

Melamiinipinnoitteen vanerin visuaalisuuden parantaminen prosessin aikana

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Materiaalitekniikka
Puutekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Joonas Mäkelä

Lahden ammattikorkeakoulu
Materiaalitekniikka

MÄKELÄ, JOONA:

Melamiinipinnoitteen vanerin
visuaalisuuden parantaminen
prosessin aikana

Puutekniikan opinnäytetyö, 38 sivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia likoja, joita syntyy prosessin aikana melamiinipinnoitteen vanerien kalvon alle. Työssä oli tavoitteena löytää ja etsiä mahdollisia ratkaisuja ongelmaan, jotta materiaalihävikki tulevaisuudessa vähentyisi.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa on käytetty eri kirjallisia sekä internetlähteitä. Tutkimusosuudessa on hyödynnetty Koskisen Oy:n henkilökunnan asiantuntemusta, tutkimustyötä tehtaalla sekä tuotantotilastoja viime vuosilta.

Koskisen Oy:n vaneritehtaalla likaa melamiinipinnoitteen vaneriin tulee erityisesti pinnoituspuristimeen jääneistä filmin palasista, joita on vaikea puhdistaa. Myös pitkät aihoiden siirtomatkat tuotannon eri vaiheissa ovat ongelmallisia. Tehtaan sisäisessä logistiikassa likaa aiheuttavat erityisesti trukista irtoavat epäpuhtaudet ja aihionippujen osittain puutteellinen suojaus. Aihoiden siirtomatkaan on vaikea puuttua, koska tehdasta on vuosien varrella laajennettu monta kertaa.

Tällä hetkellä likoja on pyritty vähentämään monin keinoin ja siinä on osittain myös onnistuttu. Pinnoituspuristimet siivotaan viikottain ja myös tuotannonsuunnittelussa pyritään huomioimaan pinnoitteiden vaihdot, jotta filmiroskien määrä vähenisi. Henkilöstön kouluttaminen ja tuotantotilojen siisteydestä huolehtiminen ovat oleellisia asioita, joita kehittämällä tulevaisuudessa likoja syntyy vähemmän vanerin pinnalle.

Työn tuloksia voidaan hyödyntää mahdollisia korjaavia toimenpiteitä suunniteltaessa tai toteutettaessa

Avainsanat: melamiini, vaneri, pinnoitus

Lahti University of Applied Sciences
Degree programme in Materials Technology

MÄKELÄ, JOONA:

Improving the visual appearance of
melamine film coated plywood during
the production process

Bachelor's Thesis in wood technology, 38 pages

Spring 2016

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to study impurities which are generated under the melamine film of coated plywood during the production process. The aim of the work was to find potential solutions to the problem, so that material losses could be reduced in the future.

In the theory part of the thesis, various literary and internet sources were used. In the practical part, the knowledge of the personnel at Koskisen and recent research on factory and production statistics were used comprehensively.

At the Koskisen plywood factory, impurities in the melamine film coated plywood are caused by the remains of film left in the film press. These impurities are difficult to clean from the surface of the plywood. Another issue is the long transfer time of semi-finished products between different stages of production. Problems with the internal logistics of the factory, such as dirt from the forklift trucks and insufficient protection of the semi-finished products during transfer, also cause impurities on the surface of the plywood. However, it is difficult to reduce the transfer time as the factory has been expanded several times over the years.

There have been previous attempts to reduce the impurities, with some success. The film presses are cleaned weekly and production planning aims to take into consideration the changing of the films in order to reduce the amount of film waste. Training the staff and making sure the production facilities are kept clean are some of the key aspects to be further improved, if film impurities are to be reduced in the future.

The findings of this thesis can be used in the future when planning or implementing correcting operations.

Key words: melamine, plywood, coating

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Koskisen Oy	1
2	VANERIN RAKENTEET	3
3	VANERIN TUOTANTOPROSESSI JA KÄYTTÖKOHTEET	6
3.1	Koskisen Oy tuotantoprosessi	6
3.2	Tukkien haudonta	7
3.3	Tukkien kuorinta	7
3.4	Tukkien katkaisu	7
3.5	Viilunsorvaus	8
3.6	Viilun leikkaus	9
3.7	Viilun kuivaus	9
3.8	Viilun saumaus	9
3.9	Viilun jatkaminen	10
3.10	Viilun paikkaus	10
3.11	Vanerin liimaus	10
3.11.1	Liimaseoksen valmistus	11
3.11.2	Viilujen ladonta	11
3.11.3	Vanerin puristus	11
3.12	Vanerin reunasahaus	13
3.13	Vanerin lajittelu	13
3.14	Vanerin hionta	14
3.15	Vanerin pakkaus, varastointi ja lähetys	14
3.16	Vanerin jalostus	14
3.17	Vanerin Käyttökohteita	15
	Kuljetusvälineet	15
	Rakennusteollisuus	15
	Laivanrakennus	15
	Muita käyttökohteita	16
4	VANERIN PINNOITUS	17
4.1	Pinnoituksen tarkoitus	17
4.2	Liimautuvat pinnoitteet	17
4.2.1	Liimautuvien pinnoitteiden puristaminen	17

4.3	Liimattavat pinnoitteet	18
4.4	Vanerin maalaus ja lakkaus	18
5	MELAMIINIPINNOTTEISEN VANERIN PINNOITUS KOSKISEN OY:LLÄ	19
5.1	Värjäyslinja	19
5.2	Pagnon pikatahtipuristin	19
5.3	Raute pikatahtipuristin	19
6	LAJITTELU JA TEHTAAN SISÄINEN LOGISTIikka	20
6.1	Vanerin lajittelu	20
6.2	Sisäinen logistiikka	22
7	MELAMIINIPINNOTTEISEN VANERIN LIAT	24
7.1	Pinnoitetun vanerin yleisimmät viat	24
7.2	Yleisimmät liat, viat ja roskat	25
7.3	Värjäyksessä ja puristimissa ja logistiikassa likaa aiheuttavat tekijät	29
7.3.1	Värjäyslinja	29
7.3.2	Raute pikatahtipuristin	29
7.3.3	Pagnon pikatahtipuristin	29
7.3.4	Logistiikka	29
8	KEHITYSEHDOTUKSET	30
8.1	Värjäyslinja	30
8.2	Pikatahtipuristimet	30
8.3	Logistiikka	30
9	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön aihe on saatu Koskisen Oy:n vaneritehtaalta Järvelästä. Opinnäytetyön aiheena on melamiinipinnoitteen vanerin visuaalisuuden parantaminen prosessin aikana.

Työssä tutkitaan valmiin vanerin jalostusprosessia ja etsitään työvaiheita, joissa levyn pintaan voi tulla likaa tai muita tahroja ja työssä pyritään myös löytämään ratkaisuja ongelmakohtiin. Lisäksi työssä on yleistä tietoa vanerin valmistusprosessista ja vanerin pinnoituksesta.

Läpinäkyvän melamiinipinnoitteen liat ovat suhteellisen yleisiä ja niiden seurauksena lähes aina levy joudutaan tiputtamaan priimalaadun joukosta. Levyjä käytetään hyvin usein huonekaluteollisuudessa tai muualla virheetöntä ulkonäköä vaativassa kohteissa.

