

Pikatahtipinnoitettujen vanerituotteiden laadun parantaminen

UPM Plywood Oy Jyväskylän vaneritehdas

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Materiaalitekniikan
koulutusohjelma
Puutekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Matias Lappalainen

Lahden ammattikorkeakoulu
Puutekniikka

LAPPALAINEN, MATIAS:

Pikatahtipinnoitettujen
vanerituotteiden laadun
parantaminen
UPM Plywood Oy
Jyväskylän vaneritehdas

Puutekniikan opinnäytetyö, 51 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoitus oli parantaa pikatahtipuristimella pinnoitettujen vanerituotteiden laatua, ja työ toteutettiin UPM Plywood Oy:n toimesta Jyväskylän vaneritehtaalla. Pinnoitettu vaneri on jo hyvin korkean jalostusasteen tuote, johon on sitoutunut paljon materiaaleja ja resursseja, joten epäonnistunut pinnoitus ja levyn hylkääminen tässä vaiheessa prosessia on taloudellisesti kallista ja epätehokasta tuotantoa.

Työ on jaettu karkeasti kahteen osaan, teoriaosaan ja käytännölliseen tutkimusosaan. Työn teoriaosuudessa käsitellään vanerin valmistuksen tärkeimpiä vaiheita sekä perehdytään erityisesti pinnoitusprosessiin ja sen tuotteisiin teorian tasolla jo olemassa olevia lähteitä hyödyntäen. Tutkimusosassa etsitään juurisyitä, tekniikoita ja yleisiä toimintatapoja niin pikatahtipuristinlinjalta itsestään kuin koko tuotantoprosessin eri vaiheista, jotka joko suoraan, tai välillisesti vaikuttavat pinnoituksen lopulliseen laatuun. Käytännön tutkimus aloitettiin tilannekartoituksella, jonka tuloksista syntyi joukko ideoita ja toimenpiteitä, joilla pikatahtipinnoituksen laatua ja tehokkuutta pyritään lopulta parantamaan.

Pikatahtipinnoitettujen tuotteiden laatu parani lähtötilanteesta selkeästi useiden eri muuttujien ansiosta. Työ myös nosti esiin uusia huomioita ja kysymyksiä, mutta myös kehityskohteita, joihin pureutumalla pinnoituksen laatua pikatahtipuristimella on mahdollista kehittää myös tulevaisuudessa entisestään.

Asiasanat: pinnoitus, pikatahtipuristin, fenolifilmi, lajittelu, laatu

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Wood Technology

LAPPALAINEN, MATIAS: Quality improvement of plywood
products coated in a short-cycle
overlaying press
UPM Plywood Oy Jyväskylä plywood
mill

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 51 pages, 4 pages of appendices

Spring 2018

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to improve the quality of plywood products coated in a short-cycle overlaying press. The work was carried out for UPM Plywood Oy at the Jyväskylä plywood mill. Coated plywood is already a very high value product with a lot of materials and resources committed, so unsuccessful coating and discarding the product at this stage of the process is costly and inefficient production.

The work is roughly divided into two parts, a theoretical part and a practical research part. The theoretical part deals with the most important phases of plywood production, and with special focus on the coating process and coated products at the theoretical level using existing sources. The research part seeks for root causes, techniques and general practice from the short-cycle press line itself and from the various phases of the entire production process, which either directly or indirectly affect the final quality of the coating. Practical research was started with situation mapping, which resulted in a series of ideas and measures that aim to improve the quality and efficiency of the short-cycle press.

The quality of short-cycle press products improved clearly from the baseline due to several variables. The work also highlighted new considerations and questions, but also development areas, which can be further developed to improve the overall quality of the short-cycle pressed plywood products in the future.

Keywords: overlaying, short-cycle press, fenolic film, grading, quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn taustat	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Opinnäytetyön rakenne ja sisältö	2
2	UPM-KYMMENE OYJ	3
2.1	Yhtiön yleiskuvaus	3
2.2	Vaneriteollisuus	3
2.3	Jyväskylän vaneritehdas	4
3	VANERI	5
3.1	Raaka-aine	5
3.2	Vanerityypit	6
3.3	Valmistusprosessi	6
3.3.1	Tukkien käsittely	7
3.3.2	Viilun valmistus ja jalostaminen	8
3.3.3	Liimaus, ladonta ja puristus	11
3.3.4	Viimeistely, jatkojalostus sekä pakkaus	12
4	PINNOITUSPROSESSI	14
4.1	Pinnoituksen tarkoitus ja pinnoitteet	14
4.2	Pinnoitetut tuotteet ja käyttökohteet	15
4.2.1	WISA®-Wire/Film	17
4.2.2	WISA®-Hexa Step Mirror	18
4.2.3	UPM Grada® 2000 EasyTop	19
4.3	Monivälipuristin	20
4.4	Pikatahtipuristin	21
5	LAADUN PARANTAMINEN JA TUTKIMINEN: PIKATAHTIPURISTIN	24
5.1	Menetelmät	24
5.2	Tilannekartoitus	24
5.2.1	Yleiset havainnot	25
5.2.2	Lähtötilanne ja havainnot WISA®-Wire/Film	27
5.2.3	Lähtötilanne ja havainnot WISA®-Hexa Step Mirror	30
5.3	Toimenpiteet ja muutokset	33
5.3.1	Puristusprofiilit	34

5.3.2	Pikatahdin hylkäämispainikkeet	35
5.3.3	Lajitteluvastuu: pikatahtipinnoitus – reunasahaus	37
5.3.4	Pinnoitteen levitys	39
5.4	Pinnoitteen kypsyyskoe: Häränsilmä	39
5.5	Huomiot alkuprosessissa	42
6	TULOKSET	44
6.1	Puristusprofiilit	44
6.2	Pikatahdin hylkäämispainikkeet	44
6.3	Lajitteluvastuu: pikatahtipinnoitus – reunasahaus	45
7	KEHITYSEHDOTUKSET	47
8	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	50
	LIITTEET	52

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat

Tämä työ on tehty UPM Plywood Oy Jyväskylän vaneritehtaan toimeksiantona ja työ keskittyy yksiväliseen pikatahtipinnoituspuristimeen sekä fenolihartsifilmillä pinnoitettuihin vanerituotteisiin. Vanerin erinomaisten lujuusominaisuuksien johdosta jo ennestään monipuolisia käyttömahdollisuuksia voidaan laajentaa pinnoituksen avulla. Pinnoitusprosessissa syntyvä voimakas ja äkillinen lämpötilan muutos sekä vaihteleva laatu pintaviiluissa ja sisäviilujen liimasaumoissa aiheuttavat toisinaan virheitä pinnoituksessa. Pinnoitettu vaneri on jo hyvin pitkälle jalostettu tuote, joten tässä vaiheessa prosessia syntyviä vikoja ei voi enää myöhemmissä vaiheissa korjata tai peittää. Täten epäonnistunut pinnoitus pilaa käytännössä koko levyn, joten se joudutaan hylkäämään eikä sitä voida enää alkuperäiselle asiakkaalle sellaisenaan toimittaa. Levyn hylkääminen aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia tuotannossa muun muassa lisääntyneenä tuotantotarpeena ja raaka-ainemenekkinä, jotta tilatut määrät saadaan toimitettua. Myös reklamaatiot lisäävät kustannuksia, mikäli pinnoiteviallisia tuotteita on päätyneet asiakkaalle asti.

1.2 Tavoite

Työn tavoitteena on selvittää juurisyyt ja mahdollisia toimenpiteitä pikatahtipuristimella suoritettavan filmipinnoituksen laadun kohottamiseksi. Jo pienikin laadun parantuminen ja hylättyjen levyjen määrän pieneneminen tuovat vuositasolla suuret säästöt. Syyt ja mahdollisia korjaustoimenpiteitä etsitään niin materiaalitasolta, automaatiosta kuin operaattoreiden ohjeistuksista, levyjen lajittelusta sekä yksilöllisistä toimintatavoistakin.

1.3 Opinnäytetyön rakenne ja sisältö

Opinnäytetyö on jaettu kahteen suurempaan osaan. Ensimmäisenä on teoriaosuus, jossa paneudutaan aiheeseen teorian tasolla jo julkaistuja tutkimuksia, kirjallisuusteoksia ja oppimateriaaleja hyödyntäen. Toisena on käytännön tutkimusosuus, jossa tarkastellaan toimeksiannon mukaisesti toteutettua tutkimustyötä ja sen tuloksia.

Luvussa kaksi käsitellään toimeksiantajayritystä sekä sen vaneriliiketoimintaa yleisellä tasolla. Luvussa kolme pureudutaan raaka-aineisiin, vanerin valmistusprosessiin sekä vanerituotteisiin. Luvussa neljä pureudutaan jo syvemmin pinnoittamisen prosessiin, sen tuotteisiin ja materiaaleihin.

Luvussa viisi tarkastellaan tarkemmin työssä käytettyjä menetelmiä sekä toimenpiteitä, joilla pinnoituksen laatua pyrittiin parantamaan. Projekti käynnistettiin lähtötilannekartoituksella, jonka tuloksista johdettiin useita menetelmiä ja toimenpiteitä laadun parantamiseksi. Näistä muodostui opinnäytetyön pääkohdat:

- puristusprofiilien optimointi
- lajittelukriteerien ja ohjeistuksen päivittäminen
- päällekkäisen lajitteluvastuun poistaminen pikatahtipuristimelta pelkästään reunasahalinjalle
- kylmien levyjen käsittely ja niiden vaikutus pinnoitteen kypsymiseen.

Luvussa kuusi tarkastellaan toteutettujen toimenpiteiden tuloksia ja vaikutuksia prosessiin ja tuotteen laatuun.

2 UPM-KYMMENE OYJ

2.1 Yhtiön yleiskuvaus

UPM-Kymmene Oyj on suomalainen, kansainvälisesti operoiva metsäteollisuuden pörssi-yhtiö, jonka tuotteisiin kuuluu laaja kirjo uusiutuvista ja kierrätetyistä raaka-aineista valmistettuja tuotteita. UPM:n liiketoiminnot jakautuvat kuuteen ryhmään, joita ovat UPM Biorefining, UPM Energy, UPM Raflatac, UPM Specialty Papers, UPM Paper ENA (Europe & North America) sekä UPM Plywood. Yhtiön suurin liiketoiminta-alue on paperiteollisuus, sillä UPM Paper ENA sekä UPM Specialty Papers vastaavat yhdessä noin 57 % osuutta koko konsernin liikevaihdosta. (UPM-Kymmene Oyj 2016.)

Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2016 noin 9,8 miljardia euroa ja sen palveluksessa työskenteli 19 300 työntekijää 45 maassa. Liikevaihdosta 63 % koostuu Euroopan markkinoista, 13 % Pohjois-Amerikasta, 18 % Aasiasta ja 6 % muualta maailmasta. (UPM-Kymmene Oyj 2016.)

2.2 Vaneriteollisuus

Vaneriliiketoiminnan käsittävä UPM Plywood Oy 4 %:n osuudellaan koko konsernin toiminnoista pitää sisällään 444 miljoonan euron liikevaihdon, 9 tuotantolaitosta sekä 2500 työntekijää. (UPM-Kymmene Oyj 2016.)

UPM Plywood tunnetaan maailmanlaajuisesti WISA-tuotemerkistään. Kaikki WISA-kuusivanerit sekä viilut valmistetaan Suomessa Pelloksen vaneritehtailla sekä Kalson viilutehtaalla. Koivuvanerit valmistetaan Suomessa Jyväskylässä, Joensuussa, Savonlinnassa sekä Venäjällä Chudovossa ja Otepäässä Virossa. Jyväskylän vaneritehtaalla valmistetaan myös sekarakennevaneria, jossa yhdistetään havu- sekä koivuviiluja. (UPM-Kymmene Oyj 2017b.)

Vanerituotteita käytetään rakennus-, parketti-, huonekalu- ja kuljetusvälineiteollisuudessa. Yksi tärkeistä ja nousevista

loppukäyttökohteista on nykyisin nesteytettyä maakaasua kuljettavien LNG-tankkereiden valmistus. Koivuvanerin erinomaiset lujuusominaisuudet sekä luotettava käyttäytyminen erittäin matalissakin lämpötiloissa tekevät siitä ideaalisen materiaalin LNG-tankkereiden valmistuksessa. (UPM-Kymmene Oyj 2017a.)

2.3 Jyväskylän vaneritehdas

Säynätsalossa Keski-Suomessa sijaitseva Jyväskylän vaneritehdas työllistää noin 200 henkeä ja sen vuotuinen tuotantokapasiteetti on 100 000 m³. Vanerin tuotanto Säynätsalossa on alkanut jo vuonna 1914 ja on täten Suomen vanhin edelleen toiminnassa oleva vaneritehdas. Jyväskylän vaneritehtaan tuotevalikoimaan kuuluu pinnoitetut ja pinnoittamattomat peruskoivuvanerit sekä sekavanerit useilla eri paksuuksilla, rakenteilla ja dimensioilla. Tehtaan tuotteet menevät pääasiassa kuljetusväline-, rakennus- ja huonekaluteollisuuteen sekä betonivalumuotteihin. Jyväskylän vaneritehdas valmistaa myös ainoana UPM:n tuotantolaitoksena lämpömuovattavaa UPM Grada[®]-vaneria. (Wisa Plywood 2017c.)

3 VANERI

3.1 Raaka-aine

Suomalaisen vaneriteollisuuden pääraaka-aineena käytetään pääasiassa koivua sekä kuusta. Suomalaisen vanerin tekee erityislaatuiseksi pohjoinen ilmasto ja sen aiheuttama lyhyt kasvukausi, joka puolestaan tekee raaka-aineesta muita lajitovereitaan keskimääräistä tiheämpää ja tasalaatuisempaa (Metsäteollisuus ry 2005a). Suomalaisesta koivusta molemmat yleisimmät lajikkeet, rauduskoivu (betula pendula) sekä hieskoivu (betula pubescens) ovat teknisesti hyvin lähellä toisiaan ja soveltuvat vanerin valmistukseen erinomaisesti. Koivun suhteellisen homogeeninen rakenne on omiaan vanerin valmistuksessa, sillä se mahdollistaa hyvät ja tasalaatuiset lujuusominaisuudet. Myös koivun tiheys, keskiarvoltaan noin 610 kg/m^3 , antaa koivuvanerille erinomaiset lujuusominaisuudet (Koponen 2002, 24). Kauniin vaalea ja tasainen väri sekä mieto, heikosti erottuva syykuvio myös mahdollistavat koivupinnalle erittäin laajat pintakäsittelymahdollisuudet, jonka myötä koivuvaneri soveltuu mainiosti myös dekoratiivisiin käyttökohteisiin. Hyvä sorvattavuus ja työstettävyys sekä sen luotettava käyttäytyminen kuivauksessa ja liimauksessa ovat myös olleet niitä ominaisuuksia, miksi koivusta on tullut suomalaisen vaneriteollisuuden ehdoton kulmakivi. (Koponen 2002, 23.)

Vanerin valmistuksen alkuaikoina kaikki vaneri tehtiin pelkästään koivusta, mutta ajoittainen raaka-aineen niukkuus ja kalleus saivat vanerintekijät pohtimaan myös edullisemmän sekä kevyemmän kuusen käyttöä tuotannossa (Varis 2017, 32 - 34). Kuusen tiheys on koivua selvästi matalampi, keskimäärin noin 430 kg/m^3 ja on koivun tavoin helposti sorvattavissa ja työstettävissä. Toisinaan kuivauksen yhteydessä irtoilevat isot ja kovat oksat saattavat aiheuttaa ongelmia, mutta muuten kuusi on sangen ongelmaton raaka-aine vanerin valmistuksen tarpeisiin. (Koponen 2002, 25.)

