



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

REUNAVAJAIDEN LEVYJEN VÄHENTÄMINEN AUTOMAATTILADONTALINJALLA

UPM Kymmene Wood Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Puutekniikan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Olavi Laakso

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin vuoden 2014 kesän ja syksyn UPM Kymmene Wood Oy:n Jyväskylän vaneritehtaalla osana Lahden ammattikorkeakoulun puutekniikan insinöörin koulutusohjelmaa. Toimeksiantajan puolesta työtäni ohjasi projekti-insinööri Aapo Hassinen sekä oppilaitoksen puolesta lehtori Ilkka Tarvainen.

Haluan vilpittömästi kiittää edellä mainittujen henkilöiden lisäksi koko Jyväskylän vaneritehtaan henkilökuntaa kaikesta ammatillisesta opastuksesta ja avusta, jota työskentelyni aikana sain.

Lahdessa 17.4.2015

Olavi Laakso

Lahden ammattikorkeakoulu
Puutekniikan koulutusohjelma

LAAKSO, OLAVI:

Reunavajaiden levyjen vähentäminen
automaattiladontalinjalla

Puutekniikan opinnäytetyö, 56 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vähentää reunavajaiden vanerilevyjen määrää Jyväskylän vaneritehtaan automaattiladontalinjalla liimattavista levyistä. Työn toimeksiantajana oli UPM Kymmene Wood Oy:n Jyväskylän vaneritehdas. Viiluvajaat levyt syövät primojen levyjen osuutta, jolloin reunavajaisuutta vähentämällä voidaan liimattavien aihoiden määrää vähentää. Tällöin automaattiladontalinjan ykköslaatuisten levyjen osuus kasvaa ja kuutiokohtaiset kustannukset laskevat säästyneen viilun ja tehokkaamman ladonnan ansiosta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi vaneria materiaalina huomioiden Jyväskylän vaneritehtaalla valmistettavat tuotteet ja vanerin valmistusprosessia keskittyen vanerin liimaukseen sekä ladonnassa käytettyihin viilulaatuihin.

Tiedonkeruu ja ladonnan seuraaminen tapahtuivat vaneritehtaalla kesän ja syksyn 2014 aikana. Koeajoja tehtiin tuotannollisen tilanteen sen salliessa. Käytännössä työosuus keskittyi ladontalinjan ja operaattorin sekä ladonnan jälkeisten työvaiheiden seuraamiseen. Tiedonkeruun ja tutkimusosion tarkoituksena oli selvittää, miten eri asiat ja toimintatavat vaikuttavat reunavajaiden syntyyn.

Tutkimuksessa selvitettiin reunavajaiden levyjen syntymissyitä, joihin puuttamalla voidaan vähentää sisäviiluvajaiden levyjen osuutta liimattujen aihoiden määrästä kehittämällä automaattiladontalinjaa sekä yhtenäistämällä operaattoreiden toimintatapoja.

Asiasanat: vaneriteollisuus, ladonta, liimaus, tuotannonkehitys

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Wood Technology

LAAKSO, OLAVI:

Reducing the number of inner veneer
defects on an automatic layup line

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 56 pages, 4 pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

The aim of this thesis was to reduce inner veneer defects in the panels which are glued on the automatic layup line of the Jyväskylä plywood mill of UPM Kymmene Wood Oy. Short inner veneers declined the amount of prime quality boards and decreasing the number of these faults would lower the number of boards to be glued. This would decrease the production expenses per cubic meter by increasing the efficiency and lowering the veneer consumption of the layup line.

The theory part of the thesis deals plywood as a material and describes the usage of the products that are made in the Jyväskylä plywood mill. Part also contains the plywood manufacturing process focusing mainly glueing and different veneer qualities.

Layup line was studied in summer and autumn 2014. Experiments and parameter changes were made during the production. The research focused on observing the line, operators and processes after the layup. This was done to gather information how different procedures and parameters reflect to the quality and veneer defects.

The thesis clarifies what causes inner veneer faults, which will make it possible to reduce the amount of secondary quality boards from the total number of glued panels by developing the layup line and unifying procedures.

Key words: plywood industry, layup, glueing, process development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	VANERITEOLLISUUS	2
2.1	Vaneriteollisuus Suomessa	2
2.2	Vaneriteollisuuden markkinatilanne	3
2.3	UPM-Kymmene Oyj	4
2.4	Jyväskylän vaneritehdas	5
3	VANERI MATERIAALINA	6
3.1	Vanerin rakenne	6
3.2	Ominaisuudet ja käyttö	7
3.3	Pinnoittamattomat vanerit	8
3.4	Pinnoitetut ja työstetyt vanerit	8
3.5	WISA-Form Beto	9
4	VANERIN VALMISTUS	12
4.1	Vanerin valmistusprosessi	12
4.2	Tukinkäsittely	12
4.3	Viilun valmistus	14
4.3.1	Viilun sorvaus ja kuivaus	14
4.3.2	Viilun jalostus	16
4.3.3	Viilulaadut	17
4.4	Vanerin liimaus ja puristus	18
4.4.1	Liiman valmistus ja ominaisuudet	18
4.4.2	Ladonta-asetat	19
4.4.3	Liimanlevitysmenetelmät	19
4.4.4	Puristus	20
4.5	Vanerin viimeistely ja jalostus	20
5	LADONTA VERHOLIIMAUSLINJALLA	22
5.1	Linjan toiminta	22
5.2	WISA-Form Beton:n ladonnan jälkeiset työvaiheet	24
5.3	Operaattorit	25
6	TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT	26
6.1	Lähtötilanne	26

6.2	Ongelmankartoitus sekä tiedonkeruu	27
6.2.1	Reunavajaiden levyjen osuus tuotannosta	28
6.2.2	Reunavajauden vaikutukset	30
7	TUTKIMUSOSIO	32
7.1	Tuotteessa käytettävät viilut	32
7.1.1	Liimaviilu, eli pitkinpäinen viilu	32
7.1.2	Kuiva keskiviilu, eli poikkipäinen viilu	35
7.1.3	Pintaviilu	36
7.2	Ladontalinjan mekaaninen toiminta	37
7.2.1	Viilun kulku linjalla	37
7.2.2	Viilun oikaisu ja asemointi	38
7.2.3	Parittelu ja pinkkaus	39
7.3	Ladonnan jälkeisten työvaihten vaikutus laatuun	42
7.4	Operaattoreiden toiminta	43
7.4.1	Laatuerot vuoroittain	43
7.4.2	Puun käytön hyötysuhde vuoroittain	44
7.4.3	Operaattorien lukumäärän suhde laatuun	45
7.4.4	Ajoparametrit	46
8	TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELU	47
8.1	Viilututkimusten tulosten analysointi	47
8.2	Linjan mekaanisen toiminnan analysointi	48
8.3	Operaattoritoiminnan analysointi	48
9	KOEAJOT	49
9.1	Epäedullinen tuotantotilanne	49
9.2	Suotuisa tuotantotilanne	49
9.3	Koeajojen tulosten tarkastelu	50
10	TUTKIMUKSEN HUOMIOT JA KEHITYSEHDOTUKSET	51
11	YHTEENVETO	54
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	57

1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä käydään läpi sisäviiluvajaiden levyjen syntymistä sekä niiden määrän vähentämistä Jyväskylän vaneritehtaan automaattisella ladontalinjalla. Työn tavoitteena oli selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat viiluvajaiden levyjen syntymiseen ja tarvittavin muutoksin vähentää reunavajaiden levyjen määrää.

Sisäviiluvajalla levyllä tarkoitetaan vanerilevyä, jossa jokin levyn sisäviiluista on alimittainen tai väärin asemoitunut aiheuttaen vajaan reunan. Reunavajaisuus voi johtua esimerkiksi viilun ladontavirheestä tai vanerin jalostuksessa, kuten sahauksessa käyneestä virheestä.

Tehtävän rajausta asetettiin koskemaan valumuoteissa käytettävää pinnoitettua WISA-Form Beto -tuotetta, joka on mirror-rakenteinen vaneri. Eli levyssä on pitkänä liimaviiluna havuvaneri muiden viilujen ollessa koivua. Kyseiset levyt ladotaan pääsääntöisesti automaattiladontalinjalla ja reunavajaiden levyjen osuus on muihin tuotteisiin verrattuna huomattavan korkea. Tutkimus toteutettiin seuraten ladontaan välittömästi ja välillisesti vaikuttavia asioita, joiden pohjalta kehitystyötä tehtiin. Tutkimuksessa mahdollisesti syntyviä havaintoja ja parannuksia voitaisiin myös hyödyntää muidenkin tuotteiden ladonnassa.

Reunavajaiden WISA-Form Beto levyjen määrä tiedonkeruun mukaan pinnoituksen jälkeen lopulliseen mittaan sahattuna on noin 5 % ja reunavajaisuus on samalla suurimpia yksittäisiä levyjen hylkäyssyytiä. Korkean jalostusasteen tuotteena kyseisiä levyjä on erittäin epäedullista liimata hylättäväksi. Mikäli viiluvajaiden levyjen osuutta saisi pudotettua tarkoittaisi se ladonnan tehostumista ja vapauttaisi kapasiteettiä priimalaatuisten levyjen tuotantoon. Näin ollen kuutiokohtaiset kustannukset laskisivat säästyneen viilun ja tehokkaamman ladonnan ansioista.

2 VANERITEOLLISUUS

2.1 Vaneriteollisuus Suomessa

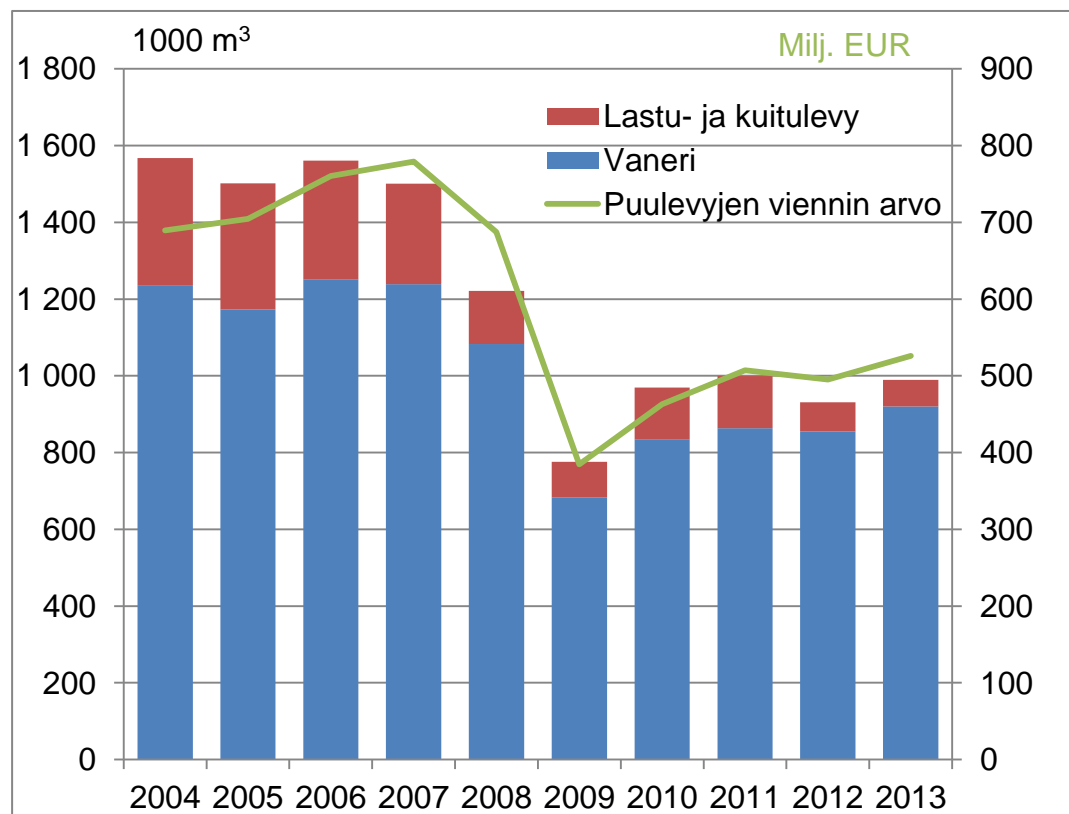
Vaneriteollisuudella on Suomessa pitkät perinteet. Ensimmäinen vaneritehdas perustettiin vuonna 1893 Karkkuun Pirkanmaalle, joskin tehtaan toiminta jäi lyhytaikaiseksi. Koivuvanerin valmistus alkoi kasvaa 1910-luvulta suurempiin mittakaavoihin aina 1960-luvulle saakka, jolloin raaka-aineen saatavuus alkoi tulla vastaan ja asetti rajat tuotannon kasvulle. Tällöin teollisuus alkoi käyttää kuusta koivun rinnalla vanerin tekoon. Vaneriteollisuuden kehittymiselle Suomessa oli hyvät edellytykset raaka-aineen määrän ja helpon saatavuuden ansiosta. Vesiteitse tukkien kuljettaminen oli helppoa, minkä vuoksi suurin osa tehtaista rakennettiin suurten vesistöjen, kuten Kokemäenjoen, Kymijoen ja Saimaan alueelle sekä Laatokan Karjalaan. (Koponen 2005, 13 – 15.)

Vaneriteollisuus onkin ollut Suomen teollisuudelle ja kansantaloudelle tärkeä vientituote muiden metsäteollisuuden tuotteiden kanssa. Vaneritehtaat ovat historian aikana tarjonneet elannon tuhansille työntekijöille. Alkuunsa vanerinvalmistus oli hyvin käsityövoittoista, ja raskaita työvaiheita suorittamaan tarvittiin paljon työvoimaa. Konetekniikan kehittyessä töitä voitiin korvata koneilla ja ihmisen rooli siirtyi vähitellen työntekijästä koneen valvojaksi. Tämä kehitys osaltaan vähensi vaneritehtaiden määrää, mutta nosti jäljellä jääneiden tehtaiden tuotantokapasiteettia. Liimojen kehittyminen osaltaan laajensi vanerin käyttömahdollisuuksia, kun vanhoista glutiini- ja kaseiinipohjaisista liimoista luovuttiin ja fenoliformaldehydiliiman myötä vanerista tuli myös ulkokäyttöön soveltuva säänkestävä tuote. Myös kaupungistuminen on ajanut vaneritehtaita ahtaalle. Tehtaiden sijainti vesistöjen rannoilla kaupungeissa on ollut osasyynä joidenkin tehtaiden sulkemisille näiden aiheuttamien kaupunkikuvaa pilaavien melu- ja ympäristöhaittojen vuoksi. (Koponen 2005, 13 – 15.)

Vuonna 2013 Suomen yhteenlaskettu vanerintuotanto oli 1 090 000 kuutiometriä ja vanerinvalmistajia oli Suomessa neljä kappaletta: UPM Kymmene Wood Oy, MetsäWood, Koskisen Oy ja Kwellick Oy, joiden omistuksessa Suomessa on 10 vaneritehdasta. (Metsäteollisuus Ry 2014.)

2.2 Vaneriteollisuuden markkinatilanne

Vaneriteollisuutta voidaan osaltaan pitää teollisuuden rakennemuutoksen runtelemana alana. Paljon työvoimaa vaativana teollisuudenalana vaneriteollisuuden kohtalo on ollut kehittyä entistä kustannustehokkaammaksi markkinoiden ehdoilla tai sopeuttaa tuotantoaan. Puutuoteteollisuuden herkkyyys suhdannevaihteluille ja markkinoiden epävarmuudelle heijastuu tilauskantoihin hyvinkin nopeasti, eikä levyteollisuus ei tee tässä asiassa poikkeusta. Vuonna 2008 alkaneen maailmantalouden supistumisen jäljiltä on tuotantolaitoksia suljettu, eikä tuotanto ole vielä noussut takaisin kriisiä edeltäneelle tasolle (kuvio 1).