1.2 Koskisen Oy

Koskisen Oy on yli satavuotias kotimainen puualan perheyrittys. Koskisen Oy:n ydinosaamista on vaneri-, lastulevy-, koivutuote-, saha- ja taloteollisuus. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat Järvelässä, Vierumäellä, Hirvensalmella ja Sheksnassa Luoteis-Venäjällä. Koskisen Oy työllistää noin 1000 henkilöä, joista ulkomailla työskenteleviä on reilu sata. Koskisen Oy:llä on myyntiedustus 11:ssä eri maassa. Koko konsernin liikevaihto vuonna 2014 oli 241 miljoonaa euroa, josta viennin osuus oli 55 prosenttia. Suurin osa viennistä keskittyy Euroopan talousalueelle. (Koskisen Oy 2015.)

Koskisen Oy pyrkii toiminnallaan minimoimaan ympäristölle aiheutuvan kuormituksen. Koskisen Oy on panostanut myös kestävän metsänhoidon periaatteisiin sekä ekologisten tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen. Koskisen Oy:lle on myönnetty PEFC- ja FSC sertifikaatit, jotka takaavat, että puu tulee vastuullisesti hoidetuista metsistä. Koskisen Oy:lle on

myönnetty vuonna 1997 ISO 14001-standardi, joka ohjaa toimintaa ympäristökriteerien osalta. Lisäksi Koskisen Oy:lle on myönnetty ISO 9001 laatusertifikaatti vuonna 1995 ja OHSAS 18001 terveysturvallisuussertifikaatti vuonna 2001. Koskisen Oy on mukana myös Sitoumus2050-hankkeessa, joka on Ympäristöministeriön ohjaama ja sen tavoitteena on kasvattaa energijätteen määrää koko jätemäärässämme. (Koskisen 2015.)

2 VANERIN RAKENTEET

Vaneri on puulevy, joka koostuu vähintään kolmesta ristiin ladotusta puuviilusta. Vanerin valmistuksessa käytettävän viilun yleisin paksuus vaihtelee välillä 1,4 - 3,2 mm välillä. Yleisimmät vanerinvalmistuksessa käytettävät puulajit ovat: koivu ja kuusi.

- Koivuvaneri (KUVIO 1.) on kallein ja kestävin vaneri, jonka viilut ovat ohuita (1,4 mm) paksuja



KUVIO 1. Koivuvaneri (Puuproffa 2015.)

- Sekavanerissa (KUVIO 2.) kaksi ulointa viilua ylä- ja alapuolella ovat koivua ja keskiosan viilut ovat havuviilua.



KUVIO 2. Sekavaneri (puuproffa 2015.)

- Peilikuvasekavanerissa (KUVIO 3.) pintaviilut ovat koivua ja keskiviilut havupuista. Peilikuvasekavanerissa kaikki koivuviilut ovat samassa syysuunnassa. Syysuunnasta johtuen taivutuslujuudessa on suuri ero syysuuntien välillä.



KUVIO 3. Peilikuvasekavaneri (puuproffa 2015.)

- Twin vanerissa (KUVIO 4.) vain pintaviilut ovat koivua. Twin vaneri on kevyempi kuin koivuvaneri, mutta ulkonäkö on sama kuin koivuvanerilla



KUVIO 4. Twin vaneri (Puuproffa 2015.)

- Havuvaneri (KUVIO 5.) on kevyempää ja heikompa kuin koivuvaneri. Havuvaneriin käytettävät viilut ovat paksuja, yleisesti noin 2,6 mm. Havuvaneria käytetään pääasiassa rakentamisessa



KUVIO 5. Havuvaneri (Puuproffa 2015.)

3 VANERIN TUOTANTOPROSESSI JA KÄYTTÖKOHTEET

3.1 Koskisen Oy tuotantoprosessi



KUVIO 6. Koskisen Oy vanerintuotantoprosessi

3.2 Tukkien haudonta

Kun tukit saapuvat metsästä tehtaalle, tukkeja haudutetaan lämpöisessä vedessä ennen sorvausta, jotta puumateriaali pehmenee ja lämpenee. Haudonta-aika vaihtelee puulajista riippuen yhden päivän ja viikon välillä. Haudutuksessa käytetyn veden lämpötila on yleisesti noin 15 - 40 astetta. Tukkien haudutus vie energiaa paljon. Haudonnan vaatima lämpöenergia voi olla jopa 15 prosenttia koko tehtaan energiankulutuksesta. Veden lämmitykseen saatava energia otetaan yleisesti talteen viilukuivaajien poistoilmasta tai tehtaan voimalaitoksesta syntyvistä savukaasuista. (Koponen 1995, 30-32.)

3.3 Tukkien kuorinta

Kylmissä olosuhteissa, kuten Suomessa, tukit kuoritaan vasta haudonnan jälkeen, koska jäätyneen tukin kuorinta ei onnistu. Ennen kuorintaa tukit kulkevat metallinpaljastimen läpi ja jos tukista löytyy metallia, se lajitellaan eri paikkaan. Tukit kuoritaan ennen sorvausta, jotta mahdolliset kuoreissa olevat epäpuhtaudet, kuten hiekka, eivät vahingoita sorvin teriä. Tukin kuoriminen ennen sorvausta myös nopeuttaa itse sorvausta huomattavasti.

Suomessa kuorintaan käytetään yleisesti roottorikuorimakonetta. Roottorikuorimakoneessa tukki kuljetetaan kuljettimien avulla keskitetyksi koneeseen, jossa roottoreihin kiinnitetyt terät leikkaavat kuoren suikaleiksi, minkä jälkeen kuorintaterät kuorivat suikaloidun kuoren pois tukin pinnalta. Tukkien kuorinnassa on tärkeää, että tukin pinta ei vaurioidu liikaa, mutta pinnalle ei saisi kuitenkaan jäädä ylimääräistä kuoriainetta. (Koponen 1995, 34-35.)

3.4 Tukkien katkaisu

Kuorinnan jälkeen tukit katkaistaan viilun mitan vaativiin pituuksiin. Suomessa yleisimmin käytetyt tukinmitat ovat 1300, 1600 ja 2600 mm. Tukin katkaisussa on tärkeää minimoida katkaisun aiheuttamat raaka-

aineen menetykset, optimoida sorvauksessa saatavan viilun laatu ja määrä sekä sovittaa pöllien pituus ja pöllistä saatavan viilun määrä sen hetkiseen tilauskantaan. (Koponen 1995, 36.)

Katkaisun optimoimiseksi on olemassa monenlaisia tietokoneavusteisia menetelmiä, joissa tukin muoto, läpimitta, pituus ja kartiokkuus mitataan ennen katkaisua. Ennen katkaisua saadut tiedot analysoidaan tietokoneella, joka antaa parhaat katkaisuvaihtoehdot. (Koponen 1995, 36.)

Tukkien katkaisuun käytetään usein heilurikatkaisusahaa, jossa tukki kuljetetaan katkaisupöydän vastetta vasten ja katkaistaan sahan heilahdusliikkeellä. Katkaisusahan terän halkaisija on tavallisesti yli 1500 mm, minkä seurauksena katkaistavan tukin paksuus voi olla noin 600 mm. (Koponen 1995, 36-37.)

