

Vanerin kittauksen kitin annostelu- ja sekoituslaitteiston mallinnus

Tiivistelmä

Tekijä(t) Tuomas Järvinen	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 38	Valmistumisaika 2023
Työn nimi Vanerin kittauksen kitin annostelu- ja sekoitinlaitteiston mallinnus		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), Puutekniikan koulutus		
Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Koskisen Oyj		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksianto tuli Koskisen Oyj:n vaneritehtaalta. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada vähennettyä huonoksi menevän kitin määrää Koskisen koivuvanerin kittauslinjalla ja saada näin säästöä sekä varmistaa laadukas kittausjälki.</p> <p>Opinnäytetyön aikana seurattiin kahden työntekijän työskentelyä kittauslinjalla sekä käsikäntökittauksessa. Opinnäytetyötä varten laadittiin koesuunnitelma, jonka pohjalta tehtiin testejä, joissa oli tarkoituksena saada näkemys siitä minkälainen kone voisi kitinsekoittajasta tulla.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli saada vähennettyä kitin hukkaa mahdollisimman paljon. Tätä ei saavutettu. Testien pohjalta saatiin kuitenkin kehitysehdotus, jolla jatkaa laitteiston ja kitin testausta.</p>		
Asiasanat Vaneri, Kitti, Koskisen Oyj, kittaus		

Abstract

Author(s) Tuomas Järvinen	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 38	
Title of Publication Modeling of putty dosing and mixer equipment for puttying plywood		
Degree, Field of Study Engineer (UAS), Wood Engineering		
Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Koskisen Oyj		
Abstract <p>The assignment for the thesis came from Koskisen Oyj plywood factory. The goal of the theses was to reduce the amount of putty that goes bad on Koskisen Oyj plywood puttying line and thus achieve savings plus ensure proper puttying quality.</p> <p>During the thesis work, the work of the two employees on the kitting line was monitored. A test plan was made for the thesis, and tests were made based on this. This is how we tried to get an idea of what kind of machine the putty mixer could become.</p> <p>The aim of the thesis was to reduce the waste of putty as much as possible. This was not achieved. Based on the tests, a development proposal was received to continue testing the hardware and the kit.</p>		
Keywords Plywood, Putty, Koskisen Oyj, puttying		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Vanerin valmistus	3
2.1	Sorvaus	3
2.2	Kuivaus.....	5
2.3	Ladonta	6
2.4	Lajittelu	7
2.5	Laadut	8
2.6	Hionta	10
2.7	Pinnoitus.....	12
2.8	Käyttökohteet.....	13
3	Konenäkö	17
4	Kitit	20
4.1	Kittien valmistajat.....	20
4.2	Muovikitti	20
4.3	Puukitti.....	21
4.4	Fenolikitti	22
4.5	Annostelumenetelmät	22
4.6	Kittauslinjan toiminta	25
5	Kokeellinen osa	28
5.1	Kittauksen alkutilanne.....	28
5.2	Koesuunnitelma.....	29
5.3	Kitin ja laitteiston testaus	30
6	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	34
7	Kehitysehdotukset	36
8	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

Liite 1. Ote Koskisen Oyj:n vanerin viimeistelyn ohjeista

Liite 2. Koesuunnitelma

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin Koskisen Oyj:lle. Tiedettiin että kittauksessa tulee suuri määrä hukkaa huonoksi menevästä kitistä. Kitin käyttöaika on noin puolesta tunnista tuntiin, jonka jälkeen kitin tarttuvuus alkaa heikkenemään ja sitä ei voida enää käyttää. Opinnäytetyön tavoitteena on saada vähennettyä tätä hukkaa mahdollisimman paljon.

Opinnäytetyön aikana seurattiin Koskisen Oyj:n vaneritehtaan koivuvanerin käsikäntökittauksen ja puoliautomaatti kittauslinjan toimintaa. Seurattiin kitin sekoitusta, kuinka paljon sitä menee hukkaan sekä myös minkälaisia vaurioita kitataan ja kuinka kittaus tapahtuu. Opinnäytetyön aikana seurattiin kahden eri operaattorin toimintaa puoliautomaatti kittauslinjalla sekä käsinkäntö kittausasemalla. Seurattiin kuinka operaattorit havaitsevat vikoja ja mitä toimenpiteitä tehdään ennen kittausta sekä kuinka itse kittaus tapahtuu. Lisäksi seurattiin, kuinka kaksikomponenttikitin sekoitus tapahtuu.

Opinnäytetyö jakautuu kahteen osaan. Teoriaosassa esitellään toimeksiantaja, käydään läpi vanerin valmistusta sorvauksesta pinnoitukseen, vanerin käyttökohteita, kitin valmistajia, kittejä ja niiden ominaisuuksia, minkälaisia annostelumenetelmiä kittaukseen on olemassa sekä kittauslinjan toimintaa. Kokeellisessa osassa testataan 2 komponenttisen kitin mekaanista sekoittamista. Kuinka se onnistuu hankitulla laitteistolla ja miten sen puhtaana pito onnistuu. Lisäksi tarkistellaan tuloksia, annetaan kehitysehdotuksia ja lopuksi yhteenveto.

Koskisen Oyj on 1909 perustettu suomalainen saha- ja levyteollisuuteen keskittynyt yritys. Henkilöstöä yrityksellä on noin 900 ja yritys teki 317,7 milj. euron liikevaihdon vuonna 2022. Koskisen Oyj listautui joulukuussa 2022 Nasdaq Helsingin pörssiin. Kärkölässä sijaitsee tuotantolaitoksista saha, höyläämö, vaneritehdas sekä Suomen ainoa lastulevytehdas. Hirvensalmella sijaitsee ohutvaneriyksikkö ja lisäksi Puolassa toimii levyteollisuuteen kuuluva KORE-yksikkö. Vuosikymmenien saatossa yrityksestä on muodostunut kansainvälinen puutuotteiden ja puunjalostuksen erikoisosaja. Koskisen Oyj panostaa tuotteiden ja palvelun tinkimättömään laatuun sekä räätälöityihin tuotteisiin. (Koskisen Oyj 2023.)

Koskisen Oyj:n toimintaa ohjaavat arvot ovat luottamus, rohkeus, luovuus ja tuloksellisuus. Tavoitteena on ylittää asiakkaiden odotukset joka kerta. Yritys tuntee puutuotteidensa loppukäytön asettamat vaatimukset ja haluaa edistää asiakkaidensa liiketoimintaa innovatiivisilla tuote- ja palveluratkaisuilla. He tarjoavat asiakkailleen kattavan puutuotevalikoiman, huippuluokan teknologian, erinomaisen myyntiverkoston, asiakkaasta aidosti huolehtivan palvelun sekä valmiuden räätälöidä tuotteitaan. (Koskisen Oyj 2023.)

Koskisen vanerituotteet tunnetaan maailmalla räätälöidystä ratkaisusta, korkeasta laadusta ja asiakaslähtöisyydestä. Heillä vaneri valmistetaan uusiutuvasta raaka-aineesta, suomalaisesta koivusta. Suomalainen koivuvaneri on kestävä ja vahva materiaali kuljetusvälineiden lattioihin ja kaikkeen rakentamiseen. Sen vaalea koivupinta sopii erinomaisesti myös sisustamiseen kuten seinä- ja kattolevyiksi tai huonekalujen materiaaliksi. He huomioivat käyttökohteiden erityisvaatimukset jo vanerin tuotesuunnittelussa, yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Yritys tarjoaa vakiolevyjen lisäksi yksilöllisesti räätälöityjä, työstettyjä ja määrämittäisiin sahattuja vanerilevyjä, aina asiakkaan tarpeen mukaan. Lisäksi valittavissa on laaja valikoima värejä ja pintoja. (Koskisen Oyj 2023.)

Koskisen toteuttaa Kärkölään 48 miljoonan euron investoinnin, jonka tuotannollinen toiminta käynnistyy kesällä 2023. Uuden yksikön vuosituotanto on ensivaiheessa 400 000 kuutiota havusahatavaraa. Toteutettava investointi on jatkoa vuonna 2020 tehdyille jalostuskapasiteetin laajennukselle sekä voimalainvestoinnille, jolla yksikön lämmöntuotanto muutettiin täysin biopohjaiseksi. Koskisen uusi saha on yksi suurimmista ja nykyaikaisemmista sahoista. (Koskisen Oyj 2023.)

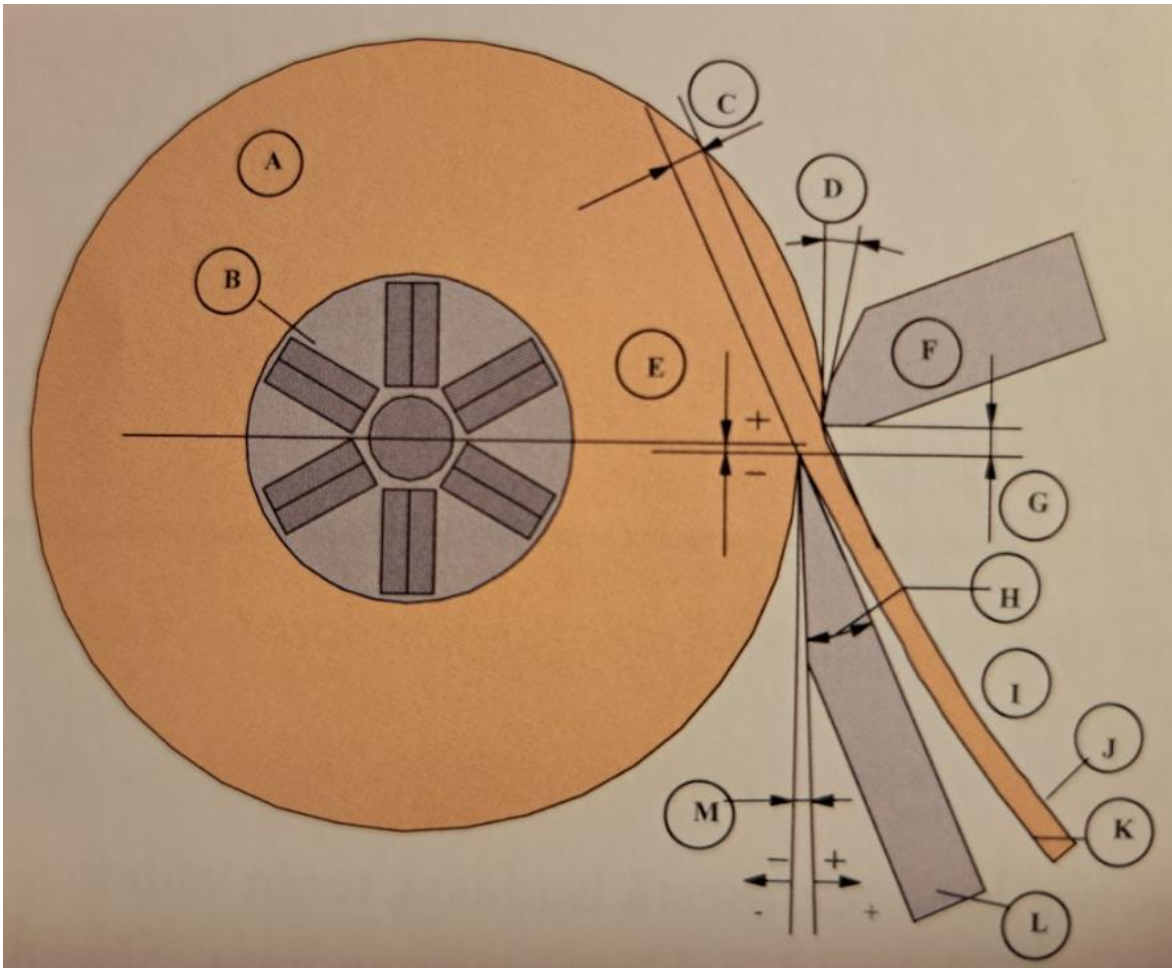
2 Vanerin valmistus

2.1 Sorvaus

Sorvauksen onnistumiseen vaikuttaa paljon, että sitä edeltävät valmistusprosessin vaiheet ovat onnistuneet. On hyvin tärkeää, että tukkien lajittelu, haudonta ja kuorinta on onnistunut. Sorvauslinjaan kuuluu XY-keskittäjä, leikkuri, viilupinkkari ja pinkan poistokuljetin. Tehtaalla käytössä oleva kuivausmenetelmä vaikuttaa siihen, leikataanko viilumatto ennen kuivausta vai kuivauksen jälkeen. Telakuivaajaa ennen viilumatto leikataan märkänä pinta- ja väliviilumittojen mukaisesti arkeiksi, jotka pinkataan mittojen mukaan. Verkkokuivaajan ollessa käytössä viilumatto ajetaan suoraan kuivaajaan leikkaamattomana. (Varis 2017, 55.)