KUVIO 1 puulevyjen tuotanto 2013 (Metsähallitus 2013)

Vanerin kysyntä maailmalla on ollut hyvin sidoksissa väestönkasvuun, jolloin väestönkasvun lisäämä rakentaminen on kiihdyttänyt vanerin kysyntää. Muut korvaavat puulevyt kuten OSB- ja lastulevy ovat kuitenkin vieneet

markkinaosuutta rakentamisessa. Suomen asema Euroopan suurimpana koivuvanerinvalmistajana kokee kilpailua lisääntyneen Venäjän ja Baltian tuotannon kanssa. Suomalaisen levyteollisuuden mahdollisuuksia ovat Aasian väestönkasvu ja niukat omat puuvarat, Pohjois-Amerikan väestönkasvu ja sen tuoma uudisrakentaminen ja Eurooppa, joka on kestävä kehityksen painopistealue ja jonka rakentaminen nojaa vahvasti puun käyttöön. (Pöyry Forest Industry Consulting 2009.)

Vanerinvalmistuksen ollessa hyvin työvoimasidonnaista prosessiteollisuutta on sen haasteena löytää keinot kamppailla ulkomaisia toimijoita vastaan. Suomen verrattaen kalliilla työvoima- ja energiakustannuksilla on hankala kilpailla hinnalla halvemmän työvoiman maiden toimijoita vastaan. Suomalaisen vaneriteollisuuden valtteja ovatkin tasainen laatu, toimitusvarmuus ja luotettavuus. Suomalaisen koivuvanerin lujusominaisuudet ovat varsin hyvät, ja puu on myös helppoa työstää sekä liimata. Vaneriteollisuuden kehittyminen ja elinvoimaisena pysyminen vaatiikin jatkuvaa kannattavuuden parannusta, sekä asiakkaiden tarpeisiin vastaamista tuotekehityksellä ja uusien käyttökohteiden jatkuvalla etsimisellä. Erikoistumisella ja tuotteiden mahdollisimman pitkälle viedyllä jalostuksella voidaan vanerille luoda asiakkaan kaipaamaa lisäarvoa.

2.3 UPM-Kymmene Oyj

UPM-Kymmene Oyj on suomalainen metsäteollisuuden yritys, joka oli liikevaihdoltaan mitattuna Suomen toiseksi suurin metsäteollisuuskonserni vuonna 2013. UPM:n eri liiketoimintayksiköt valmistavat metsäteollisuuden tuotteita, kuten sellua, paperia, sahatavaa ja vaneria.

Vanerintuottajana UPM oli Euroopan suurin vuonna 2013. Yhtiöllä on kaikkiaan kahdeksan vaneritehdasta, joista kuusi sijaitsee Suomessa. UPM:n kaksi muuta vaneritehdasta sijaitsevat Venäjällä ja Virossa. Vuosittainen tuotantokapasiteetti tehtailla on yli 1 000 000 kuutiometriä vaneria. Vaneriteollisuuden liikevaihto ja -voitto kuvaa parhaiten UPM:n vaneriliiketoiminnan kehitystä viime vuosina (taulukko 1). Yhtiön vaneriliiketoiminnan tulos on lähtenyt parantumaan selvästi

vuonna 2008 alkaneesta laskusta tuotannon sopeuttamisten, säästöohjelmien ja tilauskannan kehittymisen avulla. (UPM osavuositiedot 2013.)

TAULUKKO 1. UPM vaneriteollisuuden liikevaihto

Vuosi	Liikevaihto (M€)	Liikevoitto (M€)
2011	347	-18
2012	379	2
2013	429	21

2.4 Jyväskylän vaneritehdas

Jyväskylän vaneritehdas sijaitsee Jyväskylän Säynätsalossa ja on 100 vuoden ikäinen Suomen vanhin toiminnassa oleva vaneritehdas. Hugo Parviaisen vuonna 1913 perustama vaneritehdas aloitti vanerinvalmistuksen vuonna 1914. Eri vaiheiden kautta tehdas on siirtynyt nykypäivänä osaksi UPM Kymmene Wood Oy:n vaneriliiketoimintaa. (Salomaa, Penttinen & Urpio 2014, 54.)

Tehtaalla työskentelee noin 240 henkilöä, ja vuosittainen tuotantokapasiteetti täyskäynnillä on 100 000 m³. Jyväskylässä valmistettavien vanerituotteiden pääsegmentit ovat kuljetusvälineiteollisuus, rakentaminen, valumuotit sekä parketti- ja huonekaluteollisuus. Vaneritehdas valmistaa pinnoitettuja ja pinnoittamattomia koivu- ja sekavanereita eri rakenteilla sekä paksuuksilla. (UPM 2014.)

3 VANERI MATERIAALINA

3.1 Vanerin rakenne

Vaneri tuotteena tarkoittaa tukista sorvattujen ristiinliimattujen viilujen muodostamaa levyä. Viilumäärää ja viilunpaksuutta muuttamalla saadaan halutun paksuista vaneria. Suomessa vaneria tehdään pääosin koivusta ja kuusesta viilun paksuuksien ollessa 1,2 mm ja 3,6 mm väliltä. Perusvanerien osalta paksuudet ovat 4 mm – 40 mm välillä. Vanereille on olemassa lukuisia eri rakenteita, jotka osaltaan vaikuttavat levyjen ominaisuuksiin. Levyjen liimaamisessa käytettävä liima on säänkestävää fenolipohjaista liimaa. Erikseen sisäkäyttöön valmistettavat levyt voidaan liimata esimerkiksi urea- tai melamiiniformaldehydipohjaisella liimalla. Vaneriteollisuudessa yleisimmät rakenteet ovat:

- koivuvaneri, jossa käytetään vain koivuviiluja
- combivaneri, jossa pintaviilut ja ensimmäiset liimaviilut ovat koivua, sisemmät kerrokset vuorotellen havua ja koivua
- mirror, eli peilikuvavaneri, jossa pinnat ovat koivua ja sisemmät kerrokset vuorotellen havu- ja koivuviilua
- havuvaneri, jossa käytetään vain havuviiluja
- twin -rakenteinen vaneri, jossa pintaviilut ovat koivua, muiden viilujen ollessa havua
- erikoisrakenteet, joissa on esimerkiksi useampi viilu päällekkäin samaan syysuuntaan

Vanerilevyjen mitat ilmoitetaan pintaviilun syysuunnan ollessa pituus ja sitä vastaan kohtisuoran suunnan ollessa leveys. Koivu- ja havuvanerin pintaviilun syysuunta on usein toisiinsa nähden kohtisuorassa, jolloin samankokoisten levyjen mitat ilmoitetaan seuraavasti:

- koivuvaneri: 1220 mm x 2440 mm
- havuvaneri 2440 mm x 1220 mm

(PuuProffa, 2014.)

3.2 Ominaisuudet ja käyttö

Vaneri on hyvin kevyt ja luja materiaali, joka soveltuu teknisten ominaisuuksiensa puolesta vaativiin käyttökohteisiin ja ulkonäkönsä sekä muotoiltavuutensa vuoksi myös visuaalisuutta vaativiin kohteisiin. Levyjen pinta varsinkin pinnoitettuna on hyvin iskunkestävä ja tiheydensä sekä taivutuslujuutensa ansioista vaneri jäykistää rakenteet hyvin. Vanereiden lujuusarvoihin ja mekaanisiin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa muuttamalla vanerin rakennetta tai pinnoituskäsittelyillä. Suomalaisen vaneriteollisuuden pääasiakkaat ovat eri teollisuuden aloja. Tärkeimmät asiakasryhmät ja käyttökohteet ovat:

1. rakennusteollisuus
 - betonointilevyt ja valumuotit
 - rakennusten lattiat, seinät ja katot
 - rakennustelineet ja tasot
2. logistiikka- ja kuljetusvälineiteollisuus
 - kuorma-autot ja perävaunut
 - linja-autot, pakettiautot ja junat
 - laivat, tankkerit
 - kontit, kylmäkontit
 - pakkausteollisuus
3. huonekalu- ja kalusteteollisuus
 - huonekalut
 - parkettiteollisuus
4. muut
 - urheiluvälineiteollisuus
 - liikennemerkkit, kyltit
 - koriste-esineet

(Puuinfo 2014)

Puumateriaalina vaneri on helposti työstettävää tavallisilla puuntyöstöterillä. Koivuvanerin tiheys on 700kg/m³, kuusivanerin 525kg/m³ ja sekavanerin 650kg/m³. Vanerin syttymispiste on 270 astetta, ja vaneri voidaan suojata palonestoaineilla nostaen syttymislämpötilaa. (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg 2005, 135 – 136.)

3.3 Pinnoittamattomat vanerit

Pinnoittamattomalla vanerilla tarkoitetaan puupintaista normaalia vaneria. Vanerin pinta on tällöin joko hiottu tai hiomaton ilman pinnoitetta. Pinnoittamattoman vanerin valmistusprosessi on yksinkertaisempi kuin pinnoitetun vanerin, pinnoituksen ja pinnoituksen jälkeisen reunatyöstön jäädessä pois.

3.4 Pinnoitetut ja työstetyt vanerit

Vanerin pinta voidaan käsitellä tai pinnoittaa eri materiaaleilla levyn haluttujen ominaisuuksien parantamiseksi. Yleisin käsittely on fenolifilmipinnoitus, jossa fenolihartsilla kyllästetty paperikalvo kuumapuristetaan levyn pinnoille. Pinnoitettu levy kestää paremmin kulutusta, kosteutta ja kemikaaleja. Pinnoitettujen vanereiden reunat suojataan reunamaalaamalla, joka antaa levyille myös viimeistellymmän ulkonäön ja estää kosteuden pääsyn levyyn. (Puuproffa 2014.)

Vanerin päälle puristettavia fenolifilmejä on eri paksuisia. Fenolifilmin tarkoitus esimerkiksi betonointiin käytettävissä levyissä on irrota mahdollisimman helposti vanerin pinnasta, mutta filmikalvon pinnalle voidaan myös puristaa halutun mallinen symmetrinen liukuestekuvio, joka kasvattaa pinnan kitkaominaisuuksia. Liukuestepinnoitettujen levyjen suurin asiakasryhmä on kuljetusvälineollisuus. (Puuproffa 2014.)

Muita pinnankäsittelyvaihtoehtoja vanerilevyille ovat esimerkiksi maali, maalikalvo, melamiinifilmi tai pinnoitus metallilla, viilulla, lasikuidulla tai jollain mineraaliyhdisteellä. Levyt voidaan käsitellä myös kemiallisesti esimerkiksi palonsuoja- tai tuholaisuoja-aineella. (Isomäki ym. 2005, 141.)

Levyjen sahaukset ja työstöt asiakkaan toiveiden mukaan ovat yleisiä vaneriteollisuudessa. Vanerit voidaan sahata haluttuun mittaan tai erilaisiin muotoihin, usein esimerkiksi lattialevyihin työstetään pontit levyn reunoille. Monimutkaiset CNC – työstöt ja heloitukset ovat myös mahdollisia. Vanerista voidaan myös tehdä paneelia urittamalla levyn pintaa.

Yhteistä kaikilla edellämainituista käsittelytavoista on tuotteiden korkeampi jalostusarvo, usein erikoisvanerit on kehitetty tiettyyn käyttöön asiakaslähtöisesti, joka näkyy hinnassa ja tuotteen valmistuskustannuksissa. (Isomäki ym. 2005, 141.)

3.5 WISA-Form Beto

WISA-Form Beto on betonointiin tarkoitettu mirror-rakenteinen levy, jota Jyväskylän vaneritehdas valmistaa. Levy on päällystetty 120g/m^2 fenolifilmillä. Tuotetta ostavat asiakkaat ovat valumuotteja valmistavat sekä rakentamistoimintaa harjoittavat yritykset. Normaalissa käytössä levy kestää noin 10 – 15 valukertaa, riippuen olosuhteista. (WISA-Form Beto tuote-esite 2012.)

Levyt ladotaan pääosin tehtaan verholiimauslinjalla, sillä tilaukset ovat suuria ja näin päästään pitkiin sarjakokoihin. Tuotetta valmistetaan kolmena eri vahvuutena: 15 mm, 18 mm ja 21 mm. Näiden eri paksuuksien rakenteet ja viilunvahvuudet poikkeavat hieman toisistaan, ne ovat esitettynä kuviossa 2. Levyissä käytettävät sisäviilut ovat laadultaan SK2-3 / BK4 ja pintaviilut WGE. Liimaviilut levyissä ovat havua. Tuotteen eri rakenteet esitettynä kuviossa 2.

8-PLY 15 mm	
	1,5 WGE
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	1,5 WGE
11-PLY 18 mm	
	1,5 WGE
	2,0 SK2-3
	1,5 BK4
	2,0 SK2-3
	1,5 BK4
	2,0 SK2-3
	1,5 BK4
	2,0 SK2-3
	1,5 BK4
	2,0 SK2-3
	1,5 WGE
11-PLY 21 mm	
	1,5 WGE
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	1,5 BK4
	2,6 SK2-3
	1,5 WGE

KUVIO 2. WISA-Form Beto – levyjen rakenteet

Taulukossa 2 ovat esitettyinä levyjen ääriimitat ja sahausvarat eri työvaiheissa, jotka ovat samat kaikilla paksuuksilla. Ladontamitan ja valmismitan eron ollessa suhteellisen pieni, on levyissä sahausvaraa hyvin niukasti. Tämä asettaa painetta ladonnalle ja viilun paikoituksen onnistumiselle.

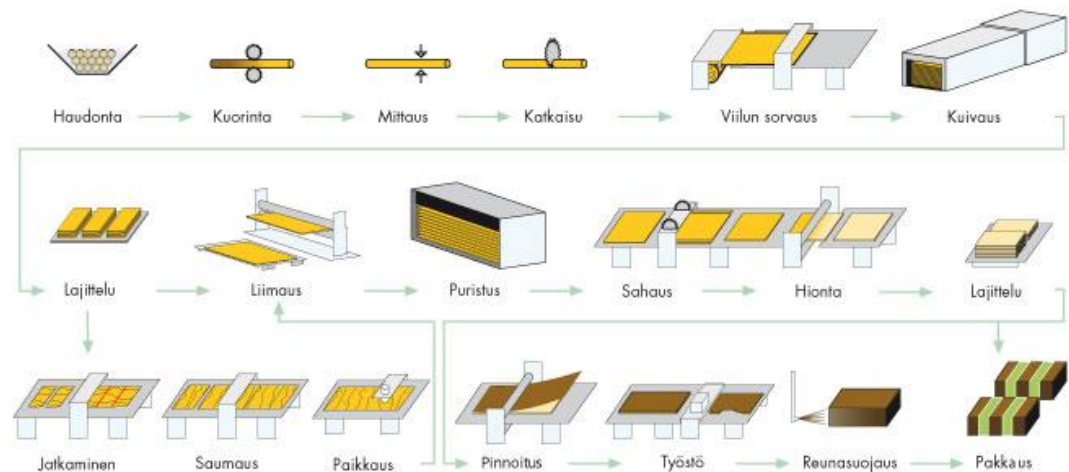
TAULUKKO 2 WISA-Form Beto ääriimitat eri työvaiheissa

Työvaihe	Mitta	Sahausvara
Ladontamitta (liimaus)	1300 mm x 2590 mm	50 mm x 90 mm
Karsintamitta (reunasaha)	1275 mm x 2540 mm	25 mm x 40 mm
Valmismitta (työstölinja)	1250 mm x 2500 mm	

4 VANERIN VALMISTUS

4.1 Vanerin valmistusprosessi

Vanerin valmistusprosessi alkaa jo metsästä ja puiden matka valmiiksi levyiksi on pitkä ja monivaiheinen prosessi. Tässä kappaleessa on kerrottu kuvion 3 mukainen vanerin valmistusprosessi yleisesti, keskittyen vanerin liimaukseen.



KUVIO 3 Vanerin valmistusprosessi (UPM 2012)

4.2 Tukinkäsittely

Tukinkäsittelyn voidaan katsoa alkavan jo metsästä puita kaadettaessa. Tukkien mittaus ja katkaisu metsäkoneella oikeaan mittaan vaneritehtaan tilauskannasta riippuen on tärkeää varsinkin tehtailla, joilla on laaja tuotepaletti eri mitoissa valmistettavia vanereita. Tehtaiden puuhuollon tarkoituksena on olla perillä saapuvan puuraaka-aineen laadusta ja määrästä sekä turvata tehtaan puunsaanti oikeanlaisella puutavaralla. (Oksanen 2014.)