Kuusen heikommät lujuusominaisuudet kompensoituvat matalamman tiheyden tuomalla keveydellä, ja niin havuvaneria valmistetaan sellaisiin kohteisiin, jossa keveydestä on enemmän etua kuin mekaanisesta lujuudesta, kuten rakennusteollisuudessa katto-, seinä- sekä lattialevyinä. Kuusiviilua käytetään myös täytteenä yhdessä koivuviilun kanssa betonointimuotteihin sekä joihinkin rakennustelineitasoihin tarkoitetuissa vanerilevyissä. (Wisa Plywood 2017a.)

3.2 Vanerityypit

Suomessa valmistettavat vanerit ovat suurimmilta osin joko koivuvanereita tai havuvanereita, mutta myös näiden yhdistelmiä ja erikoisrakenteita valmistetaan ominaisuuksien optimoimiseksi käyttökohteen mukaan (Puuinfo 2018).

Vanerit voidaan luokitella seuraavasti:

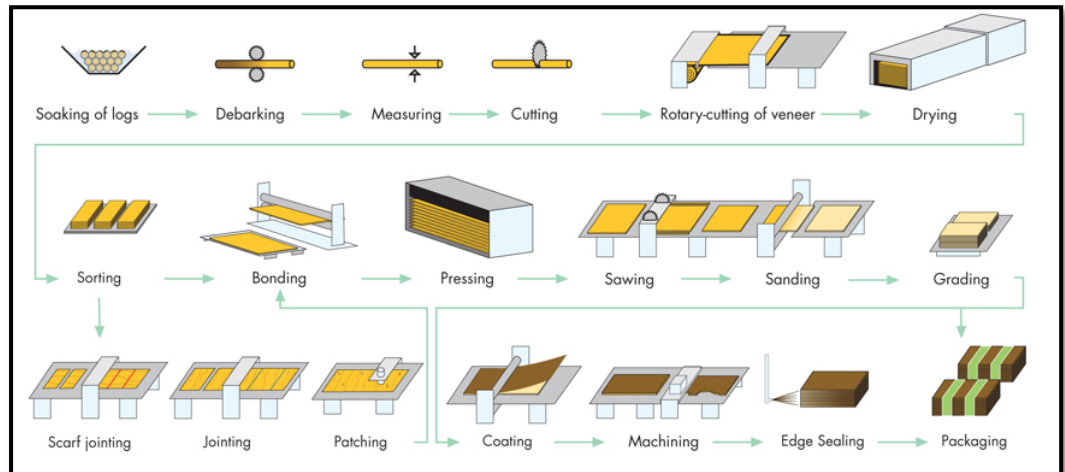
- koivuvaneri, kaikki viilut ovat koivua
- combivaneri, jossa pinnat, sekä ensimmäiset pitkittäiset liimaviilut ovat koivua, loput vuorotellen havua ja koivua
- combimirror, pinnat koivua, loput vuorotellen havua ja koivua.
- twinvaneri, pinnat koivua, loput havua
- havuvaneri, kaikki viilut havua.

Pinnoittamattomissa vanereissa levyt luokitellaan myös pinnanlaadun mukaan omiin luokkiinsa, joita ovat koivuvanereilla yleisesti parhaimmasta huonoimpaan: B, S, BB ja WG. Havuvanereilla laatuluokittelu puolestaan on I, II, III ja IV. (Metsäteollisuus ry 2005b.)

3.3 Valmistusprosessi

Vanerin valmistaminen on verrattain haastava ja teknisesti monivaiheinen prosessi, kuten alla olevasta kuvioista (KUVIO 1) nähdään. Siinä pitää hallita suurta määrää muuttujia raaka-aineiden vaihtelevista

ominaisuuksista aina tekniseen laitteiston ylläpitoon, optimointiin ja oikeaan ajoitukseen.



KUVIO 1. Vanerin valmistusprosessi (WISA Plywood 2017b)

3.3.1 Tukkien käsittely

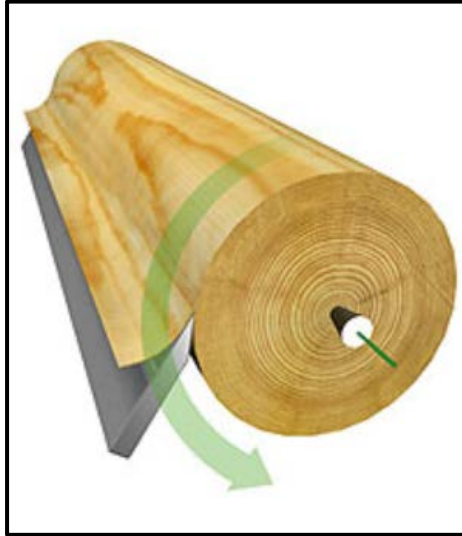
Vanerin valmistus alkaa tukkien vastaanotosta ja esikäsittelystä. Tukit mitataan, lajitellaan ja varastoidaan. Siitä tukit menevät nippuina haudontaan, jossa puuainees lämpimää ja pehmittä sorvausta varten. Puuainees on oltava riittävän pehmeää ja elastista, jotta viilu leikkautuu tasaisesti ja ehjänä tukista (Koponen 2002, 30). Haudonta tapahtuu useimmiten katetussa altaassa, jonka veden lämpötila on 40-50 °C ja haudonta-aika yleensä noin vuorokausi. Vaneritehtaassa joudutaan tuottamaan suuri määrä lämpöenergiaa prosessin moniin eri vaiheisiin, joten myös hukkalämpöä syntyy väistämättä. Jotta lämpöenergiasta saadaan mahdollisimman paljon irti, tapahtuu hautomoaltaan lämmitys pääasiassa viilunkuivauksesta syntyvällä hukkalämmöllä. Haudonnan vaatima lämpöenergia on noin 15 % tehtaan vaatimasta kokonaisenergiankulutuksesta. (Koponen 2002, 31; Varis 2017, 50.)

Haudonnan jälkeen tukit menevät kuljettimia pitkin kuorintaan ja katkaisuun. Kuorinta sijoittuu prosessissa haudonnan ja sorvauksen väliin siitä syystä, että kuori irtoaa parhaiten märkänä. Suomessa tukit ovat talviaikaan useimmiten myös jäässä ennen haudontaa, joten kuori irtoaa huonosti ja voi irrotessaan myös vahingoittaa tukin pintapuuta, josta saadaan sorvattaessa parasta viilua. Kuorinta tapahtuu pääasiassa roottorikuorimakoneella. (Koponen 2002, 33.)

Katkonnassa tukit päätetään tarvittaviin sorvipöllimittoihin useimmiten suurilla pyörösahoilla. Suomalaisilla vaneritehtailla yleisimmät pöllipituudet ovat 130 cm, 160 cm ja 260 cm. Vaneritehtailla edellä mainituista käytetään totutuin tuumamittoja, jotka ovat 50", 60" ja 100". (Varis 2017, 54.)

3.3.2 Viilun valmistus ja jalostaminen

Katkaisusta tukit matkaavat kuljettimia pitkin sorvaukseen, jossa pöllistä syntyy vanerin valmistuksen kannalta tärkein osa, eli viilu. Ennen varsinaista sorvausta XY-keskittäjä mittaa ja määrittää laserin avulla suurimman pöllin sisään mahtuvan ympyrälieriön. Kyseisen mittauksen perusteella kone laskee optimaalisen asennon sorvin karojen välissä, jotta pöllistä tulee paras mahdollinen saanto viilua. Alla olevasta kuvioista (KUVIO 2) nähdään sorvauksen peruseräite. Yleisin viilun paksuus koivuvanerissa on märkänä sorvattaessa 1,5 mm, kuivattuna valmiissa vanerissa 1,4 mm. Havuvanerissa yleisimmät viilun paksuudet ovat 2,0, 2,6 ja 3,0 mm. (Varis 2017, 56.)



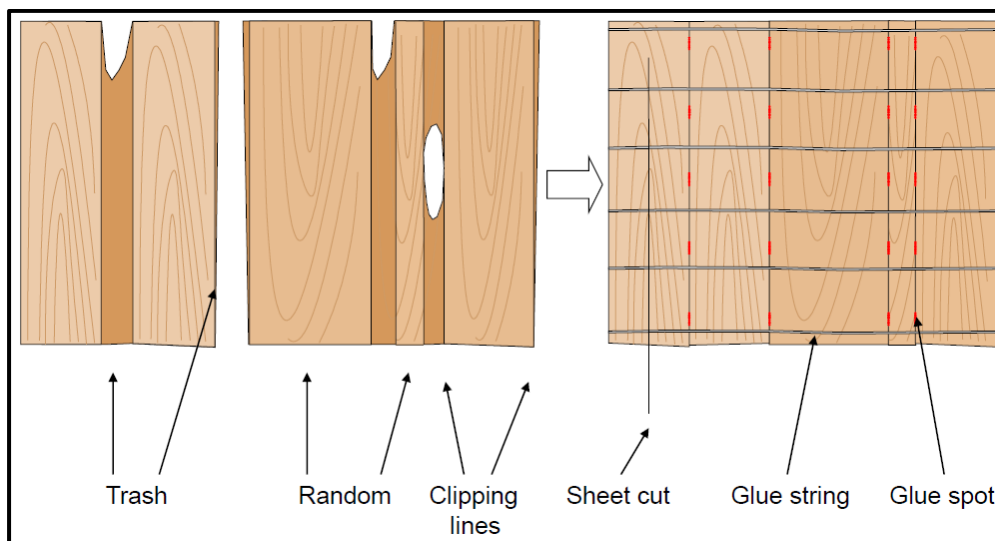
KUVIO 2. Sorvauksen peruseriaate (Puuproffa 2017)

Jos käytössä on telakuivauslinja, niin sorvauksen jälkeen viilumatto katkotaan haluttuihin leveysmittoihin ja pinkataan esilajiteltuihin nippuihin, josta viiluarkit syötetään telakuivauskoneeseen syysuunta pitkittäin syöttösuuntaan nähden. Verkkokuivauksen ollessa käytössä viilu syötetään suoraan sorvilta yhtenäisenä mattona koneeseen verkkokuljettimien väliin ja katkotaan vasta kuivana. Lopullinen laatulajittelu tapahtuu molemmissa tapauksissa kuitenkin vasta kuivattuna. (Koponen 2002, 53.)

Kuivauksesta osa viiluista menee sellaisenaan käyttöön, jos ne täyttävät esimerkiksi pintaviilun laatuvaatimukset. Sorvauksessa syntyy kuitenkin paljon hieman rikkonaista ja laadultaan epätasaista viilua, joka ei suoraan kelpaa tuotantoon liimattavaksi, mutta pystytään kuitenkin jatkojalostuksen kautta hyödyntämään ja näin ollen parantamaan huomattavasti puuraaka-aineen saantoa. Tähän on kehitetty viilun saumaus, jatkaminen sekä paikkaus (Koponen 2002, 59).

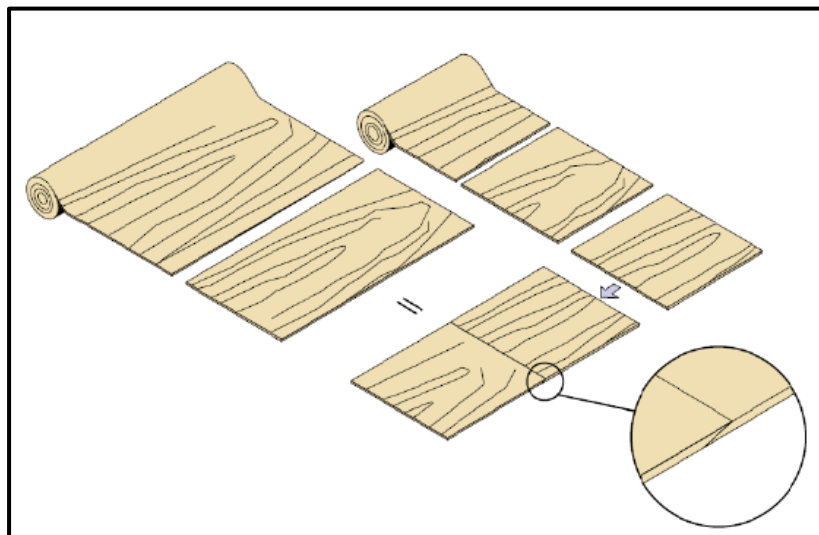
Viilun saumauksessa repaleisesta viilusta leikataan ehjiä, kapeampia kappaleita, jontteja, jotka liitetään toisiinsa puskusaumassa olevien liimatäplien sekä viilun pinnassa kulkevan liimalangan avulla toisiinsa

yhtenäiseksi, ehjäksi viiluarkiksi ja katkaistaan leikkurilla haluttuun leveysmittaansa. Alla olevassa kuviossa (KUVIO 3) havainnollistetaan saumauksen peruseriaatetta. Saumattuja viiluja käytetään yleisimmin lähinnä kuivina väliwiiluinä, mutta joissain tapauksissa voidaan käyttää myös saumattuja pintaviiluja (Varis 2017, 71).



KUVIO 3. Saumauksen peruseriaate (Raute Oyj 2018)

Viilun jatkamisen tarkoituksena on valmistaa lyhyistä viiluarkeista pitkiä liimaviiluja liittämällä ne pituussuunnassa toisiinsa. Koivua sorvattaessa pölliien pituusmitat eivät riitä pitkien liimaviilujen mittoihin, joten jatkaminen on välttämätöntä. Havuvanerin tuotannossa sen sijaan sorvataan myös suoraan 100":n mitaista pölliä, joten jatkamiselle ei ole välttämättä tarvetta. Jatkaminen tapahtuu viistämällä viilujen päät ja liimaamalla ne kuumen puristimen avulla yhteen kuvion 4 (KUVIO 4) mukaisesti. Näin liimaviiluarkista saadaan riittävän luja, jotta jatkosaumat eivät heikentäisi lopullisen vanerin lujuutta. (Varis 2017, 75)



KUVIO 4. Jatkamisen perusperiaate (Raute Oyj 2018)

Viilun paikkauksessa tuotetaan lisää pintaviilulaatuja. Sorvauksessa syntyvän, virheettömän pintaviilun määrä on niin pieni, että se ei yksistään riitä kattamaan koko pintaviilun tarvetta. Tästä syystä suurin osa pintaviilun laatukriteereistä sallii pienien vikojen, kuten oksan reikien, paikkaamisen. Nykyaikaiset paikkauslinjat toimivat täysin automaattisesti konenäön avustamana. (Varis 2017, 76-77.)

3.3.3 Liimaus, ladonta ja puristus

Liimaus, ladonta ja puristus ovat vanerin valmistusprosessin kulmakiviä, sillä niissä ristiin ladotuista viiluista syntyy lopulta lujaa vaneria. Liimaus tapahtuu useimmiten telaliimauksena, jossa pitkittäinen liimaviilu tulee kahden liimanlevitystelan välistä ladelmaan, näin ollen joka toinen viilu on molemmin puolin liimattu ja joka toinen on kuiva. Tällainen ladontatapa on yleensä puoliautomaattinen, sillä viilujen syöttö tapahtuu automaattisesti, mutta viilujen asemointi vasteisiin ja laadun tarkkailu ovat operaattorin vastuulla. On myös olemassa automaattisia verholiimauslinjoja, jossa liima levitetään vain yhdelle puolelle viilua siten, että viilu kulkee valuvan ”liimaverhon” alitse ja kone hoitaa myös ladonnan automaattisesti. Ladonnassa määritellään vanerilevyn lopullinen koko, rakenne, ja pinnan

laadut, jotka voivat vaihdella suuresti tilaajan ja käyttökohteen vaatimusten mukaan. (Varis 2017, 84.)

Ladonnan jälkeen ladelma esipuristetaan huoneen lämmössä, jotta pinkka tiivistyisi ja levyaihiot saavuttaisivat levymäisen muotonsa. Esipuristus auttaa liimaa imeytymään viiluihin sekä helpottaa levyaihioiden syöttämistä kuumapuristimeen. (Koponen 2002, 69.)