Sorvaus tapahtuu viilusorvissa pyörittämällä pölliä karoilla ja pitämällä kehänopeus vakiona, samalla kun teräpenkkiä syötetään kohti karakeskiötä. Tavoitteena on saada mahdollisimman hyvä saanto arvon ja määrän suhteen korkealla kapasiteetilla käytettävästä puuraaka-aineesta. XY-keskittäjällä on hyvin suuri merkitys sorvaustulokseen. Hyvällä keskittäjällä saadaan paljon parempi saanto viilua. (Varis 2017, 56.)

Sorvauksessa ensimmäiseksi pölli pyöristetään lieriönmuotoiseksi. Pyöristystä tehdään vain niin kauan, kunnes alkaa syntyä yhtenäistä viilumattoa. Varsinainen sorvaus (Kuvio 1) tapahtuu leikkaavan terän ja yläpuolella olevan vastaterän muodostamassa raossa. (Varis 2017, 58–59.) Sorvausaseman operaattorin on valvottava tarkasti sorvin toimintaa, jotta saadaan mahdollisimman hyvää viilua. Hyvä sorvaus ehkäisee hävikkiä ja valmiin vanerin virheiden korjaus tarvetta kittauksessa.



Kuvio 1. Sorvaustapahtuma (Varis 2017, 59)

Sorvaus tapahtuu kuvion 1 periaatteen mukaisesti. Kuviossa 1 kirjaimet tarkoittavat

- A = pölli
- B = karat
- C = terien välinen rako
- D = vastaterän puristuskulma
- E = leikkaavan terän korkeus karalinjasta
- F = vastaterän teroituskulma
- G = vastaterän korkeus leikkuuterästä
- H = teroituskulma
- I = syntyvä viilumatto

- J = viilumaton yläpinta
- K = viilumaton alapinta
- L = leikkaava terä
- M = päästökulma.

(Varis 2017, 59.)

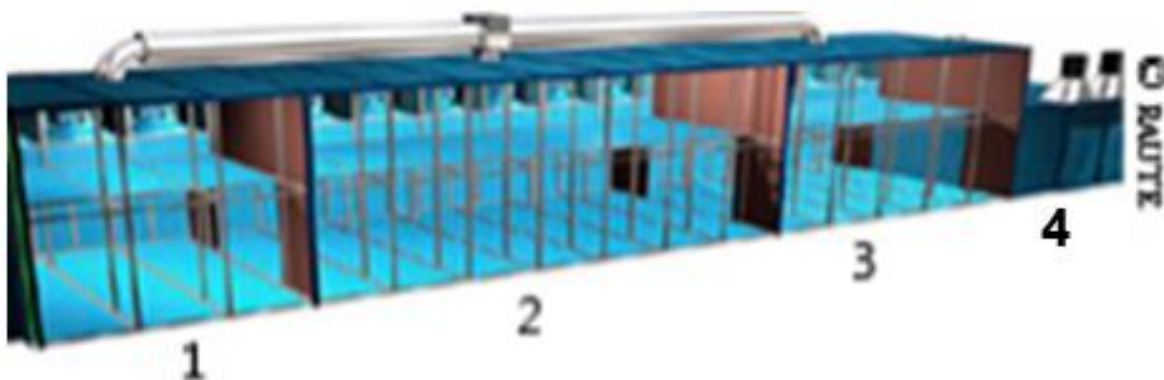
Teräpenkki, jossa leikkaava terä ja vastaterä ovat kiinni siirtyy eteenpäin viilunpaksuuden verran pyörähdystä kohti. Vastateriä on kiinteitä sekä pyöriviä. Kiinteää vastaterää käytetään koivua sorvatessa ja pyörivää havupuita sorvatessa. (Varis 2017, 58–59.)

Teräasete (Kuvio 1), jota operaattori hienosäätää, määrää viilun sorvauksen laadun. Asetetta muutetaan hydraulisesti tai sähköisesti. Sorvauksessa syntyy kuitenkin vikoja ja laatuvirheitä muun muassa väärän puristusasetteen, tylsän terän tai virheellisen teräasetteen takia. Näitä vikoja on esimerkiksi viilun pinnan karheus tai hilseily, viilun aaltomaisuus, viilumatto kiertää oikealle tai vasemmalle, viilu on pitkäpäistä tai lyhytpäistä, viilun alapinnalla on syviä sorvaushalkeamia tai viilun paksuus on väärä. (Varis 2017, 60.)

2.2 Kuivaus

Kuivauksen tavoitteena on saada viilut sopivaan kosteustasoon, jossa niiden liimaus onnistuu parhaiten. Kosteuden ollessa liian korkea vaikeutuu liimaus ja kuumapuristusvaiheessa tapahtuu höyryn muodostumista, joka rikkoo vanerin rakenteen ontoksi. Liian kosteat viilut tasaannutetaan tai kuivataan uudestaan. Viilun ollessa liian kuivaa sen laatu heikkenee merkittävästi. Koivuviilun tavoitekosteus on 4–6 % ja havulla 6–8 %. Kuivauksessa viiluun ei saisi tulla halkeamia ja sen tulisi pysyä ehjänä. (Varis 2017, 63.)

Varis (2017, 64) toteaa että käytössä on kaksi kuivausmenetelmää: telakuivaaja ja verkko-kuivaaja. Toiminta periaate kummassakin on sama eli veden poistaminen lämmön ja kiertävän ilman avulla. Lämmitetty ilma puhalletaan viilun molemmille puolille. Prosessi on hyvin nopea ja se vie aikaa alle kolme minuuttia, kun kuivataan ohuita koivuviiluja. Lämpötila kuivauksessa on 165 °C–190 °C. Tärkeintä on saada vesi siirtymään pois puun sisältä. Kuivauksessa on neljä vaihetta (Kuva 1): 1. viilun lämmittäminen, 2. vapaan veden haihtuminen, 3. sidotun veden haihtuminen ja 4. viilun jäähtyminen.



Kuva 1. Havainnekuva kuivauksen vaiheista (Varis 2017, 64)

Variksen (2017, 65) mukaan kuivauskoneet käyttävät hyvin paljon energiaa. Energian kulutus on noin puolet vaneritehtaan lämpöenergiasta. Hukkalämpö otetaan talteen lämmöntalteenottolaitteistolla, joka kierrättää ilmaa vaihtimen kautta hallin lämmitykseen ja suihkutornin pesurin kautta vesi menee hautomoaltaalle.

2.3 Ladonta

Ladonnassa viiluille levitetään liima ja yhdistetään pintaviilut, pitkät ja lyhyet sisäviilut ristikkäiseksi levyrakenteeksi. Ristikkäin tarkoittaa sitä, että viilut ovat syysuuntaansa nähden ristikkäin (Kuva 2). Kuvassa 2 punaiset nuolet osoittavat viilun syysuunnan. Viiluja ladotaan päällekkäin yleensä pariton määrä ja tämä määrää vanerin paksuuden. Poikkeavat rakenteet ovat myös mahdollisia. Näissä rakenteissa voi olla useita samansuuntaisia viiluja peräkkäin, jolloin puhutaan suuntaisrakenteesta tai erikoisrakenteesta. Näitä rakenteita käytetään, jos vaaditaan erityisiä lujuusominaisuuksia. (Varis 2017, 80.)



Kuva 2. Vanerin ristikkäisrakenne (Varis 2017, 80)

Liiman levitys tapoja on telalevitys, verholevitys, juovalevitys, ruiskulevitys ja vaahtoliimalevitys. Näistä ruiskulevitystä ja vaahtolevitystä ei juurikaan käytetä nykyään. Telalevitys on ainoa, jossa on 2-puolinen levitys tapa. Muissa levitys tapahtuu vain toiselle puolelle viilua. Telalevityksen etuja on pieni tilantarve ja edullinen hinta. Levitys määrä on noin 150–250 g/m² ja puristusta on helppo säätää. Verholevityksessä ei tapahdu viilujen rikkoutumista ja liimamäärä voidaan säätää pieneksi välille 125–170 g/m². Juovalevityksen etuna on hyvin tarkka levitysmäärä, joka on yleensä ± 3 % tarkkuudella alueella 140–170 g/m². (Varis 2017, 83.)

Variksen (2017, 84–86) mukaan ladonta-asemalla määrätty vanerin lopullinen rakenne, joka määrätty ohjeiden mukaisesta määrästä viilukerroksia, oikeasta viilujen laadusta ja ohjeen mukaisesta koosta. Ladelma asemoidaan kovan reunan ja kovan kulman vasteisiin. Näitä käytetään levyn kohdistamisessa ja oikaisemisessa puristuksessa sekä sahauksessa. Ladonta voi olla joko puoliautomaattinen tai täysin automaattinen prosessinvaihe. Ladonnasta vaneri aihiot menevät esipuristukseen, jossa ei käytetä lämpöä, siinä on 1,0 MPa paine ja puristusaika on 6–10 minuuttia. Esipuristus estää liiman kuivumista ja parantaa liimantartuntaa viiluihin ennen kuumapuristusta. Kuumapuristuksessa käytetään korkeaa lämpötilaa sekä painetta. Levyn paksuudesta riippuu puristusaika ja painetta säädetään puristuskaavan mukaan.

2.4 Lajittelu

Viilun lopullinen laatu määrätty sekä telakuivaajan, että verkkokuivaajan jälkeen. Verkkokuivaajan jälkeen on leikkuri, jolla leikataan arkit ja jonttikappaleet eli irtokappaleet kamerajajitteluun mukaan. Lajittelu, joka perustuu konenäköön, on väsymätön ja pysyy muuttumattomana vuorosta toiseen, kunhan parametrit ovat vakioituna. (Varis 2017, 67.)

Kamerajajittelu viiluille tapahtuu jokaiselle laadulle säädettyjen parametrien mukaisesti. Kuivauksen täysautomaattinen konenäköjärjestelmä analysoi värikameran kuvasta viilussa esiintyviä vikaisuuksia kuten erilaisia oksia, halkeamia, repeämiä, mikrohalkeamia, lahoa, sinistymää, pihkakoloja, pinnan karheutta ja värivikaisuuksia prosessinopeudessa. Nykyaikainen kameratekniikka pystyy ottamaan tuhansia värikuvia sekunnissa ja siihen voidaan liittää viilun läpivalaisu ylä- ja alapuolisella valaisulla. Kuvadatan käsittely tapahtuu sekunneissa. (Varis 2017, 67.)

Kuivan viilun kosteuden mittaus varmistaa, että kuivauksessa on päästy tavoitekosteuteen. Laskenta perustuu keskiarvoon ja huippuarvoihin (piikkiarvoihin), jotka on määritetty puulajin ja laatuksen mukaan. Uudelleen kuivauksen tarve korreloi kuivaajan säätöjen ja viilun alkukosteuden kanssa. Viilun tiheysmittaus ja lujuuslajittelu perustuvat

radiotaajuusmäärittelyyn tai kameratekniikkaan, jossa viilua läpivalaistaan ja sen perusteella määritetään tiheys. Tiheys ja lujuus korreloivat vahvasti keskenään. Tällöin laatukriteerit ovat laatustandardeja tiukemmat joka suhteessa. (Varis 2017, 67–68.)

