaan alkaen kuumapuristimelta, jossa ulos tulevien levyjen lämpötilaa mitataan laser-lämpötilamittarilla kolmesta kohdasta: levyn molemmista reunoista ja keskikohdasta. Samanlainen mittaus suoritetaan aina kun nippu etenee seuraavaan työpisteeseen, missä levyjä työstetään yksi kerrallaan. Mittauksia tullaan ottamaan: kuumapuristimelta, lajittelulinjalta, hionnasta ja pinnoituksesta. Kuva 7 esittää mittaria, jolla seurannan mittaukset oli tehty.



KUVA 7. Kuva infrapunalämpömittarista Testo 830-T2 (Ivan Semenov)

4.3 Keittotesti

Keittotestin tarkoituksena oli keittää koestuspalat 100 °C:ssa vedessä kahden tunnin ajan, minkä jälkeen palat sijoitetaan 30 minuutiksi 20 °C veteen jäähtymistä varten. Vedessä liotetuista paloista etsitään poikkeamia, jotka saattavat ilmetä pinnan kuplimisena, pehmentymisenä ja

kalvon irtoamisena. Samalla keitetyille paloille suoritetaan hilaristikkokoe, jotta varmistetaan pinnoitetun kalvon olevan hyvin pinnassa kiinni. Koestuspalojen keittäminen on näkyvissä kuvasta 10.

(Eilamo 2017.)



KUVA 10. Koestuspalojen keittoastiat (Ivan Semenov)

5 KOKEELLINEN OSA

5.1 Koesuunnitelma

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin yhteensä 19 vaneriaihion lämpötilaa. Tarkoituksena oli tutkia, löytyykö sellaista vaneriaihion lämpötilaa, joka takaisi laadukkaan pinnoituksen. Testien otanta on ollut hyvin laaja. Yhteensä kokeissa oli tarkasteltu lähes 700 koestuskappaletta. Suuren otannan takia toiminnan toteutusta joutui suunnittelemaan useamman kerran. Joillekin testeille täytyi kehittää mitta-asteikkoja ja myös asettaa tulosten minimi- ja maksimirajoja.

5.2 Lämpötilan seuranta

Seurannan kohteeksi oli otettu neljä vanerinippua. Niput oli kuumapuristettu eri tilauksia varten eri päivinä. Seurattavien nippujen tekniset tiedot, kuten koko ja paksuus, oli tarkoituksella valittu samanlaisiksi, jotta saataisiin mahdollisimman tarkka kuva vanerinipun jäähtymisestä. Saaduista seurannan mittauksista laadittiin diagrammeja tarkastelemisen helpottamiseksi.

5.3 Keittotesti ja hilaristikkokoe

Keittotestin otannaksi oli varattu 6 koestuskappaletta yhtä koestuslämpötilaa kohden. Kuvassa 14 havainnollistetaan koestuspaloja kahden tunnin keiton jälkeen. Testin suorituksen jälkeistä vanerilevyjen laatua on arvioitu seuraavasti:

1. Pinnoitteen kuplimisen mukaan, mikä voidaan jakaa neljään eri ryhmään:
 1. erinomainen (Ei yhtään kuplia pinnoitteen alueella)
 2. hyvä (Pieniä kuplia reunan alueella)
 3. kohtalainen (Muutama isompi kupla reunan alueella ja satunnaisesti levyn keskellä)

4. huono (Paljon kuplia koko levyn pinnassa)



KUVA 14. Koestuspalat kahden tunnin keiton jälkeen (Ivan Semenov)