Kuumapuristus suoritetaan yleensä monivälisillä prässeillä, joissa voidaan puristaa monta levyä yhtäaikaisesti. Puristuslämpötila määräytyy käytettävän liiman mukaan: fenoliliimoilla 125-170 °C ja urealiimoilla 100-125 °C. Paine, puristuskäyrä ja puristusaika riippuvat vanerin rakenteesta ja paksuudesta: koivuvanereilla 15-20 bar ja havuvanereilla 10-15 bar. (Varis 2017, 86.)

3.3.4 Viimeistely, jatkojalostus sekä pakkaus

Kuumapuristuksen jälkeen vanerilevyt sahataan ympäriinsä joko määrämittoihin tai karsintamittoihin. Pinnoittamattomat vanerit sahataan suoraan lopullisiin määrämittoihin, kun taas karsintamittoihin levy sahataan siinä tapauksessa, kun se pinnoitetaan. Pinnoituksen jälkeen suoritetaan vielä lopullinen määrämittasahaus. (Varis 2017, 90.)

Sahauksesta levyt menevät niin kutsutulle ”kittilinjalle”, jossa levyn molemmat pinnat tarkastetaan ja suoritetaan tarvittavat korjaustoimenpiteet, jos sellaisia ilmenee. Mahdollisia vikoja levyn pinnassa voivat olla liian suuret oksanreiät, pintaviilun limittymät, puuttuvat paikat, painaumat, roskat ja halkeamat. Korjaaminen tapahtuu kittaamalla sekä paikkaamalla, ja yleensä toiminta kittilinjalla on käsityöpainotteista, joskin nykyisin automatisoidut kittilinjat ovat myös yleistyneet (Varis 2017, 92). Tarkastetut ja korjatut levyt menevät suoraan hiontaan, joka tapahtuu leveänauhahiomakoneella molemmilta puolilta yhtäaikaisesti. Hiomakone poistaa aiempien työvaiheiden jäljet ja tekee pinnasta sileän ja määrittelee levyn lopullisen paksuuden. Hionnassa on myös mahdollista tehdä

karkeaa lajittelua ja pudottaa korjauskelvottomat ja vialliset levyt pois jatko tuotannosta. (Varis 2017, 93-96.)

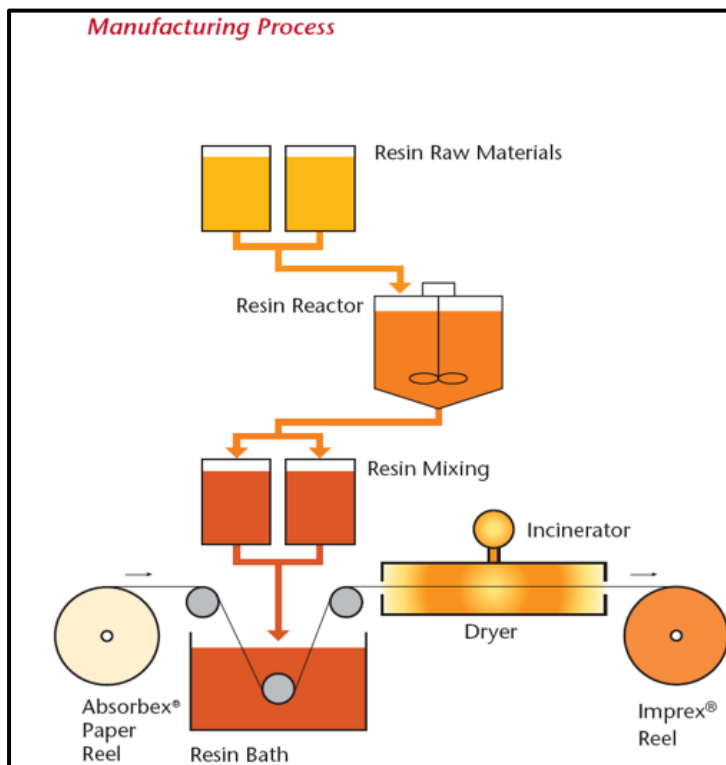
Jos levyä ei pinnoiteta eikä siihen tehdä reunatyöstöjä, kuten pontteja, on se heti hionnan jälkeen valmis pakattavaksi ja toimitettavaksi asiakkaalle. Pinnoitettavat levyt sen sijaan menevät vielä pinnoituspuristimelle, jossa levyn pintaan puristetaan lämmön ja paineen avulla fenolihartsilla impregnoitu filmikalvo. Myös muita pinnoitteita on käytössä, kuten melamiinifilmejä, laminaatteja ja erilaisia muovikalvoja. Pinnoitetut levyt sahataan vielä kertaalleen lopullisiin mittoihin reunasahalla. Levyt voidaan myös sahata pienempiin palasiin asiakkaan toiveiden mukaisesti. Filmipintaiset vanerit yleensä vielä reunasuojataan ennen pakkausta maalaamalla levypaalin sivut filmipinnoitteen värisellä vesiohenteisella akryylimaalilla. (Varis 2017, 90, 98.)

4 PINNOITUSPROSESSI

4.1 Pinnoituksen tarkoitus ja pinnoitteet

Vanerilevy voidaan pinnoittaa useilla erilaisilla kiinteillä pinnoitteilla teknisten ominaisuuksien, kuten pinnan kulutus-, iskun-, sään- ja kemikaalinkestävyyden parantamiseksi. Vaneriteollisuuden käyttämiä pinnoitteita ovat muun muassa fenolifilmi, melamiinifilmi, korkeapainelaminaatti, maalauskalvot sekä polypropeenipinnoite. Pinnoitteilla voidaan myös luoda erilaisia kestäviä kitkapintoja ja karhennuksia eri käyttötarkoituksiin. Pinnoitus ja siihen tehtävät pinnan kuvioinnit laajentavat vanerin jo ennestäänkin laajoja käyttömahdollisuuksia ja -kohteita. (Metsäteollisuus ry 2005; Puuinfo 2018.)

Yleisin Suomessa käytetty pinnoite on fenolihartsilla impregnoitu filmi, ja tässä työssä keskitytäänkin vain kyseisenlaisella pinnoitteella pinnoitettuihin vanerituotteisiin. Fenolifilmi valmistetaan uittamalla eräänlaista imukykyistä vahvaa paperia fenolihartsissa alla olevan prosessikaavion mukaisesti (KUVIO 5). Fenolihartsista tulee filmipinnoitteelle tunnusomainen tumman ruskea väri, joskin muitakin väri vaihtoehtoja on tarpeen vaatiessa saatavilla, kuten vaaleanruskea, vihreä, keltainen, harmaa, punainen tai musta.



KUVIO 5. Fenolihartsifilmin valmistusprosessi (Kotkamills 2018)

Filmipinnoitteen vahvuus määräytyy fenolihartsipitoisuuden mukaan, joka ilmaistaan grammoina neliometriä kohden. Tavallisesti pinnoituksessa on käytetty 120 g/m² filmiä, mutta käyttökohteiden mukaan myös 170 g/m², 220 g/m² ja jopa 440 g/m² filmejä on käytössä. (Metsäteollisuus ry 2005c.)

Vanerilevyn kyllästykseen etuja ovat myös kyky vastustaa hyönteisvaurioita sekä sienikasvustoja, jotka voivat olla todellinen ongelma ulkokäytössä ja rakennusteollisuudessa. Sileä filmipinta on myös erityisen helppo pitää puhtaana, sillä lika tarttuu siihen huonosti. Tästä on etua muun muassa betonointivalumuoteissa.

4.2 Pinnoitetut tuotteet ja käyttökohteet

Pinnoitetut vanerituotteet voi jakaa karkeasti kahteen kategoriaan; sileäpintaisiin ja kuvioituihin. Lopullinen käyttökohde määrittää, minkälainen pinta pinnoitetulle vanerille halutaan.

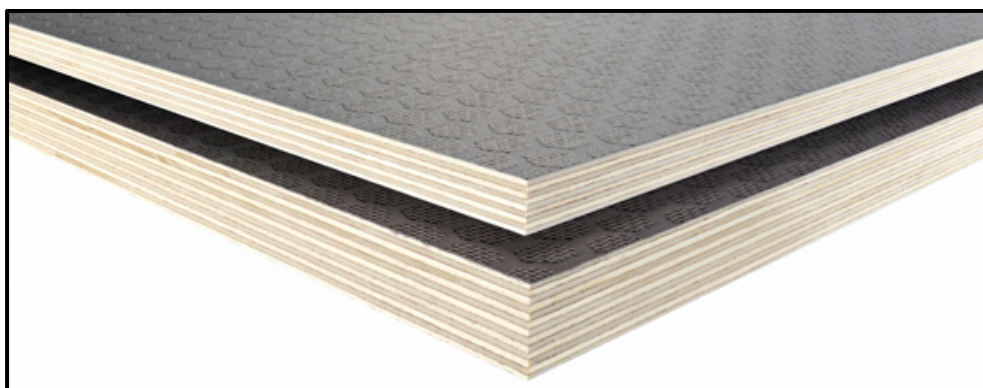
Sileäpintaiset levyt ovat erinomaisia betonivalumuotteihin, sillä sileä filmipinta pysyy puhtaana ja ehjänä monta valukertaa, sekä loistavan lujuus/paino -suhteen ansiosta levy itsessään on erittäin kestävä, mutta kevyt ja helppo siirrellä sekä työstää tarpeiden mukaan. Betonointilevyt ovat useimmiten paksuudeltaan 15-21 mm ja rakenteet vaihtelevat käyttökohteen mukaan kokonaan koivusta valmistetuista sekarakenteiden kautta täysin havurakenteisiin. Betonointilevyjen pinnoitteet ovat tavallisesti olleet vahvuudeltaan 120 g/m², mutta myös vahvempia, kuten 220 g/m² pinnoitteita on nykyisin käytössä parempien teknisten ominaisuuksien saavuttamiseksi. Betonivalumuotit ovatkin olleet jo pitkään suurin käyttökohde filmipinnoitetuille vanereille. (Koponen 2002 159; Varis 2017, 152.)



KUVA 1. Sileäpintainen betonointilevy (WISA Plywood 2018d)

Filmipinnan liukuestekuvioinnilla parannetaan pinnoitetun vanerilevyn kitkaominaisuuksia. Hyvät kitkaominaisuudet ovat elintärkeitä sellaisissa käyttökohteissa, joissa vaneri toimii pääasiassa lattiapintana muun muassa rakennustelinetasoissa, perävaunujen lattioissa, rampeissa, esiintymislavoissa ja kulkusilloissa. Kuvioitavissa filmipinnoissa käytetään tavallisesti 170 g/m² tai 220 g/m² vahvuisia pinnoitteita riippuen levyn rakenteesta ja käyttökohteesta, vaikkakin vahvempiakin pinnoitteita nykyään käytetään erittäin vaativissa olosuhteissa. Liukuestekuviointi

luodaan filmipintaan kuumapuristuksen yhteydessä joko viiraverkolla tai kuvioidulla teräslevyllä. Liukuestekuvioita voi olla monenlaisia eri valmistajilla, kuten ympyrän muotoisia kohokuvioita tai kuten alla olevassa kuvassa (KUVA 2), käyttää UPM WISA®-Hexa Grip -levyssä kuusikulmaista liukuestekuvioita.



KUVA 2. Kuusikulmainen liukuestekohokuvio (WISA Plywood 2017e)

Tässä työssä tarkastellaan kahta erilaista, fenolihartsifilmillä Jyväskylän vaneritehtaan pikatahtipuristinlinjalla pinnoitettua tuotetta. Kyseiset tuotteet muodostavat pääosan pikatahtilinjan tuotannosta ja ovat molemmat liukuestekuvioituja ja pääasiassa liikennevälineiteollisuuden ja rakennustelineitä valmistavan teollisuuden käyttöön.

4.2.1 WISA®-Wire/Film

WISA®-Wire/Film on kuljetusvälineiteollisuuden suunniteltu tuote, joka on tavallisesti 27-28 mm paksu, riippuen viilujen lukumäärästä, ja se on joko 19 tai 20 kappaletta. Tuote koostuu kokonaan 1,5 mm koivuviilusta, mutta suuntaamalla viiluja voidaan levyn lujuusominaisuuksia räätälöidä käyttökohteen vaatimuksien mukaiseksi. Tuotteen pääasiallinen käyttökohde on kuorma-autojen perävaunujen lattialevynä.

Seuraavassa on esimerkki levyn rakenteesta, jossa merkki | esittää viilua poikkisuunnassa ja merkki – viilua levyn pituussuunnassa:

- 19-ply 27 mm

|---|---|---|---|---|---|

- 20-ply 28 mm

|---|---|---|---|---|---|

Edellä esitetyn kaltaisilla, suunnatuilla erikoisrakenteilla voidaan lisätä levyn taivutuslujuutta haluttuun suuntaan, tässä tapauksessa levyn pituussuunnassa.

Wire/Film pinnoitetaan molemmin 220 g/m² vahvuisella fenolihartsifilmillä. Käyttöpinnalle painetaan puristusvaiheessa viirakarhennuskuvio ja taustapinta säilyy täysin sileänä. Viirakarhennus on elintärkeä ominaisuus kuorma-auton perävaunun lattiassa, sillä niin lastaaja kuin lastattava kuormakin vaativat ehdottomasti liukumattoman pinnan alleen, jotta lastaaminen ja kuorman kuljettaminen olisivat mahdollisimman turvallista. Taustapinta saa olla täysin sileä, sillä sen tehtävänä on lähinnä suojata levyä tien pinnasta pölyävältä lialta ja kosteudelta. (Varis 2017, 152.)

4.2.2 WISA®-Hexa Step Mirror

WISA®-Hexa Step Mirror on tumman ruskealla fenolihartsifilmillä pinnoitettu erikoistuote, jossa on käyttöpinnassa kuusikulmainen liukuestekohokuvio, kuten aiemmasta kuvasta 2 nähdään. Taustapinnalle puristetaan viiraverkolla karhennettu pinta. Pinnoitteet ovat käyttöpinnassa 167 g/m² ja taustapinnassa 145 g/m² vahvuiset.

Hexa Step Mirror on paksuudeltaan 10,6 mm ja rakenteeltaan hieman poikkeuksellinen tuote, sillä siinä käytetään sekä 1,5 mm koivua, että 1,5 mm havua. Koivuviilut ovat poikkipäin, kun taas havuviilut ovat pitkittäisiä liimaviiluja.

Levyn viilurakenne on seuraavanlainen:

|—|—|—|

Hexa Step -levy on suunniteltu pääasiassa rakennustelineiden kulkutasoiksi, ja pääasiassa kovan ulkokäytön ja kulutuksen vuoksi levyssä käytetäänkin myös eräänlaisella puun suoja-aineella käsiteltyä liimaa, joka antaa suojan puuta tuhoavia sieniä sekä hometta vastaan.

4.2.3 UPM Grada® 2000 EasyTop

UPM Grada® on lämpömuovattava erikoistuote, jota valmistetaan vain Jyväskylän vaneritehtaalla. Tuote on mainittu tässä työssä siksi, koska tuotteen EasyTop –pinnoitus tehdään pikatahtipuristinlinjalla filmipinnoitettavien tuotteiden rinnalla.