2.5 Laadut

Vanerin laatuluokat määräytyvät pintaviilun mukaan. Kuivauksen jälkeisessä laatulajittelussa noudatetaan pintaviilujen laatuluokituksia. Suomalaisen koivuvanerin laatuluokittelu täyttää standardien EN 635 ja SFS 2413 vaatimukset, joskin SFS 2413 ei ole enää voimassa, mutta on edelleen koivuvanerin pintalaatujen osalta käytössä. (Varis 2017, 69)

Viilut lajitellaan neljään pääluokkaan, jotka ovat B (I), S (II), BB (III), ja WG (IV). Lisäksi on käytössä harvinainen A (E) -erikoislaatu, joka on virheetön. Valmistajat voivat myös määrittää laatukriteerejä asiakkaiden mieltymysten mukaan. (Varis 2017, 68.)

B-laatu (Kuva 3) sallii helmioksia, joiden halkaisija on maksimissaan 3 mm korkeintaan 3 kpl/levy, terveiden ja muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 6 mm ja oksasumma 12 mm/m², hiushalkeamia sallitaan enintään yksi pituudeltaan 100 mm levyn leveysmetriä kohti sekä pieniä värivikoja ja värijuovia sallitaan ja muita vikoja sallitaan hyvin rajoitetusti. (Varis 2017, 68.)



Kuva 3. Laatu B (I) (Vanerikäsikirja 2005, 10)

S-laadussa (Kuva 4) sallitaan helmioksia, terveiden ja kiinteiden oksien sallittu läpimitta on 20 mm ja oksasumma 50 mm/m², muiden oksien ja korjattujen reikien sallittu läpimitta on 10 mm ja oksasumma 25 mm/m², korjattuja 2 mm leveitä ja 200 mm pitkiä avohalkeamia

sallitaan enintään yksi levyn leveysmetriä kohti, hiushalkeamia sallitaan enintään kaksi pituudeltaan 200 mm leveysmetriä kohden, värivikoja ja värijuovia sallitaan sekä yksi puupaikka/m² sallitaan. (Varis 2017, 68.)



Kuva 4. Laatu S (II) (Vanerikäsikirja 2005, 10)

BB-laatu (III) (Kuva 5) sallii helmioksia, terveiden oksien sallittu läpimitta on 25 mm ja oksasumma 60 mm/m², muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta on 6 mm ja oksasumma 25 mm/m², korjattuja 2 mm leveitä ja 200 mm pitkiä avohalkeamia sallitaan enintään yksi levyn leveysmetriä kohti, lievää värivikaa, karheutta ja läpihiontaa sallitaan, puupaikkoja sallitaan enintään 3 % pinta-alasta sekä läpiliimausta sallitaan enintään 5 % pinta-alasta. (Varis 2017, 69.)



Kuva 5. Laatu BB (III) (Vanerikäsikirja 2005, 10–11)

WG-laatu (Kuva 6) sallii helmioksia, terveiden oksien sallittu läpimitta on 65 mm ja oksasumma 600 mm/m², muiden oksien ja reikien sallittu läpimitta 15 mm ja oksasumma 100 mm/m², enintään 4 mm leveitä avohalkeamia sallitaan kaksi levyn leveysmetriä kohti, värivikaa, värjuovia, karheutta, lievää läpihiontaa ja läpiliimausta sallitaan ja jos WG-laatua paikataan, käytetään siitä nimitystä WGe tai EWG. (Varis 2017, 69.)



Kuva 6. Laatu WG (IV) (Vanerikäsikirja 2005, 11)

Sisäviilujen laaduilla ei ole standardin mukaista visuaalista laatumäärittelyä. Niiden tekninen laatu määräytyy käyttötarkoituksen mukaan. Sisäviilujen lajittelu tapahtuu sen mukaan, käytetäänkö niitä jatkamiseen vai suoraan pituusmittansa mukaisesti pitkittäisinä liimaviiluina tai menevätkö ne saumattavaksi tai valmiissa leveysmitassa poikittaisina kuivaviiluina. Jos kyseessä on kuitenkin erikoisvanerin valmistus, jossa lujuusvaatimukset ovat vakiotuotteita vaativammat, myös sisäviiluja voidaan tällöin lujuus lajitella. (Varis 2017, 69.)

2.6 Hionta

Hionnassa on tarkoituksena kalibroida levyn paksuus oikeaksi ja hioa pinta sileäksi mahdollista jatkokäsittelyä varten. Hiontalinjaan kuuluu levyjen syöttö, hiomakoneet ja levyjen pinkkaus. Hiontalinjalla on käytössä samat levynkäsittelylaitteistot kuin sahauslinjastolla. Levyjen syöttö tapahtuu imukuppitarttujilla pinkasta levy kerrallaan. Laitteiston automatiikka huolehtii, ettei levyjä mene kahta päällekkäin. Levyjen oikaisu tapahtuu ennen hiomakonetta ja levyjen syöttö nopeus on pääpäässään menetelmällä noin 30 levyä minuutissa. (Varis 2017, 93.)

Vaneriteollisuudessa käytetään leveänauhahiomakoneita (Kuva 7), joissa on peräkkäin 3 tai 4 hiontayksikköä. Koneissa on hiomapäät ylä- ja alapuolista hiontaa varten. Suurimmillaan hiomakoneen ja nauhan leveys voi olla yli 3000 mm ja nauhan pituus on yli 3500 mm. Ensimmäisessä hiontayksikössä tapahtuu paksuus kalibrointi hiomanauhan karkeuden ollessa 60. Toisessa yksikössä levyn pinta hiotaan hiomanauhan karkeuden ollessa 80. Kaksi viimeistä yksikköä viimeistelee levyn pinnan ja tällöin hiomanauhan karkeus on 100. Hiomanauhan karkeusluku on mesh-arvo, joka kertoo rakeiden määrän pinta-alaa kohti ja mitä pienempi arvo on, sitä karkeampi hiomanauha on. (Varis 2017, 93–94.)




Kuva 7. Leveänauhahiomakone (Varis 2017, 94)

Hiomakoneita säädetään ohjauspaneelista ohjeissa annettujen arvojen mukaan ja säädöt tapahtuvat automaattisesti. Levyjen paksuus tulee olla vähintään 4 mm jotta niitä voidaan hioa leveänauhahiomakoneella. Hiomavaraa on yleensä 0,2–0,4 mm kummallakin puolella levyä. Hionnassa tapahtuva hienojakoinen puupöly poistetaan tehokkaalla pölynpoistojärjestelmällä, joka tarvitsee imutehoa 30000–40000 m³/h. On tärkeää, että hiontapölyä ei jää levyn pintaan tai sitä pääsisi tehdasilmaan. (Varis 2017, 94–95.)

Hiontalinjoissa on hyvin usein jatkuvatoiminen paksuusmittauslaite, joka mittaa levyn paksuutta koko ajan. Normeissa on määritelty levyn paksuudet, jotka tulee täyttää. Suomessa valmistettavien levyjen nimellispaksuudet ja paksuustoleranssit ovat esitetty taulukossa 1. (Vanerikäsikirja 2005, 16.)

Taulukko 2-3. Vakiovanerit



Vaneri					Koivu		Combi, peilikuvacombi		Havu (ohuviiluinen)		Havu (paksuviiluinen)	
Pinta					Koivu		Koivu		Havu		Havu	
Sydän					Koivu		Koivu&havu		Havu		Havu	
Nimellis- paksuus* mm	EN 315:n mukainen paksuustoleranssi mm		Suomalaisen vanerin paksuustoleranssi** mm		Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m ²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m ²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m ²	Viilujen lukumäärä	Paino*** kg/m ²
	min	max	min	max								
4	3.5	4.3	3.5	4.1	3	2.7			3	2.1		
6.5	5.9	6.9	6.1	6.9	5	4.4	5	4.0	5	3.4		
9	8.3	9.5	8.8	9.5	7	6.1	7	5.6	7	4.7	3	4.1
12	11.2	12.6	11.5	12.5	9	8.2	9	7.4	9	6.2	5/4	5.5
15	14.2	15.7	14.3	15.3	11	10.2	11	9.3	11	7.8	5	6.9
18	17.1	18.7	17.1	18.1	13	12.2	13	11.2	13	9.4	7/6	8.3
21	20.0	21.8	20.0	20.9	15	14.3	15	13.0	15	10.9	7	9.7
24	22.9	24.9	22.9	23.7	17	16.3	17	14.9	17	12.5	9/8	11.0
27	25.2	28.4	25.2	26.8	19	18.4	19	16.7	19	14.0	11/9	12.4
30	28.1	31.5	28.1	29.9	21	20.4	21	18.6	21	15.6	13/10	13.8
35	33.5	36.1	33.5	35.5	25	23.8						
40	38.4	41.2	38.8	41.2	29	27.2						
45	43.3	46.4	43.6	46.4	32	30.6						
50	48.1	51.5	48.5	51.5	35	34.0						

Taulukko 1. Levyjen mitat ja toleranssit (Vanerikäsikirja 2005, 16)

Varis (2017, 95) toteaa että hionnan jälkeen levyn tulee olla sileä ja hiontajäljen tulee olla tasainen. Levyn pinnassa ei saa olla hiomattomia alueita tai puhkihiontaa. Aaltomainen hiontajälki on myös kielletty. Vanerilta, joka menee pinnoitukseen, vaaditaan korkea laatuista hiontaa ja tasaista paksuutta. Lopuksi levyt pinkataan odottamaan seuraavaa työvaihetta, ellei seuraava työvaihe ole suoraan hiontalinjan jatkeena.

2.7 Pinnoitus

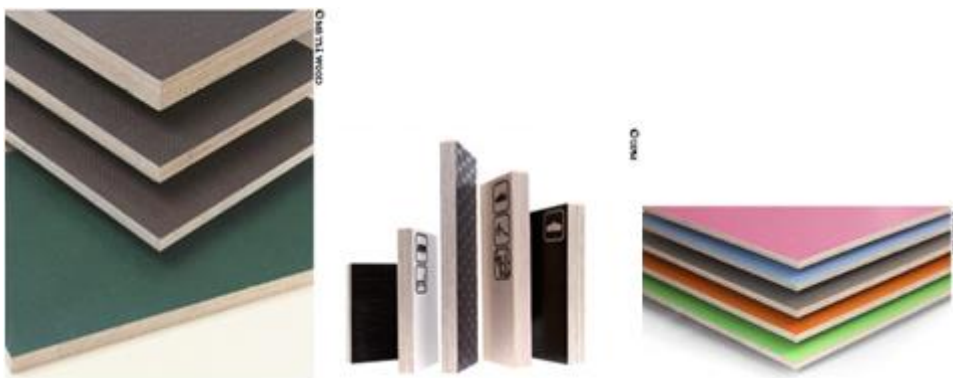
Pinnoitus tapahtuu kiinteillä pinnoitteilla puristamalla pinnoite levyn pintaan. Vanerin yleisin pinnoite on ruskea fenolihartsipaperi. Tämän lisäksi on todella suuri määrä erilaisia pinnoitekalvoja, jotka on kehitetty vastaamaan käyttökohteiden vaatimuksia. Fenolifilmipinnoitteita on 80 gramman neliöpainosta aina yli 300 gramman painoiisiin. Pinnoitteen paksuutta saadaan muutettua lisäämällä 2 tai 3 kerrosta filmiä päällekkäin. Ruskean värin lisäksi pinnoitteen värejä on esimerkiksi vihreä, keltainen, musta, punainen ja kirkas väri vaihtoehto. Pinnoitteena voidaan käyttää myös melamiinifilmiä, korkeapainelaminaatteja, lasikuituvahvisteista pinnoitetta tai polypropeenipinnoitetta. (Varis 2017, 117.)

Pinnoitus tapahtuu monivälipuristimella tai yksivälisellä pikatahtipuristimella. Monivälipuristimessa lämpötila on noin 130–140 °C ja puristusaika on 4–7 minuuttia, riippuen pinnoitteen paksuudesta ja tyypistä. Pikatahtipuristimessa lämpötila on 165–200 °C ja puristusaika on 30–90 sekuntia. Puristuspaine on 10 % korkeampi, kun mitä peruslevyn valmistuksessa käytetään. Puristimen sulkeutumisajalla on suuri merkitys pinnoituksen onnistumiselle.