Puutavara varastoidaan tehtailla vedessä, esihaudonta-altaassa tai tukkikentällä. Nykyään pääosa puutavarasta tulee maanteitä pitkän, joten tukkien säilyttäminen järvissä on vähentynyt. Tukkien säilyttämisessä tulee huolehtia niiden kastelusta, jotteivat puut halkeile tai pilaannu. Puiden varastointi toimii välivarastona tehtaalla, joka toimii puskurina puun toimitusvaikeuksille esimerkiksi kelirikon vuoksi. (Koponen 2005, 29.)

Tukkien haudonnan tarkoituksena on nostaa puun kosteus riittäväälle tasolle, jotta sorvaus onnistuu ja kuori irtoaa puiden kuorinnassa hyvin. Tukin sorvauksessa puuaineksen on oltava tarpeeksi elastista ja pehmeää, jotta viilu leikkautuu tasaisena mattona. Tukin lämpötila sorvattaessa vaikuttaa viilun poikittaisvetolujuuteen, mutta kovin korkeaan sisälämpötilaan ei tukkia ole kannattavaa lämmitellä, sillä puun lämmitys sitoo huomattavasti lämpöenergiaa. Jäisen tukin hautominen kuumassa vedessä tai höyryssä liian nopeasti aiheuttaa myös tukin halkeilua päistä. Hautomoaltaiden vesi lämmitetään tehtaalta saatavasta sekundaarienergiasta, kuten kuivaajien poistoilmasta ja voimalaitoksen savukaasuista. (Koponen 2005, 30 - 32.)

Tukkien katkaisu ja kuorinta tarkoittaa puun kuoren poistamista kuorimakoneella ennen katkaisua sorveille sopiviksi pölleiksi. Puun kuoresta saadaan polttoainetta kiinteän polttoaineen voimalaitoksiin. Kuorinta säästää sorvin teriä, sillä puun kuori voi olla hiekkainen ja sisältää epäpuhtauksia varastoinnin ja kuljetuksen seurauksena.

Tukkien katkaisussa tukki kulkee metallinpaljastimen läpi, joka tunnistaa metallinkappaleet puusta ja tukin metallia sisältävä osa voidaan katkoa tukista pois. Metallinpaljastimen välittömässä läheisyydessä sijaitsee myös mittalaite, joka mittaa tukin pituuden, kartiokkuuden ja paksuuden. Näiden tietojen avulla tietokoneohjelma laskee ja optimoi mihin mittaan pölli on kannattavaa katkaista. Katkaisumitat riippuvat toki tilauskannasta. Yleisesti käytössä olevat mitat ovat Suomessa 1300, 1600 ja 2600 millimetriä, mutta usein mitoista puhutaan tuumakokoina 50”, 60” ja 100”. (Koponen 2005, 35.)

4.3 Viilun valmistus

Viilun valmistus ja jalostus vaneritehtaalla käsittää pöllin sorvauksen ja tästä syntyvän viilun jalostamisen vanerin liimaukseen sopivaksi raaka-aineeksi. Viilun valmistuksella on paineita tuottaa tarpeeksi laadukasta ja tasalaatuista viilua, joka täyttää laatuvaatimukset paksuuden, lujuuden, pituuden ja leveyden sekä ulkonäön osalta. (Koponen 2005, 37.)

4.3.1 Viilun sorvaus ja kuivaus

Katkaisussa määrämittäisiin katkotut pöllit sorvataan irrottaen viilu pyörivästä tukista terän ja vastaterän avulla. Sorvilaitteessa on keskittäjä, joka mittaa pöllin muototiedot ja laskee tietokoneavusteisesti edullisimman keskitysasennon, jolloin viilun saanto erimuotoisista pölleistä on mahdollisimman korkea. Keskityksen jälkeen pöllistä pyöristetään muotovirheet. Sorvauslaite pyörittää tukkia ja painaa sitä kohti terää jolloin viilu vuoleutuu pöllistä jättäen jäljelle purilaan, joka muun sorvausjätteen kanssa haketetaan sellun raaka-aineeksi. (Koponen 2005, 39 – 40.)

Sorvaus on vaativa työvaihe, joka vaikuttaa oleellisesti koko vaneritehtaan loppuprosessin onnistumiseen. Pöllin sorvaaminen vaatii raaka-aineelta oikeaa lämpötilaa ja kosteutta. Itse sorvaustapahtuma on hyvin riippuvainen keskityksestä, sorvin terä- ja puristusasetteista sekä sorvaajan ammattitaidosta. Sorvauksen hyvällä saannolla voidaan vaikuttaa paljon puunkäytön hyötysuhteeseen puuraaka-aineen muodostaessa suurimman kustannustekijän vaneriteollisuudessa. Sorvauksen viilupaksuudet suomalaisessa vaneriteollisuudessa ovat pääsääntöisesti koivulle 1,2 – 2,0 mm ja havupuulle 1,5 – 3,6 mm poislukien ohutviilut. (Koponen 2005, 44.)

Sorvilta syntyvä viilumatto on hyvin märkää, ja se on kuivattava ennen liimausta. Viilun kuivaukseen on eri tapoja; viilu voidaan kuivata verkkokuivaajassa yhtenä sorvilta lähtevänä mattona tai leikata sorvauksen jälkeen arkeiksi, jotka syötetään telakuivauskoneeseen. Verkkokuivaajassa viilun leikkaus ja lajittelu tapahtuu heti kuivauksen jälkeen. Kuivauksen tarkoituksena on kuivata viilu tasaiseen ennalta määritettyyn kosteuteen välttämällä viilun halkeilua, aaltoilua tai kupruilua.

Viilun kuivaus perustuu puun hygroskooppisuuteen, joka tarkoittaa puuaineksen asettumista ympäröivän ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden edellyttämään tasapainotilaan. Kuivaustehoa säädetään lämpötilan, kuivausilman suhteellisen kosteuden ja puhallusnopeuden avulla, loppukosteuden riippuessa kuivattavan viilun paksuudesta sekä kosteudesta, halutusta loppukosteudesta ja puulajista. Kuivausilman lämpötilan nostaminen nopeuttaa viilun kuivumista huomattavasti, mutta liiallinen lämpötilan nosto aiheuttaa viilun tummumista ja jopa syttymistä. Kuivausilman suhteellisen kosteuden ollessa matala kosteus haihtuu viilun pinnalta nopeasti, mutta liian nopea kuivuminen aiheuttaa viilun sisäisiä jännitteitä, jotka saavat viilun kupristumaan ja halkeilemaan. Kuivausvoimaan vaikuttavien tekijöiden välillä on siis löydettävä optimiarvot joilla kuivaus on nopeaa ilman, että laatu kärsii. Usein nämä arvot ovat löytyneet kokemusperäisesti. Kuivauksen aikana viilun kosteutta ja kuivaajan lämpötiloja eri osissa seurataan useilla antureilla, jolloin kuivausohjelmaan voidaan tehdä muutoksia nopeasti. (Koponen 2005, 49 – 50.)

Puuaineksen kuivauksen aikana puusta poistetaan ensin vapaana esiintyvä vesi soluonteloista ja muista puun vapaista tiloista, kunnes saavutetaan puunsyiden kyllästymispiste, joka on noin 30 %. Vasta vapaan veden poistamisen jälkeen poistuu solun seinämiin sitoutunut vesi ja tästä johtuu puun kutistuminen sitä kuivatessa. Kutistuminen suurenee suoraviivaisesti kääntäen suhteessa puun kosteuspitoisuuteen. Eri puulajit käyttäytyvät kuivatessa eri tavalla, riippuen niiden solurakenteesta. Sorvatun koivuviilun kutistuma viilun tason suunnassa on noin 8 % ja kuusiviilulla noin 5 %. (Koponen 2005, 50 – 51.)

Kuivauksen jälkeen viilun lajittelu tapahtuu konenäön avulla. Telakuivaajan jälkeen valmiit arkit niputetaan laatuluokkien mukaisesti lokeroihin.

Verkkokuivaajan jälkeen viiluarkit leikataan haluttuun mittaan ja laadutetaan omiin lokeroihin. Vaikka viilun lajittelu tapahtuu konenäön avulla, on lajittelijan ammattitaidolla suuri merkitys viilun saantoon ja leikkauksen hyötysuhteeseen, sillä konenäkö ei aina osaa tulkita viilussa olevia vikoja täysin itsenäisesti. Jalostukseen kelpaamaton viilu pilkotaan hakkuriin. Esimerkiksi verkkokuivatut viilut voidaan leikata ja lajitella seuraavasti:

1. pintaviilulaadut
2. sisäviilulaadut
3. jatkettava viilu
4. saumattava viilu

Edellä mainituille viilulaaduille voi olla useampia lokeroita eri pituus- ja leveysmitoille sekä laaduille. (Kullaa 2014.)

4.3.2 Viilun jalostus

Kuivauksen jälkeen lajiteltu viilu on jalostettava liimaukselle sopiviksi arkeiksi haluttuihin mittoihin tilauskannan mukaan. Viilun jalostuksen tarkoituksena on nostaa puunkäytön hyötysuhdetta korkeammaksi ja hyödyntää huonokin raaka-aine tehokkaammin. Viilun jalostuksen työvaiheita ovat saumaus, jatkaminen ja paikkaus. Kuivatuista ja lajitelluista viiluista jalostukseen ohjautuu seuraavat osuudet:

1. paikkaus 22 %
2. saumaus 25 %
3. jatkaminen 35 %

(Koponen 2005, 58.)

Viilun saumauksessa huonolaatuisia viiluja saumataan liiman ja saumauslangan avulla kokonaisiksi arkeiksi leikaten saumattavasta viilukappaleesta reikäinen tai kelpaamaton osa hakkuriin. Saumauslinja leikkaa viilujen reunat suoraksi ajaen leikatun reunan puskuun toiseen viilukappaleeseen. Kappaleiden reunaan voidaan levittää liima ja liimata kappaleet yhteen tai käyttää saumauslankaa, joka kiinnitetään liiman avulla viilun pintaan. Saumauslanka ja liimasauma pitävät viilun kasassa.

Viilun jatkamisessa viilut jatketaan pituusmitassa sorvattua viilua pidemmäksi tekemällä viilun päähän viiste ja liimaamalla viiluja peräkkäin. Jatkamalla valmistetaan ns. liimaviiluja joiden syysuunta on pinta- ja muiden sisäviilujen kanssa vastakkainen, jotta ristikkäin liimaamisen periaate vanerinvalmistuksessa

toteutuu. Jatkamisessa viilukappale ajetaan viistesahan läpi, joka tekee viilun reunaan viisteen ja levittää liiman viilukappaleet puristetaan viisteistä toisiinsa kiinni ja leikkuri leikkaa viilut haluttuun mittaan ennen pinoamista.

Jatkosaumoissa käytetään fenoli- ja resorsinoliliimoja. (Koponen 2005, 62.)

Pintaviilut paikataan laatuvaatimusten mukaan poistamalla pintaviiluksi soveltuvasta aihioista oksanreikä tai muu vika taltan avulla ja iskemällä tähän kohtaan ehjästä viilusta tehty samanmuotoinen paikka. Paikkaus on hoidettu nykyään varsin usein automaattisilla paikkauslinjoilla, joissa viilun kuvataan konenäön avulla ja automaattinen paikkapää paikkaa viilun tietokoneohjelman mukaisesti. Paikkakoneelle on ohjelmoitu useita laatuja, ja viiluja voidaan paikata tarpeelliseksi katsottuun laatuun. (Koponen 2005, 61.)

4.3.3 Viilulaadut

Vanerissa käytettävien viilulaatujen välillä on eroja lujuudellisesti ja visuaalisesti. Pintaviiluilla ja sisäviiluilla on omat laatuluokkansa joihin luokittelu perustuu viilun visuaaliseen tarkasteluun. Vanerin sisäviiluina, joilta ei vaadita ulkonäöllisiä ominaisuuksia, käytetään laadultaan huonompaa viilua. Pintaviilut laadutetaan ulkonäön perusteella ja näiden arvotusperusteita ovat esimerkiksi oksaisuus, värivikaisuus, painaumat ja sorviterän naarmut. Viilut lajitellaan usein konenäön avulla eri laatujen vaatimien parametrien avulla. Viilun ulkonäkövaatimukset Suomessa ovat standardin SFS-EN-635, 2-3 mukaisia, joskin eri valmistajilla voi olla myös omia luokituksiaan.

Sisäviilujen laatuluokat määräytyvät suurimmaksi osaksi oksanreiän koon mukaan. Koivusisäviilun laatuluokat ovat BK1 – BK4 ja kuusiviilussa SK1 – SK4.

Pintaviilut lajitellaan laatuluokkiin visuaalisen ilmeen mukaan. Näissä laatuluokissa on sisäviiluja enemmän arvotettavia muttuvia kuten oksaisuus, väriviat, halkeamat ja painaumat. Pintaviiluissa oksanreiät paikataan riippuen viilulaadusta. Paikkaus ja lajittelu hoidetaan koneellisesti, mutta erityisempiä pintaviilulaatuja erotellaan paikatuista viiluista myös käsin. Pintaviilujen laatuluokat standardin SFS-EN-635, 2-3 mukaan Suomessa ovat A, B, S, BB ja

WG. Pinnoitetuille vanereille käytössä on myös WGE, eli paikattu WG-pinta. (Isomäki ym. 2005, 137.)

4.4 Vanerin liimaus ja puristus

Vanerin liimauksessa alkaa varsinaisen vanerin tekeminen kohti valmista tuotetta. Tukkien matka pölleiksi ja pölliin sorvaaminen viiluksi on tähdännyt kohti tarvittavilla ominaisuuksilla varustettua viilua, joka voidaan liimata vaneriksi. Liimaus on vanerinvalmistuksen tärkein vaihe, joka määrää tuotteen onnistumisen pakkaukseen asti. Vanerin liimaus tapahtuu latomalla viiluja syysuunta ristikkäin toistensa päälle ja sitomalla viilut yhteen liimalla. Ladottu aihio puristetaan paineen ja lämmön avulla levyiksi, joihin liima-aine reagoi. Ladonta-asemia on useilla eri toimintaperiaatteilla, mutta vaatimukset ladonnan toivotulle onnistumiselle ovat:

- oikeiden viilulaatujen käyttö tuotteeseen
- latominen oikeaan rakenteeseen
- liiman levitysmäärän pitäminen oikeana
- viilujen tarkka latominen

4.4.1 Liiman valmistus ja ominaisuudet

Vanerinvalmistuksessa käytetty liima on fenoliliima, jonka hartsi valmistetaan liimatehtaalla fenolin ja formaldehydin reaktiossa. Liima-aineet kuljetetaan tehtaalle liimanvalmistajalta säiliöautoissa, jonka jälkeen liimahartsi ja kovete säilötään omiin säiliöihinsä. Vaneritehtaalla liima valmistetaan pumppaamalla liimahartsi, kovete, täyteaineet sekä väriaine sekoitussäiliöön, jossa aineet reagoivat keskenään. Sekoitussäiliöstä valmis liima pumpataan käyttösäiliöön, josta se kiertää ladonta-asemille käyttöön. Liiman valmistus on usein ajastettu toimimaan kulutuksen mukaan, jolloin uutta liimaa tekeytyy käyttösäiliöön tarpeen mukaan. Valmiin liiman ominaisuuksia, kuten kuiva-ainepitoisuutta, viskositeettia ja lämpötilaa on seurattava, jotta liima on ominaisuuksiltaan vaaditunlaista. Liiman ominaisuuksia voidaan muuttaa tekemällä muutoksia liiman lisäaineiden määriin. (Koponen 2005, 65 – 66.)

4.4.2 Ladonta-asetat

Viilujen ladonta vaneriaihioiksi tapahtuu ladonta-asetilla, joissa viiluihin levitetään liima ja ne ladotaan päällekkäin. Ladonta-asetia on monella eri periaatteella toimivia, mutta kaikkien tarkoituksena on levittää liimaa tasainen ja levityksen mukainen kerros viilun pinnalle.