3.5 Viilunsorvaus

Katkaisun jälkeen pöllistä sorvataan sorvin avulla ohut viilumatto ja ennen sorvausta pöllä keskitetään sorvin karojen väliin. Pöllin keskityksen onnistuminen on tärkeää, koska pintapuusta saatava viilu on parempilaatuista kuin sydänpuusta sorvattu viilu. Nykyisin keskitykseen käytetään tietokoneavusteista laitetta, joka pyöräyttää pöllin ympäri ja lasersäde mittaa pöllin mitat pyörähdysten aikana. Tämän jälkeen kone laskee pöllille parhaimman keskitysasennon sen muodon perusteella. (Koponen 1995, 40.)

Pöllin keskityksen jälkeen pöllä alkaa pyöriä karojen välissä akselinsa ympäri ja samanaikaisesti pöllin akselin suuntainen teräkelkkaan kiinnitetty leikkaavaterä ja vastaterä siirtyvät kohti pöllin pintaa. Viilu leikataan pöllistä spiraalimaisesti terän leikaamana ja tulee mattona pois leikkuuterän ja vastaterän välistä. (Koponen 1995, 42.)

Sorvauksessa on pyrittävä saamaan mahdollisimman hyvä saanto pöllistä. Normaaleissa olosuhteissa viilusaanto koivupöllistä on noin 58 prosenttia ja kuusipöllistä noin 65 prosenttia. Viilusaantiin vaikuttavat eniten pöllin

muoto, lenkous ja halkaisija. Pölliä ei voi sorvata kokonaan, vaan sydänpuun osalta sorvaamatta jäänyttä osaa kutsutaan purilaaksi. (Koponen 1995, 48-49.)

3.6 Viilun leikkaus

Sorvauksen jälkeen viilut leikataan arkeiksi. Viilu leikataan pituussuunnassa ylhäältä tulevalla leikkaavalla terällä. Ennen leikkausta viilumatto kulkee konesilmän läpi, joka tutkii vanerin mahdolliset viat ja optimoi leikkauksen siten, että viilua ei mene hukkaan. Viiluksi kelpaamaton leikkausjäte ohjataan heti leikkurin jälkeen pois tuotantolinjalta. Leikkauksen jälkeen arkit viedään imuhihnakuljettimella lastauspaikalle, josta ne siirretään kuivaukseen. (Koponen 1995, 59.)

3.7 Viilun kuivaus

Viilun kuivauskoneet jaotellaan viilun kuivaustavan perusteella joko telat tai verkkokuivaajiin. Viiluarkit syötetään koneeseen riveissä ja itse koneessa ne kulkevat monessa kerroksessa päällekkäin. Viilut kulkevat kuivauskoneen sisällä telojen vetäminä ja varsinaisen kuivausvyöhykkeen jälkeen viilut jäähdytetään yleensä ulkoa otetavan ilman avulla. Kuivauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että viilu on kauttaaltaan kuiva. Kuivauksessa viilut pyritään kuivaamaan 2 - 6 prosentin kosteuteen, jotta viilujen liimaus onnistuisi mahdollisimman hyvin. Viilut kuivataan lämpöisen ilman avulla. (Koponen 1995, 56-58.)

3.8 Viilun saumaus

Viilujen saumauksessa saumauskappaleet yhdistetään sulatelangalla tai liimaamalla toisiinsa ja saumauskappaleet liitetään yhteen puun syiden suuntaisesti. Saumauksen tarkoituksena on parantaa viilusaantoa käyttämällä hyväksi pienempiä viilupaloja. Saumauksen avulla saadaan valmistettua myös viilun kokoa suurempia arkkeja. Viilujen saumasta sulatelangalla käytetään yleensä väliviiluissa, jossa saumauksen ulkonäkö

ei ole niin tarkka. Vanerin pintaviilut saumataan yleensä poikittaisella saumauksella, jossa saumattavien kappaleiden reunoille levitetään liimaa, levityksen jälkeen liima kovetetaan pitkittäissaumauskoneen lämpövastusten avulla. Tässä tavassa saumasta tulee siistimpi, koska viilun pintaan ei jää jälkiä esimerkiksi sulatelangasta. (Koponen 1995, 64-65.)

3.9 Viilun jatkaminen

Viilun jatkamisessa viilut liitetään toisiinsa pituussuunnassa siten, että puunsytyt ovat kohtisuorassa jatkosaumaa vastaan. Jatkamalla ei valmisteta yleisesti pintaviiluja. Viilujen saumaus ja jatkaminen eroavat toisistaan seuraavasti: saumauksessa liitos on syynsuuntainen, ja jatkamisessa saumaliitos on syiden poikkisuuntainen. (Koponen 1995, 65.)

3.10 Viilun paikkaus

Viilun paikkaus on tärkeä työvaihe, koska siinä poistetaan viilun pinnasta virheitä, esimerkiksi oksat, reiät, laho ja kuori. Paikkaus tehdään siten, että viiluun tehdään reikä vian kohdalle, seuraavaksi reikään asetetaan ehjästä viilusta tehty paikka. Nykyään viilunpaikkauskone toimii hyvin pitkälle automatisoidusti ja laitteen konenäkö etsii viat ja paikkaa ne. (Koponen 1995, 65-66.)

3.11 Vanerin liimaus

Vanerin liimaus on tärkeä työvaihe, jotta tuotteesta tulee onnistunut lujuuden ja kestävyuden kannalta. Vanerin liimauksessa käytetään yleisesti fenolihartsia, jota käytetään ulkokäyttöön tarkoitetuissa vanereissa. Sisäkäyttöön tarkoitetuissa vanereissa käytetään ureaformaldehydipohjaista liimaa. Kosteisiin tiloihin tarkoitettuihin vanereihin käytetään urea-melamiiniliimoja. Vanerin liimaus koostuu seuraavista työvaiheista: liimaseoksen valmistus, ladonta ja puristus. (Koponen 1995, 69.)

3.11.1 Liimaseoksen valmistus

Vanerin liimauksessa käytetään lähinnä vesiliukoisia hartsiliimoja. Liimoihin lisätään ennen sen levitystä tarvittavat lisäaineet, kuten kovete-, täyte- ja jatkosaineet. Liiman raaka-aineet säilötään tehtaalla isoissa säiliöissä ja kuljetetaan tehtaille säiliöautoilla. (Koponen 1995, 71.)

Liiman valmistuksessa liima pumpataan säiliöstä liiman sekoittimeen, jossa siihen lisätään lisäaineet. Sekoituksessa käytetään nopeasti pyörivää potkurisekoittajaa, jotta liima ja lisäaineet sekoittuvat tehokkaasti keskenään. Liiman sekoituksessa säädetään myös liimauksen viskositeetti sopivaksi levitystä varten. Sekoituksen jälkeen liima varastoidaan omaan varastoon, josta se pumpataan levittimille. (Koponen 1995, 71.)