Lämpö puristimille saadaan kuumasta vedestä, höyrystä tai termoöljystä. (Varis 2017, 117–118.)

Pinnoitukseen menevässä levyssä tulee olla tasapaksu, sileä ja virheetön pinta sekä pinnan kosteuden tulisi olla alle 10 %. Virheet levyn pinnassa hajottaa helposti filmipinnan, joten pienetkin virheet tulee korjata, jotta pinnoitus onnistuu. Hyvin tehty kittauskorjaus ja hionta auttaa pinnoituksen onnistumisessa. Pinnoitus tapahtuu linjan päälle ja alle sijoitettujen rullien avulla. Pinnoitus tapahtuu automaattisella linjalla, jonka paine-, lämpötila- ja puristusai-kaa säädetään ohjauspaneelista. Jokaiselle pinnoitteelle on omat räätälöidyt kaavat, joita vaihdetaan pinnoitusmateriaalin mukaan. (Varis 2017, 118–119.)

Vanerin pinnoitus parantaa kulutuskestävyyttä, hankauksen kestoa, kosteuden ja sään kestävyyttä sekä kemikaalien kestävyys parantuu. Vanerin pinnoite valitaan käyttökohteen mukaan. Sileäpintainen vaneri sopii esimerkiksi betonivalumuottien tekoon ja rakennusteli-neillä käytetään liukastumista estävää viirapinnoitetta. Kuorma-autojen ja rekkojen lattioihin valitaan luja ja liukkautta estävä pinnoite. Kuvassa 8 on esitelty kolmelta suomalaiselta valmistajalta erilaisia pinnoitusmateriaali vaihtoehtoja. Pinnoitetun vanerin elinkaari on pitkä esimerkiksi hyvän puhdistettavuuden vuoksi. (Varis 2017, 119–120.)



Kuva 8. Eri pinnoite vaihtoehtoja 3 suomalaiselta valmistajalta (Varis 2017, 119)

2.8 Käyttökohteet

Käyttökohteita vanerille on lukuisia sen ollessa monipuolinen puulevy, jota voi käyttää hyvin monella eri tavalla. Vaneria on jalostettu paljon erilaisiin kohteisiin sen ominaisuuksia hyväksi käyttäen. Yleisin käyttökohde maailmalla vanerille on rakentaminen. Vanerilla on hyvä lujuus- ja jäykkyysominaisuus, jonka takia sitä käytetään paljon rakentamisessa. Vaneri on luja, rakenteita jäykistävä, tiivis sekä iskun kestävä. Saatavilla on myös paljon eri mittoja,

pinnoitteita ja paksuuksia. Lisäksi koivun raaka-aine saanti on kestäväällä pohjalla ja ympäristöystävällistä. (Varis 2017, 149.)

Vanerin käyttökohteita ovat esimerkiksi puurakentamisessa lattiat, seinät, katot, ulko- sekä sisäverhous, valmistaloteollisuus ja elementit, liikuntapaikkarakentaminen ja infrarakentaminen. Vaneria käytetään lattiakäyttökohteissa koska se on hyvin kestävä rakennelevy. Vanerin kitkaominaisuuksia pystytään parantamaan pinnoittamalla se kitkaominaisuuksia parantavalla pinnoitteella, jolloin se soveltuu erinomaisesti esim. esiintymislavoille, katsomoihin, leikkikentille ja urheilukeskuksiin. Vaneri on helposti asennettava ja soveltuu hyvin ulkoseinien sisärakenteisiin, tuulensuojalevyksi ulkoseiniin ja väliseinien levytykseen. Vaneri käytetään katon kantavissa alusrakenteissa, se on hyvä katteen kiinnitysalusta, koska sen rakenne on tasainen ja kantavuus suuri sekä vanerilevytys jäykistää kattorakenteita paremmin kuin perinteinen raakaponttilaudoitus. Rakennusten ulkoverhouksissa vaneria käytetään maalausohjauksella pinnoitettuna. Sisäverhouksessa vaneria käytetään sen kauneuden ja kestävyys takia. Hieno esimerkki vanerin käytöstä sisäverhouksesta on Sibelius-talo Lahdessa (Kuva 9). Sitä käytetään myös sisäkatoissa sekä rei'itettynä akustiikkalevynä. Valmistaloteollisuudessa ja elementeissä vaneria käytetään keveyden takia. Sen toimitus työmaille on kustannustehokkaampaa. Lisäksi puu sitoo hiilidioksidia ja se auttaa täyttämään tiukempia rakennusnormeja. Urheilukeskusten seinät, katot, katsomoiden lattiat ja penkit on usein tehty vanerista. Infrarakentamisessa vaneria käytetään mm. kävelysilloissa, rampeissa, laitureissa ja lastaussilloissa. (Varis 2017, 149–152.)



Kuva 9. Sibeliustalo Lahti (Sibeliustalo 2023)

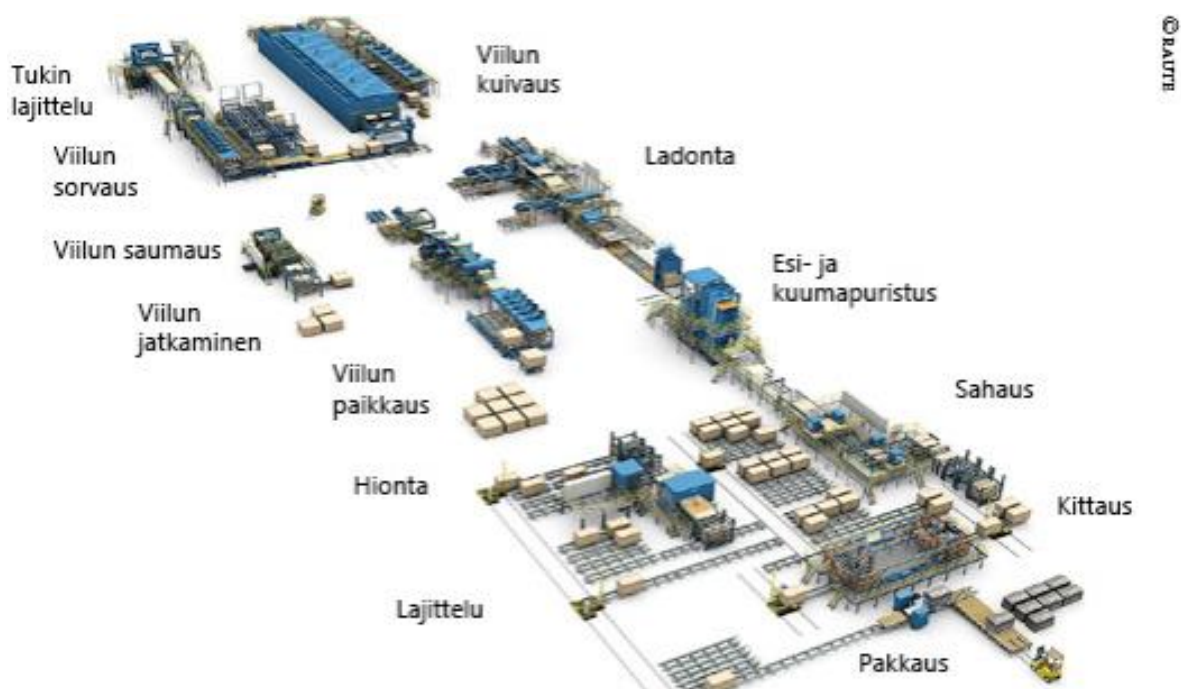
Betonirakentamisessa vaneria käytetään erilaisissa valuissa muottien tekemisessä. Valuissa käytetään yleensä fenolipinnoitteista vaneria. Pinnoitetun vanerin avulla saadaan aikaan sileä, saumaton ja siisti betonipinta. Lisäksi vaneria käytetään pihakivi- ja harkkokiinteellisyydessä aluslevynä, kuljetusvälineissä ja huonekaluteellisyydessä. Kuorma-auton peräkärriyt ovat perinteinen koivuvanerin käyttökohde. Myös pakettiautoissa ja hevoskuljetus kärriissä käytetään paljon vaneria. Lisäksi linja-autoissa, junissa ja LNG (Liquefied Natural Gas) -tankkereissa käytetään vaneria. Vaneri pitää lujuus ja mittaominaisuutensa myös alhaisissa lämpötiloissa (-163,25 °C). Huonekaluteellisyydessä vaneria käytetään sen helpon työstettävyyden, keveyden, vaalean pinnan ja kestävyys takia. Vaneri on myös ympäristöystävällinen ja kaunis materiaali huonekaluissa. Muita käyttökohteita ovat pakkausteellisyyden stanssit, pakkaukset, kuormalavat ja lavakaulukset, kyltit, liikennemerkkit ja mainostaulut, rakennusteliteet, tuuliturbiinit, leikkikenttäkalusteet ja leikkikalut. (Varis 2017, 152–159.)

Koivuvanerin tulevaisuus näyttää valoisalta. Vanerin perusteknisten ominaisuuksien ollessa erinomaiset on avainasemassa tuotekehitykseen panostaminen ja asiakkaiden kuunteleminen, jotta pystytään tarjoamaan asiakkaiden toivomia tuotteita. Vaneri kuten muutkin

puutuotteet ovat erittäin trendikkäitä tällä hetkellä, joten käyttökohteita keksitään koko ajan lisää. (Varis 2017, 148–149.)

3 Konenäkö

Vanerin valmistusprosessi on lähes kokonaan automatisoitu prosessi. Toimiakseen automaatio tarvitsee prosessin eri vaiheissa mitattua dataa, sen analysointia ja tulosten perusteella tehtyä ohjausta annettujen parametrien mukaisesti. Tämän onnistumisen mahdollistaa lukuisat konenäkö- ja mittaussovellukset, jotka pystyvät toimimaan prosessinopeudella luotettavasti. (Varis 2017, 101.) Kuviossa 2 on esitetty vanerin valmistuksen osa-alueita, joissa käytetään apuna, automaattista konenäkö- ja mittauslaitteistoja.



Kuvio 2. Prosessin osa-alueita, joissa konenäkö sovelluksia (Varis 2017, 102)

Varis (2017, 101) toteaa että konenäkö- ja mittaustekniikka on kehittynyt valtavasti viimeisten vuosikymmenien aikana. Viilun paksuuksia ja leveyksiä ei enää mitata mekaanisesti vaan mittaukset tapahtuvat ainetta koskematta uusilla kameränäköteknologioilla. Analogiset kamerat ovat vaihtuneet digitaalisiin kameroihin sekä tietokoneiden tehot on lisääntynyt lineaarisesti, joten mitatun datan analysointi tapahtuu muutamassa millisekunnissa.

Nykyaikainen vanerin mittaus tapahtuu kameroiden ja lasereiden avulla. Kamerat kuvaavat viilun ja levyn pintaa, minkä perusteella konenäkösovellus ohjaa visuaalista lajittelua, leikkausta ja muita prosessivaiheita. Kaikissa vanerintuotannon vaiheissa käytetään erilaisia konenäkö- ja mittaussovelluksia. Viilun laadutuksessa ja leikkauksen ohjauksessa käytettiin ensimmäisenä konenäkösovelluksia. (Varis 2017, 101.)

Konenäköön perustuvia järjestelmiä on muun muassa seuraavissa kohteissa:

- tukin mittaus
- XY-keskittäjä
- sorvaus
- viilun lajittelun eri vaiheet
- viilun leikkaus, saumaus, jatkaminen ja paikkaus
- ladonta
- levyn sahaus, hionta, kittaus, lajittelu.

(Varis 2017, 101.)

Lisäksi apuna käytetään röntgensäteisiin, mikroaaltoihin ja aineen sähköisiin ominaisuuksiin perustuvia sovelluksia (Varis 2017, 101). Mittaustekniikoita on monenlaisia ja ne perustuvat hyvin erilaisiin toimintatapoihin. Käyttöliittymiä on monia erilaisia ja ne toimivat nykyään kosketusnäytöillä varustetuilla tietokoneilla. Levyteollisuudessa on laajalti käytössä Raute Oy:n mittaustekniikoihin perustuvia laitteistoja ja sovelluksia.