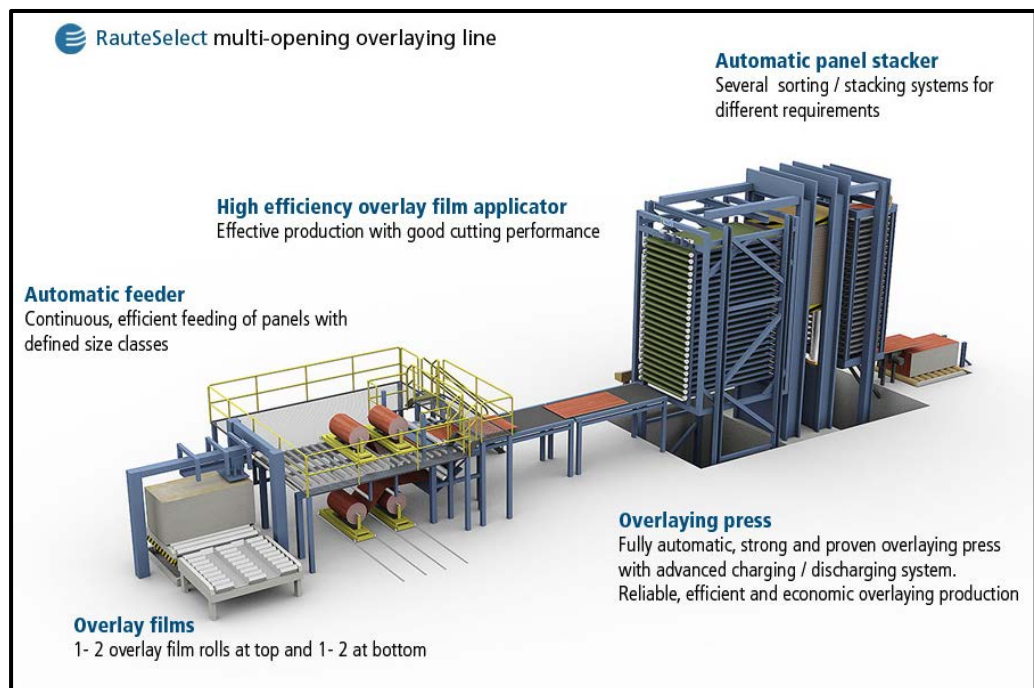
Grada-vaneri valmistetaan tavallisesta ristikkäin ladotusta 1,5 mm koivuviilusta sekä erikoisliimasta, joka sulaa 95 °C lämpötilassa. Tästä tulee vanerin erityislaatuinen ominaisuus, joka mahdollistaa levyn muotoilun ja taivuttamisen vain ensin lämmittämällä, taivuttamalla muotoonsa ja sitten jäädyttämällä. Jäähdyttyään liima taas kovenee ja pitää levyn muodossaan. Tämä poistaa tarpeen viilujen märkäladonnalta ja lämmitettäviltä puristusmuoteilta sekä säästää energiaa ja aikaa muotopuristusprosessissa. Grada-vaneria on saatavilla 4 mm paksuudesta aina 13 mm paksuuteen saakka. Aiemmin mainittu EasyTop -pinnoitus tarkoittaa levyn molemmin puolista liimapintaa, joka mahdollistaa levyn pinnoittamisen myöhemmin ilman erillisen liiman käyttöä. Tämä nopeuttaa ja säästää runsaasti energiaa jatkojalostusprosesseissa. (UPM Grada 2018.)

Pikatahtilinjalla Grada-vaneri pinnoitetaan liimakalvolla ja suojapaperilla aivan kuten filmipinnoitteetkin, erona on matalampi puristuslämpötila sekä huomattavasti lyhyempi puristusaika.

4.3 Monivälipuristin

Vanerin pinnoittamista varten tehtaissa on omat pinnoituspuristinlinjat. Yleisin tapa pinnoittaa vaneria on monivälisellä pinnoituspuristimella. Perustoimintaperiaate on käytännössä sama, kuin monivälisellä kuumapuristimella, jossa useita vaneriaihioita puristetaan yhtäaikaaisesti lopulliseen muotoonsa.

Monivälipuristin sijoittuu prosessissa heti hionnan jälkeen ennen levyn reunasahausta. Kittauslinjalla ja hionnassa varmistetaan levyn virheetön ja sileä pinta, sillä pienetkin viat, halkeamat ja painaumat pintaviilussa näkyvät heti pinnoitteessa ja voi johtaa levyn hylkäämiseen.



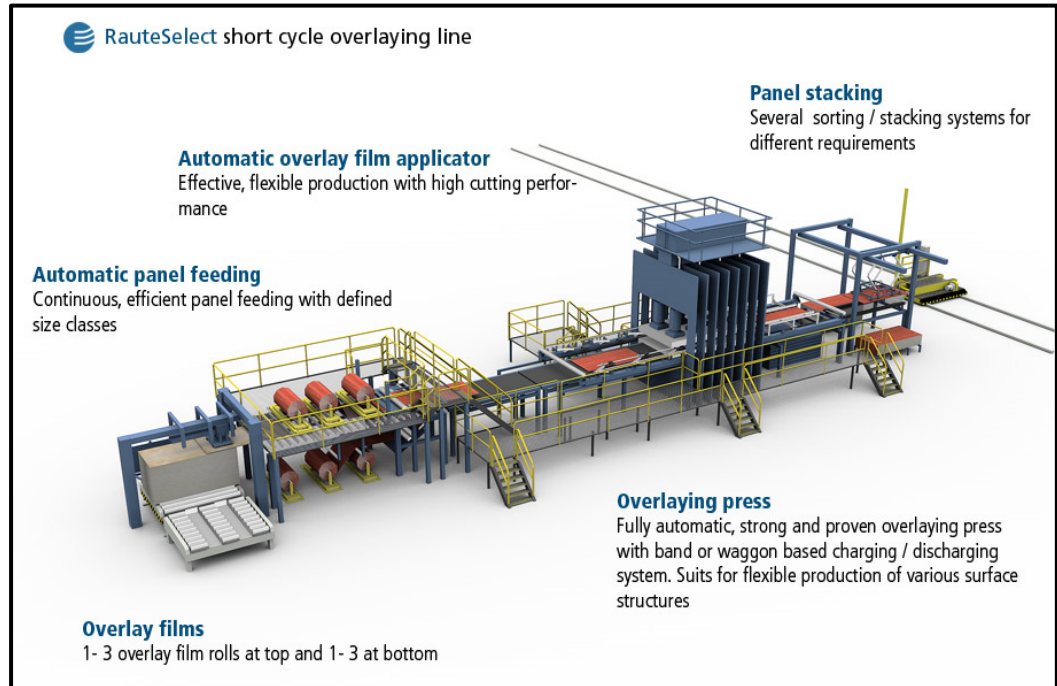
KUVA 3. Raute Oyj:n monivälipinnoituspuristin (Raute 2018a)

Monivälipuristimen puristuslämpötila on tavallisesti 130-140 °C ja puristusaika riippuu pinnoitteen tyypistä sekä vahvuudesta, aikojen ollessa 3-7 minuuttia. Puristusaine on hieman korkeampi kuin peruslevyn

puristuksessa käytettävä paine, joka sekin riippuu levyn rakenteesta ja puulajista, tavallisesti paine on noin 10 % korkeampi (Varis 2017, 117). Ennen varsinaista puristusta vanerilevyihin levitetään pinnoitekalvot molemmin puolin yksi levy kerrallaan ja syötetään syöttöhäkkiin. Kun syöttöhäkki on täynnä, syötetään kaikki levyt yhtäaikaisesti puristimeen niin, että syöttötabletit työntävät samaan aikaan valmiit levyt ulos purkuhäkkiin ja jättävät uudet levyt puristimeen. Puristimen sulkeuduttua voidaan sillä aikaa taas täyttää syöttöhäkki uusilla levyillä ja purkaa valmiit levyt automaattisesti toisesta päästä purkuhäkistä pinkkaan. Näin prosessi pyörii jatkuvatoimisesti ilman katkoksia.

4.4 Pikatahtipuristin

Vanerin pinnoittamiseen voidaan käyttää myös tämänkin työn kohteena olevaa pikatahtipuristinta, joka sekin sijoittuu prosessissa niin ikään hionnan jälkeen ennen reunasahausta. Se eroaa monivälipinnoituspuristimesta nimensä mukaan siinä, että puristussykli on huomattavasti tiheämpi, sekä siinä, että puristinvälejä on vain yksi. Nopeasta puristussyklistä johtuen puristimen lämpötilan on oltava huomattavasti korkeampi kuin monivälipuristimessa, jotta pinnoite ehtii sulamaan ja kiinnittymään levyn pintaviiluun, eli ns. kypsymään vaaditulla tavalla. Pikatahtipuristimen puristuslämpötila sekä aika riippuvat pinnoitteesta ja sen vahvuudesta sekä siitä, tuleeko pintaan viirakarhennus, jokin kohokuvio vai onko se täysin sileä. Lämpötilaa säädellään tavallisesti välillä 165-200 °C ja puristusaika vaihtelee välillä 30-90 sekuntia. (Varis 2017, 117.)



KUVA 4. Raute Oyj:n automaattinen pikatahtipuristinlinja (Raute 2018b)

Pikatahtipinnoitus alkaa myös pinnoitteen levityksellä niin, että pinnoitekalvo tulee molemmin puolin yhtäaikaaisesti rullasta painintelojen kautta levyn pintaan ja automaattisesti toimiva leikkuri katkaisee pinnoitteet levyn peräpäädästä. Tässä vaiheessa levy siirtyy syöttöpöydälle kuljetinmaton päälle odottamaan puristimen avautumista. Kun puristus on valmis ja puristin aukeaa, työnnetään valmis levy ulos puristimesta kuljetinverkkojen avulla sekä samalla tahdilla uusi levy tulee heti perästä sisään puristimeen ja puristin sulkeutuu automaattisesti uudelleen. Pikatahtipuristimessa edellä mainitut kuljetinverkot puristimen sisällä alapinnassa toimivat samalla viiroina, jotka painavat viirakarhennuskuvion levyn pintaan. Samalla valmis levy puristimen toisessa päässä on jo siirtynyt purkupöydälle kuljetinmaton päälle, jossa imukuppinostin nostaa levyn ilmaan ja kääntää sitä niin, että operaattori näkee levyn molemmat pinnat lajittelua ja laadun valvomista varten. Tämän jälkeen imukuppinostin siirtää valmiin levyn pinkkaan.

Pikatahtipuristuslinja toimii siis täysin automaattisesti levyn syötöstä takaisin pinkkaamiseen asti, operaattorin tehtävänä on valvoa linjan toimintaa, varmistaa pinnoitteen riittävyys lisäämällä säännöllisesti uudet filmirullat syöttöpään telineisiin sekä valvoa puristusprosessin laatua. Laadun valvomiseen kuuluu myös tehdä levyjen visuaalista lajittelua hylkäämällä vialliset ja epäonnistuneet kappaleet ns. ”kakkospinkkaan”, mikäli kyseisiä tuotteita ei enää esimerkiksi reunasahauksessa lajitella. On myös tilanteita, joissa pinnoitetut levyt lajitellaan vielä reunasahauksessa, jolloin lajittelun tarve pikatahtipinnoituksessa poistuu. Manuaalisia toimintoja tässä prosessissa ovat ainoastaan pinnoitettavien levypaalien nostaminen trukilla syöttöpään kuljetinradalle sekä valmiiden paalien nosto pois purkupään kuljetinradalta.

5 LAADUN PARANTAMINEN JA TUTKIMINEN: PIKATAHTIPURISTIN

5.1 Menetelmät

Työn perimmäisenä tarkoituksena oli tarkastella ja tutkia tuotteen laatuun vaikuttavia tekijöitä prosessissa, joten voidaan puhua pääasiassa kvalitatiivisesta tutkimuksesta, jossa arvioidaan ja selvitetään eri tasoisten muuttujien vaikutusta tuotteen lopulliseen laatuun ja prosessin tehokkuuteen.

Eri muuttujien vaikutusta tuotteen lopulliseen laatuun toki tarkastellaan tehtaan automaattisen tiedonkeruujärjestelmän tuottamasta määrällisestä tiedosta sekä itse kerätystä tiedosta, joita voidaan analysoida tarkemmin kvantitatiivisin menetelmin.

Ensimmäisenä toimenä oli kartoittaa tuotteiden ja tarkastelun kohteena olevan linjan lähtötilanne. Lähtötilannekartoituksen jälkeen pohdittiin mahdollisia toimenpiteitä. Myös linjan operaattoreita haastateltiin, jotta saadaan arvokkaita ensikäden havaintoja linjan toiminnasta, ongelmista ja laadusta. Näiden tuloksien pohjalta tehtiin muutoksia operaattoreiden toimintatapoihin ja linjan toimintaan, joiden tuloksia tarkastellaan myöhemmin tässä työssä.

5.2 Tilannekartoitus

Työn alussa toteutettiin lähtötilannekartoitus, jotta päästiin perille siitä, kuinka paljon levyjä todellisuudessa hylätään ja minkälaisien vikojen takia. Tähän asti tehtaan automaattisesta tiedonkeruujärjestelmästä on nähty vain hylkäysmäärät, mutta puutteellisesti syitä, miksi levyt hylätään. Tämä on johtunut puutteellisista ja vanhentuneista painikkeista pikatahtilinjan ohjauspaneelissa, josta operaattori ohjaa linjan toimintaa ja lajittelee levyt. Levyn hylkääminen tapahtuu kahden painikkeen toimintona, jossa ensin annetaan logiikalle käsky siirtää levy niin kutsuttuun ”kakkospinkkaan”, jonka jälkeen annetaan hylkäykselle tiedonkeruujärjestelmään tallentuva

syy omalla hylkäyssypainikkeella. Lähtötilanteessa pikatahtilinjan hylkäyssypainikkeet ovat olleet niin puutteellisia, että operaattorit ovat hylänneet levyjä lähinnä ”pinnoitekupla” tai ”muu syy” painikkeilla. Muita hylkäykseen johtavia vikoja ei tiedonkeruujärjestelmästä nähty, koska niille ei ole ollut vastaavia painikkeita ohjauspaneelissa. Syitä levyjen hylkäämiselle on lukemattomia, joten selvää on, että tiedonkeruujärjestelmästä ei nähdä riittävän tarkkaa tietoa levyjen lajittelusta.

Lähtötilannetta kartoitettiin muun muassa laatimalla liitteen 1 (LIITE 1) mukainen lisätietolomake lajittelua varten. Tavoitteena oli saada lisätietoa lajittelusta suoraan linjan operaattoreilta tiedonkeruujärjestelmän tietojen tueksi. Aina hylätessään levyn operaattori merkkää lomakkeeseen, kummalla puolella hylkäykseen johtanut vika levyssä on sekä priimalevyjen että hylättyjen levyjen määrät tilaus- ja tuotekohtaisesti. Myös erityishuomiot merkattiin lomakkeeseen, mikäli operaattorit havaitsivat jotain merkille pantavaa, kuten toistuvia virheitä pinnoituksessa, peruslevyissä tai häiriöitä laitteistossa. Lomakkeilla suoritettu seurantajakso oli yhden kuukauden mittainen.

5.2.1 Yleiset havainnot

Tieto siitä, kummalla puolella levyä hylkäykseen johtanut vika on, auttaa rajaamaan hylkäämisen syitä. Tässä tapauksessa pikatahtipinnoituksessa on aina viirakuvio alapinnassa ja joko täysin sileä, tai kuvioitu pelti yläpinnassa. Täten tyypilliset hylkäämiseen johtavat viatkin ovat tunnusomaisesti erilaisia viirapinnassa kuin yläpinnan sileässä tai kuvioidussa pinnassa. Yläpintaan on myös mahdollista asentaa viiraverkko, kuten alapinnassakin, mutta viira-viira pinnoitetut tuotteet eivät ole niin yleisiä.

Taulukossa 1 näkyy lomakkeista kuukauden seuranta-aikana kerätty tieto tuotekohtaisesti eroteltuna sekä kokonaismäärällisesti. Taulukosta nähdään, että hylkäämisprosentti tuotteiden välillä eroaa vain noin

prosenttiyksikön verran ja että valtaosa hylkäykseen johtaneista vioista esiintyy levyn yläpinnassa molempien tuotteiden osalta, kuten oli ennakkohavaintojen perusteella odotettavissakin. Lomakkeilla kerättyjä ja Exceliin taulukoituja tietoja verrattiin tehtaan automaattisen tiedonkeruujärjestelmän keräämiin tietoihin ja näin muodostettiin tarkempi kuva sen hetkisestä tilanteesta pikatahtilinjalla.

