

# Materiaalihukan vähentäminen viilun jatkamisessa

Koskisen Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Prosessi- ja materiaalitekniikka  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Iida-Maria Väyrynen

## ALKUSANAT

Haluaisin kiittää toimeksiantajaa Koskisen Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö ja erityisesti työn ohjaajaa Antti Kotroa.

Kiitokset myös Lahden ammattikorkeakoulun lehtorille Ilkka Tarvaiselle.

Lahdessa 20.5.2018

Iida Väyrynen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Puutekniikka

VÄYRYNEN, IIDA-MARIA:

Materiaalihukan vähentäminen viilun  
jatkamisessa  
Koskisen Oy

Puutekniikan opinnäytetyö, 35 sivua, 10 liitesivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia materiaalihukan vähentämistä jatkoslinjalla. Työ tehtiin Koskisen Oy:n levyteollisuuden puolelle. Jatkoslinjalla viilua jatketaan syysuunnassa haluttuun määrämittaan ja sieltä tulevat sivutuotteet syntyvät pääasiassa reunasahauksesta, kameralajittelusta ja viistosahauksesta. Tarkoituksena oli selvittää erityisesti pituusmittaan vaikuttavan viistosahauksen määrää ja mahdollisuutta pidentää tätä väliä.

Opinnäytetyö on jaettu kahteen osaan, teoriaosaan ja kokeelliseen osaan. Teoriaosassa käsitellään vaneritehtaalla aiheutuvaa materiaalihukkaa ja sivutuotteita sekä niiden käyttökohteita. Tämän lisäksi perehdytään jatkoslinjan toimintaan ja sen lähimpiin työvaiheisiin. Kokeellinen osa pitää sisällään viilujen pituus- ja leveysmitat eri laaduista sekä sahausten jälkeen jäljelle jäävän viilun mitan. Tässä osassa tutkitaan myös kameran toimintaa ja sen hylkymääriä.

Viilun pituus- ja leveysmittauksista saatiin kattavat tiedot ja päätelmät, ettei laatujen välillä ole suuria eroja. Tutkimukset osoittavat kuitenkin eroa ennen ja jälkeen viistosahaa tulevan viilun pituudessa. Kameralla hylättyjä viiluja tutkittaessa ei huomattu eroja kameran ajoparametrien ja omien mittausten välillä. Työn aikana heräsi myös uusia kysymyksiä ja niistä tulleita kehitysehdotuksia on kirjattu ylös.

Asiasanat: materiaalihukka, sivutuotteet, jatkoslinja, reunasaha, viistosaha

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Wood Technology

VÄYRYNEN, IIDA-MARIA:                   The reduction of material loss on the  
scarfing line  
Koskisen Oy

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 35 pages, 10 pages of  
appendices

Spring 2018

ABSTRACT

---

The aim of the thesis was to study the reduction of material loss on the scarfing line. The study was done for the panel manufacturing of Koskisen Oy. On the scarfing line, the veneer is further extended to the desired dimension and the resulting by-products mainly come from edge trimming, camera grading and bevel sawing. The aim was to find out the amount of bevel sawing that affects the length measurements and the possibility of extending the length.

The thesis is divided into two parts, the theoretical part and the experimental part. The theoretical part deals with material losses and by-products and their applications. In addition to this, the scarfing line and the preceding and succeeding working stages are examined. The experimental part includes the length and width dimensions of the veneers from different grades, and the size of the remaining veneer after sawing. This section also examines the function of the camera and its rejects.

The analysis of the length and width measurements showed that there were no major differences between the grades. However, the studies show a difference in the length of a veneer before the bevel saw and after it. When examining the veneers rejected by the camera, there were no differences between the camera's driving parameters and manual measurements. During the study, new questions arose and they were followed by development proposals that have been recorded.

Key words: material loss, by-products, scarfing line, edge saw, bevel saw

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KOSKISEN OY	2
3	VANERITEHTAAN SIVUTUOTTEET	4
3.1	Sivutuotteiden synty	4
3.2	Sivutuotteiden hyödyntäminen	5
3.3	Sivutuotteet Koskisella	6
4	LÄHIMMÄT TYÖVAIHEET VIILUN JATKAMISESSA	7
4.1	Sorvaus	7
4.2	Kuivaus	9
4.3	Jatkaminen	11
4.3.1	Jatkoslinjan toimintaperiaate	13
4.3.2	Sauman merkitys	16
4.4	Ladonta	17
5	KOESUUNNITELMA	20
5.1	Osa 1	21
5.2	Osa 2	22
5.3	Osa 3	22
6	TULOKSET	25
6.1	Osa 1	25
6.2	Osa 2	28
6.3	Osa 3	29
7	KEHITYSEHDOTUKSET	32
8	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	36

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Koskisen Oy:lle levyteollisuuden puolelle. Työ keskittyy materiaalihukkaan ja sen mahdolliseen vähentämiseen jatkoslinjalla. Työ valikoitui opinnäytetyökseni kohdeyrityksen ehdotuksen kautta, sillä olen työskennellyt jatkoslinjalla. Tämä edesauttaa tutkimuksen suorittamista, koska laitteet ovat jo valmiiksi tuttuja.