Mittaustekniikoihin perustuvia sovelluksia ovat

- viilun paksuuden, syysuunnan, kosteuden ja tiheyden mittaus
- viilun lujuuden määrittäminen
- levyn paksuuden mittaus
- liimavikaisen (onton) levyn tunnistus
- levyn lujuuden määrittäminen.

(Varis 2017, 101.)

Vanerin tuotantoon kehitettyjä konenäkösovelluksia on esimerkiksi visuaalisten ominaisuuksien tunnistamiseen kehitetty VDA (Visual Defect Analyzer) -järjestelmä ja viilun leikkaukseen kehitetty VCA (Visual Clipping Analyzer) -järjestelmä sekä hiukan edistyneempi, viilun leikkauksen optimointiin tarkoitettu VCO (Visual Clipping Optimizer) -järjestelmä. Viilun kosteutta voidaan analysoida MVA (Moisture Volume Analyzer) ja Metriguardian 2805 -järjestelmillä, joista jälkimmäinen pystyy kertomaan myös viilun tiheyden ja lujuuden ultraäänitekniikkaa hyödyntäen. Loppukosteutta kuivauksen jälkeen pystytään mittaamaan

DMA (Dry- end Moisture Analyzer) -sovelluksella, joka edustaa vanhempaa pintaa kosketavaa, konduktiivista mittausmenetelmää. (Varis 2017, 101–102.)

Varis (2017, 105) toteaa että viilun- ja vaneriteollisuuden kehittyminen vaatii tuotannon tehostamista ja saannon parantamista. Tämä onnistuu nykyaikaisilla konenäkö- ja mittausjärjestelmillä, jotka ovat tarkempia ja älykkäämpiä analysoimaan kerättyä dataa. Nykyaikaisien järjestelmien avulla voidaan optimoida kokonaisvaltaisesti tuotantoa ja ohjata levyn rakenteellista laatua asiakastarpeiden mukaan.

Konenäköä hyödyntäen Koskisen Oyj:n vanerin kittauksessa on tehty analyysi 9500 levyn yläpinnan laadusta. Levyjen kittaustarve vaihtelee huomattavasti. Osalla levyistä viat sijoittivat pelkästään yhdelle puolelle, kun taas osassa vikoja on molemmilla puolilla ja osassa ei ole kitattavia vikoja lainkaan. (Ahonen 2023.)

4 Kitit

4.1 Kittien valmistajat

Teknos on globaalisti toimiva suomalainen perheyrittys ja maalinvalmistaja. Teknos on perustettu vuonna 1948 entiseen kanalaan. Alkutarina näkyy Teknoksen logossa, jossa on pensseli kukon muodossa. Tuotekehitys on ollut Teknokselle hyvin tärkeää alusta alkaen. He tarjoavat laajan valikoiman laadukkaita pintakäsittelyaineita teollisuudelle, rakentamiseen ja kuluttajien käyttöön. Teknoksen liikevaihto vuonna 2021 oli 420 miljoonaa euroa. Liiketoimintaa Teknoksella on yli 20 maassa Euroopassa, Aasiassa ja USA:ssa. He työllistää liki 1800 ihmistä. Teknoksen missio on: We make the world last longer. Opinnäytetyön valmisteluaikana vierailin Teknoksen Rajamäen tehtaalla tutustumassa kitin valmistukseen. (Teknos 2023.)

Tikkurila on perustettu vuonna 1862 ja vuonna 2021 se siirtyi PPG:n omistukseen. Toimintaa heillä on 11 maassa ja työntekijöitä on noin 2400. Tikkurilalla on 7 tuotantolaitosta 6 eri maassa ja tuotteita on saatavilla yli 40 maassa. Suurimmat markkina alueet ovat Venäjä, Suomi, Ruotsi, Puola ja Kiina. Liikevaihto oli vuonna 2020 noin 582 miljoonaa euroa. Tikkurilalla on tarjolla kattava valikoima kauppa- ja rakennusmaaleja pintojen suojaamiseen ja kaunistamiseen sekä kuluttajille että ammattilaisille. Tuotevalikoimasta löytyy maaleja, lakkoja ja efektituotteita sisätiloihin, puu- ja kiviaines- ja metallipintojen maaleja ulkotiloihin sekä erilaisia maalaamiseen liittyviä palveluja. (Tikkurila 2023.)

Willamette Valley Company on vuonna 1952 perustettu yksityisomistuksessa oleva monikansallinen yritys, joka valmistaa räätälöityjä tuotteita ja koneita. Toimintaa on ympäri maailmaa. Heillä on työntekijöitä noin 375 ja liikevaihto vuonna 2022 oli noin 170 miljoonaa dollaria. Yrityksen juuret ovat puuteollisuudessa mutta heidän asiantuntemuksensa ja ratkaisunsa kattavat myös betonin korjausjärjestelmät, paikat, täyteaineet, liimat, robotiikan, suunnittelun ja paljon muuta kymmeniltä eri teollisuudenaloilta. (Willamette Valley Company BV.)

4.2 Muovikitti

Muovikitti (kuva 10) on kaksikomponenttinen, liuotteeton epoksikitti, jota käytetään puun, vanerin ja metallin kolojen ja halkeamien täyttöön. Sekoitus suhde on 2 tilavuusosaa muoviosaa (Comp. A) ja 1 tilavuusosa kovetetta (Comp. B). Sekoitus tapahtuu lastalla tasalaatuisesti seokseksi. Sekoitus on tehtävä huolellisesti niin, että seos on tasalaatuista ja tasaväristä. Erikoisominaisuuksia muovikitillä on seuraavia: se ei kutistu eikä turpoa, kitti on helposti työstettävissä ja hiottavissa sekä maalin ja filmipinnoitteen tarttuvuus kitinpintaan

on hyvä. Lisäksi kitti kestää hyvin lämpöä ja säärasitusta ja sillä on hyvä kemikaalikesto. (Teknos 2023.)



Kuva 10. Muovikitti

Käyttöaika ohjeiden mukaisesti sekoitetulle kaksikomponentti kitille lämpötilan ollessa +23 °C on 1 tunti. Kuivumisaika lämpötilan ollessa +23 °C pölykuivaksi on 4 tuntia, kosketuskuivaksi 8 tuntia ja täysin kovettunut kitti on 7 päivässä. Kuivumista voidaan nopeuttaa lämmön avulla. Kitattavan pinnan tulee olla puhdas ja kuiva. Kitattu pinta tulee hioa ennen jälkikäsittelyä. Kitattavan pinnan tulee olla kuiva. Kittaustyön ja kitin kuivumisen aikana tulee ilman, pinnan ja kitin olla yli +10 °C ja ilman suhteellinen kosteus tulee olla alle 80 %. Kitti on varastoitava kuivassa ja tiivistä suljetussa astiassa erillään elintarvikkeista. Varastointi lämpötila on 10–25 °C. (Teknos 2023.)

4.3 Puukitti

Puukitti (Kuva 11) on vesiohenteinen erikoiskitti, joka jäljittelee kuivuttuaan käsittelemättömän puupinnan värejä. Saatavilla on viiden eri käsittelemättömän puupinnan jäljittelevää värisävyä, jotka ovat mänty, koivu, tammi, pyökki ja tumma mahonki. On huomioitava, että kittipaikka voi värjäytyä käsiteltäessä eritavoin kuin vieressä oleva puumateriaali. Täyttökyky on enintään 2 mm (Tikkurila 2023a.)



Kuva 11. Puukitti

Kitattavan pinnan tulee olla kuiva, puhdas, lämpötilan tulee olla vähintään +5 °C ja ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 80 %. Puukitin levitys tapahtuu lastalla, jonka voi käytön jälkeen puhdistaa vedellä. Tarvittaessa puukittiä voi ohentaa vedellä, jotta saadaan haluttu koostumus. Ohuen kittauksen, ilman lämpötilan ollessa +23 °C, voi hioa ja käsitellä noin 4 tunnin kuluttua mutta syvemmät kittaukset ovat hiontakuvia vasta seuraavana päivänä. (Tikkurila 2023a.)

Puukitti tulee varastoida alkuperäispakkauksessa suojattuna suoralta auringonvalolta, kuivassa ja hyvin ilmastoidussa tilassa, erillään yhteensopimattomista materiaaleista sekä elintarvikkeista. Pakkaukset tulee olla suljettu tiiviisti. Avatut pakkaukset tulee sulkea huolellisesti ja pidettävä pystysuorassa vuotojen estämiseksi. Varastointilämpötila on +5 °C - +25 °C ja on tärkeää, että pakkaukset suojataan jäätymiseltä. (Tikkurila 2023b.)

4.4 Fenolikitti

Fenolikitti on kaksikomponenttinen kitti, jossa on hartsia ja kovetetta, joiden sekoitussuhde on 1:1. Liitteessä 1 on sekoitusohje, jossa hartsia 14J421 sekoitetaan kovetteeseen Prefere 5827 kumpaakin 200 g. Ainesosat sekoitetaan imurilla varustetussa alipaineakaapissa. Kittiiä voidaan käyttää 15 minuutista puoleen tuntiin riippuen sekoituksesta.

4.5 Annostelumenetelmät

Käsin tehtävässä kittauskorjauksessa kitti levitetään kittausalueelle lastalla voimakkaasti painaen. Mahdollinen ylimääräinen kitti poistetaan levyn pinnasta. Kitin tarttuvuuden parantamiseksi esimerkiksi kitattavan alueen ollessa puupaikan kokoinen, raaputetaan paikan

pohjaa ja puhdistetaan se kitin tarttuvuuden parantamiseksi. Jottei kitti tartu toiseen levyyn, on hyvä sirotella hiukan puupölyä kitatun alueen päälle. (Koskisen Oyj 2022.)

Willamette Valley Company BV on kehittänyt yksikomponenttisen kitin levittämiseen kuvan 12 mukaisen laitteiston. Laitteistoon on saatavilla vesi- tai liuotinpohjaista kittiä asiakkaan tarpeiden mukaan. Laitteistoa käytetään levyssä olevien pienien vikojen ja halkeamien korjaamiseen. Kitti on nopeaa kovettumaan ja se on nopeasti hiottavissa sekä jatkokäsittävissä. Laitteisto on helppo puhdistaa vedellä ja kitin kovettuessa se voidaan puhdistaa höyryllä tai mekaanisesti poistamalla. (Willamette Valley Company BV.)



Kuva 12. Puukitin levityslaite (Willamette Valley Company)

Willamette Valley Company BV on kehittänyt kaksiosaiselle polyuretaanikitille sekä kaksiosaiselle epoksikitille kuvan 13 mukaisen laitteiston. Laitteessa komponentit tulevat lämmitettyjä putkia pitkin laitteistoon, jossa ne sekoittuvat ja johdetaan levyn pintaan. Synteettinen kitti on nopea asettumaan, hiottavissa minuuteissa, staattinen ja maalattavissa. Epoksikitin ominaisuuksia on määriteltävissä oleva asettumisaika, soveltuu erikoiskohteisiin, staattinen, maalattava ja tarkkaan sekoitettavissa. (Willamette Valley Company BV.)



Kuva 13. Kaksikomponenttisen kitin levityslaitteisto (Willamette Valley Company BV)

Raute Oy on kehittänyt kuvion 3 mukaisen täysin automatisoidun kittauskorjauslaitteiston nimeltään Panel repair station R5. Siinä älykamera skannaa levyn ja havaitsee siitä virheet, jotka tulisi korjata. Tämän jälkeen laitteisto levittää korjattaviin kohtiin kitin, ja imukupit kuljettavat levyn kuivumaan ja samalla seuraava levy skannataan. Laitteisto pystyy korjaamaan noin 300 levyn pinta-a alaa tunnissa sekä säästää jopa 20 % kittiä. Raute Oy on myös kehittänyt linjamaisemman Panel repair station R7 kittauskorjauslinjaston, jossa on useampi kittausyksikkö, jolloin laitteistolla päästään isompiin tuotantomääriin. (Raute 2023.)