TAULUKKO 1. Lähtötilannekartoituksen tulokset taulukossa

	WISA-Wire/Film	WISA-Hexa Step	Yhteensä
Yht.	4123	10869	14992
Priimat	3555	8693	12248
Hylätyt	568	1392	1960
Hylky-%	13,78 %	12,81 %	13,07 %
Vika alapinta	227	146	373
Vika yläpinta	341	1246	1587
V.yläpinta - %	60,04 %	89,51 %	80,97 %

Ylläolevasta taulukosta nähdään, että kokonaismäärästä laskettu hylkäämisprosentti on noin 13 %, jota voidaan pitää korkeana sekä että kaikista pinnoituksessa hylätyistä levyistä noin 81 % on hylätty yläpinnassa esiintyneen vian takia. Viat painottuvat selvästi yläpintaan siitä syystä, että alapinnan viirakuvio rikkoo hieman pinnoitteen ja vanerin pintaa ja tasaa höyrynpaineen purkautumista siinä määrin, että pullistumisia tai pinnoitteen rikkoontumisia ei juuri alapinnassa esiinny. Yläpinnan täysin tiivis ja sileä pinta puolestaan sulkee mahdolliset höyrynpaineet alleen ja tämä aiheuttaa pinnan pullistumista ja rikkoontumista, sillä höyryn on purkauduttava ja tasaannuttava joltain kautta. Liian nopea puristusnpaineen lasku ja höyrynpaineen tasaannutus ovat osasy tähän ilmiöön.

Tilastojen poikkeuksellisen korkea hylkäämisprosentti ei kuitenkaan suoraan korreloi tuotteiden lopullisen laadun kanssa, sillä prosessissa on

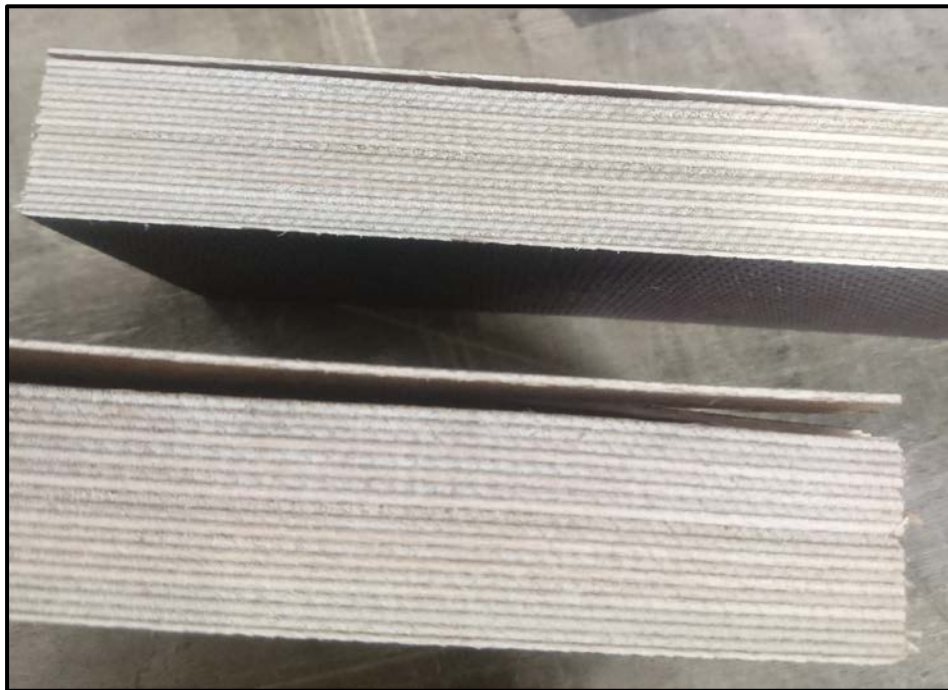
lajitteluun liittyviä toimintoja, jotka nostavat hieman virheellisesti hylkäämisprosenttia pikatahdin osalta. Operoidessaan pikatahtilinjaa yksin, operaattorin on joskus poistuttava lajittelupaikalta ja tehtävä linjan muita valmistelevia ja ylläpitäviä töitä ja jätettävä levyt lajittelematta. Mikäli tuotannossa on painetta ja pinnoituskapasiteetin on pysyttävä hyvällä tasolla, jätetään levyt lajittelematta sillä aikaa, kun operaattori on estynyt lajittelemasta ja pidetään pinnoitus kuitenkin käynnissä koko ajan. Linjan logiikassa on toiminto, jolla levyt menevät lajittelematta automaattisesti hylättyjen levyjen pinkkaan, jotta viallisia levyjä ei missään tapauksessa pääsisi virheettömien tuotteiden sekaan. Tämä nostaa hylkäämisprosenttia, sillä hylättyihin menee myös virheettömiä levyjä. Hylätyt levyt lajitellaan toki vielä kertaalleen paloittelusahalla, joten siellä virheettömistä levyistä saadaan täysi hyöty irti ja myös oikealla syylläkin hylätyistä levyistä saadaan ehjiä kappaleita tilaukseen. Lajittelun tarkkuutta, operaattoreiden vuorotusta ja paloittelusahan lajittelua käsitellään myös myöhemmin kappaleessa 6.2.

Tilannekartoitukseen kuului myös hylätyissä levyissä ilmenneiden vikojen lähempi tutkiminen käytännössä. Tutkinta tapahtui manuaalisesti sahaamalla vikakohtia auki pöytäsiirkelillä, sekä repimällä auki viallisia pintaviiluja ja pinnoitteita muun muassa puukkoa apuna käyttäen. Vikojen analysointi tapahtui visuaalisen arvioinnin perusteella ja tämän tutkimuksen havainnot käsitellään seuraavissa tuotekohtaisissa kappaleissa.

5.2.2 Lähtötilanne ja havainnot WISA®-Wire/Film

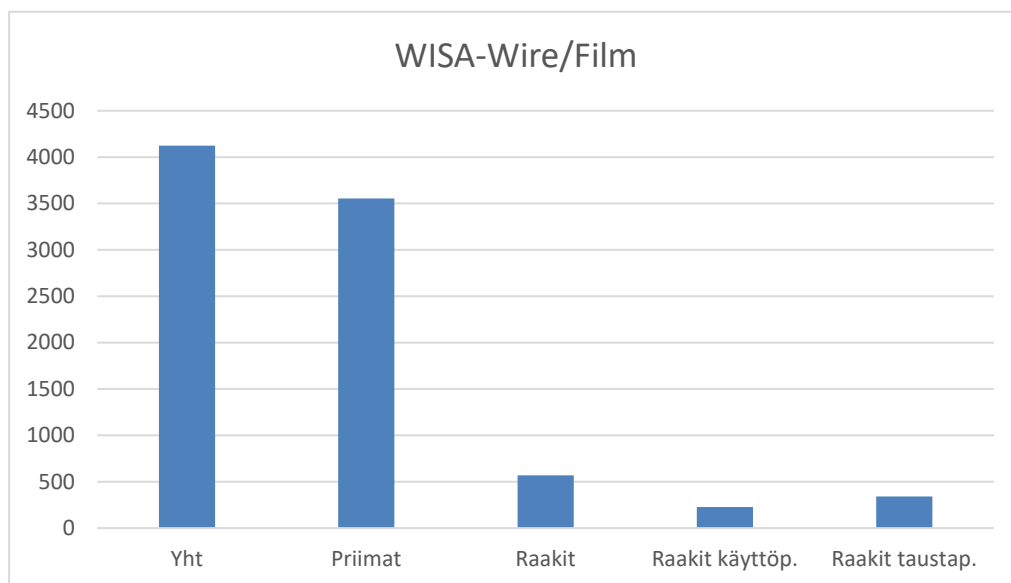
Wire/Film -tuotteen kohdalla pinnoitusprosessissa yläpintana on käyttökohdetta ajatellen levyn taustapinta, eli täysin sileä filmipinta ja alapintana levyn käyttöpinta eli viira. Jo ennen tämän selvitystyön aloitusta oli tiedossa, että erityisesti yläpinnan pinnoituksessa on ollut runsaasti ongelmia niin Wire/Film -tuotteen kuin Hexa Step -tuotteenkin kohdalla.

Lähtötilannekartoituksesta selvisi, että seurantajaksolla noin 60 % hylkäämiseen johtaneista vioista oli levyn yläpinnassa. Näistä suurin osa oli niin sanottuja pinnoitekuplia, jotka useimmiten rikkovat pinnoitteen. Pinnoitekupla syntyy heti puristimen avauduttua ja on useimmiten liimaviilusta irronnut ja kohonnut pintaviilu, joka kohotessaan repii pinnoitteen rikki. Alla olevasta kuvasta (KUVA 5) nähdään, kuinka pintaviilu ei ole liimautunut kunnolla ja on irronnut liimaviilusta.



KUVA 5. Liimaviilusta irronnut pintaviilu, eli ns. pinnoitekupla

Kuviosta (KUVIO 6) nähdään pylväsdiagrammina seurantajaksolla pinnoitettujen Wire/Film -tuotteiden kokonaismäärä, lajittelun jakautuminen sekä miten levyissä ilmenneet viat ovat jakautuneet ala- ja yläpinnan välille.



KUVIO 6. Lähtötilanneseurannan tulokset

Viirapinnan vioista suurin osa kartoituksen mukaan oli niin sanottuja heijastumia, joka johtuu useimmiten sisäviilussa olevasta reiästä. Myös erinäisiä painaumia, liimatikkuja, pintaviilun repeämiä sekä kolhittuja levyjä havaittiin, mutta määrällisesti nämä viat ovat hyvin marginaalisia ja johtuvat jo ennen pinnoitusprosessia tehdyistä virheistä, ei suoranaisesti pinnoitusprosessin virheestä. Suoraan pinnoitusprosessissa tapahtuvasta virheestä johtuva vika tuotteessa johtuu useimmiten viallisesta tai väärin asemoidusta pinnoitteesta tai puristinlinjan logiikassa tapahtuneista häiriöistä. Automaatiohäiriöissä voi esimerkiksi puristamaton levy jäädä liian pitkäksi aikaa seisomaan puristimeen, jolloin filmit alkavat kuivua ja varsinkin levyn alapinnassa kiinnittyä levyyn. Kyseistä levyä ei voi sellaisenaan enää suoraan uudestaan pinnoittaa, sillä levyn pinta ei ole riittävän tasainen ja puhdas vanhan ja kiinni tarttuneen filmiroskan johdosta.

5.2.3 Lähtötilanne ja havainnot WISA®-Hexa Step Mirror

Hexa Step -tuotteen kohdalla pinnoitusprosessissa yläpinta onkin levyn käyttöpinta, sillä kuusikulmainen liukuvestekuvio tulee puristimen yläpuolen kuvioidusta peltilevystä. Tästä johtuen pikatahdilla yläpinnassa taajaan esiintyvät pinnoitekuplat ovat varsinkin tämän tuotteen kohdalla erityisen kriittisiä, sillä käyttöpinnassa ei sallita virheitä. Kartoituksen perusteella huomattiin, että varsinkin Hexa Stepin kohdalla yläpintaan syntyvät kuplamaiset pullistumat ja sitä myötä rikkoutunut pinnoite olivat hälyttävän korkealla tasolla, sillä lähes 90 % hylätyistä levyistä oli hylätty levyn yläpinnassa olevan vian takia ja pääasiassa juuri pinnoitekuplan takia.



KUVA 6. Pullistunut pintaviilu ja revennyt pinnoite

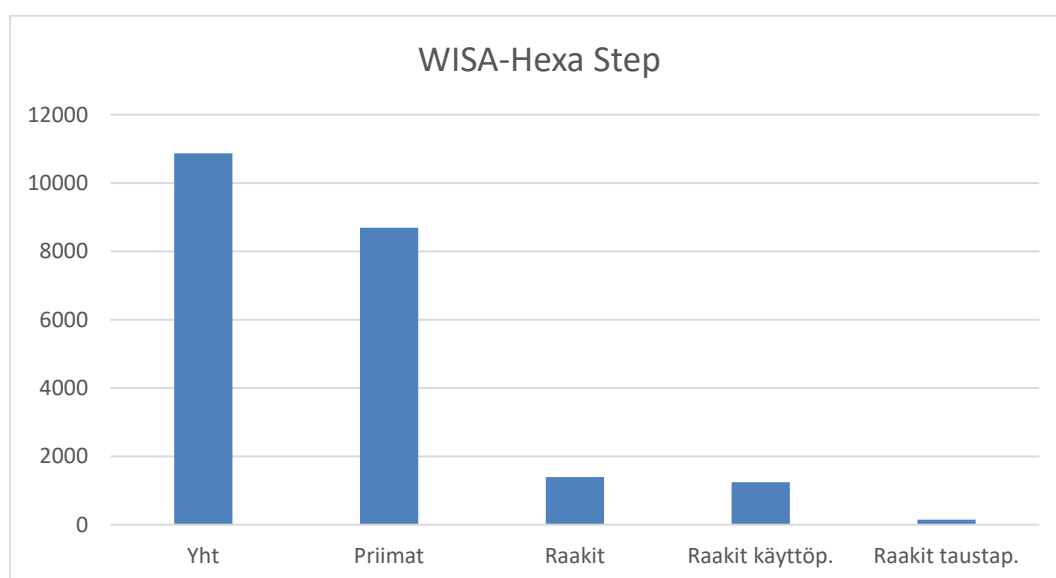
Yllä olevasta kuvasta (KUVA 6) nähdään, kuinka pullistuma on rikkonut pinnoitteen. Lähempi tutkiminen osoitti selvästi, että pintaviilu oli irronnut liimaviilusta kuvassa (KUVA 7) näkyvällä tavalla ja täten se on päässyt kovassa lämpötilassa kohoamaan todennäköisesti viilujen kosteuspitoisuuksien heittojen sekä höyryn purkautumisen johdosta.



KUVA 7. Pullistunut pintaviilu ja revennyt pinnoite sivusta

Liimaviilusta irtoavan pintaviilun juurisyy on havaintojen mukaan liimauksen sekä viilujen kosteuden vaihteluiden yhteinen summa. Pullistuneissa kohdissa oli täysin liimattu liimaviilu alla, joten täydellisestä paikallisesta liiman puutteesta ei ollut kysymys. Hyvin levitetystä liimasta huolimatta pintaviilu ei ollut paikoin tarttunut kunnolla liimaviiluun, ja tämän voidaan päätellä johtuvan pintaviilun liiallisesta kosteudesta. Tämä aiheuttaa vajavaisesti muodostuneita liimasaumoja viilujen välillä ja myös niin kutsuttuja ”onttoja” levyjä. Ontto levy on nimensä mukaan levy, jonka sisäkerroksissa on tapahtunut viilujen välistä delaminaatiota joko virheellisen liimauksen tai viilujen liiallisen kosteuden aiheuttamien höyrynpaineiden purkautumisten seurauksena.

Alapinnassa on tässäkin tuotteessa sama viirakuvio kuin Wire/Filmin kohdalla ja on siis tämän tuotteen kohdalla levyn taustapinta. Siinä esiintyy huomattavasti vähemmän hylkäämiseen johtavia vikoja, kuten kuvion (KUVIO 7) pylväsdiagrammista nähdään. Viiraverkko rikkoo pinnoitteen ja levyn pintaa niin, että mahdolliset levyn pintaan kehittyneet kosteudet ja höyrynpaineet pääsevät sitä kautta tasaantumaan ja purkautumaan paremmin, kuin yläpinnan sileällä pinnalla. Tästä syystä viirapinnalla harvemmin nähdään samanlaista filmipinnan puhkeilua ja pullistumisia kuin yläpuolen sileällä pinnalla.



KUVIO 7. Lähtötilanneseurannan tulokset

Viirapinnassa esiintyi seurantajaksolla kirjava joukko erilaisia hylkäykseen johtaneita vikoja, joista yleisin oli aiemmassakin kappaleessa mainittu heijastuma. Heijastumia tavattiin myös levyn yläpinnassa, kuten kuva 8 havainnollistaa. Heijastuma pinnoitteeseen syntyy, kun suuri oksanreikä tai muu repeämä viilussa aiheuttaa väliviilussa tyhjän kolon, jonka kohdalla pintaviilu antaa hieman periksi ja painuu niin, että pinnoite ei kypsy eikä tartu siinä kohdassa vaaditulla tavalla pintaviiluun. Tämä heijastuu pinnoitteeseen haaleana, hieman erivärisenä ja sileämpänä alueena,

kuten kuvasta (KUVA 8) nähdään punaisella ympyröitynä. Se on riittävä syy levyn hylkäämiseen, sillä pinnoite ei siltä kohdalta täytä sille asetettuja vaatimuksia muun muassa kypsyyden osalta.