Yksinkertaisimmillaan ladonta-asetta voi olla nostolavojen ja telalevittimen yhdistelmä, jossa viilut nostetaan käsin telalevittimen läpi ja ladotaan oikeaan rakenteeseen. Liimatela voi olla 2-telalevitin tai 4-telalevitin.

Yleisesti käytetty ladonta-asetta on kokonaisuus, jossa viilut tulevat imukuljettimilla latojan edessä olevalle tasolle. Tällöin liima levitetään telalevittimellä joka toiseen viiluun, eli ns. liimaviiluun. Liimaviilujen suhteen ristikkäin ladottavat pinta- ja kuivaviilut tulevat siis ladontatasolle ilman liimaa.

Automatisoiduilla ladonta-asetilla viilut kulkevat ja pinkkaantuvat itsenäisesti läpi linjan. Linjalla liima levitetään usein jokaiseen viiluun, paitsi pintaviilun pinnalle näiden kulkiessa liimoituslaitteen alitse. Automaattisella ladontalinjalla työntekijän vastuulle jää linjan toiminnan valvominen. Automaattisen linjan kapasiteetti voi olla huomattavasti suurempi käsin ladontaan verrattuna.

4.4.3 Liimanlevitysmenetelmät

Liiman levitykseen viilun pinnalle on useita teknisiä sovelluksia, yleisin telalevitin koostuu annostelutelasta ja levitystelasta. Näiden telojen välissä oleva liima tarttuu levitystelään joka pyöriessään viilun pinnalla liimoittaa sen tasaisesti. Telalevittimessä liiman levitystä voidaan säädellä annostelu- ja levitystelän välistä rakoja muuttamalla. Levitystelä on usein uurrettu, jotta liima levitys viilun pinnalle on tasaista. (Koponen 2005, 67 - 68.)

Viilun pinta voidaan liimoittaa myös erilaisilla liimoituslaitteilla, jotka levittävät liiman liimoittimen alitse kulkevan viilun pintaan. Näitä levitystapoja käytetään usein automaattisten ladontalinjojen yhteydessä. Liimoituslaite voi ruiskuttaa tai valuttaa liiman viilun pintaan. Yleisesti käytettyjä levitystapoja ovat valu-, ruisku-

ja juovalevitys. Valulevityksessä liima työnnetään ohuen raon lävitse, jolloin se muodostaa ohuen liimaverhon, liiman käyttöominaisuuksista on pidettävä tässä levitystavassa huolta, jotta liimaverho pysyy kasassa eikä repeile.

Ruiskulevityksessä liima ruiskutetaan paineilman avulla viilun pintaan.

Juovalevityksessä liima vaahdotetaan paineilamalla, jolloin se levitetään juovina viilun pintaan. Aihio tulee tällöin kuljettaa puristuslaitteen lävitse, jotta liima levittyy viilun pinnalle tasaisesti ja ilmakuplat poistuvat liimasta. Olennaista kaikkien liimanlevitysmenetelmien onnistumiselle on liiman ominaisuuksien hallinta ja niiden pito sallituissa raja-arvoissa. Levityksen onnistumiseen vaikuttaa esimerkiksi liiman viskositeetti ja lämpötila.

4.4.4 Puristus

Vaneriaihioden puristus on kaksivaiheinen tapahtuma. Ladonnan jälkeen tapahtuva esipuristus käynnistää puristustapahtuman ja tasaa levitetyn liiman sekä mahdollistaa levyaihioiden pidemmän varastointiajan ennen kuumapuristusta. Esipuristuksen jälkeen levyt syötetään käsin tai syöttölaitteen avustuksella kuumapuristimen lämpölevyjen väliin, välejä kuumapuristimessa voi olla esimerkiksi 10 - 40. Puristustapahtumassa liima reagoi paineeseen ja lämpötilaan kovettumalla, paine tuotetaan puristimissa hydraulisesti. Kuumapuristuksessa tärkeää on huomioida vaneriaihion paksuuden mukaan määräytyvä puristusaine sekä puristusohjelma. (Koponen 2005, 69 – 71.)

4.5 Vanerin viimeistely ja jalostus

Vanerin viimeistely ja jalostus pitää sisällään aihion viimeistelyn valmiiksi vanerituotteeksi. Yksinkertaisimmillaan vaneriaihio reunasahataan ja hiotaan puristuksen jälkeen. Jalostukseen voi kuulua levyjen pinnoitusta, lajittelua ja korjausta, työstöjä ja määrämittasahausta. Lopullisten työvaiheiden jälkeen vanerit pakataan paaleihin valmiina lähtemään asiakkaalle eri kuljetusmuodoilla.

Vanerin reunasahauksessa liimatun aihion reunoilta poistetaan ylimääräinen työvara, jota liimauksessa on tarvittu. Liimauksessa viilun asemointi päällekin ei ole riittävän tarkkaa, jotta aihiota ei tarvitsisi reunasahata. Sahaauksessa aihion

kaikki sivut sahataan pyörösahoilla haluttuun karsintamittaan. Sahauksen onnistuminen on riippuvainen ladonnan onnistumisesta, epätarkka ladonta aiheuttaa viiluvajaita levyn reunoille, jolloin levyn reunaa ei saada sahaamalla tasattua siistiksi.

Sahatut vanerilevyt usein korjataan ja lajitellaan ennen hiomakonetta, jolloin oksanreiät ja puuttuvat paikat voidaan korjata puukitin ja paikkojen avulla. Tällä tavoin saadaan priimojen levyjen osuutta kasvatettua. Levyjen korjauksen jälkeen levyt hiotaan paksuustoleranssien mukaiseen paksuuteen kaksipuolisella leveänauhahiomakoneella.

Vanerin jalostuksella pyritään tuottamaan lisäarvoa vanerilevyille pinnoituksella, työstöillä tai paloittelulla. Usein koivuvaneritehtaiden pääasiakassegmenttien, kuten betonointi ja kuljetusvälineiteollisuuden levyt pinnoitetaan halutulla filmillä. Pinnoitettuihin levyihin puristetaan paineen ja lämpötilan avulla kiinni fenolilla kyllästetty paperikalvo, johon voidaan painaa kinni haluttu kuvio tai jättää pinta sileäksi. Pinnoituksen jälkeen levyjen reunat sahataan ja maalataan. Pinnoitetut tai pinnoittamattomat levyt voidaan myös työstää reunoiltaan haluttuun muotoon tai paloittaa pienemmiksi kappaleiksi. (Koponen 2005, 117 – 118.)

5 LADONTA VERHOLIIMAUSLINJALLA

Verholiimauslinja on Jyväskylän vaneritehtaan automaattiladontalinja, jossa liimanlevitystapana käytetään valuvaa liimaverhoa, minkä läpi viilut kulkevat. Ladonnassa viilut kulkevat imu- ja kuljetinhihnoilla liimaverhon alitse, minkä jälkeen kone latoo viilut päällekin. Operaattorin tehtävänä on koneen toiminnan ja syntyvän tuotteen laadun valvominen. Linjan kapasiteetti on viilun koosta ja paksuudesta riippuen noin 100 m³ – 200 m³ vuorokaudessa. Viilumäärinä tämä tarkoittaa noin 30 000 – 40 000 viilua vuorokaudessa. Automaattiladonta verrattuna käsinladontaan tuottaa enemmän kuutioita työtuntia kohden, eikä se kuormita työntekijää fyysisesti yhtä paljon.

Alun perin linja rakennettiin vaahtoliimoittimella toimivaksi, vaahtoliimauksessa vaahtotettu liima levitetään viilun päälle vaahtujuovina. Linja muutettiin verholiimoittimella toimivaksi vuonna 2012.

5.1 Linjan toiminta

Automaattiladonnan ajatuksena on viilun kulkemisen automatisointi, jolloin operaattorin ei tarvitse koskea viiluun vaan tehtäväksi jää valvoa konetta ja laatua. Ladontalinjalla viilut kulkevat alipainekuljettimissa ja kuljetinhihnoilla. Liiman levitys viiluun tapahtuu kuljettamalla viilu liimaverhon alitse, jolloin viiluun tulee tasainen ja levitysmäärän mukainen kerros liimaa. Liitteessä 3 on karkea havainnekuva ladonta-aseman rakeenteesta ylhäältä päin katsottuna. Kone latoo viilut päällekin halutun rakenteen mukaan ja kuljettaa aihionipun esipuristimelle. Linjan toiminta-ajatuksen voi jakaa kolmeen osioon:

1. Viilun nostaminen nipusta kuljettimille
 - a. Lattiavaunuille voidaan varastoida viiluja odottamaan siirtymistä lokeroille nostinten alle (kuvio 4).
 - b. Viilut nostetaan alipainenostimilla lokeroista kuljetinhihnalle tai rullastolle, jossa se oikaistaan vasteilla. Lokeroita on käytössä jokaiselle viilulaadulle yksi, paitsi liimaviiluille kaksi.



KUVIO 4. Viilunippuja odottamassa lattiavaunuilla latomista

2. Viilun matka kuljettimilla

- a. Viilut kulkevat operaattorin edessä sijaitsevan laatukuljettimen kautta liimoittimen alitse (kuvio 5).
- b. Liimoittimen jälkeinen jakotippeli jakaa viilut kahteen eri kerrokseen.



KUVIO 5. Operaattorin työpiste, takana laatukuljetin

3. Parittelu ja pinkkaus

- a. Kaksikerroskuljetin parittelee viilut päällekkäin.
- b. Tuplatablettilaite ajaa viilut takavasteeseen ja nonstoplaite tiputtaa ne mattokuljettimelle (kuvio 6).
- c. Mattokuljetin kuljettaa ladotun aihion pinkkaan muiden aihoiden kanssa.



KUVIO 6. Tabletit, takavaste ja nonstoplaite

5.2 WISA-Form Beton:n ladonnan jälkeiset työvaiheet

Tuotteen latomisen jälkeen aihionippu, jossa on noin 15 – 30 levyaihiota riippuen aihoiden paksuudesta kulkee kuljetinratoja pitkin esipuristimelle. Tarpeellisen esipuristusajan jälkeen nippu siirtyy kuumapuristimen syöttöpäähän, josta puristimenhoitaja syöttää levyt syöttälaitteen avulla puristimeen. Ladonnan jälkeinen kuumapuristin on 36-välinen.

Kuumapuristuksen jälkeen levynippu kulkee kuljetinradoilla reunasahalla, jossa ahiot sahataan karsintamittaan. Karsintamitassa olevat levyt hiotaan leveänauhahiomakoneessa, jossa hioja lajittelee levyt korjattaviksi sekä pinnoitukseen kelpaaviksi. Korjattavat levyt siirretään kittilinjalle, jossa levyjen pintavirheet korjataan mahdollisuuksien mukaan puupaikoilla sekä puukitillä. Korjatut levyt hiotaan kevyesti, jolloin hioja erottelee levyistä pinnoitukseen kelpaamattomat.

Hiotut ja korjatut levyt ovat valmiita pinnoitettavaksi. Pinnoituksessa levyt pinnoitetaan fenolifilmillä, filmi puristetaan pinnoituspuristimessa kiinni levyyn paineen ja lämpötilan vaikutuksella.

Levyt sahataan pinnoitukseen jälkeen työstölinjalla valmismittaan, tässä työvaiheessa pinnoitusvikaiset ja muuten virheelliset levyt erotellaan priimoista. Reunojen suojaus reunamaalilla tapahtuu välittömästi sahauksen jälkeen, näin levyt ovat valmiita pakattavaksi.

Tuotteen valmistusprosessi on tehtaan muiden tuotteiden kanssa hyvin samanlainen sillä erotuksella, että levyt hiotaan heti sahauksen jälkeen, ja vain korjattavat levyt ajetaan tämän jälkeen kittilinjalle.

5.3 Operaattorit

Linjalla toimii kaksi operaattoria kussakin vuorossa. Työntekijöiden tehtävänä on käyttää linjaa, valvoa tuotteen laatua, tehdä vaadittavat asetteenvaihdot, siivoukset ja huollot. Kahden ladontaoperaattorin ja yhden puristimenhoitajan malli mahdollistaa vuoron aikana jatkuvan käynnin, sillä työntekijät vuorottavat toistensa tauot.

6 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

6.1 Lähtötilanne

Tutkimustyön tavoitteena oli selvittää mitkä asiat vaikuttavat automaattiladontalinjalla liimattavien levyjen reunavajaiden määrään.

Tarkasteltavaksi tuotteeksi valikoitui WISA-Form Beto – tuote, jolla reunavajaa erityisesti esiintyy. Puuttamalla syihin, jotka reunavajautta aiheuttavat voitaisiin tarvittavilla muutoksilla nostaa verholiimauslinjan laatua ja linjan tehokkuutta.

Tutkimussuunnitelmassa määriteltiin tutkittavaksi suoria ja epäsuoria tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa ladonnan tarkkuuteen ja onnistumiseen. Osana tutkimusta tein kesäkuussa tehdasvierailun Pelloksen vaneritehtaille, jossa tutustuin kahden päivän ajan Pellos 2:n verholadontalinjoihin seuraamalla niiden toimintaa.

Vierailulta kerättyä materiaalia voitiin käyttää hyväksi verraten sitä Jyväskylän vaneritehtaan kanssa, ja varsinkin Pelloksen ladontalinjan mekaaniset ratkaisut kuljettimien, vasteiden ja pinkkareiden osalta antoivat paljon kehitysideoita.

Lähtötietojen keräämisessä käytettiin hyväksi UPM:n omaa tiedonkeruujärjestelmää, josta saatiin pitkältä aikaväliltä luotettavaa tietoa verholiimauksessa liimattujen tuotteiden vioista ja hylkäämisprosentista. Alkutietoa kerättiin Excel-taulukkoon, josta nähtiin pidemmän aikavälin tarkastelulla, millä rakenteilla ja paksuuksilla tietyt virheet korostuvat. Näillä tiedoilla tutkimusta voitiin keskittää ja ohjata oikeaan suuntaan. Tärkeää tietoa saatiin myös haastattelemalla verholiimauslinjan operaattoreita eri vuoroista ja liimausosaston esimiehiä.

Kenttätutkimus jaettiin pääpiirteittäin neljään osaan, missä jokaista osiota tarkasteltiin omana kokonaisuutenaan ja kerättyä tietoa käytettiin selvitystyössä hyväksi. Näiden osioiden summana yritettiin löytää oikeat parametrit onnistuneelle ladonnalle, yhtenäistää operaattorien ajotavat sekä parantaa sisäistä laadunvalvontaa.

1. viilun laatu ja viilunjalostuksen vaikutus linjan toimintaan
 - eri viilulaatujen kulkeminen linjalla

- eri lähteistä olevien liima- ja kuivaviilujen kulku
2. verholinjan mekaaninen toiminta ja sen vaikutus reunavajaiden syntyyn
 - viilujen paikoitus
 - viilujen kulku linjalla
 - parittelu ja pinkkaus
 3. operaattorien toiminta
 - eri vuorojen väliset ajotavat
 - aktiivisuus ja laatukäsitteet
 - ajoparametrit
 4. verholiimauksen jälkeiset työvaiheet
 - laadunvalvonta myöhemmissä työvaiheissa
 - reunasahauksen vaikutus hylkäämiseen
 - huonoon laatuun reagointi

6.2 Ongelmankartoitus sekä tiedonkeruu

Tutkimuksen lähtötilanteen kartoittamisen aikajaksoksi tehtaan tiedonkeruujärjestelmästä valittiin huhtikuu 2013 - elokuu 2014. Tältä 66 viikon jaksolta tarkasteltiin kaikki tehtaalla valmistetut mirror-rakenteiset levyt 15 mm, 18 mm ja 21 mm paksuisina. Lähes kaikki levyt on ladottu tehtaan verholiimauslinjalla ja vain pieni osa käsinladonnan kautta, joten tarkasteltavan aikajakson ollessa hyvin pitkä ja ladontamäärän suuri, eivät käsin ladotut levyt aiheuta suurta poikkeamaa tilastoihin. Työn edetessä laatua seurattiin jatkuvasti tiedonkeruujärjestelmän kautta, jonka avulla pysyttiin tutkimuksen osalta hyvin kartalla. Sisäviiluvajaiden hylkäysprosentit viikoittain on esitetty graafisesti liitteessä 1 ja lukuina liitteessä 2.