2. Pinnoitteen tartunnan ja palstautumisen mukaan, mikä voidaan jakaa kuuteen eri ryhmään.

0 – leikkausurien reunat täysin tasaiset

1 – pientä hilseilyä urien reunoissa, max 5 %

2 – pinnoite hilseilyt urien reunoilta ja paikkauspisteistä 5-15 %

3 – pinnoite hilseilyt osittain tai kokonaan ruutujen eri osista
15–35 %

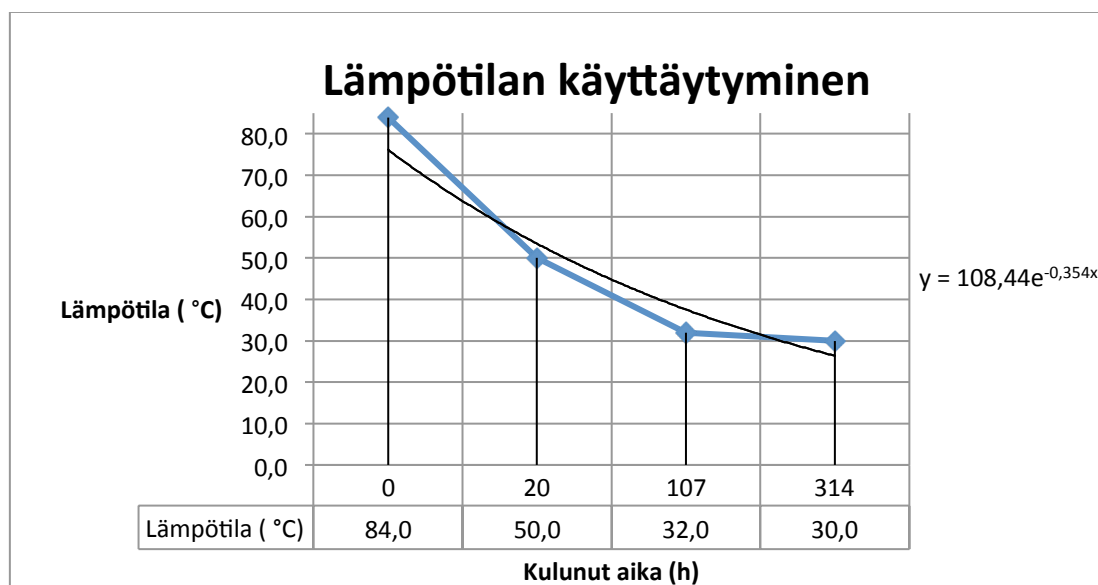
4 – pinnoite hilseilyt osittain tai kokonaan urien reunoilta suuri-
na kaistaleina/ ruutuja on irronnut kokonaisina 35-65%

5 – mikä tahansa hilseily, joka ei sovellu edes 4 luokkaan.

6 TULOKSET

6.1 Lämpötilan seuranta

Kuumapuristuksessa vanerilevyt lämmitetään, jotta saavutetaan saumoissa olevan liiman reagoimaan ja kovettumaan. Kyseisen työvaiheen jälkeen vanerinippujen lämpötila ainoastaan laskee. Vuodenaikojen vaihtelun takia nippujen jäähtymisaika saattaa vaihdella hyvin suuresti. Testin tarkoituksena oli seurata, kuinka nippujen lämpötila käyttäytyy kesän aikana ja jos lämpötilalla todetaan olevan merkitystä, kuinka pitkän ajan niput vaatisivat jäähtyäkseen, jotta pinnoitus olisi onnistunut parhaalla mahdollisella tavalla.



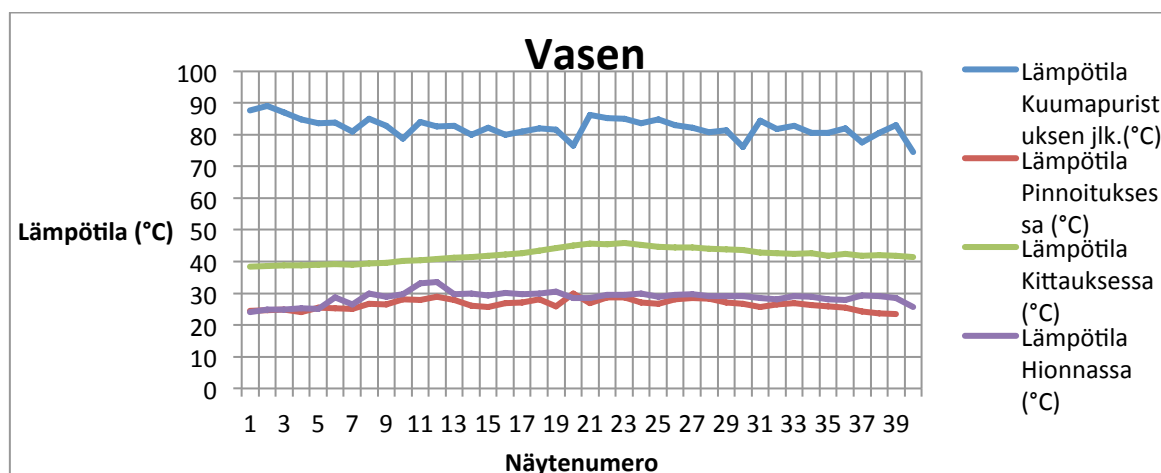
KUVIO 2. Lämpötilan käyttäytyminen kuumapuristuksen jälkeen

Kuviossa 2 on esitetty neljän lämpötilamittauksen tulosten keskiarvot. Tarkastelussa oli mukana neljä nippua, joissa vanerilevyjen koko ja paksuus olivat täysin samat. Kuvioista voidaan nähdä, että jopa kahden viikon kuluttua vanerinipun keskimääräinen lämpötila pysyy noin 30 °C:ssa.