3.11.2 Viilujen ladonta

Ladonnassa liima levitetään viiluihin ja ladotaan tilauksen mukaisiin nippuihin. Liima levitetään viilun pinnalle yleisesti telalevittimellä, mutta levitykseen voidaan käyttää myös ruiskutusta, valukonelevitystä tai juovalevitystä. Liiman levityksessä on tärkeää, että liima saadaan levitettyä kauttaaltaan ja tasaisesti viilun pinnalle, jotta liimaus onnistuu hyvin. Liimamäärän säätäminen on myös tärkeää, jotta liimaa ei kulu liikaa, jolloin saadaan säästöjä materiaalikuluihin. (Koponen 1995, 71-72.)

Ladonnassa viilut kootaan vaneriaihioiksi. Ladonnassa liima levitetään niin sanottuihin liimaviiluihin, kahden liimaviilun väliin tulee kuiva viilu. Viilut ladotaan ristiin puun syiden mukaisesti. Yhteen vaneriaihioon ladotaan pariton määrä viiluja, jotta kummankin pintaviilun syysuunta on sama. On myös olemassa paljon erikoisvanereita, joissa väliviilujen syysuunta voi olla sama. (Koponen 1995, 73-74.)

3.11.3 Vanerin puristus

Ladonnan jälkeen vaneri esipuristetaan huoneen lämmössä, esipuristus kestää noin 5-10 minuuttia. Esipuristuksen ansiosta vaneriaihiot voidaan

syöttää automaattisesti kuumapuristimeen, viilukerrosten väliset kosteuserot tasaantuvat myös esipuristuksen aikana. Levyjä voidaan varastoida esi- ja kuumapuristuksen välillä jopa 12 tuntia. (Koponen 1995, 74.)

Esipuristuksen jälkeen aihiot syötetään yksitellen kuumapuristimeen. Kuumapuristimessa puristuslevyt alkavat johdattaa lämpöä levyn sisäosiin. Lämmön ansiosta liiman viskositeetti alkaa laskea ja liima imeytyy viiluihin. Puristuksen aikana levyssä tapahtuu suuria kosteuden muutoksia kosteuden siirtyessä levyn pinnalta keskiosiin, minkä takia puristuslujuus pienenee puristuksen aikana. Vaneriaihion puristusaika lasketaan seuraavalla kaavalla: 3 minuuttia + 0,5 minuuttia x levyn paksuus (mm), edellinen kaava on voimassa fenoliimalla. Urealiimalla puristettaessa käytetään seuraavanlaista kaavaa: 1,5 minuuttia + 0,5 minuuttia x levyn paksuus (mm). (Koponen 1995, 76-77.)

Puristusvaiheessa vaneri altistuu monenlaisille vioille, jotka ilmenevät vasta kuumapuristuksen jälkeen. Yleisemmät viat ovat seuraavia:

- Viilut ovat liian kosteita, ja liiallinen vesihöyry rikkoo liimasaumat.
- Liiman levitys ei ole onnistunut, minkä seurauksena liimasauma ei ole tasainen.
- Erilaiset roskat ja viilun paksuuserot aiheuttavat epätasaisuutta tai viilujen pullahtamista.
- Liima voi puristuksen aikana siirtyä levyn pinnalle.
- Liima voi kuivua saumassa. Tässä tapauksessa liima ei kostuta tarpeeksi kuivia viiluja. Virhe johtuu yleisesti liian pitkistä seisotus- tai ladonta-ajoista. Syy voi olla myös puristimen toiminnassa.
- Liima voi imeytyä viiluun liikaa, minkä seurauksena liimassa olevat sideaineet eivät riitä liimasauman muodostamiseen. Liiman imeytymisen syynä on useimmiten liian kosteat viilut tai liiman liian alhainen viskositeetti.
- Levyistä voi tulla myös onttoja. Ontot levyt syntyvät puristimen avauksen yhteydessä. Puristinta avattaessa ja paineen laskiessa levyssä ollut liiallinen vesi höyrystyy ja aiheuttaa sauman

rikkoontumisen. Onttojen levyjen syntyyn voi olla syynä myös liian pieni paineenalennus puristuksen aikana tai vaihtoehtoisesti liian suuri puristuslämpötila.

Vaneri saavuttaa lopullisen käyttökelpoisuuden ja lujuuden puristuksen ja liimauksen yhteydessä. Vanerin liimaus vaatii prosessissa paljon huomiota, koska se on hyvin altis prosessin muutoksille. (Koponen 1995, 77-78.)

3.12 Vanerin reunasahaus

Viilujen puristuksen jälkeen aihoiden reunat sahataan, jotta liimauksen ja ladonnan vaatima työvara saadaan pois. Reunasahalla vaneri sahataan vakiomittaan tai vaihtoehtoisesti lähellä vakiomittaa olevaan ahiomittaan. Reunasahan terät ovat yleisesti kovametallipalasioilla varustettuja pyöröteriä ja terien yleisin halkaisija vaihtelee 200 – 350 mm:n välillä. Sahauksesta syntyvä hukka murskataan pääasiassa hakkeeksi heti sahauksen yhteydessä. (Koponen 1995, 80.)

3.13 Vanerin lajittelu

Reunasahauksen jälkeen levyt lajitellaan ja samalla lajittelun yhteydessä myös mahdolliset pinnassa olevat virheet paikataan kittamalla. Vanerin lajittelu tapahtuu visuaalisesti, jossa tarkastetaan pinnan laatu sekä mitat. Yleisiä pinnalla olevia virheitä ovat esimerkiksi:

- limittymät.
- irronneet paikat tai oksat.
- erilaiset halkeamat viiluissa.
- viilujen päällekkäisyys.
- viiluvajavuus.
- eri viat joita prosessin aikana on syntynyt.

(Koponen 1995, 84.)

3.14 Vanerin hionta

Lajittelun jälkeen vanerit hiotaan, jotta pinnan epätasaisuudet ja aikaisemmin prosessissa syntyneet pinnan viat, jäljet ja kittauksessa syntyneet kohoumat saadaan pois. Hiomiseen käytetään yleisimmin leveänauhahiomakonetta. Levyt syötetään leveänauhahiomakoneeseen poikittain levyn syysuuntaan nähden. Hiomakoneen tela on suhteellisen pehmeä, jotta sen ja levyn kosketuspinnasta tulee tasomainen, minkä vuoksi levyn pintaan ei muodostu aaltomaisia hiontakuvioita.

Hiomakoneessa käytettävät hiontapaperit jaetaan eri ryhmiin karkeuden mukaan, yleisimmät vanerin mitallistamiseen käytetyt karkeudet ovat P80 ja P100. (Koponen 1995, 81-82.)

3.15 Vanerin pakkaus, varastointi ja lähetys

Vanerin valmistuksen jälkeen vaneriniiput pakataan eri kuljetustavasta riippuen määräysten mukaisesti. Vanerinippujen alla käytetään tavallisesti purilaita ja lautatavaraa. Pakettimateriaalina käytetään yleisesti pahvia, muovia tai suojavaaneria. Suojatut paketit sidotaan kiinni muovi- tai teräsvanteilla. Paketoinnin jälkeen valmiit paketit varastoidaan tilauksittain jatkotoimitusta varten. Vanerin paketoinnin tarkoituksena on suojata valmiita vanereita kuljetuksesta aiheutuvia vikoja silmällä pitäen. (Koponen 1995, 85-86.)