Lähtötiedon keräämisen tarkoituksena oli selvittää, millä rakenteella ja paksuudella reunavajaita levyjä syntyy eniten ja myös hylkäysprosentin tarkka lukema pidemmältä aikaväliltä kiinnosti. Kerättyä tietoa voitiin verrata myös tehtaan laadunvalvonnan raportteihin. Lähtötietojen keräämisessä paneuduttiin myös eri työvuorojen välisiin eroihin laadun ja tuotantotehokkuuden välillä, jotta voitaisiin selvittää parhaat toimintatavat jokaisen vuoron osalta.



KUVIO 7. Esimerkki reunavajaista aihioista

6.2.1 Reunavajaiden levyjen osuus tuotannosta

Tuotannosuunnittelun mukaan WISA-Form Beto aihioita joudutaan liimaamaan yli tilausmäärän, jotta laatuvirheiden vuoksi tippuvien levyjen jälkeen tilausmäärä täytyisi. Muilla tuotteilla ylimääräinen liimausmäärä on pienempi. Yksi suurimmista syistä WISA-Form Beto levyjen tippumiseen on sisäviiluvajaa. Taulukossa 3 on esitettyä tutkimuksen tiedonkeruun ajalta hylkäysprosentteina eri paksuuksien mukaan pinnoituksen jälkeisellä työstölinjalla tippuneet levyt sekä kokonaishylkäysprosentti.

TAULUKKO 3. Reunavajaiden WISA-Form Beto levyjen prosenttiosuus

	15 mm	18 mm	21 mm
reunavajaa pitkä sivu, työstölinja	4,19 %	2,54 %	4,33 %
reunavajaa lyhyt sivu, työstölinja	0,60 %	0,38 %	0,49 %
yhteensä	4,79 %	2,92 %	4,82 %

Taulukosta 3 huomataan, että sisäviiluvajaiden laatuvirheprosentti on korkein 15 mm ja 21 mm paksuilla levyillä. Kappaleessa 3.3.1 esitettyjen levyjen rakenteiden perusteella näissä levyissä on liimaviiluna 2,6 mm paksu havuviilu. Oletuksena voidaan siis pitää, että 2,6 mm:n havuviilu aiheuttaa muita enemmän reunavajaata. 15 mm:n levyn rakenteessa on liimaviiluna kaksinkertainen liimaviilu levyn keskellä, mikä voisi selittää osaltaan 15 mm korkeimman sisäviiluvajaaprocentin.

Taulukon 3 lukemat todennettiin mittaamalla pinnoitettavaksi menevien paalien reunavajaat työntömitalla kirjaten lukemat ylös. Levyt, joiden reunavajaan suuruus ylitti pinnoituksen jälkeisen sahauksen sahausvaran, katsottiin viimeistelysahauksessa tippuvaksi levyksi. Tällä mittauksella saatiin myös tietoa millä sivulla ja missä viilussa vajoaus esiintyy yleisimmin. Otannan kooksi valittiin kolme paalia kutakin paksuutta, jolla saatiin riittävä otanta. Taulukon 4 tulosten perusteella mittauksen ja tiedonkeruun antamat tiedot ovat yhtenevät. Mittausten tulokset ja vertailu tiedonkeruusta työstölinjan osalta saatuihin keskimääräisiin hylkäysprosentteihin on esitettyinä taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Reunavajaisuuden todentaminen

	15 mm	18 mm	21 mm
mitattu sisäviiluvajaan laatuvirhe	4,20 %	2,20 %	5,0 %
tiedonkeruun keskimääräinen hylkäysprosentti	4,91 %	2,94 %	4,88 %

6.2.2 Reunavajauden vaikutukset

Suuren hylkäysprosentin ja sitä kautta ylimääräisten aihoiden liimaaminen aiheuttaa tuotannollisesti paljon ylimääräistä työtä koko vanerivalmistuksen prosessissa. Tärkeimpinä tuotannollisina huomioina hylkäysprosentti aiheuttaa seuraavaa:

- Viilunvalmistukselle aiheutuu ylimääräistä kuormitusta, jotta verholinjaa voidaan ruokkia.
- Liimauskapasiteetti laskee, kun ahiota joudutaan liimaamaan viisi prosenttiyksikköä muita tuotteita enemmän
- Vanerin viimeistelyosasto kuormittuu turhaan, kun lähes 5 % levyistä jalostetaan reunavajaiksi.

Vuosittaiset liimausmäärät huomioiden pienikin prosentuaalinen parannus laatuvirheprosenttiin toisi huomattavia säästöjä ja nostaisi liimauskapasiteettia. Mahdolliset kehitystoimenpiteet voisivat heijastua myös muihin verholiimauksessa valmistettaviin tuotteisiin, jolloin laatu kasvaisi myös näiden tuotteiden osalta. Vaikka reunavajaina tippuneet levyt voidaan sahata pienempään valmismittaan tai myydä kakkoslaatuun, on kakkoslaadusta saatava hinta huomattavasti pienempi, verrattuna saman tuotteen priimalaatuun.

Kuutioissa mitattuna reunavajaiden levyjen osuus tuotannosta, mikäli työstölinjalla hylätyistä levyistä 4 % on reunavajaita, on viikkotasolla noin 16 m^3 , laskennallisen WISA-Form Beto viikkotuotannon ollessa 400 m^3 .

Kuutiokohtainen hinnanerotus priimalle ja ns. kilovanerille on noin 400 €, joten reunavajaiden levyjen vaikutus tuotteesta saatavalla hinnalla on viikossa noin 6 400 €. Tämä tarkoittaa myös viilutuotannon valmistavan viikossa 16 m^3 latomiseen tarvittavan määrän viilua liimattavaksi kakkoslaatuun.

7 TUTKIMUSOSIO

Tutkimusosiossa käydään läpi verholadontalinjaa ja WISA-Form Beto -levyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Osioissa selvitetään raaka-aineen laatua, ladontalinjan ratkaisuja, ladonnan jälkeisiä työvaiheita ja ladonnan operaattoreiden toimintaa. Näiden muuttujien avulla yritettiin löytää tekijöitä, joilla voisi luoda optimimallin onnistuneelle ladonnalle. Tutkimuksessa tärkeässä osassa olivat tehtaan tiedonkeruujärjestelmä sekä laadunvalvonnan mittaustulokset kokeilujen ja linjan seuraamisen tukena.

7.1 Tuotteessa käytettävät viilut

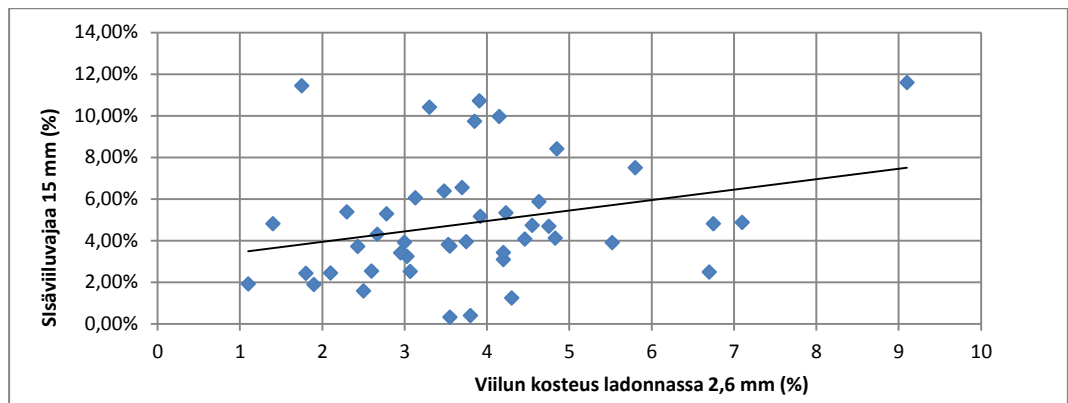
Kun tuote on mirror-rakenteinen vaneri, käytetään siinä koivu- ja kuusiviiluja. Näissä viiluissa on eroja, koska niiden valmistus- ja kuivaustavan ovat erilaiset. Alla on selvitetty tuotteen eri viilut, niiden valmistusmenetelmät, eroavaisuudet ja vaikutukset tuotteen lopulliseen laatuun sekä linjan toimintaan. Tehdas valmistaa pääosan viiluista itse, mutta BK4 laatuista koivukeskiviiluja tulee tehtaalte muilta UPM:n vaneritehtailta, ja nämä voivat olla saumattuja tai ehjiä viiluja. Pintoihin ja liimaviiluihin riittää tehtaan oma tuotanto. Kappaleessa 7.1 esitetään eri viilujen vaikutusta reunavajaiden aihoiden syntyyn. Tutkimuksessa seurattiin tuotteen ladonnan onnistumista keskittyen tiettyyn viiluun kerrallaan.

7.1.1 Liimaviilu, eli pitkinpäinen viilu

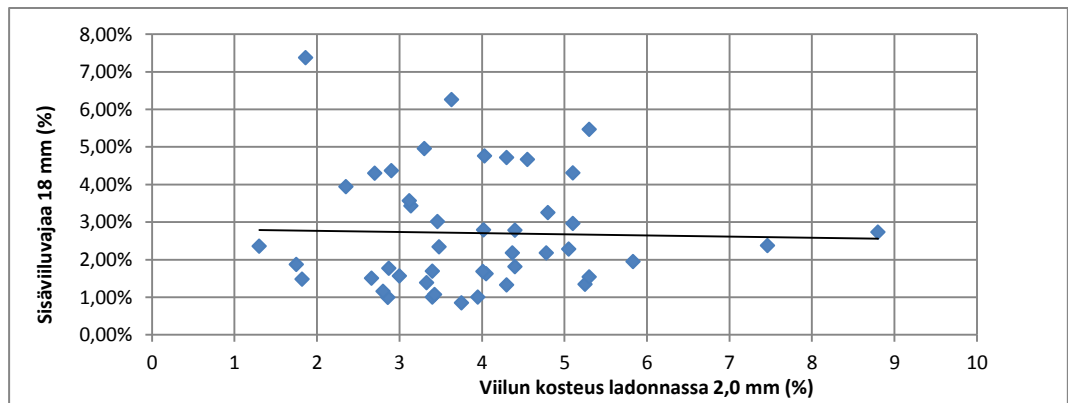
Liimaviiluna käytettävät havuviilut ovat telakuivattuja ja vain pieni osa viiluista on saumattuja arkkeja. Viilut sorvataan 100” pölistä, leikataan ja kuivataan telakuivaajassa. Osa huonokuntoisista telakuivatuista viiluista menee saumattavaksi.

Telakuivattujen viilunippujen yleisilme on huonompi kuin muilla viiluilla. Telakuivatut viilut leikataan ennen kuivausta ja niiden kutistuma kuivauksen aikana vaihtelee, tällöin arkit eivät ole täysin samankokoisia. Paksumpi havuviilu ei myöskään ole yhtä elastista kuin 1,5 mm paksu koivuviilu. Havaintojen ja kokemusten mukaan liimaviilulla on ladonnan onnistumiseen suuri merkitys.

Operaattoreilta kerätyn tiedon mukaan, liimaviilujen laatu ja kosteus vaihtelee paljon, liian kostea tai liian kuiva viilu kulkee linjastolla huonosti. Kuvioissa 8 ja 9 on esitetty laadunvalvonnan kosteusmittaustuloksia ladonnasta otetuista liimaviiluista suhteessa ladontalinjalla syntyneeseen laatuun reunavajaiden osalta. Kosteusmittaustuloksista laskettiin viikottainen keskiarvo, jota verrattiin vastaavan viikon ladonnan laatuun sisäviiluvajaan osalta. Vertailupaksuuksina on käytetty 15 mm:n levyn rakenteessa olevaa 2,6 mm havuviilua ja 18 mm:n levyn rakenteessa olevaa 2,0 havuviilua.

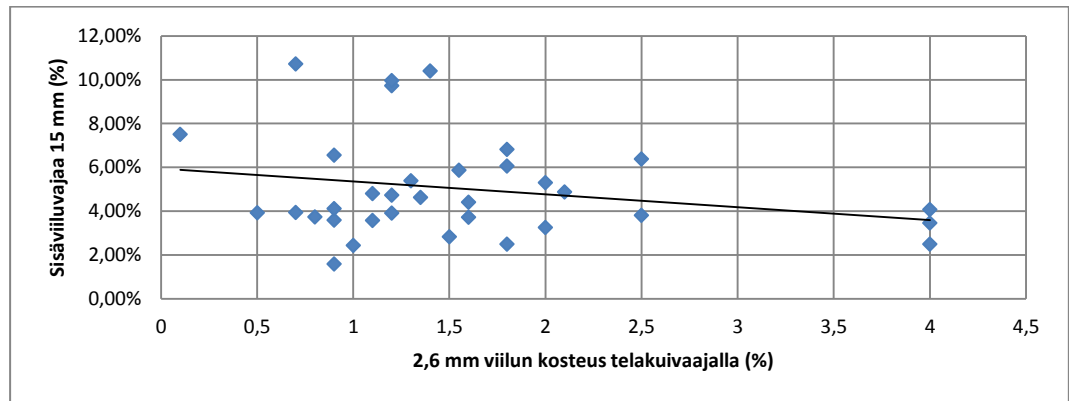


KUVIO 8. 2,6 mm vilun kosteus ladonnassa suhteessa 15 mm sisäviiluvajaaseen

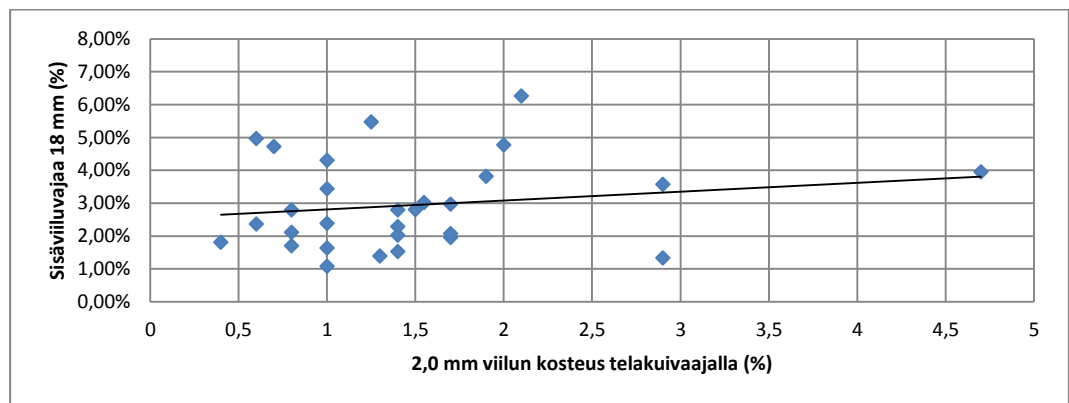


KUVIO 9. 2,0 mm viilun kosteus ladonnassa suhteessa 18 mm sisäviiluvajaaseen

Myös liimaviilun telakuivaajalta mitattua kosteutta verrattiin reunavajaiden levyjen esiintymiseen. Tällöin voitaisiin nähdä korreloiko viilun kosteus laatuun samassa suhteessa, kuin ladonnasta mitatut kosteudet. Tulokset on esitettyinä kuvioissa 10 ja 11.



KUVIO 10. 2,6 mm viilun kosteus telakuivaajalla suhteessa 15 mm sisäviiluvajaaseen



KUVIO 11. 2,0 mm viilun kosteus telakuivaajalla suhteessa 18 mm sisäviiluvajaaseen

Liimaviilujen laadun vaikutusta laatuun tutkittiin myös seuraamalla ladontaa ehjillä, sekä saumatuilla liimaviiluilla kahden tunnin seuranta-aika. Jokainen silminnähten huonosti asemoitunut liimaviilu kirjattiin ylös syyn kanssa, miksi viilu tuli ladelmaan vinossa. Seurantatulokset ovat esitettynä taulukossa 6. Seurannan aikana vanerin rakenne 15 mm ja linjalla 2 operaattoria.