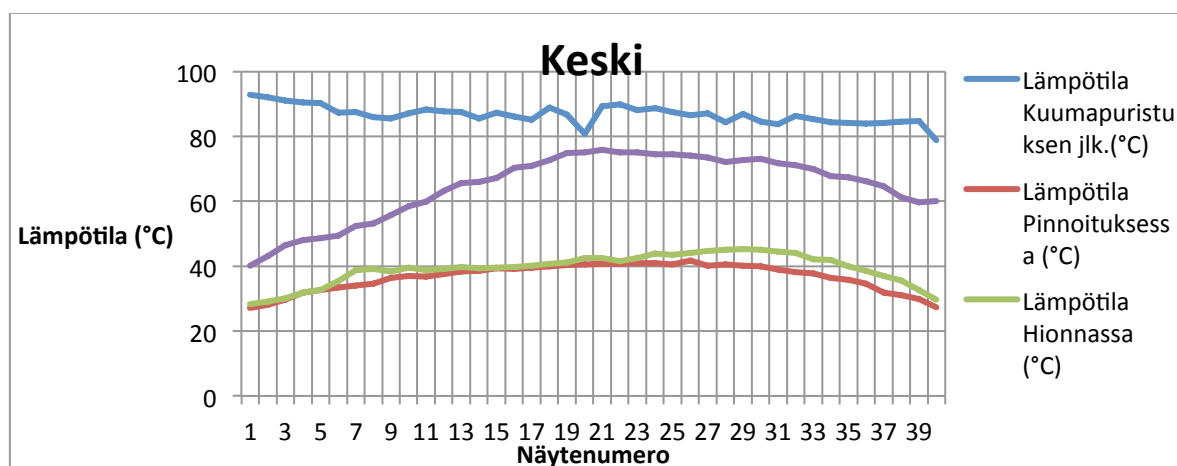
Kuviossa 2 on myös ilmoitettu tarkat ajat ja lämpötilat alapalkissa. Sen lisäksi kuviossa 2 on nähtävissä musta trendiviiva, jonka avulla pystytään laskemaan vanerinipun lämpötila tietynä ajanhetkenä "x". Trendiviivan yhtälö on nähtävissä kuvion 2 oikeassa reunassa, missä "x" on tietty ajan-

hetki ja "y" tietylle ajanhetkelle "x" laskettu lämpötila. Yhtälön avulla saadaan suuntaa antava tulos, jolla tarvittaessa pystytään optimoimaan tuotantoa.

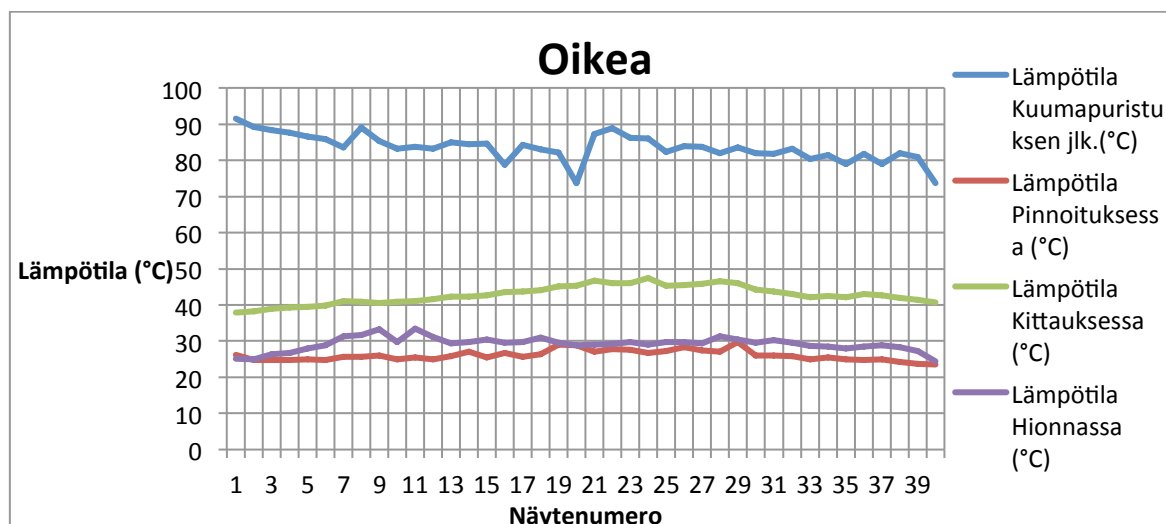
Nippujen sisäinen lämpötila saattaa kuitenkin vaihdella hyvin suuresti. Tämä johtuu siitä, että nipun keskikohta ja reunat jäähtyvät eri nopeuksilla. Tätä kutsutaan myös pinkkalämmöksi. Ajoittain pinkkalämpö auttaa liimasaumojen kovettumisessa, elleivät ne ehdi kovettua varsinaisen kuumapuristuksen aikana.