3.16 Vanerin jalostus

Usein Suomessa valmistetut vanerilevyt jalostetaan pidemmälle ennen paketointia. Pidemmälle jalostetusta vanerista saa paremman hinnan ja sen käyttöominaisuudet tulevat paljon monipuolisemmiksi. Yleisimmin vaneri jalostetaan pinnoittamalla vaneri erilaisilla kalvoilla tai pintakäsittelyllä. Vaneriin voidaan myös työstää reikiä, aukkoja tai erilaisia reunan muotoja esim. pontteja. Jalostuksen yhteydessä usein vaneri myös reunasuojataan, jotta vanerin visuaalisuus paranee ja samoin kosteuden imeytymistä sivuilta voidaan vähentää.

3.17 Vanerin Käyttökohteita

Vaneri voidaan sen monipuolisuuden ja pitkän jalostuksen vuoksi käyttää monipuolisesti eri kohteissa. Seuraavassa luetellaan yleisimpiä vanerin käyttökohteita.

Rakentaminen

- sisäverhoukset.
- betonimuotit.
- vesikaton alusrakenteet.
- työmaa-aidat.
- parvekelattiat.
- aluslattialevytykset.
- seinien ja kantavien rakenteiden jäykistävät levytykset.
- telinetasot.

Kuljetusvälineet

- perävaunut.
- pakettiautojen sisustukset.
- kontit.
- rautatievaunut.
- linja-autot.

Rakennusteollisuus

- palkkien uumalevyt.
- lautaparkettien alusrakenne.
- kiintokalusteet.

Laivanrakennus

- rahtilaivojen verhoukset.
- autokannet.

- kansiluukut.
- sisustus.
- LNG-tankkerit.

Muita käyttökohteita

- irtokalusteet, puusepänteollisuus ja pienesineet.
- elintarviketeollisuuden kalusteet.
- pakkaukset.
- liikennemerkkit ja mainostaulut.
- katsomorakenteet.
- messurakenteet.
- jääkiekkokaukalot.
- kaiutinkaapit.

(Puuinfo 2015.)

4 VANERIN PINNOITUS

4.1 Pinnoituksen tarkoitus

Puutuotteiden pinnoitus on tärkeää jalostuksen kannalta puun ominaisuuksien ja biologisen alkuperän vuoksi. Käsittelemätön tai pinnoittamaton puu on arka likaantumiselle ja kulumiselle etenkin sään armoilla tai kosteissa käyttöolosuhteissa. Pinnoituksen tarkoituksena on parantaa levyn kestävyttä lopputuotteen käyttöolosuhteiden vaativuuden mukaan.

Puulevyjä pinnoitetaan, jotta pinnoitettuja levyjä voi käyttää monipuolisesti eri vaativuutta vastaavissa olosuhteissa. Pinnoituksella pyritään parantamaan puun ulkonäköä, mekaanisia ja kemiallisia ominaisuuksia sekä suojaamaan erilaisia muita vahinkoja vastaan, kuten hyönteisvahinkoja tai lahoa. (Koponen 1988, 9-10.)

4.2 Liimautuvat pinnoitteet

Itsestään liimautuvien kalvojen sidosaineena käytetään yleisesti kertamuovia. Kertamuovit kovettuvat kemiallisten reaktioiden seurauksena. Reaktion johdosta kalvot kestävät korkeitakin lämpötiloja ja levyillä on myös hyvät kestävyysominaisuudet. Ureaformaldehydi-, fenoliformaldehydi- ja melamiiniformaldehydihartsit on käytetyimmät kertamuovit kalvopinnoitteissa. (Koponen 1995, 162.)

4.2.1 Liimautuvien pinnoitteiden puristaminen

Kertamuovit pehmenevät noin 90 asteen lämpötilassa ja muuttuvat muovailtavaan muotoon, kun lämpötila lasketaan ominaisuudet palautuvat alkutilanteeseen. Kalvo kiinnitetään levyn pintaan yli 100 asteen lämpötilassa ja korotetussa paineessa. Levyn pinnan tulee olla tasainen kun levyä aletaan puristaa, koska kalvon kiinnittämisen jälkeen siinä näkyvät kaikki virheet korostetusti. Levyn kosteus saa vaihdella puristuksessa välillä 5-15 prosenttia. (Koponen 1995, 163.)

4.3 Liimattavat pinnoitteet

Vanerin pinnoitukseen käytetään myös monia eri pinnoitteita, jotka vaativat liimauksen, jotta levyt tarttuvat. Liimaukseen voidaan käyttää kalvosta riippuen kylmä- tai kuumaliimaa. Yleisimmät liimaamalla kiinnitettävät pinnoitteet ovat:

- viilu.
- lasikuitu.
- alumiini.
- polypropeeni.
- laminaatti.

Pinnoitteet liimataan levyn pintaan yleisesti telapinnoituslinjalla. Pinnoitteet ovat rullalla tai valmiiksi pilkottuina arkkeina. (Koponen 1995 170-171.)

4.4 Vanerin maalaus ja lakkaus

Vaneri voidaan pinnoittaa myös nestemäisillä aineilla kalvopinnoituksen sijaan. Maalipinnoite antaa vanerille värillisen ja peittävän pinnan, kun taas lakkauksesta tulee läpinäkyvä, kiiltävä tai himmeä pinta. Maali tai lakka voidaan levittää vanerin pinnalle eri tavoin, joita ovat esimerkiksi käsin levitys, ruiskutus matala- tai korkeapaineella, sähköstaattinen ruiskutus, levitys telalevittimellä ja levitys valukoneella. Pintakäsittelyn jälkeen pinnan kuivaus tapahtuu esimerkiksi seuraavin tavoin: kuivaus lämpöisessä ilmassa, infrapuna- tai ultraviolettisäteilykuivauksella tai säteilykuivauksella. (Koponen 1995, 167-158.)

5 MELAMIINIPINNOTTEISEN VANERIN PINNOITUS KOSKISEN OY:LLÄ

5.1 Värjäyslinja

5.2 Pagnon pikatahtipuristin

5.3 Raute pikatahtipuristin

6 LAJITTELU JA TEHTAAN SISÄINEN LOGISTIIKKA

6.1 Vanerin lajittelu

Koskisen Oy:n vaneritehtaalla valmiit vanerit lajitellaan kolmessa pisteessä. Jokaisessa lajittelupisteessä käytetään hyväksi ERP-järjestelmää, jonne syötetään tilauksen priimalevyt ja tippuneet levyt. Tippuneet levyt eritellään syittäin. Tippuneet levyt pyritään käyttämään hyväksi sahaamalla niistä pienempiä tai vaihtoehtoisesti ne myydään 2-laatuna eteenpäin.

- Linjalajittelu: Linjalajittelu muodostaa Homag merkkisen sahan ja linjamaalaamon kanssa linjan, jossa edellä mainittujen työvaiheiden jälkeen levyt lajitellaan automaattisesti toimivalla linjalla. Automatisoitu linja kääntää levyt ympäri lajittelun aikana, joten molempien puolien lajittelu onnistuu yhdellä kertaa. Linjan lajittelu tapahtuu ihmisenäön avulla, eli operaattori lajittelee levyt eri laatuihin. Kun levyt on lajiteltu tilauksen mukaisiin eriin, on ne valmiit siirrettäväksi paketointiin. Linja vaatii toimiakseen yhden operaattorin. Linjalajittelu toimii normaalisti päättyvässä kolmessa vuorossa, eli arkipäivisin ympäri vuorokauden.