TAULUKKO 6. Huonosti asemoituneet liimaviilut

Ehjä liimaviilu		Saumattu liimaviilu	
nro.	syy	nro.	syy
1	Suunnikas viilu	1	saumattu reuna törmäsi tablettiin
		2	saumattu reuna törmäsi tablettiin
		3	saumattu reuna törmäsi tablettiin

7.1.2 Kuiva keskiviilu, eli poikkiäinen viilu

Kuiva keskiviilu, eli ns. lyhyt viilu, on väliwiilu, joka ladotaan pinnan kanssa samaan syysuuntaan. Kaikki linjalla käytetyt kuivat viilut ovat verkkokuivattuja ja viilut tulevat ladontaan pääosin neljästä kohteesta.

1. verkkokuivaajien BK4 laadutetusta lokerosta
2. saumaajilta
3. paikkakoneen paikkahylystä
4. muilta tehtailta

Linjalla tehtyjen havaintojen ja operaattorien kommenttien perusteella ehjät kuivaviilut eivät aiheuta ongelmia kulussa, elleivät viilut ole imeneet itseensä kosteutta ja tästä syystä käyristyneitä. Saumattujen viilujen suhteen suurimmat ongelmat ovat heikot lankasaumat, jolloin lanka irtoaa viilun pinnalta ja rikkoo viilun rakenteen sekä porrastus jota viilun reunalla esiintyy. Kun kone oikaisee viilun sen pitkän sivun mukaan, aiheuttaa porrastus myös viilun kääntymistä linjalla.

Koivusisäviilujen vaikutusta laatuun tutkittiin seuraamalla ladontaa ehjillä sekä saumatuilla viiluilla. Jokainen selvästi huonosti asemoitunut viilu kirjattiin ylös syyn kanssa, miksi viilu tuli ladelmaan vinossa. Seurantatulokset on esitetty taulukossa 7. Seuranta-aika oli kaksi tuntia, rakenne oli 18 mm ja linjalla työskenteli kaksi operaattoria.

TAULUKKO 7. Huonosti asemoituneet kuivat viilut

Ehjä kuivaviilu		Saumattu kuivaviilu	
nro.	syy	nro.	syy
1	viilu vinossa	1	pykälää
2	viilu vinossa	2	suikale puuttui
		3	narut irti, porrasta
		4	narut irti, porrasta
		5	narut irti, porrasta
		6	narut irti porrasta
		7	puuttuva viilupala

7.1.3 Pintaviilu

Pintaviilu on usein hyvin tasalaatuista, eikä aiheuta ongelmia linjalla. Pintaviilun ongelmat liittyvät lähinnä paikkojen irtoamiseen, joka ei vaikuta viilun asemointiin linjalla tai aiheuta reunavajaita levyjä. Kappaleessa 5.1 on esitetty myös pintaviilujen lokerot.

7.2 Ladontalinjan mekaaninen toiminta

Kappaleessa 7.2 käydään läpi linjan mekaanisia ratkaisuja niiltä osin, jotka ovat kriittisessä asemassa reunavajaiden aihoiden synnylle. Toimintaan perehdyttiin operaattoreiden avustuksella ja käytännön tutkimuksessa seurattiin eri viilulaaduilla ongelmallisiksi tiedettyjä kohtia pyrkien selvittämään, missä olosuhteissa sisäviiluvajaa syntyy linjan toimintaan nähden.

7.2.1 Viilun kulku linjalla

Viilun moitteeton kulkeminen kuljetinhihnoilla on lähes täysin riippuvainen käytettävän viilun laadusta. Mikäli viilussa esiintyy käyryyttä, se todennäköisemmin muuttaa asemointiaan. Ongelmallisiksi kohdiksi viiluille osoittautuivat jakotippeli, eri kuljettimien väliset ylitykset sekä kaksikerroskuljettimen alemman tason ja ensimmäisen tabletin väli.



KUVIO 12. Kuljettimen ja tabletin väli

Kuvion 12 punaisella ympyröity kohta on ongelmallinen reunastaan kuperalle tai saumatulle liimaviilulle, sillä sen reuna kääntyy tällöin herkästi kuljettimien väliin. Liimaviilu kulkee alemmalta tasolta vain 15 mm rakenteella, jossa on kaksinkertainen liimaviilu keskellä.



KUVIO 13. Jakotippeli ja kaksikerroskuljetin

Kuviossa 13 näkyy oikealla jakotippeli, jonka tehtävänä on jakaa viilut rakenteen mukaan kaksikerroskuljettimelle. Kovalla vauhdilla tuleva viilu liikahtaa herkästi kuljettimien ylityksessä. Ylemmälle kuljettimelle jakaessa viilu törmää usein kuljettimen yläpuolisiin rakenteisiin.

7.2.2 Viilun oikaisu ja asemointi

Latoessa viilut päällekkäin tulisi aihion reunojen olla suorat ja jokaisen viilun toisiinsa nähden kohdakkain. Viilun linjauksessa ongelmia aiheuttaa viilu elävänä materiaalina ja varsinkin ohut ja kevyt koivuviilu on taipuvainen muuttamaan asentoaan kulkiessaan linjalla. Viilun käyryys ja kuperuus vaikuttaa myös

asemoinnin pysymiseen. Oikaisu tapahtuu oikaisurullastoilla, valokennoilla tai mekaanisilla vasteilla, joihin viilu ajetaan.

Linjaa seurattaessa havaintojen perusteella oikaisu toimii hyvin, mikäli viilu on ehjä ja hyvälaatuinen. Tutkimuksen aikana kuivaviilujen oikaisulle signaalin antava valokenno lakkasi muutaman kerran toimimasta kennon eteen joutuneen viiluroskan takia. Oikaisulaitteiden linjaus ja kunnossa pitäminen on osaltaan yksinkertaisin tapa taata niiden moitteeton toiminta.

7.2.3 Parittelu ja pinkkaus

Ladontalinjan loppupäässä tapahtuva viilujen parittelu aihiksi ja aihion pinkkaus ovat tärkeimmässä osassa syntyvään laatuun. Operaattori valvoo tapahtumaa kameran välityksellä, eikä hänellä ole suoraa näköyhteyttä linjan loppupäähän, joten toisen työntekijän apu valvonnassa on merkittävä. Operaattori voi säätää parittelua ja viilujen takavasteeseen ajoa ennen pinkkausta, mutta tästä huolimatta viilut muuttavat asemaansa erityisesti linjan loppupäässä, jossa viiluja liikutellaan sekä pysty-, että vaakasuunnassa.

Kuviossa 14 tapahtuva viilujen lasku ladelmaan on kriittinen vaihe, jolloin viilut karkaavat usein kovasta reunasta, varsinkin jos takavaste on liimainen. Kuviossa 15 on esitetty liimainen takavaste. Kuviossa 16 aukeavien tablettien laskiessa viiluja ladelmaan tapahtuu usein yllätyksellään liimaviilulla viilun liikkuminen ensimmäisen tabletin mukana taaksepäin pois kovasta reunasta.



KUVIO 14. Viilujen lasku ladelmaan

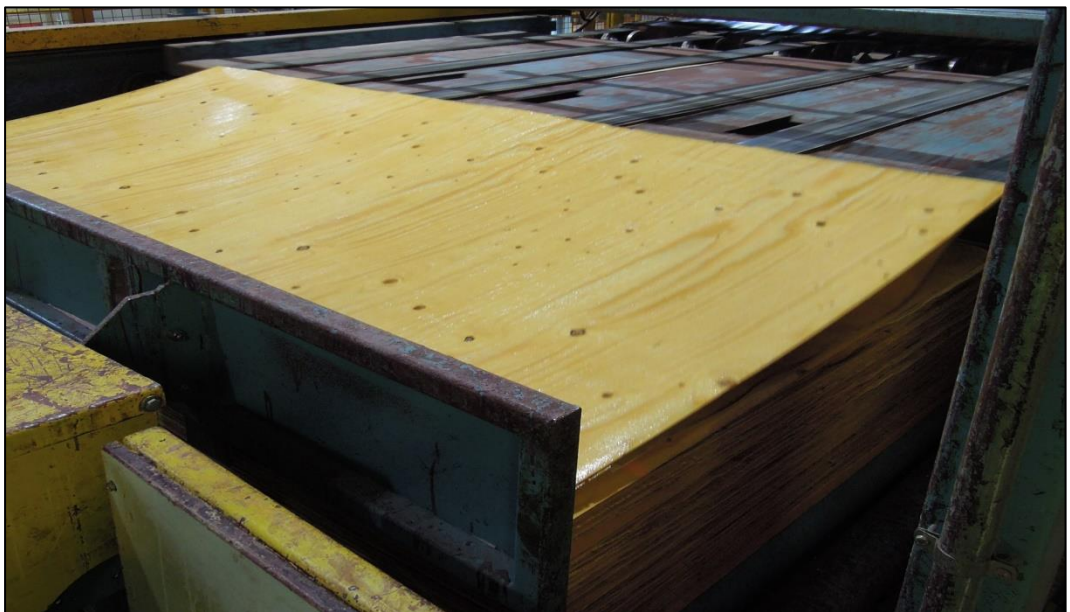


KUVIO 15. Likainen takavaste



KUVIO 16. Viilujen lasku ladelmanan tablettien auetessa

Linjan rakenne ladelman valmistukseen on alun perin suunniteltu liiman vaahtolevitystä varten, jolloin jokainen ladelman kulkisi alkupuristimen läpi. Toimintatapansa vuoksi linja ei voi laskea ja työntää jokaista viiluparia vasteeseen ja pinkata aihioita suoraan nipuksi, kuten esimerkiksi Pellos 2 tehtaalla (Kuvio 17). Tämä aiheuttaa viilujen kääntymistä niiden pinoamisvaiheessa.



KUVIO 17. Pellos 2:n pinkkari

7.3 Ladonnan jälkeisten työvaiheiden vaikutus laatuun

Ladotulle tuotteelle on hankala tehdä mitään ladonnan jälkeen, mutta muiden työvaiheiden operaattorit voivat valvoa tuotteen laatua. Varsinkin puristimenhoitajan aktiivisuus levyn laatua seurattaessa ja välitön palaute latojille, mikäli huomaa levyissä laatuvirheitä on tärkeää.

Tuotteen onnistumisen kannalta ladonnan jälkeen tärkein työvaihe on reunasahauskarsintamittaan. Sahausvarat on esitetty taulukossa 2. Sahuri voi sahausjäljen huolellisella seuraamisella vaikuttaa levyn reunan laatuun optimoimalla sahauslevyn ladontatarkkuus huomioiden. Sahauksessa levy oikaistaan rullastolla vasteeseen ja laserosoitin näyttää levyssä sahauskohdat, levyn liikuessa kuljettimella sahauskseen. Sahurin on edullisinta sahata mahdollisimman vähän ladontavasteen puoleisesta ns. kovasta reunasta, sillä kuten kuviosta 18 huomataan, on ladontavasteen vastainen ns. pehmeä reuna huomattavasti kovaa reunaa rikkonaisempi varsinkin pitkällä sivulla, jonne reunavajaat keskittyvät. Kappaleet vasemmalta oikealle:

1. lyhyt sivu ”pehmeä reuna”
2. lyhyt sivu ”kova reuna”
3. pitkä sivu ”pehmeä reuna”
4. pitkä sivu ”kova reuna”



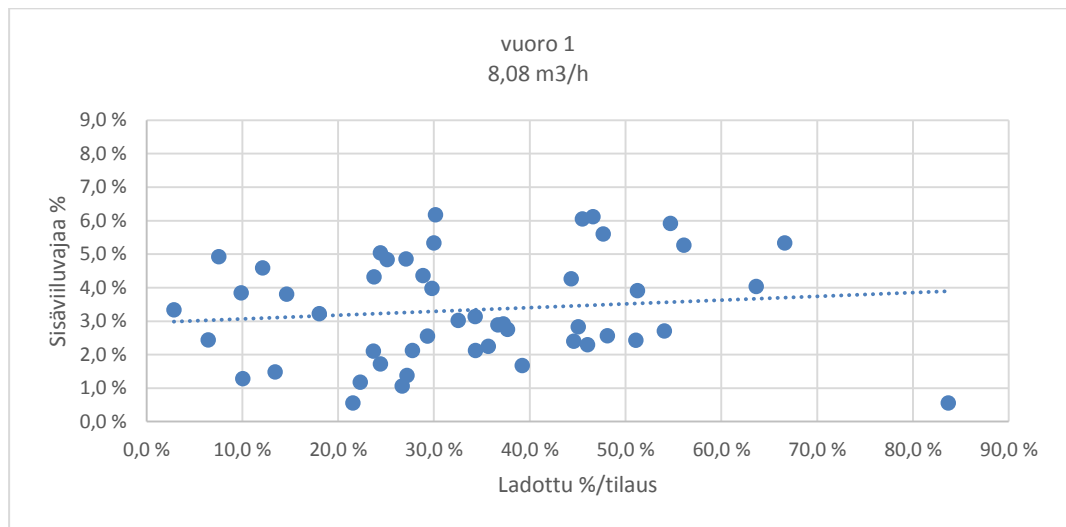
KUVIO 18. Reunasahaoksen sahausjäte

7.4 Operaattoreiden toiminta

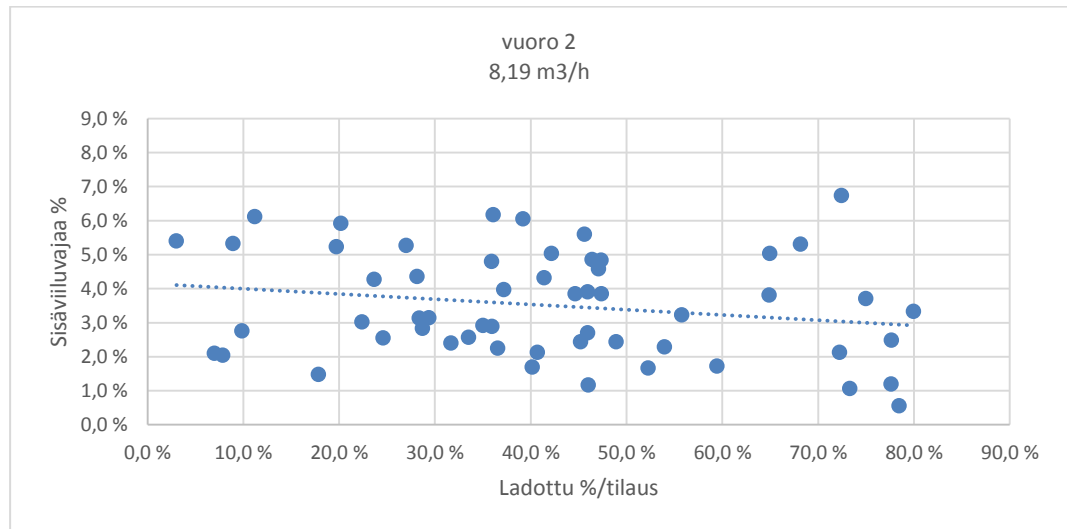
Operaattorin toiminta linjalla syntyvään laatuun on merkittävin seikka pitkällä aikavälillä, sillä tällöin ulkoiset, laatuun vaikuttavat tekijät tasoittuvat eri vuorojen kesken. Ladontalinjan operaattoreiden välisiin eroihin syvennyttiin tutkimalla tiedonkeruujärjestelmästä vuorokohtaisesti syntynyttä tuotantoa, vertaamalla sitä työstölinjan hylkäysprosentteihin sekä tarkastelemalla puun käytön hyötysuhdetta kahdelta kuukaudelta vuorokohtaisesti. Myös poissaolojen vaikutusta syntyvään laatuun tutkittiin tarkastelemalla linjan työntekijöiden poissaoloja verraten sitä sisäviiluvajaiden esiintymiseen.