Kuvio 3. Panel repair station R5 (Raute)

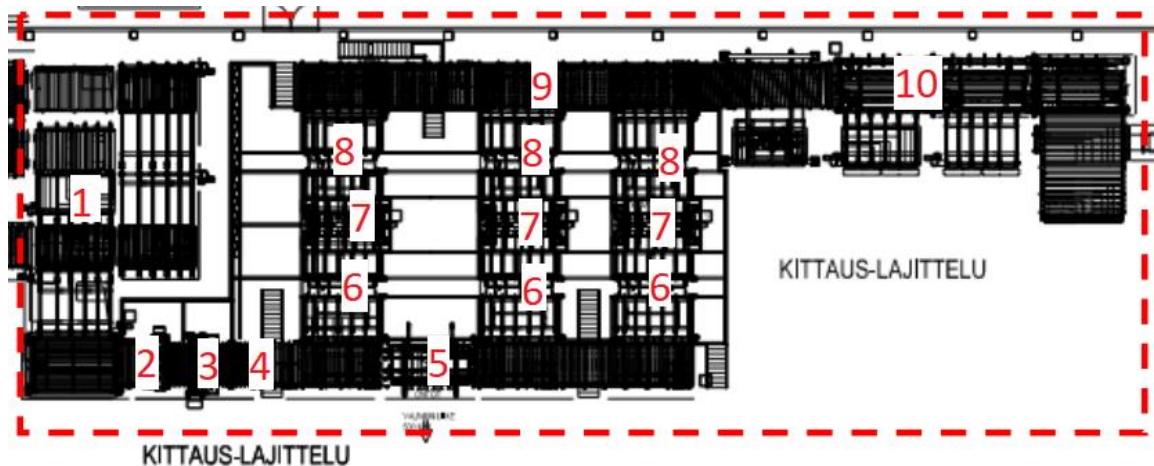
4.6 Kittaussinjan toiminta

Viimeistely vaiheessa vanerilevyn pintavikoja voidaan korjata kittaamalla. Vikoja, joita kittaauksessa korjataan ovat oksanreiät, pihkakolot, kaarnakolot, liiman läpilyönnit, painumat, limittymät ja halkeamat. Korjauksia tekemällä levyjen laatua saadaan parannettua. Kuvassa 14 tapahtuu kittauskorjausta käsin. (Varis 2017, 91–93.)



Kuva 14. Koivuvanerin kittauskorjausta (Varis 2017, 93)

Koskisen Oyj:n Järvelän tehtaan vanerin kittaussinja on otettu käyttöön vuonna 2005 (Kuvio 4). Linjasto on Raute Oyj:n valmistama linjasto, jossa kittauskorjaus tapahtuu käsin. Työntekijöitä linjalla on yhdessä vuorossa 6 operaattoria ja linja toimii kolmessa vuorossa viitenä päivänä viikossa. Linjaston vierellä on lisäksi manuaalinen kittauskorjausasema, jossa käsitellään erikoistuotteita.



Kuvio 4. Koskisen Oyj:n kittauslinjan layout (Mukailtu Koskisen Oyj)

Kittauslinjan layout on esitelty kuviossa 4. Kohdassa 1 on välivarastointi reunasahauksen jälkeen. Kohdassa 2 tapahtuu vanerien syöttö linjastolle. Kohdassa 3 on paksuus- ja liima-
saumanmittaus, josta vanerit jatkavat kohdan 4 rullarataa pitkin eteenpäin. Kohdassa viisi on mahdollisuus poistaa hylätyt levyt pois. Kohdissa 6 tapahtuu yläpuolen kittaus, jonka jälkeen on kohdissa 7 levyn kääntö ja kohdassa 8 tapahtuu levyn alapuolen kittaus. Kohdassa 9 on rullarata, jota pitkin levyt siirtyvät levyjenpinkkaukseen, josta levyt jatkavat jatkokäsittelyyn.

Käsintehtävästä kittauskorjauksesta on alettu siirtyä automaattisiin korjauslinjoihin, joilla voidaan kitata sekä koivu- että havuvanerin virheitä ennen hiontaa. Automaattisella linjalla levyt syötetään linjalle sahaamattomasta pinkasta, mutta myös sahattujen levyjen korjaus on mahdollista. Levy kuvataan 3D-kameralla yläpuolelta, jonka jälkeen alipainekuljetin siirtää levyt kittausasemalle. Levyssä olevat viat tunnistetaan ja analysoidaan linjassa olevilla kameroilla. Linjassa on kittaus solu, joka jyräi vikakohdan auki ja levittää kitin tilalle. (Varis 2017, 91.)

Kittaus solussa voi olla teollisuusrobotti tai XY-portaali, joissa jyräintyökalu ja kitinlevityspää sijaitsevat. Kittiä käytetään yleisesti tavallista puukittiä, joka kuivuu nopeasti, mutta robotti on mahdollista varustaa myös 2-komponenttisen polyuretaani- tai epoksikitin annostelijalla. Parketti tuotteiden vaatimaa, UV-kovettuvaa kittiä on myös mahdollista käyttää kittaus solussa. Kittiä annostelupumppuja on helppo säätää ja kittaus työkalut ovat nopeasti vaihdettavissa ja puhdistettavissa. Robottikittauksen on todettu vähentävän kitin kulutusta käsin kittaukseen nähden. (Varis 2017, 92.)

Kittauslinjassa käytettävän kameran avulla on löydettävissä pienimmillään 0,3 mm:n halkeamat sekä viilupinnassa olevat karkeat alueet. Koivuvanerilevyssä korjausta tehdään

tarvittaessa molemmille pinnoille, mutta havuvanereissa normaalisti vain yläpinnalle. Koi-
vupinnassa paikattavia vikoja on keskimäärin alle viisi kappaletta, mutta havupinnassa kak-
sin- tai kolminkertaisesti. (Varis 2017, 92.)

5 Kokeellinen osa

5.1 Kittauksen alkutilanne

Kittauksessa on havaittu tulevan suuri määrä hukkaa (Kuva 15) käyttämättömäksi menevästä kitistä. Kitin määrän menekkiä on hyvin vaikea arvioida koska kitattavien vikojen vaihtelu voi olla hyvinkin suurta. Vikojen määrä vaihtelee eri tilausten välillä koska laaduissa voi olla isojakin eroja. Erien sisälläkin voi olla paljon eroavaisuuksia vikojen määrässä. Vanerin laatu on määrittelevä tekijä, kuinka paljon kitattavaa on sekä minkälaisia kittauksia sallitaan.

Kittiä sekoitetaan aina maltillinen määrä mutta sen käyttöajan ollessa noin puolesta tunnista tuntiin saattaa sitä päätyä roskiin huomattavakin määrä vuorokauden aikana, kun kaikkea kittiä ei keritä käyttämään. Pitkään lastassa tai sekoitus alustalla ollutta kittiä ei voi enää käyttää koska sen tarttuvuus vaneriin heikkenee huomattavasti.



Kuva 15. Huonoksi mennyttä kittiä

5.2 Koesuunnitelma

Tarkoituksena on testata, kuinka kitin sekoitus onnistuu mekaanisesti, testiä varten hankitulla laitteistolla. Testissä kokeillaan kaksikomponenttisen kitin sekoitusta. Sekoitussuhde on 2 tilavuusosaa muovisosaa (Comp. A) ja 1 tilavuusosa kovetetta (Comp. B). Testissä seurataan, kuinka hyvin sekoitus sujuu sekä kuinka tasalaatuinen seoksesta tulee. Pyritään myös minimoimaan ilman sekoittuminen kitin ainesosiin tuubeissa, jotta seoksesta tulee laadultaan hyvää. Kokeillaan myös viskositeetin vaikutusta sekoituksen laatuun ja onnistumiseen. Tutkitaan myös, kuinka laitteisto saadaan pidettyä käyttökuntoisena ja kuinka sen puhdistaminen onnistuu esimerkiksi paineilmaa hyväksi käyttäen. Tarkoituksena on saada näkemys siitä minkälainen laitteisto kitinsekoittajasta voisi tulla ja minkälaisia ongelmia kitin mekaanisesta sekoittamisesta sekä laitteiston puhtaana pidosta löytyy.

Testitulana toimii Koskisen Oyj:n laboratorio. Päätestaajana toimii opinnäytetyön tekijä. Lisäksi testiin osallistuu toisena päätestaajana Koskisen Oyj:ltä Kimmo Ahonen (Head of business development) ja avustajina laboratoriohenkilökuntaa. Alussa tarkistetaan, että kaikki testissä tarvittava on esillä ja käytettävissä sekä turvavarusteet että järjestelyt ovat käytössä. Testissä tarvitaan

- kitin muoviosa (Comp. A)
- kitin koveteosa (Comp. B)
- pistooli
- tuubit
- sekoittaja
- pursotuspää
- alusta johon kitti puristetaan
- lämpömittari
- astia kuumalle vedelle (lämmitetään kitin aineosia ja muutetaan viskositeettia)
- vesi
- paineilma.

Ennen testin alkua tarkistetaan, kuinka laitteisto kasataan ja toimii, ilman että siihen laiteeseen sisälle mitään ainesosia. Tällä varmistetaan, että osataan käyttää laitteistoa oikein ja laitteisto toimii oikealla tavalla. Lisäksi testataan tuubien lämmönkestävyys. Tämä tehdään,

jotta varmistutaan että ainesosien viskositeettia saadaan muutettua. Paineilman toimivuus testataan ja perehdytään laitteiston mukana tulleisiin käyttöohjeisiin.

Riskejä, joita saattaa tulla testin aikana vastaan on tuubipistoolin toimimattomuus esimerkiksi huonon laadun takia. Tuubit eivät kestä lämmitystä, jolloin viskositeettia ei saada muutettua, joten sekoitus ei välttämättä onnistu. Sekoittaja ei sekoita ainesosia mennessään esimerkiksi tukkoon tai on liian pieni sekoittaakseen ainesosia. Tuubeissa ainesosien sekaan sekoittuu ilmaa, jolloin seoksesta ei tule oikeanlaista. Ei saada paineilmaa toimimaan, joten sekoittajan puhtaana pitoa ei pystytä testaamaan.

Testissä käytetään kaksiosaisia tuubeja (koko 50 ml), joihin laitetaan isompaan säiliöön kitin muoviosaa (Comp. A) ja pienempään säiliöön laitetaan kitin koveteosaa (Comp. B). Pistoolilla puristetaan kumpaakin säiliötä yhtä aikaa, jolloin kitin osaset painautuvat sekoittajaan, joka sekoittaa kitin suhteella 2:1. Tämän jälkeen pursotinpäädästä tulee valmiiksi sekoitettua kittiä. Ensiksi testi tehdään ilman että kitin osasia lämmitetään (tämä tuskin onnistuu jäähmeän viskositeetin takia). Sitten testi toistetaan niin että osasia lämmitetään viskositeetin muuttamiseksi, jotta ne kulkisivat tuubeissa paremmin ja sekoittuisivat sekoittajassa paremmin (kitin ainesosasten lämmitys tapahtuu vesihautteessa). Tämä toistetaan kitin osasten eri lämpötiloilla sen mukaan, miten sekoitus sujuu ja saadaan mahdollisimman hyvä lopputulos. Testataan myös, miten sekoittaja saadaan pysymään käyttökuntoisena ja kuinka sekoittajan puhdistus onnistuu esimerkiksi paineilman avulla. Testiin varataan aikaa 2–5 tuntia yhtenä päivänä. Saatetaan tarvita toinen testikerta, jossa testataan mahdollisia kehitysehdotuksia.

Testin jälkeen arvioidaan sekoituksen onnistumista eri asetuksilla (seoksen laatu, kitin työstettävyys, meneekö sekoittaja tukkoon tai kuinka sen puhdistus onnistuu). Arvioidaan sekoittajan toimivuutta ja minkälaisia muutoksia tulisi tehdä toimivuuden parantamiseksi. Mietitään ratkaisuja havaittuihin ongelmiin.