KUVA 10. Linjalajittelu

- Robottilajittelu: Vaneritehtaalle hankittiin loppukesästä 2015 lajittelurobotti, joka korvasi toisen käsilajittelun. Robotti hakee lajiteltavat levyt aihionipusta, jonka jälkeen se esittelee levyn pinnan operaattorille. Levyn pinnan laadun selvitettyään operaattori lajittelee levyn oikeaan paikkaan. Robotti hakee levyn aihionipusta ja siirtää sen operaattorin käskyjen mukaan priimanippuun tai tippuneiden nippuun. Robottilajittelu vaatii toimiakseen yhden operaattorin. Robottilajittelu toimii päättyvässä kolmessa vuorossa, eli arkipäivisin ympäri vuorokauden.



KUVA 11. Robottilajittelija

- Käsilajittelu: Käsilajittelussa kaksi lajittelijaa lajittelee levyt manuaalisesti kääntämällä ne ympäri. Käsilajittelupaikassa on lajittelijoiden apuna kaksi hissiä, jotta lajittelu olisi kevyempää ja vähemmän kuluttavaa. Robottilajittelun korvataessa toisen lajittelupisteen on tullut mahdolliseksi, että käsilajitteluun pystytään

valikoimaan kevyempiä levyjä. Käsilajittelu toimii yhdessä vuorossa ja tarvittaessa kahdessa vuorossa.



KUVA 12. Käsilajittelu

6.2 Sisäinen logistiikka

Koskisen Oy perusti vaneritehtaan Järvelään 1960-luvulla, jonka jälkeen tehdasta on laajennettu useaan otteeseen. Tämän seurauksena joidenkin tuotannon vaiheiden välille on syntynyt hyvinkin pitkiä siirtoja. Vaneritehtaalla käytetään pääasiassa dieselkäyttöisiä trukkeja materiaalien siirtoon. Tuotteiden siirtoja joudutaan tekemään myös ulkona ympäri vuoden, jolloin vaneriniiput ovat alttiina sääilmiöille ja muille epäpuhtauksille. Trukkien iso käyttö tuotteiden siirrossa kesken valmistusprosessin altistaa keskeneräiset tuotteet myös helpommin erilaisille kolhuille ja tahroille. Vanerin liimauksessa käytettävät puristimet ja vanerin viimeistely ovat eripuolilla tehdasaluetta, jonka takia vaneriaihiot siirretään pyöräkuormaajan avulla isoja kärriä hyväksi käyttäen viimeistelyyn.



KUVA 13. Tehtaan sisäinen logistiikka

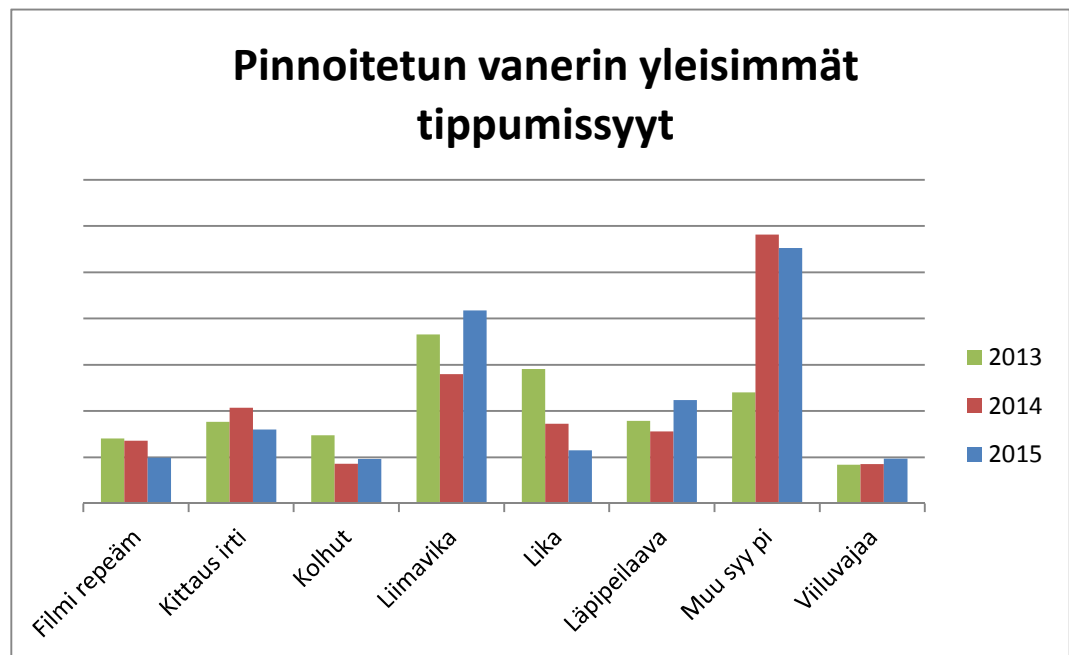
7 MELAMIINIPINNOTTEISEN VANERIN LIAT

Likaisuus on suhteellisen yleinen vika läpinäkyvissä ja valkoisissa melamiinikalvolla pinnoitetuissa vanereissa. Lika on mahdollista puhdistaa lajittelun yhteydessä pois, jos lika ei ole kalvon alla. Lian ollessa kalvon alapuolella levy lajitellaan 2-laaduksi. Hyvin yleisesti melamiinipinnoitteiset vanerit on tilattu asiakkaan toimesta puusepänteollisuutta tai muuta tarkkuutta ja korkeaa laatua vaativaan tarkoitukseen ja edellä mainitun vuoksi vanerin liimauksessa käytetty liima on myös sisäkäyttöön. Näiden ominaisuuksien takia 2-laadun levyä on hyvin vaikea myydä eteenpäin ja siitä saatava hinta on hyvin alhainen verrattuna priimalaadusta saatuun hintaan.

7.1 Pinnoitetun vanerin yleisimmät viat

Koskisen Oy lajittelee kaikki pinnoitetut vanerit ennen asiakkaalle lähettämistä. Kaikki levyistä löytyneet viat erotellaan kirjauksen yhteydessä tietojärjestelmään. Tilastot poimittiin tietojärjestelmästä, joista selviää vuosina 2013 - 2015 tippuneiden interior vanereiden tippumissyyt ja prosenttiosuudet kaikista tippuneista vanerilevyistä. Saadut tilastot on tiivistetty helposti luettavaan diagrammimuotoon (KUVIO. 14), jossa on kahdeksan yleisintä tippumissyötä ja niiden prosenttiosuus kaikista tippuneista levyistä.