7.4.1 Laatuero vuoroittain

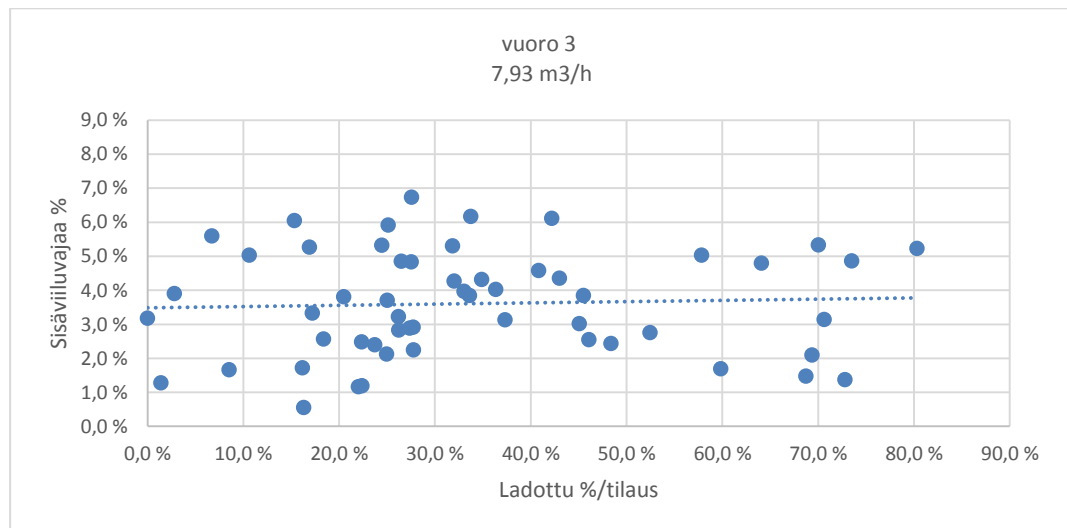
Kuvioissa 19, 20 ja 21 on esitettyinä, miten sisäviiluvajaiden levyjen määrä korreloi jokaisen vuoron ladontaosuuden tilauksesta. Tarkastelussa on jätetty huomioimatta yli 85 % ladontaosuudet/vuoro ladotuista tilauksista.



KUVIO 19. Vuoron 1 ladontaosuus ja virhekorrelaatio



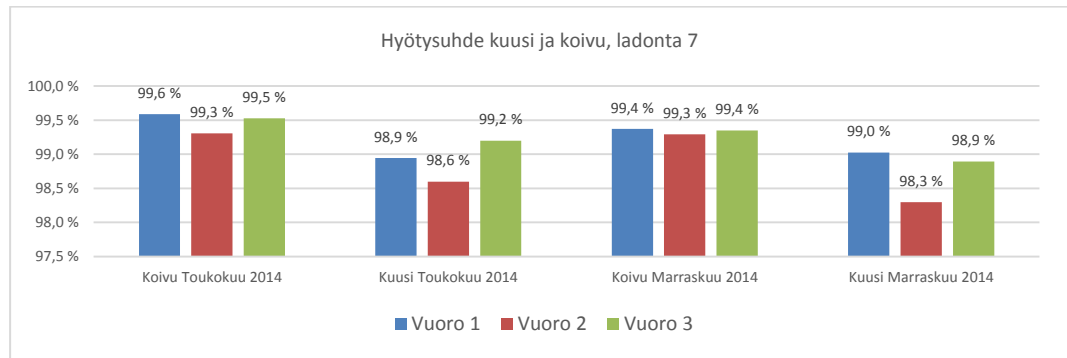
KUVIO 20. Vuoron 2 ladontaosuus ja virhekorrelaatio



KUVIO 21. Vuoron 3 ladontaosuus ja virhekorrelaatio

7.4.2 Puun käytön hyötysuhde vuoroittain

Vuorojen välisiä laatueroja voidaan selittää tutkimalla puun käytön hyötysuhdetta vuorojen kesken. Kuviossa 22 on esitettyä viilun käytön hyötysuhde-eroja vuoroittain touko- ja marraskuun 2014 osalta.



KUVIO 22. Puun käytön hyötysuhde-erot vuoroittain

Taulukossa 8 on esitetty reunavajaiden levyjen määrä kaikilla rakenteilla ja puun käytön hyötysuhteen erot kuusella ja koivulla toukokuun 2014 sekä marraskuun 2014 välillä.

TAULUKKO 8. Reunavajaan ja hyötysuhteen erot touko- ja marraskuu 2014

Kuukausi	Reunavajaat levyt	Muutos	Puun käytön hyötysuhde	Muutos
toukokuu 2014	5,26 %		99,21 %	
marraskuu 2014	1,85 %	- 3,41 %	99,04 %	-1,67 %

7.4.3 Operaattorien lukumäärän suhde laatuun

Poissaolojen vaikutus, eli operaattoreiden lukumäärän vaikutusta ladontalaatuun selvitettiin keräämällä työntekijöiden tuntikirjaukset tiedonkeruujalta ja huomioimalla kaikki yli kolmen päivän poissaolot. Työntekijöiden poissaolon aikana ladottua laatua verrattiin poissaoloihin. Taulukossa 9 on esitetty ladontalinjan operaattoreiden poissaolo ja sen aikana syntyneiden sisäviiluvajaiden levyjen prosentuaalinen keskiarvo paksuuksittain.

TAULUKKO 9. Poissaolon vaikutus sisäviiluvajaaseen

Poissaolo	15 mm	18 mm	21 mm
ei poissaoloa	4,27 %	2,46 %	4,45 %
1/6 poissa	4,32 %	2,85 %	5,75 %
2/6 poissa	5,69 %	2,19 %	1,51 %

7.4.4 Ajoparametrit

Vuorojen välisiä laatueroja pyrittiin selvittämään myös ajoparametreillä ja niiden mahdollisella optimoinnilla vuorojen välille. Tämä toimintamalli jouduttiin hylkäämään, sillä muutettavia parametrejä, kuten oikaisua, parittelua ja linjanopeutta säädetään tilannekohtaisesti, eikä yleispätevää ohjetta näin ollen voida toteuttaa.

8 TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELU

8.1 Viilututkimusten tulosten analysointi

Tuotteessa käytettävien viilulaatujen voidaan osaltaan huomata vaikuttavan ladonnan onnistumiseen kosteuden ja valmistustavan perusteella. Liimaviilun kosteuden vaihtelu verrattuna onko mittaus otettu telakuivaajalta vai laadunvalvojan toimesta poikkeaa huomattavasti toisistaan. Kuvioista 8, 9, 10 ja 11, joissa on vertailtu viilunkosteuden vaikutusta sisäviiluvajaisiin levyihin nähdään useamman prosenttiyksikön erot viilun kosteuksissa.

Liimaviilun kosteuden korrelointi ladonnan onnistumiseen on 2,6 mm:n viiluilla havaittavissa kuvioista 8 ja 10. Telakuivaajalla mitatun viilunkosteuden mukaan kosteampi viilu tuottaa paremman ladontatuloksen. Ladonnasta mitatun viilunkosteuden mukaan kosteuden ollessa 2 % - 4 % olisi ladontatulos paras suhteessa sisäviiluvajaiden määrään, mikäli kosteus nousee yli 4 % lisääntyvät sisäviiluvajaat huomattavasti.

2,0 mm:n liimaviilulla ladonnasta mitattuna kuvio 9 kertoo viilun kosteuden ja sisäviiluvaan korrelaation olevan lähes olematon. Pienin sisäviiluvajaaprocentti on kuvaajasta tulkittuna viilun kosteuden ollessa 2 % - 4 % välillä, tosin tälle välille sattuu myös suurempia sisäviiluvajaan hylkäysprosentteja. Telakuivaajalta mitattuna (kuvio 11) kosteampi viilu näyttäisi tuottavan enemmän sisäviiluvajaata. Tosin korrelaatio on vain prosenttiyksikön luokkaa arvopisteitä ollessa vähän.

Taulukossa 6 oleva ajotutkimus saumatuilla ja ehjillä liimaviiluilla näyttää saumatun viilun tulevan useammin ladelmaan vinossa kuin ehjän viilun. Tämän näkemyksen vahvistavat myös operaattorit.

Kuivan keskiviilun ongelmana on saumattujen viilujen laatu. Taulukosta 7 nähdään saumatun viilun suurimpana asemointivirheenä saumauslankojen irtoamisen linjalla, joka rikkoo viilun rakenteen ja saumapalan puuttumisen.

8.2 Linjan mekaanisen toiminnan analysointi

Ladontalinjan mekaaninen toiminta on sidoksissa sen käyttämään raaka-aineen laatuun ja kosteuteen, kuten kappaleessa 8.1 todetaan. Onnistuneeseen ladontaan vaikuttavat kriittisimmät huomiot linjan toiminnassa ovat:

1. kuljetinhihnojen väliset ylitykset, joissa käyrä viilu muuttaa herkästi asemaansa
2. linjan siisteys, etteivät roskaantuminen ja likaantuminen estä valokennojen, kuljetinhihnojen ja mekaanisten laitteiden oikeaa toimintaa.
3. parittelun ja pinoamisen rakenne ja kehittäminen, tällä hetkellä viiluille tulee liikaa erisuuntaisia liikkeitä, jotka muuttavat viilujen asemointia

8.3 Operaattoritoiminnan analysointi

Kuvioista 19, 20 ja 21 huomataan, että ladotun määrän suhde laatuun vaihtelee molempiin suuntiin jopa prosenttiyksiköllä eri vuorojen välillä, samalla tehokkuudessa (m^3/h) on huomattavia eroja.

Kuviosta 22 nähdään, että laadullisesti paras vuoro (vuoro 2) hylkää eniten viiluja. Kuvioiden 20 ja 22 perusteella voidaan todeta, että viilujen hylkääminen korreloi vuorossa syntyvään laatuun.

Taulukossa 8 on esitetty reunavajaiden levyjen esiintyvyys, sekä puun käytön hyötysuhteen kehittyminen touko- ja marraskuussa 2014. Taulukosta nähdään levyjen laadun parantuneen reunavajaan osalta suhteessa puun käytön hyötysuhteen laskuun.

Taulukossa 9 on esitetty operaattien lukumäärän suhde sisäviiluvajaan syntymiseen. Taulukosta huomataan sisäviiluvajaaprocentin olevan korkeampi, mikäli operaattoreita on poissa, lukuun ottamatta 21 mm levyä, tämä voi selittyä pienellä sarjakoolla.

9 KOEAJOT

Testiajoiksi valittiin kaksi tilannetta, joilla voitaisiin todentaa tutkittujen asioiden vaikutusta onnistuneeseen ladontaan. Koeajot tehtiin sattumanvaraisesti muun tuotannon ohessa siten, ettei operaattoreita erikseen varoitettu kokeiluista, jolloin saatiin aikaan olosuhteet mahdollisimman normaalille tuotantotilanteelle.

Koejärjestelyn muutettaviksi parametreiksi valittiin ladonta saumatuilla ja ehjillä viiluilla, sekä yhdellä ja kahdella operaattorilla. Kaikki ladotut aihiot olivat 18 mm paksuja. Levyniput merkittiin ja niistä mitattiin reunasahan jälkeen työstövaran ylittävät sisäviiluvajaat. Molempien otosten koko oli 180 levyä. Taulukossa 10 on esitetty koejärjestelyt.

TAULUKKO 10. Koejärjestelyt

Koe nro.	Operaattoreiden lkm.	Liimaviilu	Kuivaviilu
1	1	ehjä	saumattu
2	2	ehjä	ehjä
3	2	ehjä	saumattu

9.1 Epäedullinen tuotantotilanne

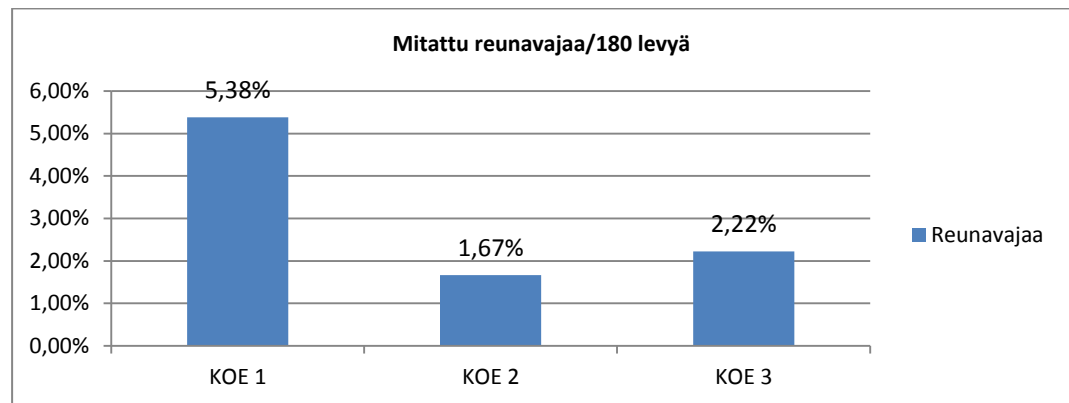
Epäedulliseksi tuotantotilanteeksi katsottiin tilanne, jolloin linjalla oli vain yksi operaattori, sekä kuivana keskiviiluna saumattu viilu. Tämä on haasteellinen tilanne, sillä toinen operaattori ei voi varmistaa laatua ja tutkimuksissa huonolaatuisemmaksi todettu saumattu viilu käyttäytyy epävarmemmin linjalla.

9.2 Suotuisa tuotantotilanne

Suotusaksi tuotantotilanteeksi katsottiin tilanne, jolloin linjalla oli kaksi operaattoria, sekä viiluina ehjät viilut. Järjestelyssä toinen operaattori valvoi

osittain parittelua. Vertailun vuoksi tilanteessa ajettiin myös yksi nippu saumatulla kuivaviilulla, jolloin voitiin todeta toisen operaattorin vaikutus huonompilaatuisella viilulla ajamiseen.

9.3 Koeajojen tulosten tarkastelu



KUVIO 23. Koeajojen tulokset

Eri tuotantotilanteita ja raaka-aineen laatua muuttamalla voitiin todentaa ladontalinjalla syntyvään laatuun vaikuttavan selvästi viilun laatu, sekä operaattoreiden toiminta. Yhdellä operaattorilla ladottaessa, operaattorin huomio keskittyy seuraamaan laatukuljettimella kulkevia viiluja ja varsinkin saumatuilla viiluilla operaattori joutuu tarkkailemaan aktiivisemmin edessä kulkevan viilun laatua ja parittelun seuraaminen jää pienemmälle huomiolle. Viilun laadullinen ero saumattujen ja ehjien viilujen suhteen on merkittävä. Saumatut viilut elävät linjalla liikkuessaan enemmän ja aiheuttavat kääntymistä.

10 TUTKIMUKSEN HUOMIOT JA KEHITYSEHDOTUKSET

Toiminnan kehittämisen ajatukset perustuvat tutkimusosiossa kerättyyn tietoon ja tutkimustyön aikana havaittuihin toimintatapoihin. Työtä tehdessä tiettyjen yksittäisten tilausten suuriin sisäviiluvajaan määriin ei aina löytynyt yhtä selittävää tekijää. Suurimmat syyt seuranta-ajalla tapahtuneille laadunvaihtelulle olivat usein olosuhteiden luomia tilanteita, kuten työntekijöiden poissaolot tai rajuu muutos viilunlaadussa. Kenttätutkimuksen aikana viikolla 39 tapahtunut laadunparannus, jossa sisäviiluvajaiden määrä pysyi viikkotasolla 1 % - 4 % välillä kaikilla paksuuksilla on kiinnostavaa. Toimintatapoihin ei tutkimuksen aikana puututtu, mutta työntekijöiden tietoon saatettiin viikottaiset levyjen hylkäysprosentit ja linjan toimintaan kiinnitettiin tutkimuksen muodossa huomiota. Tiedonkeruu- ja tutkimusajan sisäviiluvajaat viikoittain on esitettyä liitteessä 4.