5.3 Kitin ja laitteiston testaus

Kitin ja testiä varten hankitun laitteiston testaus suoritettiin Koskisen Oyj:n laboratoriossa. Testissä oli mukana opinnäytetyön tekijä ja Koskisen Oyj:n puolelta Kimmo Ahonen (Head of business development) sekä yksi laboratorion työntekijä avustajana. Testiä varten laadittiin koesuunnitelma (Liite 2), jonka mukaan testit suoritettiin. Testiä varten hankittiin kuvan 16 mukainen laitteisto, jolla testattiin 2 komponenttisen kitin mekaanista sekoittamista. Kaksiosaisia tuubeja oli testiin käytössä kuusi kappaletta kuten myös sekoitinpäitä oli kuusi kappaletta.



Kuva 16 Sekoitinlaite

Testin alussa testattiin koesuunnitelman mukaisesti laitteiston kasaus ja toiminta. Laitteisto havaittiin toimivaksi mutta laatuvaikutelma ei ollut hyvä. Laitteisto tuntui pienikokoiselta ja heikko laatuselta. Laitteisto oli kokonaan muovia. Tämän jälkeen laitettiin kitin muoviosaa (Comp. A) ja kovetetta (Comp. B) lasiastioissa vesihauteeseen, jossa veden lämpötila oli noin 50 °C (kuva 17). Kitin muoviosaa (Comp A) ja kovetetta (Comp. B) laitettiin myös lasiastioissa uuniin, jonka lämpötila oli 65 °C. Lämmittämällä kitin osasia saatiin muutettua viskositeettia notkeammaksi, jolloin sen käsiteltävyys parantui. Varsinkin muoviosan (Comp. A) koostumuksesta tuli paljon notkeampaa ja käsiteltävyys parantui huomattavasti. Vastaavasti kovete (Comp. B) ei notkistunut niin paljoa kuin olisi toivottu. Kaksiosaiset tuubit, joita testissä käytettiin, kestivät lämmitettyä kittiä ongelmitta.



Kuva 17. Kitin muoviosa (Comp. A) ja kovete (Comp. B) vesihauteessa lämpiämässä

Koesuunnitelmasta poiketen testit aloitettiin suoraan lämmitellyillä kitin ainesosilla. Kitin muoviosan (Comp. A) ja kovetteen (Comp. B) lämpötila oli noin 45 °C kun ne otettiin vesihauteesta. Mittaus tapahtui kahdella eri laserlämpömittarilla sekä piikkimittarilla. Kaksiosaisen tuubin isompaan säiliöön laitettiin kitin muoviosaa (Comp. A) ja pienempään laitettiin kovetetta (Comp. B). Näin saatiin sekoitussuhde oikeaksi (2:1). Säiliöiden täytön aikana toisen säiliön suuaukko oli suojattuna teipillä, jottei muoviosa ja kovete sekoittuisi keskenään. Jokaisella kerralla (6 kappaletta testejä) säiliöt täytettiin noin puoleen väliin. Ensimmäisellä kerralla kun tuubia aloitettiin puristamaan, oli sekoittaja heti kiinni täysimittaisena tuubin päässä. Tämä havaittiin huonoksi tavaksi koska sekoittaja osoittautui liian kapeaksi päästä aiheuttaen kovan paineen tuubiin, mikä lähes rikkoi tuubin sekä lähes irrotti sen pistooliosasta. Pistoolin säiliöiden sisään puristajan vapautusvipu hajosi heti ensimmäisessä yrityksessä heikon laadun takia, joten loppu testien ajan vapautusvipua käytettiin ruuvimeisselillä. Seuraavissa testeissä tuubien täyttö tehtiin samalla lailla mutta sekoittajaa ei laitettu heti kiinni vaan se pidettiin irrallaan ja tuubeja puristettiin niin kauan sisään, kunnes kummastakin säiliöstä alkoi tulla kitin ainesosia (kuva 18), jonka jälkeen sekoittaja laitettiin kiinni. Näin saatiin tasattua painetta säiliöissä ja varmistettiin että kitin ainesosasia

tuli kumpaakin varmasti sekoittajaan samaan aikaan. Lisäksi sekoittajan päätä leikattiin noin kolme senttimetriä pois puukolla, jotta sekoittuneen kitin ulostulo oli isompi, joka sujuvoitti kitin sekoitusta. Testi toistettiin kolme kertaa ainesosien ollessa noin 45 °C, kaksi kertaa testattiin sekoitusta ainesosien ollessa noin 61 °C ja kerran kokeiltiin ainesosien sekoitusta niiden ollessa huoneen lämpöisiä (noin 22 °C). Lopuksi sekoittajat otettiin pois tuubien päistä ja testattiin niiden puhdistamista paineilman avulla.



Kuva 18. Paineen tasaus säiliöstä

6 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Sekoitus saatiin onnistumaan melko hyvin kitin ainesosien ollessa 45 °C (kuva 19). Muovi-osa (Comp. A) sekä kovete (Comp. B) saatiin menemään säiliöihin melko helposti. Puristus sekoittajaan vaati yllättävän paljon voimaa, jolloin puristin ja tuubi joutuivat koville. Sai olla kärsivällinen puristimen kanssa, ettei mikään osa laitteistosta hajonnut. Sekoittamista helppotti, kun otettiin sekoitinosasta päästä noin kolme senttimetriä pois, jolloin sekoittuneen kitin oli helpompi tulla ulos. Sekoituksen laatu vastasi vaatimuksia ja kitti kovettui odotetun laisesti. Kittä olisi voinut käyttää vanerin vaurioiden korjaamiseen.



Kuva 19. Kitin sekoitus ainesosien ollessa 45 °C

Kitin ainesosien lämmön nosto 61 °C helpotti sekä muoviosan että kovetteen laittoa säiliöihin. Ongelmaksi muodostui kovete, joka ei suostunut menemään sekoittajaan kunnolla. Se jäähmettyi säiliöön eikä liikkunut, jonka takia syntyi painetta säiliöön ja säiliö hajosi kyljestä

(kuva 20). Sekoitettua kittiä saatiin tulemaan sekoittajan läpi vähän mutta se oli huono laatuista ja se ei kovettunut niin kuin olisi pitänyt. Kitillä ei olisi voinut kitata vanerin vaurioita.



Kuva 20. Kitin ainesosien ollessa 61 °C säiliö hajosi

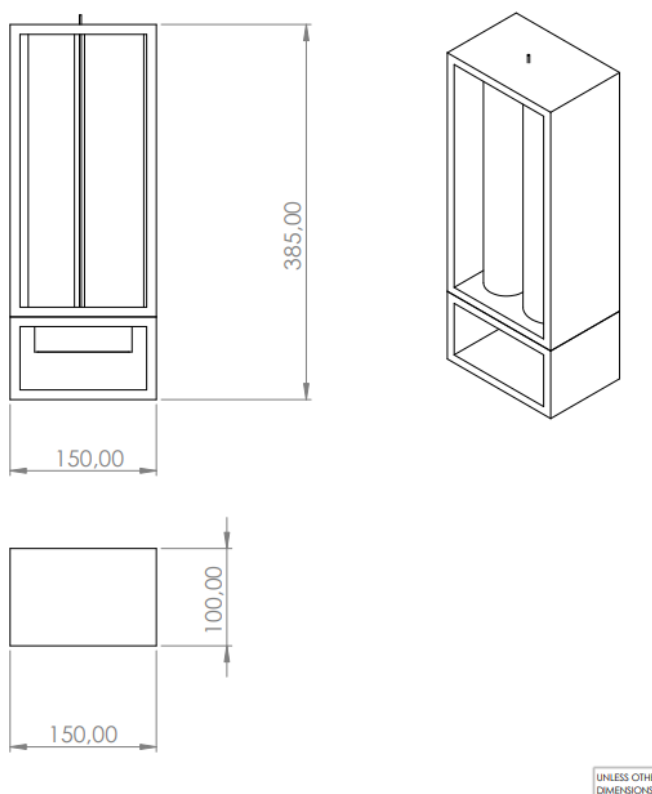
Viimeiseksi testi tehtiin huoneen lämpöisillä ainesosilla (noin 22 °C). Muoviosa (Comp. A) sekä kovete (Comp. B) saatiin säiliöihin melko hyvin. Ilman sekoittajapäätä saatiin tuubeista tulemaan yllättävän hyvin sekä muoviosaa että kovetetta mutta kun sekoittaja laitettiin kiinni ja aloitettiin kitin sekoitus, hajosi kovetesäiliö kyljestä. Kovete jähmettyi säiliöön eikä mennyt sekoittajaan, joka aiheutti painetta säiliöön, minkä takia säiliö hajosi. Huoneenlämpöisiä ainesosia ei saatu sekoitettua, joten sekoituksen laatua ei voida tarkastella.

Lopuksi testattiin sekoittajan puhtaana ja käyttökuntoisena pitämistä. Kun muoviosa (Comp. A) ja kovete (Comp. B) oli puristettu säiliöistä sekoittajaan, alkoi kitti reagoimaan. Sekoitinpää oli niin pieni, että paineilmalla sen puhdistaminen osoittautui mahdottomaksi. Jähmettynyt kitti ei lähtenyt paineilmalla pois.

7 Kehitysehdotukset

Laitteisto osoittautui toimivaksi mutta se oli liian pieni ja heppoinen. Kovete (Comp. B) osoittautui haasteeksi testeissä. Sen viskositeetti ei muuttunut niin paljoa, kun odotettiin ja tämän takia laitteisto ei toiminut kunnolla. Muoviosan (Comp. A) viskositeetti muuttui hyvinkin juoksevaksi ja se meni säiliöön sekä sekoittajaan hyvin. Sekoitussuhteen ollessa 2:1 kovetteen sisään menoaukko sekoittajaan käytetyssä laitteistossa oli niin pieni, että vaikka sitä lämmitettiin 61 °C se ei mennyt sekoittajaan kunnolla. Se myös jähmettyi kovemmassa lämpötilassa tuntemattomasta syystä.

Samaa testiä voisi kokeilla isommalla laitteistolla. Laitteisto voisi toimia samalla periaatteella ja olla muuten identtinen mutta isommilla säiliöillä ja sekoittajalla. Tällöin kovetteella olisi isompi aukko mennä sekoittajaan, jolloin sen virtaus sekoittajaan olisi parempi eikä mahdollisesti tulisi laitteiston hajoamista. Tällöin kovetteen jähmeä viskositeetti ei tuottaisi ongelmia. Voisi myös harkita tehdä metallinen prototyyppi (kuva 21) sekoitinlaitteesta. Tässä sekoittaja toimisi itsenäisesti, jolloin voisi kokeilla pystyisikö se puhdistumaan itsensä, kun siihen syötetään tietty määrä kitinainesosia. Tähän voisi myös lisätä paineilmaputsauksen. Tämän voisi toteuttaa erillisenä projektina tai uutena opinnäytetyönä.



Kuva 21 Prototyypin havainnekuva

8 Yhteenveto

Opinnäytetyö jakautuu kahteen osaan. Teoriaosassa esitellään toimeksiantaja, käydään läpi vanerin valmistusta sorvauksesta pinnoitukseen, vanerin käyttökohteita, kitin valmistajia, kittejä ja niiden ominaisuuksia, minkälaisia annostelumenetelmiä kittaukseen on olemassa sekä kittauslinjan toimintaa. Kokeellisessa osassa testataan 2 komponenttisen kitin mekaanista sekoittamista. Kuinka se onnistuu hankitulla laitteistolla ja miten sen puhtaana pito onnistuu.

Opinnäytetyön alussa tiedettiin, että kittauksessa tulee suuri määrä hukkaa huonoksi menevästä kitistä. Kitin käyttöaika on noin puolesta tunnista tuntiin, jonka jälkeen kitin tarttuvuus alkaa heikkenemään ja sitä ei voida enää käyttää. Opinnäytetyön tavoitteena on saada vähennettyä tätä hukkaa mahdollisimman paljon ja saada näin säästöä. Tavoitteena oli myös mallintaa laitteisto kitin sekoittamiseen.