KUVA 8. Oksanreikä väliviilussa sekä pinnan heijastuma

Myös kittaus ja hiontavirheistä johtuneita vikoja havaittiin, mutta niin ikään nekin ovat juurisyiltään sellaisia, joille ei voida pikatahtipinnoituksessa tehdä mitään ja ovat määriltään marginaalisia.

5.3 Toimenpiteet ja muutokset

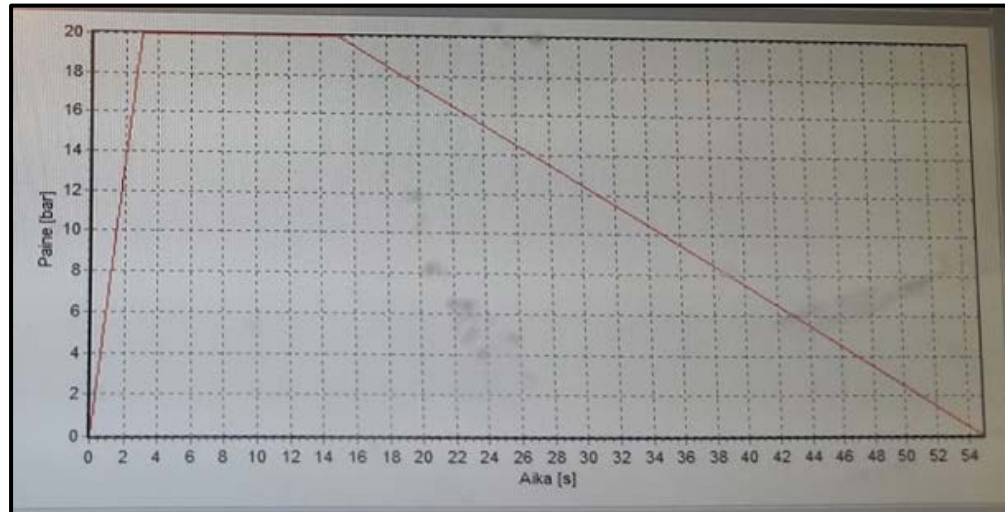
Alkukartoituksen avulla saatiin hyvä kokonaiskuva pikatahtilinjan sen hetkisestä tilanteesta ja niiden pohjalta syntyi monta ajatusta ja ideaa, kuinka asioita tulisi lähteä kehittämään. Ensimmäisenä toimenpiteenä selvitettiin, onko 220 g/m² pinnoitteen ja Wire/Film -tuotteen puristusprofiileja mahdollista optimoida parempien tuloksien saavuttamiseksi. Hyvät

tulokset puristusprofiilien optimointiprojektissa vastasivat moneen ongelmaan ja paransivat pinnoituksen laatua, mutta samalla laadun kehittämistä lähestyttiin myös itse puristustapahtuman ulkopuolelta pureutumalla lajitteluun, peruslevyn laatuun ja yleisiin toimintatapoihin pikatahtilinjalla ja sen ympärillä. Toteutetuista toimenpiteistä ja kokeista selvitys seuraavissa luvuissa.

5.3.1 Puristusprofiilit

Jo ennen varsinaista lähtötilannekartoitusta käynnistettiin pinnoituksen laadun parantamiseen tähtäävä koeluontoinen projekti, jossa keskityttiin 220 g/m² pinnoitteella pinnoitetun WISA-Wire/Film -tuotteen laadun parantamiseen ja pinnoitekuplien vähentämiseen. Projektin tavoitteina oli pinnoitekuplien vähentäminen puristuskäyriä ja puristusaikaa optimoimalla yhteistyössä kyseisen pinnoitteen toimittajan, Surfactor Finland Oy:n kanssa.

Ensimmäisenä toimenä projektissa lyhennettiin korkeapaineaikaa ja pidennettiin höyrynpisto-aikaa samassa suhteessa, jotta saadaan loivempi ja lineaarinen paineen lasku, kuten kuvassa (KUVA 9) näkyvä kuumapuristusprofiili esittää. Paineenlaskuaikaa pidennettiin 37 sekunnista 49 sekuntiin. Kokonaispuristusaika oli tällöin 64 sekuntia. Yhteistyössä pinnoitteen toimittajan kanssa selvitettiin, että kokonaisaikaakin voidaan vielä lyhentää niin, että pinnoite vielä kypsyy täysin. Myöhemmin kokonaisaikaa lyhennettiin 64 sekunnista 55 sekuntiin. Projekti pääsi tavoitteisiinsa ja sen tuloksia käsitellään kappaleessa 6.3.



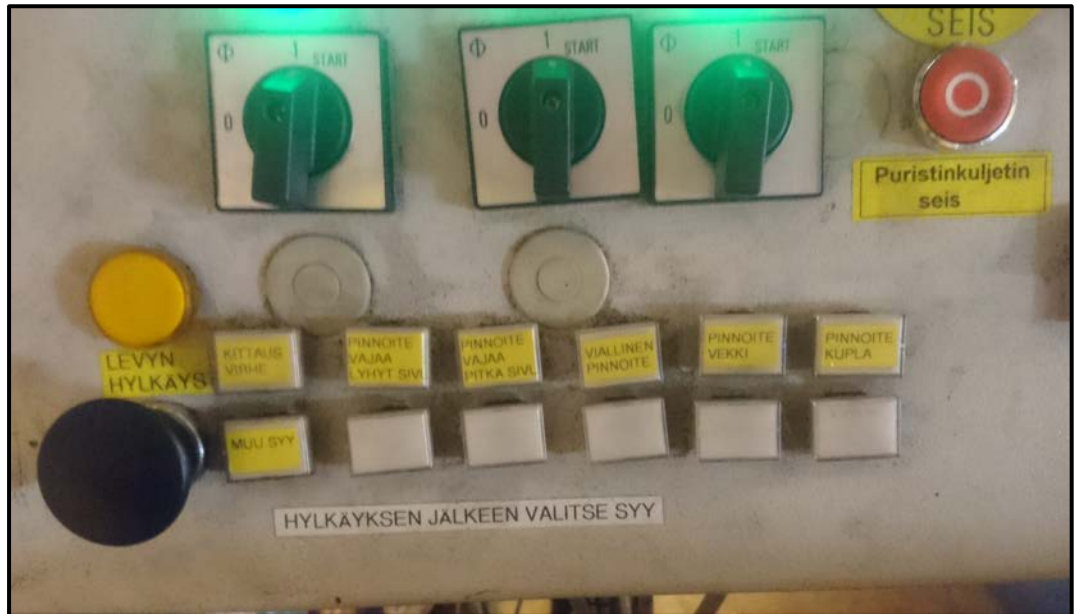
KUVA 9. Nykyinen WISA-Wire/Film kuumapuristusprofiili

5.3.2 Pikatahdin hylkäämispainikkeet

Laadullisia tekijöitä ja muuttujia kartoitettaessa havaittiin, että linjan lajittelua koskeva tieto tehtaan automaattisessa tiedonkeruujärjestelmässä oli hyvin puutteellista. Tehokas ja tarkka lajittelu sekä siitä kerättävä tieto on elintärkeä osa jatkuvassa laadun ylläpitämisessä ja kehittämisessä. Sen tuottaman tiedon avulla nähdään hetkelliset heitot, mutta myös pitemmän aikavälin trendit tuotteen laadussa.

Syy, miksi pikatahdin lajittelusta kerääntyy suppeasti tietoa, on lajittelun ohjauspaneelissa. Kuvassa (KUVA 10) nähdään painikkeet, joilla operaattori kuittaa levyn hylätessään jonkin syyn hylkäykselle. Syitä ei ole tarpeeksi ja osa syypainikkeista on yksiselitteisesti sellaisia, joita ei tarvita. Levyissä ilmenee useita vikoja, jolle ei voida kuitata mitään paikkaansa pitävää syytä kyseisistä painikkeista. Tämä on johtanut siihen, että levyt hylätään aina ”pinnoitekupla” tai ”muu syy” painikkeilla. Pinnoitekupla onkin ainut paikkansa pitävä syykoodi, sillä ne ovat yleisin vikatyypin pikatahtipinnoituksessa, mutta kaikki loput viat levyissä kuittaantuvat ”muu syy” painikkeella, jolloin ei todellisuudessa tiedetä lainkaan, miksi levy on

hylätty. Ohjauspaneelissa on 12 painiketta, joten kaikki on syytä ottaa käyttöön lajittelutiedon tarkentamiseksi.



KUVA 10. Vanhat lajittelupainikkeet

Lajittelusta kerääntyvän tiedon tarkkuutta saadaan parannettua päivittämällä hylkäyssyypainikkeet ajanmukaisiksi ja ohjeistamalla operaattoreita niiden käytöstä. Ajanmukaiset ja paikkaansa pitävät hylkäyssyypainikkeet määriteltiin haastatteleamalla jokainen linjan operaattori ja käymällä läpi kaikki yleisimmät ja mahdolliset viat, joita levyissä ilmenee. Haastattelujen ja operaattoreiden havaintojen pohjalta luotiin liitteissä 3 ja 4 (LIITTEET 3 ja 4) oleva ohjeistus sekä 12:n hylkäyssyyn lista, jotka myös asennettiin ohjauspaneelin. Operaattoreita ohjeistettiin uusista lajittelua koskevista hylkäyssyypainikkeista ja uudet ohjeet löytyvät työpisteen seinältä operaattorien nähtävillä. Alla nähtävässä kuvassa (KUVA 11) uudistetut painikkeet lajitteluun.



KUVA 11. Uudet lajittelupainikkeet

5.3.3 Lajitteluvastuu: pikatahtipinnoitus – reunasahaus

Pikatahdilla pinnoitetut levyt menevät aina sahaukseen. Jyväskylän vaneritehtaalla on kaksi sahalinjaa, joilla on eri tehtävät. Ensimmäinen sahalinja, reunasaha, sahaa levyt isoihin määrämittäisiin ja tarvittaessa tekee reunatyöstöt, kuten pontit tai viisteet. Toisen sahalinjan, paloittelusahan tehtävänä on paloittaa levyt pienempiin paloihin asiakkaan vaatimusten mukaan.

Mikäli pikatahdilla pinnoitetut levyt menevät paloittelusahalle, lajitellaan levyt normaalisti kahteen eri nippuun, ”ykköslaatuisiin” ja ”kakkoslaatuisiin”. Ykköslaatuista levyä ei tarvitse sahaoperaattorin enää tarkastaa, vaan levyt paloittellaan ohjeen mukaan ja pinkataan jatkotoimenpiteitä varten. Kakkoslaatuista levyistä on vielä sahalla paloittelun ansiosta mahdollista saada priimalaatuisia kappaleita, joten paloittelusahan operaattori lajittelee paloitetut levyt käsin ja pinkkaa priimalaatuiset ja vialliset kappaleet omiin pinkkoihin. Näin saadaan pikatahdilla hylätystä kokonaisesta levystä vielä kelvollisia osia tilaukseen.

Reunasahalla puolestaan lajitellaan levyt kuten pikatahdilla, visuaalisesti pinnoituksen laatua tarkkaillen. Kääntölaite kääntää levyn automaattisesti ympäri, jotta operaattori näkee levyn molemmat pinnat. Vian havaitessaan operaattori painaa hylkäyspainiketta ja kuittaa hylkäykselle syyn omalla painikkeellaan, näin myös reunasahalla lajitelluista levyistä löytyy paikkaansa pitävät hylkäyssyyt ja määrät tiedonkeruujärjestelmästä.

Pikatahdilla pinnoitetut levyt ovat aikaisemman ohjeistuksen mukaan lajiteltu sekä pinnoituksen yhteydessä, että uudestaan reunasahauksessa. Empiiristen havaintojen perusteella kahden kertainen levyjen lajittelu ei paranna lajittelun tarkkuutta, vaan päinvastoin mahdollisesti heikentää sitä. Lajittelu tapahtuu täysin inhimilliseen arvioon ja visuaaliseen havaintoon perustuen, joten kun lajittelun vastuu on jaettu kahteen eri työvaiheeseen, tapahtuu vastuun tiedostettua ja tiedostamatonta siirtämistä työvaiheiden välillä. Reklamaatiot selvästi viallisista, asiakkaalle asti päätyneistä tuotteista todistavat, että lajittelussa on tapahtunut virhe ja viallinen tuote on läpäissyt molemmat lajitteluvaiheet.

Jotta räikeitä lajitteluvirheitä ei enää tapahtuisi ja selvästi viallisia tuotteita päätyisi asiakkaalle asti, päätettiin luopua kahden kertaisesta lajittelusta pikatahtipinnoituksen ja reunasahan välillä. Lajitteluvastuu siirrettiin yksinomaan reunasahalle, joten niitä levyjä, jotka menevät pinnoituksen jälkeen reunasahalle, ei lajitella pikatahtipinnoituksen yhteydessä lainkaan. Näin saadaan selkeä vastuunjako lajittelussa sekä huomattavasti lisää pinnoituskapasiteettia pikatahtipuristimelle. Lisäkapasiteetti pikatahtipinnoituksessa syntyy siitä, että operaattorin vapautuessa lajittelusta voi hän hoitaa muita linjan valmistelevia töitä, kuten filmirullien asennusta ja pinkkojen siirtoa samaan aikaan, kuin pinnoitus on koko ajan automaattisesti käynnissä. Lajitellessaan levyt pikatahdin operaattori joutuu aina pysäyttämään pinnoituksen siksi aikaa, kun asennetaan uudet filmirullat tai tehdään muita linjan operoimiseen liittyviä välttämättömiä työtehtäviä. Tämä aiheuttaa katkoksia linjan käyntiajoissa ja syö pinnoituskapasiteettia.

Tuloksia lajitteluvastuun uudelleen järjestelystä saadaan vasta pitemmällä aikavälillä mm. mahdollisten reklamaatioiden määrää ja laatua tarkastelemalla sekä tiedonkeruujärjestelmän tilastoja analysoimalla.

5.3.4 Pinnoitteen levitys

Pinnoite levitetään rullasta levyn pintaan kahden telan kautta. Alempi tela painaa filmin levyn pintaan tiukasti ja levyn alla pyörivät telat kuljettavat levyä eteenpäin, joka myös vetää filmiä mukanaan. Tässä vaiheessa on erityisen tärkeää, että filmirulla on asemoitu tarkasti levyyn nähden, jotta filmi peittää täysin koko levyn pinta-alan. Vajaaksi jäänyt filmipinta on syy levyn hylkäämiseen. Jotta pinnoite ei jäisi vajaaksi kummastaan reunasta levyä, on filmirullien päiden oltava tasaisia. Havaintojen perusteella on yleistä, että filmirullan pakkauksen avaamisen ja rullan asennuksen yhteydessä rullan pintakerrokset ja rullan hylsy voivat liukua eri suuntiin sivusuunnassa niin, että rullan päät eivät ole enää tasaiset. Tämä aiheuttaa jatkuvaa heittelyä filmin asemoinnissa levyyn nähden, vaikka rullan hylsy ja sitä kannatteleva putki olisikin aivan oikein asemoitu.