Linjalla käytettävien viilujen osalta havuviilun kosteudenhallinta on avainasemassa syntyvään laatuun. Liian kuivat viilut ovat koppuraisia ja kulkevat linjalla huonosti, kuten toisaalta liian kosteat viilut leveysvaihteluineen. Saumattujen koivuviilujen käyttöä linjalla tulisi välttää ja ajaa ne mahdollisuuksien mukaan käsiladonnan kautta.

Ladonnan mekaaninen toiminta on luotettavaa, mikäli operaattorin valvonta toimii ja viilun laatu on hyvä. Viilun käyttäymiselle haastavimmat kohdat on esitetty kappaleessa 7.2. Tärkeimmät muutokset linjalle olisivat viilun kulkemisen helpottamiseksi, viilun laadusta riippumatta.

1. Pinkkarin siirtäminen linjan loppupäähän ja toisen tabletin poistaminen. Tällöin viilut voitaisiin niputtaa vasteeseen, jolloin linjalla kääntynyt viilu oikenisu suuremmalla todennäköisyydellä, eivätkä viilut leijaisi nonstoplaitteen laskiessa niitä kuljettimelle.
2. Linjan säännöllinen siivous ja viiluroskan poisto, viilunkappaleet kertyvät kuljetinhihnojen alle, jolloin niiden pyörintä hidastuu ja pyörintämatka kasvaa. Roskaa on usein antureiden edessä ja liikkuvien osien välissä, jolloin niiden toiminta heikkenee.

3. Ajoreseptin muutos 15 mm:n levyyn, jolloin rakenteen keskellä olevan tuplaliimaviilun tapauksessa toisen liimaviilun ei tarvitsisi kulkea kaksikerroskuljettimen alatasolla, jossa viilu usein muuttaa asemointiaan. Tämä on mahdollinen toteuttaa automaatiomuutoksella.

Operaattoritoiminnan aktiivisuus ja ajotavat vuorojen välillä vaikuttavat laatuun huomattavasti, kuten kappaleessa 7.4 ja tutkimuksen aikana parantunut laatu osoittaa. Ajoparametrimuutokset, joita operaattorit ajon aikana tekevät, ovat tapauskohtaisia, ja niihin vaikuttaa viilun rakenne sekä operaattorin aktiivisuus parittelun valvonnassa. Yhdellä operaattorilla parittelun seuraaminen on ongelmallista, eikä työntekijä pysty monitorin perusteella päättämään ladontalaadusta tarpeeksi. Paras tilanne olisi, mikäli rakenteita voitaisiin latoa standardisoiduilla parametreilla, mutta ladontaan vaikuttavien muuttujien vuoksi tämä on mahdotonta. Muutoksia asetteisiin tehdään, mikäli ne todetaan tarpeellisiksi ja havaintojen mukaan nämä muutokset ovat vuorojen välillä linjassa keskenään.

Selittävin tekijä vuorojen välisille eroille hyötysuhteen ja havaintojen perusteella on huonolaatuisen viilun poistaminen ladonnassa. Tämä tarkoittaa usein linjan pysäyttämistä ja viilun poistamista käsin, mikäli se on kulkenut jo laatukuljettimen ohi. Tässä suhteessa kahden operaattorin kokoaikainen työskentely linjalla helpottaa työtä. Työntekijöiden vaikutusta ladonnassa syntyvään laatuun on mahdollista helpottaa.

1. Vältetään tilannetta, jossa linjalla on vain yksi työntekijä.
2. Operaattorille isompi näyttö pinkkausta ja parittelua varten, mikäli virhe havaitaan selkeästi, siihen puututaan herkemmin.
3. Anturiratkaisu hälyttämään, mikäli viilut tulevat vinossa kaksikerroskuljettimen tasolle, jolloin operaattori voi hylätä viilun.

Tutkimuksen ja tiedonkeruuvaiheen aikana ladonnan laaturaportoinnin kerääminen oli työlästä, virheiden jäljittäminen oikeaan ladontavuuroon ei onnistu suoraan tiedonkeruusta, vaan tilaukset joudutaan jäljittämään tilausnumeron perusteella oikealla ladontatyöryhmälle. Työstölinjalla levyjä usein sahataan eri tilausnumerolle, kuin on ladottu. Tämä aiheuttaa osaltaan sen, että ladontamäärä ei

vastaa työstölinjalla työstettyyn levymäärään. Jälkikäteen on hankala selvittää kunkin ladontavuoron osuutta tiettyyn tilaukseen ja sen laatuvirheisiin.

Seuraavilla muutoksilla tiedonkeruutietoihin, voidaan virheisiin ja laatuun reagoida vuorotasolla huomattavasti helpommin sekä päästä helpommin kiinni laadun heittelyihin vaikuttaviin juurisyihin kiinni.

1. Häiriötiedonkeruun käyttöönoton kehittäminen, huolellinen täyttäminen ja mahdollisesti viilujen laatuun liittyvien häiriönimikkeiden lisääminen, tällä voidaan huomata viilun laadun äkilliset muutokset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä tehokkaasti.
2. Tiedonkeruujärjestelmään mahdollisuus syöttää työstölinjalla tilauksen latonut vuoro, vuorot nimettävä tilauskortteihin ja työstölinjan operaattoreiden huolehdittava vuoron vaihdosta järjestelmään mikäli ladontaryhmä vaihtuu työstettävissä paaleissa.
3. Ladontalinjalle tuotava tietoon jokaisen vuoron latoma laatu ja laadun kehitys erityisesti reunavajaiden osalta, operaattorien tietäessä laadun merkitys ja taso, sen ylläpito kiinnostaa enemmän.

11 YHTEENVETO

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli selvittää Jyväskylän vaneritehtaan automaattiladonnasta syntyvien mirror-rakenteisten levyjen reunavajaisuuden pääsyyt ja kehittää ladontalinjan ladontatarkkuutta selvitystyön pohjalta. Työ tehtiin kesän ja syksyn 2014 aikana.

Sisäviiluvajaa levy tarkoittaa levyä, jossa jokin sisäviiluista on kohdistunut huonosti suhteessa muihin viiluihin ja näin ollen sahatun levyn reunasta puuttuu viilua. Reunavajaa levyä ei voi korjata ladonnan jälkeen, joten ainoa keino tehdä muuten priimalaatuisesta levystä asiakkaalle kelpaava on sahata se aiottua pienempään mittaan. Sisäviiluvajaiden mirror-rakenteisten levyjen määrä oli noin 4 %, joka laskennallisella 400 m³ viikkotuotannolla tarkoitti 16 m³ sisäviiluvajaita levyjä viikossa.

Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee vaneria materiaalina ja vanerin valmistusta yleisesti keskittyen vanerin liimaukseen. Tutkimusosio keskittyy suoraan ja välillisesti ladontalinjan toimintaan ja tuotteen ladontaan vaikuttaviin tekijöihin. Selvitystyössä merkittävässä roolissa olivat tiedonkeruujärjestelmän ja laadunvalvonnan tulokset, joiden avulla saatiin pohjatietoa tutkimuksen oikeaan kohdentamiseen. Kenttätutkimuksen kohteeksi valittiin viilun laatu, linjan mekaaninen toiminta, operaattoreiden työskentely ja ladonnan jälkeiset työvaiheet.

Tutkimuksesta saatujen tietojen perusteella pystyttiin osoittamaan useita ladontatarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä, mutta ei yksittäistä tekijää, joka nostaisi laatua huomattavasti. Tärkeimmiksi kehityskohteiksi nousivat viilun laatu ja operaattoreiden toiminta, näiden tekijöiden yhteisvaikutus syntyvään laatuun on selvästi suurin.

Työprosessin ja tutkimuksen aikana ladontalinjan laatu parani selvästi, ilman suurempia työskentelytapoihin muutoksia. Tämän kehityksen takana oli varmasti työntekijöiden asenne ja kiinnostus laadun parantamista kohtaan, kun asiaan kiinnitettiin opinnäytetyön muodossa huomiota ja viikottaiset laatutiedot tuotiin operaattoreiden tietoon.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet:

Salomaa, Penttinen, Urpio. Tunnelmia Jyväskylästä 2014.

Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg. Raaka-aineet ja aihiot 2005.
Helsinki: Edita Prima Oy.

Koponen H. Puulevytuotanto 2005. Helsinki: Edita Prima Oy.

Elektroniset lähteet:

UPM tuotantolaitokset 2014 [viitattu 19.12.2014] Saatavissa:

<http://www.wisaplywood.com/fi/yhteystiedot/tuotantolaitokset/jyvaskyla/Pages/default.aspx>

Puuinfo.fi 2014 Vaneri [viitattu 20.12.2014]. Saatavissa

<http://www.puuinfo.fi/node/1513>

Puuproffa.fi. 2014 Vanerit [viitattu 2.10.2014]. Saatavissa:

http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/puujalosteet/vanerit

UPM vuosikertomukset 2011 – 2013. [viitattu 25.08.2014] Saatavissa:

<http://www.upm.com/FI/SIJOITTAJAT/Raportit-ja-esitykset/2014/Pages/default.aspx>

Metsäteollisuus ry puulevyteollisuuden tilastot 2013. [viitattu 25.08.2014]

Saatavissa: <http://www.metsateollisuus.fi/tilastot/25-Puulevyteollisuus>

Handbook of Finnish Plywood. 2007. [viitattu 19.12.2013] Saatavissa:

http://www.upm.com/cn/products/plywood/Documents/Handbook_EN.pdf

Puutuotemarkkinoiden kehitysnäkymät, Pöyry Forest Industry Consulting 2009.

[viitattu 29.10.2014] Saatavissa:

https://www.tem.fi/files/25270/52A12754_Puutuotemarkkinoiden_kehitysnakymat_loppuraportti.pdf

Muut lähteet:

WISA[®]-Form Beto tuote-esite 05/2012

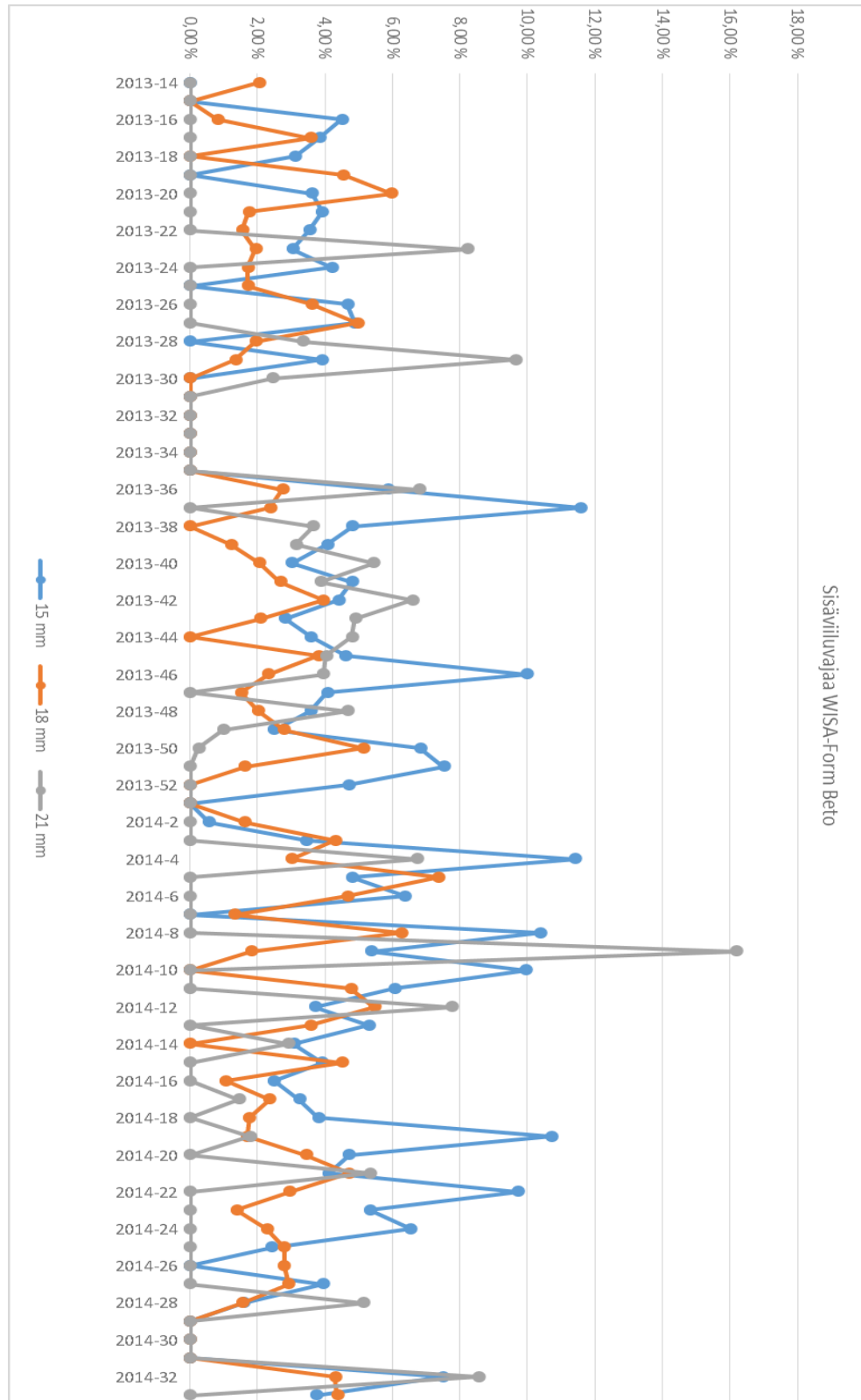
Suulliset lähteet

Oksanen, J. 2014. Tuotannonsuunnittelija, UPM. Haastattelu kesäkuu 2014

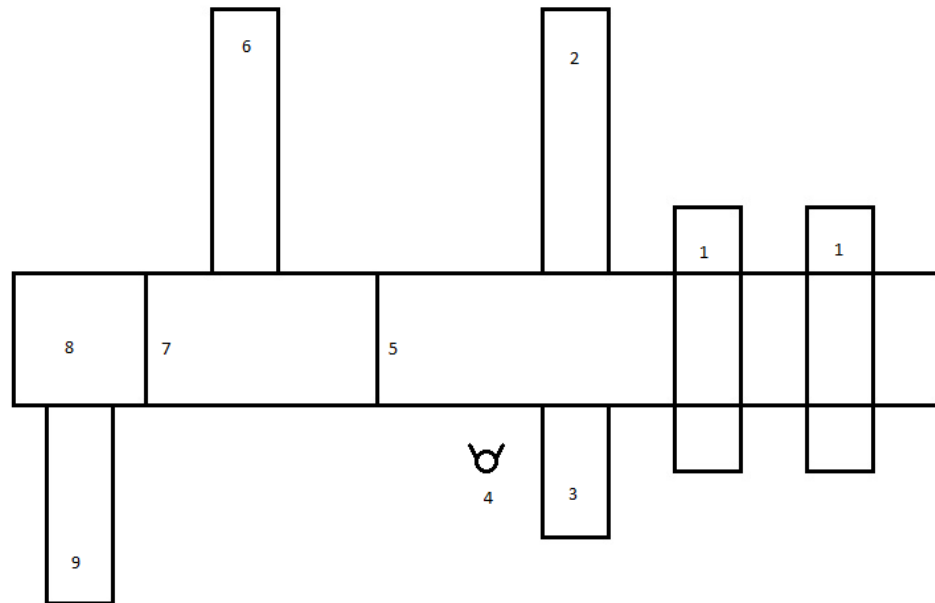
Kullaa, M. 2014. Osastomestari, viiluntuotanto, UPM. Haastattelu kesäkuu 2014

LIITTEET

LIITE 1, sisäviiluvajaiden levyjen määrä viikoittain



LIITE 3, havainnekuva ladontalinjasta



1. Liimaviilut, eli pitkät viilut
2. Kuivaviilut, eli lyhyet viilut
3. Alapinta
4. Operaattori
5. Liimoitin
6. Yläpinta
7. Viilujen parittelu
8. Tabletit, aihion latominen
9. Pinkkaus

LIITE 4, sisäviiluvajaat tiedonkeruun ja tutkimuksen ajalta