Opinnäytetyön aikana seurattiin Koskisen Oyj:n käsikäntökittauksen ja kittauslinjan toimintaa. Seurattiin kitin sekoitusta, kuinka paljon sitä menee hukkaan sekä myös minkälaisia vaurioita kitataan ja kuinka kittaus tapahtuu. Opinnäytetyön aikana seurattiin kahden eri operaattorin toimintaa puoliautomaatti kittauslinjalla sekä käsinkäntö kittausasemalla. Seurattiin kuinka operaattorit havaitsevat vikoja ja mitä toimenpiteitä tehdään ennen kit-tausta sekä kuinka itse kittaus tapahtuu.

Kokeellista osaa varten hankittiin laitteisto, jolla testattiin kitin mekaanista sekoittamista ja tehtiin koesuunnitelma, jonka mukaan testit tehtiin. Testit suoritettiin Koskisen Oyj:n laboratoriossa. Testissä kokeiltiin 2 komponenttisen kitin sekoittamista mekaanisesti ja sen puhdistamista sekä käyttökunnossa pitämistä. Testissä kokeiltiin kitin sekoittumista eri lämpötiloilla ja kuinka laitteisto reagoi lämpötilaan. Tarkoituksena oli saada näkemys siitä minkälainen laitteisto kitin sekoittajasta voisi tulla.

Testin otanta oli hiukan suppea. Käytössä oli kuusi kaksiosaista tuubia ja sekoittajaa, joilla testit suoritettiin. Testissä olisi ollut hyvä olla tuubeja enemmän käytössä, jolloin testin olisi voinut tehdä uudestaan useampaan kertaan ja saada parempi näkemys laitteiston ja kitin osasten käytöksestä. Ongelmaksi testissä muodostui kovetteen viskositeetti, jonka takia laitteistoa hajosi useasti. Muoviset tuubit kestivät lämmitetyt kitin osaset hyvin. Testin tuloksena saatiin ehdotus jatko testejä varten isommalla laitteistolla tai prototyypin teko erillisenä projektina tai opinnäytetyönä.

Lähteet

Ahonen K. 2023. Levyn korjaustarpeita. Sähköposti. Vastaanottaja Järvinen T. Lähetetty 22.3.2023

Koskisen Oyj. 2023. Viitattu 16.3.2023. Saatavissa

<https://koskisen.fi/>

Koskisen Oyj. 2022. Viitattu 22.4.2023 Saatavissa

<https://mfiles.kosnet.org/SharedLinks.aspx?accesskey=b01f4655b434f103e319fcd1795042fdacabf2bde8d6b18b690210fff5f6bfef&VaultGUID=9E7C87C4-5D0F-4D9E-9792-977550F69404>

Raute Oy. 2023. Viitattu 22.4.2023 Saatavissa

<https://www.raute.com/rauterx/panel-repairing/>

Sibeliustalo. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa

<https://www.sibeliustalo.fi/sibeliustalo/>

Teknos. Tuoteseloste Teknopox putty 100–1. Viitattu 25.3.2023. Saatavissa

https://www.teknos.com/document/tds/fi_268-11_2.pdf

Tikkurila. 2023a Tuoteseloste Spakkeli puukitti. Viitattu 4.4.2023. Saatavissa

https://tikkurila.fi/sites/default/files/pim/documents/Spakkeli_Puukitti_FI_PDS_Tikkurila_0.pdf

Tikkurila. 2023b. Käyttöturvatieote Spakkeli puukitti. Viitattu 4.4.2023. Saatavissa

https://tikkurila.fi/sites/default/files/pim/documents/Spakkeli_puukitti_SDS_FI_0.pdf

Varis, R. 2017. Puulevyteollisuus. Helsinki: Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry.

Willamette Valley Company BV. 2023. Viitattu 22.4.2023 Saatavissa

<https://wvcowoodproducts.com/products/defect-repair-products/>



4.0 Kitit ja kittaus

Aikaisemmissa työvaiheissa tulleita virheitä, jotka eivät täytä laatukriteerejä, voidaan korjata kittamalla. Käytettävä kitti määräytyy tilauskohtaisesti. Kittien käyttöaika voi vaihdella olosuhteista riippuen huomattavasti, joten seuraavissa ohjeissa käyttöaika on vain ohjeellinen. Huomattaessa käytettävän kitin kovettuneen sekoitetaan uusi kitti, sillä kittauksen on oltava tasainen ja täytettävä kitattava alue kokonaisuudessaan.

Kittejä on käytössä tällä hetkellä kolme erilaista:

1. Tikkurilan puukitti, joka on valmis käytettäväksi sellaisenaan. Kitti on käyttökelpoista noin 15 min.
2. Teknopox kaksikomponentti muovikitti, jonka sekoitussuhde on 2:1 eli

2 tilavuusosaa hartsia eli muoviosaa (A).
1 tilavuusosa kovetetta (B).

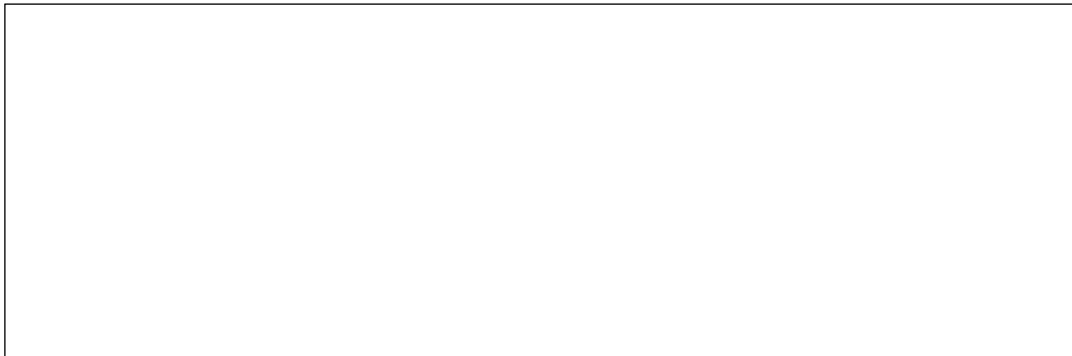
Kitti on käyttökelpoista noin puolen tunnin ajan.

3. Ruskea fenolikitti (Doka), jolle on seuraavanlainen sekoitusohje

hartsia 14J421:	200g
kovettaja Prefere 5827:	200g

Ainesosien sekoitus tapahtuu imurilla varustetussa alipaineakaapissa.
Kitti on käytettävissä 15 minuutista puoleen tuntiin riippuen sekoituksesta.

Kitit levitetään lastalla kitattavaan alueeseen voimakkaasti painaen ja poistetaan ylimääräinen kitti levystä. Mikäli kitattava alue on esim. puupaikan suuruinen, raaputetaan paikan pohjaa ja puhdistetaan se kitin tarttuvuuden parantamiseksi. Sirotellaan kitatun alueen päälle hieman puupölyä, ettei kitti tartu toiseen levyyn.



• Koskisen
• Tehdastie 2 | 18800, Järvelä
• 020 553 41 | info@koskisen.com
• Y-tunnus 0215581-5 | kotipaikka Kärkölä

Liite 2. Koesuunnitelma

Kitin sekoituslaitteiston testi

1. Tavoite

Testin tarkoituksena on testata, kuinka kitin sekoitus onnistuu mekaanisesti testiä varten hankitulla laitteistolla. Testissä kokeillaan kaksikomponenttisen kitin sekoitusta. Sekoitussuhde on 2 tilavuusosaa muoviosaa (Comp. A) ja 1 tilavuusosa kovetetta (Comp. B). Testissä seurataan, kuinka hyvin sekoitus sujuu sekä kuinka tasalaatuinen seoksesta tulee. Pyritään minimoimaan ilman sekoittuminen kitin ainesosiin tuubeissa, jotta seoksesta tulee hyvä laatuista. Testissä kokeillaan myös viskositeetin vaikutusta sekoituksen laatuun ja onnistumiseen. Tutkitaan myös, kuinka sekoitinpää saadaan pidettyä käyttökuntoisena ja kuinka sen puhdistaminen onnistuu esimerkiksi paineilmaa hyväksi käyttäen. Tarkoituksena on saada näkemys siitä minkälainen laitteisto kitin sekoittajasta tulisi ja minkälaisia ongelmia kitin mekaanisessa sekoittamisessa on sekä laitteiston puhtaana pidossa.

2. Valmistelu

Tarkistetaan että kaikki testissä tarvittava on esillä ja käytettävissä

- Kitin muoviosa (Comp. A)
- Kitin kovete (Comp. B)
- Pistooli
- Tuubit
- Sekoittajat
- Pursotusosa
- Alusta johon kitti puristetaan
- Lämpömittari
- Astia kuumalle vedelle (lämmitetään kitin aineksia ja muutetaan viskositeettia)
- Vesi
- Paineilma

Henkilöstö

- Kimmo Ahonen (Päätestäaja)
- Tuomas Järvinen (Päätestäaja)
- Labrahenkilöstö (Avustajia testissä)

Testitilana toimii Koskisen Oyj:n laboratorio.

3. Laitteiston tarkistus

Tarkistetaan, kuinka laitteisto kasataan ja toimii ilman että niihin laitetaan sisälle mitään aineosia. Varmistetaan että osataan käyttää laitteistoa oikein ja varmistetaan laitteiston toimivuus. Testataan tuubien

lämmön kestävyys (tärkeää, jotta viskositeettia saataisiin muutettua). Testataan että paineilma toimii. Pehdytään laitteiston mukana tulleisiin käyttöohjeisiin.

4. Riskit

Tuubipistooli ei toimi selittämättömän vian takia. Tuubit ei kestä lämmitystä, jolloin viskositeettia ei saada muutettua. Sekoittaja ei sekoita ainesosia mennessään esimerkiksi tukkoon tai on liian pieni sekoittaakseen ainesosia. Pistooli ei jaksa liikuttaa kitin ainesosia tuubeissa. Tuubeissa ainesosien sekaan sekoittuu ilmaa, jolloin seoksesta ei tule oikeanlaista. Ei saada paineilmaa toimimaan, jolloin sekoittajan puhtaana pitoa ei saada testattua.

5. Testi

Testissä käytetään kaksiosaista tuubia, johon laitetaan isompaan säilöön kitin muoviosaa (Comp. A) ja pienempään säilöön laitetaan kitin koveteosaa (Comp. B). Pistoolilla puristetaan kumpaakin säiliötä yhtä aikaa, jolloin kitin osat painautuvan sekoittajaan, joka sekoittaa kitin suhteella 2:1, jonka jälkeen pursotin osasta tulee valmiiksi sekoitettua kittiä. Ensiksi testi tehdään ilman että kitin osasia lämmitetään (tämä tuskin onnistuu). Sitten testi toistetaan niin että osasia lämmitetään viskositeetin muuttamiseksi niin että se kulkisi tuubeissa paremmin ja sekoittuisi sekoittajassa paremmin (kitin aineosasten lämmitys tapahtuu vesihauteessa). Tämä toistetaan kitin osasten eri lämpötiloilla sen mukaan, miten sekoitus sujuu ja saadaan mahdollisimman hyvä lopputulos. Testataan myös, miten sekoittaja saadaan pysymään käyttökuntoisena ja kuinka sekoittajan puhdistus onnistuu esimerkiksi paineilmalla.

6. Aikataulu

Testiin varataan aikaa 2–5 tuntia yhtenä päivänä. Saatetaan tarvita toinen testi kerta, jossa testataan mahdollisia kehitysehdotuksia.

7. Tulosten arviointi

Arvioidaan sekoituksen onnistuminen eri asetuksilla (seoksen laatu, työstettävyyden, meneekö sekoittaja tukkoon tai kuinka sen puhdistus onnistuisi, ...?). Arvioidaan sekoittajan toimivuutta ja minkälaisia muutoksia tulisi tehdä toimivuuden parantamiseksi. Mietitään, kuinka testissä havaitut ongelmat saataisiin ratkaistua. Testeistä tulee raportti opinnäytetyöhön.