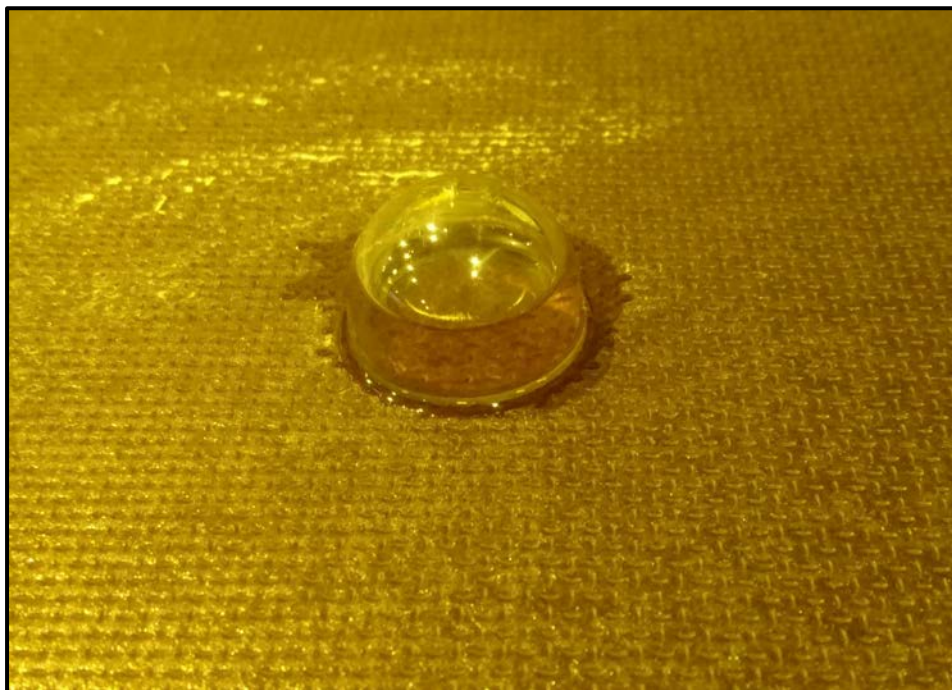
Filmirullien varastoinnissa, käsittelyssä ja siirtämisessä tapahtuu myös virheitä, jotka vaikuttavat aina lopulta pinnoituksenkin laatuun. Kolhittu filmirulla saattaa revetä kesken ajon ja näin ollen aiheuttaa vajaaksi jääneitä pinnoituksia.

5.4 Pinnoitteen kypsyyskoe: Häränsilmä

Lisäselvityksenä testattiin, kuinka kylmästä varastosta pinnoitukseen otettujen levyjen matala pinnan lämpötila vaikuttaa pinnoitteen kypsymiseen ja yleiseen laatuun.

Testimenetelmänä käytettiin niin sanottua häränsilmää, eli lipeät testiä. Testissä puolipallon muotoiseen lasikuppiin laitetaan natriumhydroksidi (NaOH) vesiliuosta ja asetetaan lasikuppi alassuun pinnoitteen pintaa vasten niin, että NaOH-liuos ja pinnoite ovat suorassa kontaktissa

keskenään kuvan (KUVA 12) mukaisesti. Testissä käytetty liuos oli 5 % vahvuista. Liuoksen annettiin seistä pinnoitteen päällä 3 tuntia.



KUVA 12. Häränsilmätesti NaOH-liuoksella.

Pinnoitteen kypsyys määritellään testissä kahdessa vaiheessa. Kun liuoksen seisotusaika on täynnä, tarkastellaan liuoksen väriä. Värjäytynyt liuos on merkki raasta pinnoitteesta ja värjäytymisen syvyys korreloi raakuusasteen kanssa. Tämän jälkeen testataan pinnan kovuus raaputtamalla esimerkiksi lusikalla. Mikäli pinnoite on pehmeä, turvonnut ja pinnoitetta irtoaa raaputettaessa ja liuoksen väri on ollut tumma, on se selkeästi raaka. Yhdessä liuoksen värin ja pinnoitteen kovuuden arvioinnin kanssa määritellään pinnoitteen kypsyysaste.

Häränsilmätestiin otettiin kylmävarastosta kaksi 27 mm Wire/Film pinkkaa ja ne pinnoitettiin normaalisti 220 g/m² filmillä. Kahdesta pinkasta merkattiin sattumanvaraisesti 6 levyä, joista mitattiin pintalämpötilat infrapunälämpömittarilla jokaisesta kulmasta ja levyn keskeltä.

Testattavien levyjen keskilämpötila oli 7,4 °C, joten ero normaaliin tuotantotilanteeseen, missä levyt tulevat suoraan prosessin läpi pinnoitukseen, on erittäin suuri. Tuoreet levyt voivat olla vielä pinnoitukseenkin tullessaan yli 80 °C lämpöisiä.

Pinnoituksen jälkeen levyjen annettiin jäähtyä vähän aikaa ennen kuin häränsilmät asetettiin viirapinnalle vaikuttamaan. Häränsilmä asetettiin levyn pinnalle kolme kappaletta, vastakkaisiin kulmiin ja keskelle. Kolmen tunnin vaikutusajan jälkeen liuoksen värjäytymä arvioitiin valkoista paperia vasten, mutta tämän testin osalta selkeää värjäytymää ei havaittu. Sen sijaan pinnan kovuuden testaamisessa havaittiin selvää raakuutta, sillä pinta oli osassa testilevyjä etenkin levyn keskellä selvästi raakan puoleinen. Raaputettaessa pinnoitetta se osoittautui paikoin pehmeäksi ja osassa testattavia kohtia tuli jopa puupinta esille suhteellisen helposti, kuten alla oleva kuva osoittaa (KUVA 13).

Kaikissa kuudessa testatussa levyssä oli havaittavissa selvää, osittaista raakuutta levyn keskiosassa. Levyjen reunoilla testipisteet olivat selvästi kypsempiä kuin levyn keskiosissa, pääasiassa lähes kypsiä tai täysin kypsiä. Tämä johtuu pinkkalämmön jakautumisesta, sillä levyt lämpenevät aina pinkassa reunoiltaan ensimmäisenä pinkan keskustan pitäessä lämpötilansa pitempään suuren ja tiheän ympäröivän massan johdosta. Myös puristimen lämpölevyjen lämpötilan jakautuminen eripuolille puristus-pinta-alaa olisi syytä tarkistaa, sillä lämpötilan tulisi olla mahdollisimman tasainen joka puolella.



KUVA 13. Pinnan kovuuden testaaminen raaputtamalla. (Lappalainen 2018)

Vaikka testin otanta oli verrattain pieni, tuloksista voidaan silti vetää karkea mutta selkeä johtopäätös, että selvästi huonelämpötilaa kylmemmät levyt aiheuttavat pinnoitteen kypsymisessä epätasaisuutta, mikäli levyjä ei esilämmitetä eikä puristusaikaa tai lämpötilaa lisätä. Tämän perusteella voidaan todeta, että varsinkin talvilämpötiloissa kylmästä varastosta otetut levypinkat, jotka voivat olla lämpötilaltaan jopa miinuksen puolella, täytyy ottaa sisälle lämpiämään hyvissä ajoin ennen pinnoitusta sekä pidentää tarvittaessa puristusaikaa, jotta pinnoite varmasti kypsyy vaaditulla tavalla.

5.5 Huomiot alkuprosessissa

Valtaosa pinnoituksessa ilmenevistä vioista johtuu peruslevyissä olevista virheistä, joiden juurisyyt ulottuvat prosessissa taakse päin aina viilujen jalostukseen saakka. Joten pinnoituksen laadun varmistamisessa on kyse myös suuremman mittakaavan prosessin laadun kehittamisestä ja ylläpidosta.

Karkean ongelmakartoituksen perusteella pinnoituksen kannalta kriittisimmät prosessin vaiheet ovat viilun kuivaus, jatkosaumaus, ladonta sekä ladelmien seisotus ennen ja jälkeen esipuristuksen. Myös puutteellinen levyjen kittaus ja paikkaus kittilinjalla aiheuttaa vikoja pinnoituksessa muun muassa huonosti liimautuneiden irtoilevien paikkojen muodossa.

Lähtötilannekartoituksessa havaittiin muun muassa Hexa Step -tuotteen kohdalla, että osa niin sanotuista pinnoitekuplista olivat aina pintaviilun alla olevan liimaviilun jatkosauman kohdalla. Nämä pullistumat tosin olivat suurimmaksi osaksi niin mietoja, että pinnoite pysyi ehjänä eikä kaikkia levyjä tarvinnut hylätä. Syitä tälle ilmiölle oli pintapuolisen havainnoinnin perusteella puutteellinen jatkosauman liimaus tai rispaantunut jatkosviiste. Viilun jatkamisen laatua tarkkailemalla ja tehostamalla voinee jossain määrin estää edellä mainitun kaltaisia virheitä pinnoituksessa.

Huonosti muodostuneet liimasaumat varsinkin pintaviilun ja ensimmäisen liimaviilun välillä voivat aiheuttaa pinnoituksessa edellä mainittuja pinnoitekuplia, sillä pintaviilu irtoaa liimaviilusta ja pullistuessaan rikkoo pinnoitteen. Pinnoituksessa ilmenneet pullistumat ja pinnoitekuplat tulivat aina järjestäen ryppäinä, joten se on merkki muun muassa siitä, että tietyssä erässä kuivattuja viiluja on ollut heittoja kosteudessa. Kosteuserot pintaviilujen ja liimaviilujen välillä voi syntyä muun muassa varastoinnista, mikäli käytetään sekaisin kauan varastossa seisseitä ja tasaantuneita viilupinkkoja ja aivan tuoreita, suoraan kuivauksesta tulleita viiluja. Myös koivuviilun ja havuviilun väliset erot voivat olla suuria, sillä puut ovat tiheydeltään hyvin erilaisia ja reagoivat ympäristön ja ilmankosteuden muutoksiin sekä itse kuivausprosessiin hieman eri tavoin. Myös liiman levityksessä voi tulla pieniä heittoja, jotka yhdessä viilujen kosteuserojen kanssa aiheuttavat pintaviilun ja liimaviilun välistä delaminaatiota kuumapuristusprosessissa.

6 TULOKSET

6.1 Puristusprofiilit

Suurin ja konkreettisin parannus yleisessä pinnoituksen laadussa Wire/Film -tuotteen osalta saavutettiin puristusprofiilien optimoinnilla. Projekti toteutettiin pinnoitteen toimittajan kanssa yhteistyönä. Lyhentyneet kokonaispuristusaika sekä pidennetty paineenlaskuaika vähensivät selvästi pinnoitekuplien syntymistä.

Toteutetut toimenpiteet paransivat pinnoituksen laatua huomattavasti tarkastelujakson aikana, joka oli viikkojen 32 – 47 välillä syksyllä 2017. Pinnoitekuplien määrä putosi lähtötilanteen 20,3 prosentista jopa 3,8 prosentin tasoon saakka, jota voidaan pitää erinomaisena kehityksenä. Optimoitu kuumapuristusaika lyhensi myös puristimen tahtiaikaa, jolloin myös pinnoituskapasiteetti nousee. Projektin tulokset ovat nähtävissä liitteessä 2 (LIITE 2).

6.2 Pikatahdin hylkäämispainikkeet

Tiedonkeruun tietoja tarkasteltiin välillä marraskuu-helmikuu. Uusien lajitteluohjeiden ja päivitettyjen hylkäyssyyppainikkeiden jälkeen tiedonkeruusta on nähtävissä tarkastelujaksolla aiempaa paremmin tietoa, miksi levyjä on hylätty. Tosin edelleenkin joidenkin erien osalta ”muu syy” on edelleen selvästi suurin syy levyn hylkäykselle. Tämä johtuu joko siitä, että kyseisessä erässä on esiintynyt erityisen paljon sellaista vikaa, mitä ei vain tässä selvityksessä ja painikkeiden päivityksessä osattu ottaa huomioon, tai siitä, että uudet lajitteluohjeet eivät ole ajautuneet sisään linjan operaattoritasolle riittävän selkeästi eikä uusia painikkeita vain käytetä.

Joidenkin tuotteiden kohdalla ”muu syy” –hylättyjen levyjen määrä oli niin suuri, että kyse ei voi olla sellaisesta viasta, mihin ei mikään uusista, 12:sta hylkäyssyyppainikkeesta päde. Tästä voidaan todeta, että joko uusia

hylkäyssyypainikkeita ei käytetä tai levyjä on ajettu automaattisella toiminnolla lajittelematta suoraan hylättyjen levyjen pinkkaan esimerkiksi filmirullan vaihdon ajan. Kyseiset levyt näkyvät tiedonkeruussa hylättynä ”muu syy” –otsikon alla. Pikatahtipinnoituslinjalla on toiminto, jolla valmiit levyt voidaan asettaa menemään aina automaattisesti hylättyjen levyjen pinkkaan, mikäli operaattori on esimerkiksi linjan muiden valmistelevien töiden johdosta estynyt lajittelemasta levyjä. Tällä estetään viallisten levyjen päätyminen ”ykköspinkkaan”.

Jotta levyjä ei tarvitsisi ajaa automaattisella toiminnolla hylättyjen levyjen pinkkaan lajittelematta, pitäisi pikatahdin operointia ehdottomasti vuorottaa aina niin, että levyt tulevat lajiteltua oikein niissä tilanteissa, kun operaattori asentaa uudet filmirullat syöttöpäähän tai hoitaa muita linjan operoimiseen kuuluvia töitä. Koska kaikki pikatahdilla lajiteltavat levyt menevät paloittelusahalle jatkotyöstöön, suuremmat hylättyjen levyjen määrät kuormittavat ja hidastavat paloittelusahan toimintaa, sillä hylätyt levyt täytyy lajitella siellä joka tapauksessa käsityönä. Olisi toivottavaa, että lajittelu tapahtuisi koneellisesti pikatahdilla mahdollisimman tarkasti, jotta paloittelusahalle ei siirtyisi turhaa lajittelukuormaa käsityönä tehtäväksi. Näin molempien työvaiheiden tehokkuus paranee.

6.3 Lajitteluvastuu: pikatahtipinnoitus – reunasaha

Pikatahtilinjan sekä reunasahan välisen lajitteluvastuun siirtäminen yksistään reunasahalle on vapauttanut pikatahtilinjan operaattorit lajittelusta ja näin ollen parantanut linjan pinnoituskapasiteettia ja käyntiaikoja. Myös suoraan operaattoreilta on tullut pelkästään positiivista palautetta tästä toimenpiteestä. Kun operaattori ei ole sidottu lajittelemaan levyjä, voi operaattori ylläpitää pinnoitusprosessia huomattavasti tehokkaammin sekä valvoa filmin levitystä ja levyn syöttöä. Filmin levityksessä tulee toisinaan häiriöitä rispaantuneen filmin tai automaatiohäiriöiden muodossa ja nämä aiheuttavat aina poikkeuksetta viallisia pinnoituksia ja hylättyjä levyjä, joten operaattorit pystyvät nyt

reagoimaan yllättäviin häiriötilanteisiin nopeammin ja estämään virheellisesti pinnoitettujen levyjen turhan syntymisen.

Tiedonkeruujärjestelmän tilastoissa ei ole nähtävissä suuria muutoksia tai vahvaa korrelaatiota pikatahtilinjan ja reunasahan välillä kyseessä olevan toimenpiteen seurauksena. Pikatahdin kokonaishylkäysprosentti marras-helmikuun välisen seurantajakson aikana on pudonnut jopa alle 9 %, kun esimerkiksi elo-syyskuussa vastaava luku oli peräti lähes 19 %. Näin suuri muutos laadussa johtunee suurimmaksi osaksi siitä, että pikatahtilinjalta reunasahalle menevät levyt ajetaan kaikki pinnoituksen läpi lajittelematta ykköslaatusina, joten se nostaa voimakkaasti laatu prosenttia pikatahdin osalta. Myös kesällä ollut huoltoseisokki aiheutti selvän piikin hylkäystilastoissa, sillä seisokin jälkeen pinnoitetuissa, pitkään välivarastossa seisseissä levyissä ilmeni valtavasti pinnoitekuplia ja se osaltaan nosti syksyn hylkäysprosenttia.

Lajitteluvastuun siirtäminen ei suoraan näy reunasahan lajittelutilastoissa kasvaneena hylättyjen levyjen määränä, sillä huolimatta siitä, lajitellaanko levyjä ensin pikatahdilla vai ei, niin samat levyt joka tapauksessa ajetaan myös reunasahan läpi, olivat ne sitten lajiteltu ykkös- ja kakkospinkkoihin.