Diagrammista saa helposti selville, että samat syyt toistuvat vuodesta toiseen yleisimpinä syinä vanerilevyjen tippumiseen. Huomattavaa on se, että likojen osuus tippuneissa levyissä on vuodesta 2013 vuoteen 2015 tippunut melkein 10 prosenttia. Viiluvajaavuuden, filmin repeämisen ja kittauksen irtoamisen osuus tippuneista on tarkisteluvälillä pysynyt suhteellisen tasaisena, mutta silti merkittävänä syynä. Liimavikaisuus on ollut joka vuosi yksi merkittävimmistä tippumissyistä. Myös lajittelijan kirjaama muu syy on ollut joka vuosi suuressa osuudessa. Syynä tähän on luultavasti tippumiskategorian laajuus. (KUVIO 14. Pinnoitetun vanerin yleisimmät tippumissyyt)



KUVIO 14. Pinnoitetun vanerin yleisimmät tippumissyyt

7.2 Yleisimmät liat, viat ja roskat

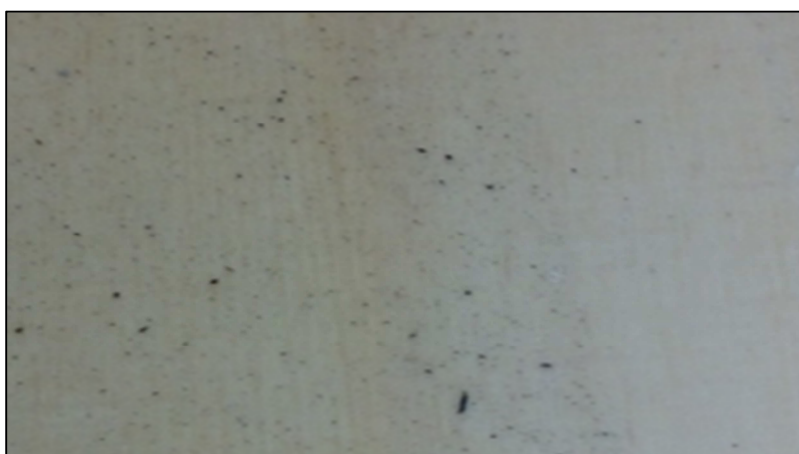
Vanereissa voi esiintyä monenlaisia likoja, vikoja ja roskia, jotka voivat syntyä vanerin valmistuksen yhteydessä tai olla jo valmiina puun pinnalla. Seuraavassa muutamia esimerkkejä vioista, joita esiintyy vanerilevyissä

- **Filmiroskat:** filmiroskia jää helposti puristimen eri osiin edellisten tilausten jäljiltä. Ennen puristusta ja puristuksen jälkeen vanerin reunojen yli jää usein ylimääräistä filmiä, joka lohkeilee helposti irti jos levy pääsee osumaan johonkin puristuksen jälkeen. Pienet filminpalaset ovat hyvin kevyitä ja pääsevät näkymään läpinäkyvän melamiinikalvon läpi esteettä



KUVA 15. Filmiroskia melamiinikalvon alapuolella

- Viirapöly: Viirapölyä syntyy kun vanerin pintaan puristettavan kalvon pinnalle tehdään kitkaa lisäävä kuvio. Kuvio toteutetaan puristinlevyjen pintaan asennettavan verkon avulla. Kitkaa vähentävästä pinnasta irtoaa helposti pientä ja hienojakoista viirapölyä, joka kulkeutuu helposti puristimen eri osiin, josta sitä on vaikea puhdistaa



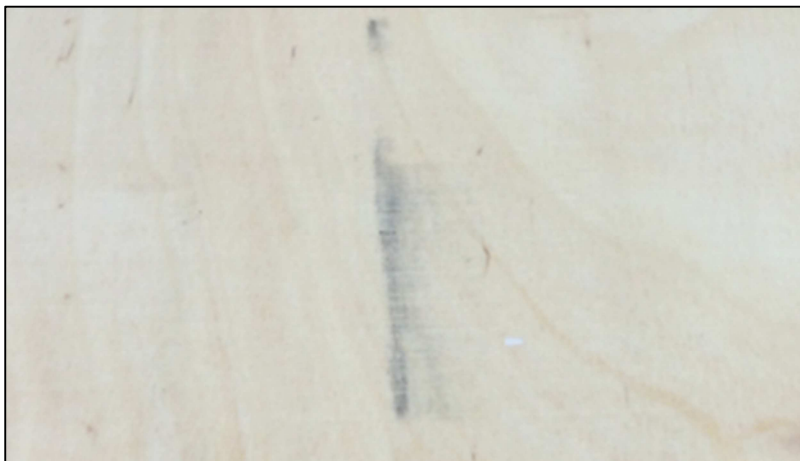
KUVA 16. Viirapölyä melamiinikalvon alapuolella

- Levyjen siirrosta aiheutuvat viat: Prosessin eri vaiheissa vanereita joudutaan siirtelemään trukilla. Aina kun nippua siirrellään, se altistuu erilaisille kolhuille, naarmuille ja jäljille. Edellä mainitun takia usein pyritään minimoimaan nippujen siirtely kesken prosessin, mutta aina se ei ole mahdollista. Levynippuja siirrettäessä käytetään usein nipun alla olevaa suojalevyä, mutta suojalevy on harvoin vanerilevyn kokoinen, jolloin trukin piikki tekee helposti kolhuja levyyn. Trukin piikit voivat olla myös likaisia, minkä takia levyt helposti likaantuvat.



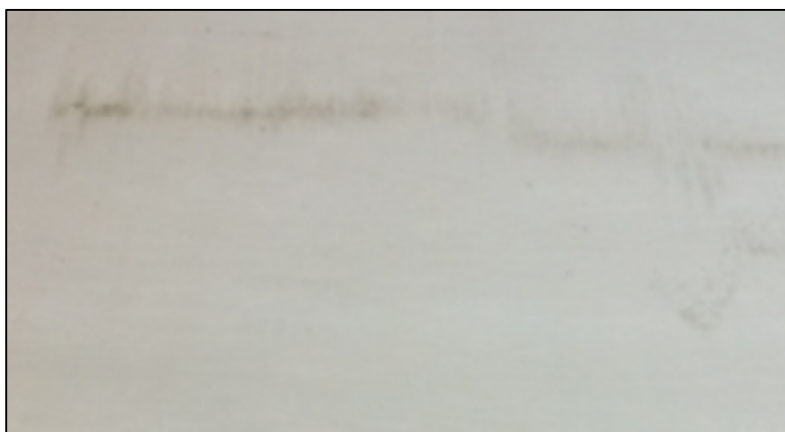
KUVA 17. Trukin piikin tekemä jälki levyn pinnalla

- Kuljettimista syntyneet jäljet: Prosessin eri vaiheissa vanerinippuja liikutellaan erilaisilla kuljettimilla, joista voi irrota likaa tai tahroja levyn pinnalle. Usein esimerkiksi rullakuljettimen rullaan tai ketjukuljettimen ketjuun on jäänyt öljytahra, joka helposti siirtyy käsittelemättömän puuviilun pintaan. Vanerinippu voi myös jäädä jumiin linjalle linjaston vielä pyöriessä, jolloin rullat hankaavat levyn pinnalle erilaisia jälkiä.