KUVIO 3. Levyjen vasemmasta reunasta mitattu lämpötila



KUVIO 4. Levyjen keskikohdasta mitattu lämpötila



KUVIO 5. Levyjen oikeasta reunasta mitattu lämpötila

Kuvioissa 3,4 ja 5 on esitetty pinkkojen sisäisten lämpötilojen vaihteluvälit. Suurimmat erot voidaan huomata kuvioista 4, missä lämpötilaeroksi päällimmäisen ja keskimmäisen levyn välillä ilmeni lähes 36 astetta. Tämä lämpötilaero voidaan selittää sillä, että nipun päällimmäiset ja alimmaiset levyt jäähtyvät nopeammin, koska ne ovat lähes suorassa vaikutuksessa ympärillä olevan ilman kanssa. Sen sijaan keskellä nippua olevat levyt ovat lähestulkoon täysin suljetussa tilassa, eikä lämpö pääse karkaamaan sieltä juuri mihinkään.

6.2 Lipeätesti

Testissä olivat mukana 19 eri pinnoituslämpötilaa. Jokaisen testattavan lämpötilan kohdalta on testattu 20 kappaleen otanta. Testien aikana yhdessäkään kupissa kahden tunnin testauksen jälkeen ei ollut huomattu minkään näköistä värin muutosta. Sen lisäksi liuoksen kanssa vuorovaikutuksessa olevissa pinnoissa ei oltu huomattu kalvon delaminoitumista tai pehmentymistä. Testin tuloksista nähdään, että kaikki testattavat lämpötilat ovat läpäisseet testin parhaalla mahdollisella tavalla.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Koskisen Oy. Työn tarkoituksena oli selvittää, onko pinnoitettavan vaneriaihion lämpötilalla merkitystä, pinnoitetun lopputuotteen laadun kannalta. Työssä on kaksi osaa: teoria- ja kokeellinen osuus.

Teoreettisen osuuden kirjoittamiseen lähteinä on käytetty Koskisen Oy:n konsernin omia materiaaleja, puutekniikan kirjallisuutta sekä omaa kolmen vuoden työkokemusta tuotannon puolella. Tässä osuudessa on lyhyesti käsitelty aiheen kannalta tärkeät tuotantovaiheet ja millainen vaikutus työvaiheilla saattaa olla opinnäytetyön kannalta.

Kokeellisen osuuden merkitys on tässä työssä erittäin suuri, minkä takia sen tekemiseen oli kulunut eniten aikaa. Alkuvaiheen tarkoituksena oli valita koestuskappaleille suoritettavat testit niin, että tulokset kuvaisivat vaneriaihion lämpötilan ja pinnoituksen laadun välisen korrelaation mahdollisimman hyvin.

Testien valinnan jälkeisenä vaiheena oli koestuspalojen valmistus. Testejä varten opinnäytetyön toimeksiantaja oli toimittanut kaikki tarvittavat materiaalit, joihin lukeutuvat vanerilevyt ja pinnoituskalvo. Järvelän vaneritehtaan laboratorioissa oli yhteensä pinnoitettu lähes 300 levyä, joista myöhemmin sahaamalla valmistettiin sopivankokoiset koestuspalat kaikkia testejä varten. Testausten yhteydessä tulokset kirjattiin aina ylös ennalta tehtyihin taulukkoihin.

Mielestäni työn aihe on ollut todella kiinnostava ja opinnäytetyön tekeminen onnistui hyvin. Koesuunnitelma oli hyvin laadittu ja testeihin tarvittava aika oli laskettu etukäteen. Opinnäytetyö edistyi lähes päivittäin ja viimeisiä kokeita lähestyessä testien tuloksista muodostui selkeä kokonaisuus, josta voidaan tehdä opinnäytetyön kannalta tärkeimmät johtopäätökset

LÄHTEET

Painetut lähteet

Koskisen Oy Vaneri/ työssäoppiminen. 2012

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15.-16. painos. Helsinki: Tammi.

Kuikka, K. 1978. Puualan perusoppi 4 Liimaus. Keuruu: Otava

Koponen, H. 1988. Puutuotteiden Pinnoitus. Hämeenlinna: Otakustantamo

Koponen, H. 2008. Puulevytuotanto. 3.-2- Painos Helsinki: Opetushallitus

Muut lähteet

Koskisen Oy. 2017. Koskisen tänään 2016. Power point -esitys.

Eilamo, S. 2017. Laadunvalvonnan asiantuntija. Koskisen Oy. Haastattelu 7.5.2017