Reunasahalla lajitteluvastuun muutoksella ei ole työmäärään vaikutusta, sillä aiemminkin jo pikatahdilla lajitellut levyt on lajiteltu kertaalleen reunasahalla. Lajiteltavien levyjen määrä ei siis varsinaisesti kasva. Reunasahan kokonaishylkäysprosentti on pysynyt tämän projektin aikana, syyskuusta asti lähes samoissa lukemissa, 10-13 % alueella, joten pikatahdilla toteutetuilla toimenpiteillä ei ole suurta vaikutusta reunasahan lajittelutilastoihin.

7 KEHITYSEHDOTUKSET

Puristusprofiilien optimointia olisi syytä jatkaa ja laajentaa myös muiden tuotteiden ja pinnoitteiden pariin. Wire/Film -tuotteen puristusprofiilien optimoinnista saadut positiiviset tulokset ja laadun paraneminen antoivat hyvää informaatiota siitä, että kehitysvara on edelleen.

Kappaleessa 5.4 käsitelty kylmien levyjen pinnoitteen kypsyyskoe herätti kysymyksiä siitä, miten kylmiin levyihin ja raakoihin pinnoitteisiin tulisi reagoida. Testin tuloksista selvisi, että pinnoitteet eivät kypsyneet täydellisesti kylmiä levyjä pinnoitettaessa, joten ensimmäinen ja nopein ratkaisu tähän on lisätä puristusaikaa, jotta suuri lämpötilaero levyn ja puristimen lämpölevyjen välillä saadaan kompensoitua. Tähän ei kuitenkaan ole vielä olemassa minkäänlaista kaavaa, kuinka paljon puristusaikaa pitää pidentää suhteessa levyn lämpötilan alenemiseen. Eikä myöskään ole tiedossa, missä menee kriittinen rajalämpötila, missä lämpötilassa pinnoite ei enää kypsy täydellisesti normaalin puristusajan puitteissa.

Tällä hetkellä ratkaisuna on ottaa levyt sisään lämpenemään hyvissä ajoin ennen pinnoitusta, tai lisätä manuaalisesti puristusaikaa, mutta puristusajan lisäys on tällä hetkellä täysin suurpiirteinen arvio, joka ei perustu mihinkään kaavaan. Kehitysehdotuksena tähän olisi ensin selvittää levyn kriittinen rajalämpötila, jossa pinnoite ei enää kypsy täydellisesti normaalin puristusajan puitteissa. Tämän jälkeen täytyy selvittää lineaarinen aika-lämpötila käyrä, jonka perusteella tiedetään tarkalleen, kuinka paljon puristusaikaa tulee lisätä suhteessa levyn lämpötilaan, kun se on alle kriittisen rajalämpötilan. Puristusajan muutos voidaan hoitaa operaattorin toimesta manuaalisesti ohjelmoimalla puristusohjelmaan, mutta automaattinen levyn pinnan lämpötilan seurantajärjestelmä ei olisi teknisesti vaikea toteuttaa. Ennen puristinta voitaisiin sijoittaa infrapunalämpötilamittapisteet, jotka seuraavat jatkuvasti levyn pintalämpötiloja, ja mikäli levyn pintalämpötila on alle kriittisen rajalämpötilan, muuttaa puristimen logiikka puristusaikaa automaattisesti

aika-lämpötilakäyrän mukaisesti. Näin operaattorin ei tarvitsisi poistua lajittelupaikaltaan tai pysäyttää pinnoitusta siksi aikaa, kun muutoksia puristusohjelmaan tehdään.

Pikatahtilinjan ohjauslogiikassa on edelleen erinäisiä häiriöitä, jotka ilmenevät toisinaan häiriten linjan sujuvaa ajoa ja aiheuttaen myös virheellisiä pinnoituksia. Automaation ja logiikan toimintavarmuus ei siis ole riittävän korkealla tasolla. Kesän 2017 huoltoseisokin aikana uusitusssa logiikassa on edelleen häiriöitä, joita on syytä jatkuvasti kitkeä pois ja panostaa linjan automaation optimoimiseen. Tämä parantaa hiljalleen linjan kapasiteettia ja yleistä pinnoituksen laatua. Linjan automaatiossa esiintyvät häiriöt ovat pääasiassa antureihin liittyviä vikoja, jotka aiheuttavat virheellisiä signaaleja logiikalle, joka puolestaan aiheuttaa vääriä liikkeitä linjan toiminnassa.

Myös kappaleessa 5.3.4 käsiteltyä filmirullien purkua pakkauksistaan ja nostoa olisi syytä tarkastella, sillä toisinaan filmirullan noston yhteydessä rullan keskusta nytkähtää hylsyn pituussuunnassa ulospäin, jolloin rullan päästä tulee kaarevan muotoinen. Tämä aiheuttaa sen, että filmiä on hyvin vaikea asemoida oikein levyyn nähden. Rulla saattaa aluksi olla kohdallaan, mutta kun rulla on sivusuunnassa epätasaisesti, alkaa filmin asema levyyn nähden vetämään jompaankumpaan suuntaan rullan purkautuessa ja näin ollen voi syntyä toisesta laidastaan vajaita pinnoituksia. Filmirullien päiden on pysyttävä ehdottomasti tasaisina, joten filmirullan nostotekniikkaa olisi syytä kehittää.

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli pinnoituslaadun parantaminen pikatahtipinnoituspuristimella UPM Plywood Oy:n Jyväskylän vaneritehtaalla. Pinnoituksen ollessa viimeisiä työvaiheita vanerin valmistusprosessissa, on sen onnistuminen ja korkea laatu aivan ensiarvoisen tärkeää, sillä pinnoitettu vaneri on jo hyvin korkeasti jalostettu, kallis tuote. Tuotteen hylkääminen tässä vaiheessa prosessia maksaa kalliisti niin materiaalihukkana kuin ylimääräisinä kuluina tuotannossa.

Pinnoituksen laatu pikatahtipuristimella on parantunut todella huomattavasti kesän 2017 huoltoseisokin jälkeen, joten toteutetut projektit ja satsaukset pikatahtilinjan kehittämiseksi ovat nähtävästi todella olleet hyödyksi. Työssä päästiin ennalta määritellyn aiheen puitteissa oikeaan suuntaan, mutta valmista ei tässä asiassa tullut. Työn ohessa havaittiin useita prosessin osia aina tuotannon alkupäästä saakka, jotka vaikuttavat pinnoituksen onnistumiseen, mutta niihin ei ollut mahdollista tämän työn puitteissa pureutua syvemmällä käytännön tasolla. Yhdessä jo tehtyjen toimenpiteiden ja havaintojen sekä niistä syntyneiden kehitysehdotuksien kanssa pinnoituksen laatua ja tehokkuutta on mahdollista tulevaisuudessa kehittää vielä entisestään.

LÄHTEET

Kirjallisuuslähteet

Koponen, H. & Opetushallitus 2002. Puutuoteteollisuus 4: Puulevytuotanto. Helsinki: Edita Oy.

Varis, R. 2017. Puulevyteollisuus Porvoo: Bookwell Oy.

Elektroniset lähteet

Metsäteollisuus ry. 2005a, b ja c. Vanerikäsikirja. Kirjapaino Markprint Oy, Lahti, 2005 [viitattu 1.12.2017]. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Vanerik%C3%A4sikirja.pdf>

Puuproffa 2017. Viilun valmistus [viitattu 11.1.2018]. Saatavissa:

http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/puujalosteet/viilun-valmistus

Puuinfo 2018. Vaneri [viitattu 18.1.2018]. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/puutieto/levytuotteet/vaneri>

Raute Oyj 2018a. Panel overlaying - Multi opening [viitattu 14.3.2018].

Saatavissa: <http://www.raute.com/panel-overlaying>

Raute Oyj 2018b. Panel overlaying - Short cycle [viitattu 14.3.2018].

Saatavissa: <http://www.raute.com/panel-overlaying-single-opening>

UPM-Kymmene Oyj. 2016. UPM vuosikertomus 2016 [viitattu 17.11.2017].

Saatavissa: <http://hugin.info/165629/R/2081402/784900.pdf>

UPM-Kymmene Oyj. 2017b. Production units [viitattu 17.11.2017].

Saatavissa: <http://www.wisaplywood.com/Contacts/production-units/Pages/default.aspx>

UPM-Kymmene Oyj. 2017a. Loppukäyttökohteet [viitattu 17.11.2017].

Saatavissa:

<http://www.wisaplywood.com/fi/Pages/default.aspx#loppukayttokohteet>

WISA Plywood 2017c. Tuotantolaitokset [viitattu 1.12.2017]. Saatavissa:
<http://www.wisaplywood.com/Contacts/production-units/jyvaskyla/Pages/default.aspx>

WISA Plywood 2017a. Loppukäyttökohteet [viitattu 1.12.2017].
Saatavissa:
<http://www.wisaplywood.com/fi/Pages/Default.aspx#loppukayttokohteet>

WISA Plywood 2017b. Prosessikaavio [viitattu 1.12.2017]. Saatavissa:
<http://www.wisaplywood.com/Products/about-plywood/Pages/Default.aspx>

WISA Plywood 2017d. WISA-Form-Beto. [viitattu 9.3.2018]. Saatavissa:
<http://www.wisaplywood.com/Products/product-catalogue/wisa-form-beto/Pages/default.aspx>

WISA Plywood 2017e. WISA-Hexa-Grip. [viitattu 9.3.2018]. Saatavissa:
<http://www.wisaplywood.com/Products/product-catalogue/wisa-hexa-grip/Pages/default.aspx>

UPM Grada 2018. UPM Grada® 2000 [viitattu 13.3.2018]. Saatavissa:
http://www.upmgrada.com/userData/upmgrada/pdf/UPM_Grada2000_EN_0814_LR_53583.pdf

LIITTEET

LIITE 1. Lähtötilannekartoituslomake.

Pikatahtipuristimen raakkilevyjen lähtötilanneselvitys

Pvm/vuoro:	Puristusaika:	Ylälevyn lämpötila:
Tuote:	Levyn mitat:	Alalevyn lämpötila:

Raakit kpl:		Priimat kpl:
Vika käyttöpinnalla	Vika taustapinnalla	Yleiset huomiot

LIITE 2. Kuumapuristusajan –ja profiilin optimointiprojektin flash –raportti.

Jyväskylän pikatahtipuristin, Heavy 1508 viirus

Lämpötilat
Ylä (sileä): asete 177-186 C (sileä), mitattu
maksimilämpötila 150 C

Ala (viira): asete 193-203 C (metalliviira),
mitattu maksimilämpötila 170,6 C



The Biofore Company UPM

Tavoitteet

- laadun parantaminen (pinnoitekuplien vähentäminen)
- kuumapuristusajan lyhentäminen

Mittarit ja tavoitteet:

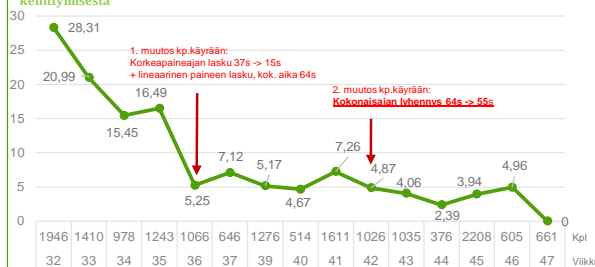
- Kuumapuristus aika Aloitus: 64 s Nyk: 55 s (9 % lyhennys)
- Hylätyt pinnoitekuplat/määrä Aloitus: 20,3 % Nyk: 3,8 %

Tavoite: Mahdollisimman lyhyt

Tavoite:

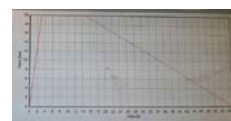
Mittareiden kehitys:

Alla kuvaaja 27,4 mm viiralevyjen pinnoitekuplien ja hylättyjen kokonaismäärän (%) kehittymisestä



Kehitystoimenpiteet:

- Kuumapuristusprofiilin optimointi
 - Korkeapaineajan lasku ja höyrynoistoajan lisääminen (lineaarinen paineen lasku)
 - **Viikko 36**, 5.9.2017: korkeapaineajan lasku 37 s -> 49 s , kokonaisaika pysyi samana
 - Kuumapuristuksen kokonaisajan lyhentäminen
 - **Viikko 42**, 16.9.2017: 64 s -> 55 s
- Lopullinen kp.profiili kuvassa



Analyysointi:

- Suuret raakkimäärät viikkojen 32-33 osalta, johtuvat osittain seisokin (viikot 29-31) yli seisoniden levyjen pinnoittamisesta
- Pinnoitekuplien osuus korreloi hyvin hylättyjen levyjen kokonaismäärän kanssa
 - Tiedonkeruun epätasaisuudesta johtuen kokonaishylättyjen määrää ei kuitenkaan saatu lajittelutuloksista ulos
- Pinnoitekuplien määrä väheni huomattavasti, kun korkeapaineaika pienennettiin (kokonaisajan pysyessä samana)
 - Pinnoitekuplien tason muutos: 20,3 % -> 5,9 %
- Kokonaisajan lyhentäminen ei lisännyt pinnoitekuplia, vaan niiden määrä jopa hieman laski: 5,9 % -> 3,8 %

© UPM

Opit ja hyödyt muissa kehityshankkeissa:

- Pinnoituksen kuumapuristusolosuhteita on syytä optimoida, jos pinnoituksessa syntyy esim. pinnoitekuplia
 - Pinnoitekuplien määrää saatiin vähennettyä yli 15%
- Kuumapuristusajan optimoinnilla saavutettiin lyhyempi tahtiaika ja lisää pinnoituskapasiteettia

LIITE 3. Uudet lajitteluohjeet.

Päivittyneet lajitteluohjeet pikatahdilla

Tarkennetaan lajittelua pikatahdilla, jotta tiedonkeruun tulkinta olisi luotettavampaa. Uusia vikakoodeja käytetään aina parhaan mukaan, ja muu syy -nappia vain ja ainoastaan siinä tapauksessa, kun yksikään olemassa olevista vikakoodeista ei sovi. Tällöin myös automaattilla kakkosnippuun menevät, eli lajittelemattomat levyt voidaan tunnistaa tiedonkeruusta nykyistä tarkemmin muu syy – koodin alta ja kaikilla muilla hylätyillä levyillä on paikkaansa pitävä syy hylkäykseen.

Näiden avulla hylkäyskohtaiset prosentit pitävät entistä paremmin paikkaansa ja pystytään aiempaa nopeammin ja paremmin puuttumaan juurisyihin mikäli tuotteissa alkaa ilmetä uusia tai toistuvia vikoja.

LIITE 4. Uudet lajitteluohjeet.

Uudet lajitteluvikakoodit pikatahdille

Heijastuma

-Liian suuri väliiviilun vajoaus = oksa, reikä tai puuttuva viilunkappale, joka heijastuu pintaan

Pinnoitekupla

-Pullistunut pinta, höyrypatti

Kittausvirhe

-Liimatikut, roskapainaukset pintaviilussa

Paikkausvirhe

-Oksan reikä, viallinen paikkaus, paikka puuttuu kokonaan

Pinnoite vajaa lyhyt sivu

-Pinnoitteen levitysvirhe

Pinnoite vajaa pitkä sivu

-Pinnoitteen levitysvirhe

Pinnoitevekki

-Pinnoitekalvon laskostuma, pinnoite kurtussa tai taittunut

Viallinen pinnoite

-Esim. paksussa pinnoitteessa kuoppia, reikiä, repeämiä, raaka pinnoite

Pintaviiluvirhe

-Pintaviilun halkeamat, pintaviilu vajaa

Sisäviiluvirhe

-Sisäviiluvajaa

Käsittelyvirhe

-Aihio vaurioitunut, ruhjoutuneet reunat, trukin piikeistä ruhjoutunut pinta yms.

Muu syy

-Vain ja ainoastaan niissä tilanteissa, kun mikään yllä olevista syistä ei sovi!!