KUVA 18. Kuljettimen aiheuttama tahra levyn pinnalla

- Hionnasta aiheutuvat jäljet: Vanerin pinta on usein epätasainen, mikä johtuu siitä, että esimerkiksi ladonnassa keskellä olevat viilut ovat menneet hieman päällekkäin tai viiluissa voi myös muuten olla epätasaisuuksia. Levyn väleihin menee helposti liimauksen aikana epäpuhtauksia, joita ovat esimerkiksi viilun palaset tai puru. Levyä hiottaessa kohonneet kohdat menettävät pintaa enemmän, minkä johdosta pintaviilu voi kulua puhki ja ruskean värinen liimasauma voi tulla esiin.



KUVA 19. Pintaviilun alta näkyvä liimasauma

7.3 Värjäyksessä ja puristimissa ja logistiikassa likaa aiheuttavat tekijät

7.3.1 Värjäyslinja

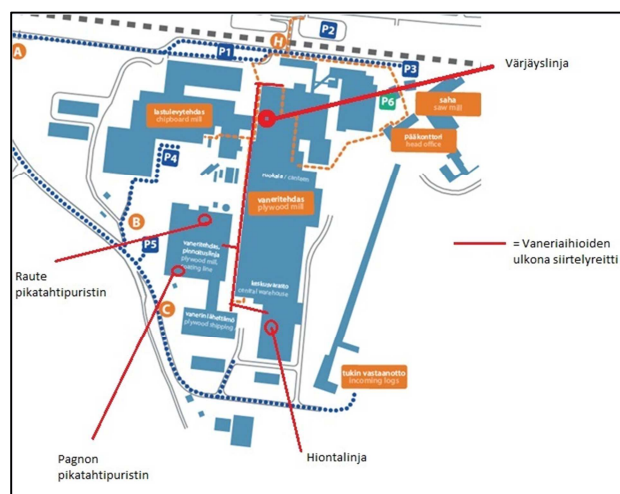
7.3.2 Raute pikatahtipuristin

7.3.3 Pagnon pikatahtipuristin

7.3.4 Logistiikka

Levyjä siirrellään prosessin aikana paljon ulkona ja eri koneiden välillä, mikä johtuu siitä, että tehdasta on laajennettu useaan otteeseen vuosien varrella. Ulkona levyjen siirtäminen altistaa ne monelle eri likaa aiheuttavalle tekijälle. Levyt ovat usein myös vajavaisesti suojattuja siirtojen aikana, jolloin osa levyjen pinnasta on suojaamatta. Trukkien renkaista voi myös siirtojen aikana levitä levyille kuraa tai trukin hydraulikkajärjestelmistä tihkua öljyä.

Kuten KUVIO 22:ssä on esillä, niin vanerinippujen siirtomatkat ovat hyvin pitkiä. Pinnoitustehtas on kokonaan eri rakennuksessa, kuin muu vaneritehtas, eli kaikki sinne tuotavat vanerit tuodaan ulkokautta.



KUVIO 22. Puristimien ja värjäyslinjan sijainti tehdasalueella

8 KEHITYSEHDOTUKSET

8.1 Värjäyslinja

8.2 Pikatahtipuristimet

8.3 Logistiikka

Tehtaan laajennusten vuoksi nippujen siirtelyn vähentäminen on miltei mahdotonta. Levyjä voi kuitenkin siirtojen aikana suojata paremmin ulkoisia tekijöitä silmällä pitäen. Lialle eniten alttiit levyt voisi suojata kauttaaltaan siirron ajaksi puristimille, esimerkiksi muovittamalla ne ympäriinsä tai vaihtoehtoisesti yksinkertaisella peitteellä, joita voisi säilyttää värjäyslinjan purkupään vieressä tai vaihtoehtoisesti trukeissa. Myös oikeankokoisten suojalevyjen käyttö vähentää likaantumista siirtojen aikana.

Myös trukkien puhtaanapito vähentää levyjen likaantumista, koska trukin puomissa ja renkaiden kaarissa oleva lika irtoaa helposti ajon aikana. Tehtaalle olisi mahdollista asentaa määrättyyn paikkaan merkattu pesupaikka, jossa kuski voi säännöllisesti käydä pesemässä trukin muiden töiden ohessa. Trukkien peseminen muiden töiden lomassa voi olla usein suhteellisen haasteellista, koska trukeilla on usein kiire. Kiireestä voidaan päästä eroon suunnittelemalla myös trukeille niin sanottu viikkohuolto, joka on käytössä myös muilla tuotantopisteillä.

9 YHTEENVETO

Vanerin pintaan syntyä prosessin aikana erilaisia tahroja, koska tehtaat eivät yleensä ole kovin puhtaita ympäristöjä. Toisin kuin ruskealle fenolikalvolla tai muilla peittäville kalvoilla pinnoitetut levyt, ovat läpinäkyvällä melamiinikalvolla pinnoitetut levyt erityisen herkkiä likaantumiselle, koska liat näkyvät esteettä kalvon läpi.

Melamiinilla pinnoitetun vanereiden likoihin puuttuminen on tärkeää, koska levyt myydään yleisesti virheetöntä ulkonäköä vaativiin kohteisiin, esimerkiksi kalusteiden rakentamiseen. Levyssä oleva pienikin lika aiheuttaa lajittelussa tiputuksen erilleen priimalaadusta.

Melamiinipinnoitteen vanerin yleiset käyttökohteet ovat lähinnä vaativissa kohteissa, jolloin kakkoslaadun myynti on vaikeaa ja siitä saatava hinta on suhteellisen alhainen verrattuna priimalaatuun.

Prosessissa on monta selkeää työvaihetta joissa levyt voivat likaantua ja kolhiintua. Järvelän vaneritehtaan layout on haastava, koska tehdasta on laajennettu vuosien varrella useaan otteeseen, jonka seurauksena siirtomatkat työpisteeltä toiselle voivat olla hyvinkin pitkät. Pitkiin siirtomatkoihin on vaikea puuttua, mutta muista työvaiheista voi etsiä likoja aiheuttavia tekijöitä. Osaan niistä on myös löydettävissä ratkaisuja, jotka voivat likaantumista vähentää. Viime vuosien aikana myös kehitystä on tapahtunut, koska likojen määrä tippuneissa levyissä on vähentynyt.

Toimintatapoja kehittämällä ja henkilöstöä kouluttamalla on mahdollista jatkossakin vähentää likojen määrää valmiiden vanereiden pinnoilla.

LÄHTEET

Koponen, H. 1995. Puulevytuotanto. Opetushallitus. Saarijärvi: Gummerus.

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

Koskisen Oy. 2015. Yrityksen vastuullisuus. [viitattu 19.9.2015].

Saatavissa: <http://www.koskisen.fi/yritys/vastuullisuus>

Koskisen Oy. 2015. Yrityksen taloustiedot. [viitattu 20.9.2015]. Saatavissa:

<http://www.koskisen.fi/taloustiedot>

Koskisen Oy. 2015. Yrityksen historia. [viitattu 20.9.2015]. Saatavissa:

<http://www.koskisen.fi/konserni/perheyritys/>

Pro Puu Ry. 2015. Vanerit ja vanerityypit. [viitattu 30.9.2015] Saatavissa:

http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/puujalosteet/vanerit

Puuinfo Oy. 2015. Vanerin valmistus ja perusominaisuudet. [viitattu

2.10.2015] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/node/1513>