Tässä työssä selvitetään 80” eli 1970 mm x 1970 mm viiluista aiheutuvaa materiaalihukkaa ja sen mahdollista vähentämistä. Materiaalihukkaa syntyy reunasahalla ja viistosahalla, mutta myös kameran hylätessä huonolaatuinen viilu. Työ on rajattu koskemaan vain 80” viiluja, vaikka jatkoslinjoilla voidaan ajaa muitakin viilun kokoja. 3-jatkoslinjalla voidaan ajaa kyseistä viilua, joten kameran toimintaa seurataan siellä.

Opinnäytetyö alkaa teoriaosuudella, jossa esitellään kohdeyritys. Seuraavaksi käsitellään vaneritehtaalla syntyviä sivutuotteita ja niiden käyttökohteita. Tässä luvussa käydään myös läpi Koskisen Oy:n sivutuotteiden hyödyntäminen. Seuraavana työssä käsitellään lähimmät työvaiheet liittyen viilun jatkamiseen. Näitä ovat sorvaus, kuivaus, jatkaminen ja ladonta.

Koeosuus on jaettu kolmeen osaan, joista ensimmäinen osa sisältää 80” viilujen mittaukset. Toinen osa sisältää sahausten jälkeen jäljelle jäävän viilun mitan ja kolmas osa kameran hylkysyiden sekä -määrien seurannan. Tämän jälkeen tulevat koetulokset ja niiden pohjalta kehitysehdotukset.

## 2 KOSKISEN OY

Koskisen Oy on Järvelässä sijaitseva perheyrittäjä, jolla on yli sadan vuoden kokemus puunjalostuksesta. Yritys on aloittanut sahateollisuudella vuonna 1909 ja on siitä laajentanut myöhemmin vaneri-, lastulevy- sekä rakennusteollisuuteen. (Koskisen Oy 2018b.)

Konsernin liikevaihto on ollut kasvava ja vuonna 2017 se oli 270 miljoonaa euroa. Yksiköittäin jaettuna suurin liikevaihto on levyteollisuudella, 43 %. Seuraavana on sahateollisuus 34 %, puunhankinta ja bioenergia 15 %, taloteollisuus 5 % ja ohutvaneriteollisuus 3 %. Työntekijöitä koko yrityksessä on yli tuhat. (Koskisen Oy 2018c.)

Järvelässä tuotanto on keskittynyt levyteollisuuteen, sahateollisuuteen, puunhankintaa ja kattoristikotuotantoon. Järvelän lisäksi tuotantoa on myös Vierumäellä taloteollisuudessa sekä Hirvensalmella ohutvaneriteollisuudessa. Ulkomailla olevat tuotantolaitokset sijaitsevat Puolan Toporowissa, jossa on KORE-tuotantoyksikkö, sekä Venäjän Sheksnassa, jossa on sahateollisuutta. (Koskisen Oy 2018c, 5.)

Koskitukki Oy kuuluu Koskisen konsernin alaisuuteen ja vastaa puunhankinnasta. Puun tarve saha- sekä vaneriteollisuudessa on vuosittain noin kaksi miljoonaa kuutiometriä, joista merkittävimmät puutavaralajit ovat koivu- ja havutukki. (Koskitukki Oy 2018.)

Koskisen Oy valmistaa tuotteita vanerilevyistä kattoristikoihin. Vaneria valmistetaan vuodessa noin 80 000 kuutiota, josta vientiin menevä osuus on noin 90 %. Vientimaita on noin 70 ja niistä suurimmat ovat Saksa, Kiina, Iso-Britannia ja Hollanti (Koskisen Oy 2018c, 4). Koskisen koivuvaneri valmistetaan eurooppalaisen EN-standardien mukaisesti. (Koskisen Oy 2018b.)

Konsernille on myös myönnetty seuraavat sertifikaatit: ISO 9001 – laatusertifikaatti vuodesta 1995, ISO 14001 –sertifikaatti ympäristöystävällisestä toiminnasta vuodesta 1997 ja OHSAS 18001 – työturvallisuus- ja työterveysjärjestelmä vuodesta 2001. Näiden lisäksi

yritys on noudattanut oma-aloitteisesti vastuullisuusstandardia ISO 26000 vuodesta 2015. Metsäsertifikaateista PEFC on myönnetty vuonna 2000 ja FSC vuonna 2013. (50 vuotta vaneria 2016, 40.)



### 3 VANERITEHTAAN SIVUTUOTTEET

#### 3.1 Sivutuotteiden synty

Vanerin valmistuksessa syntyy valtava määrä sivutuotteita. Sivutuotteet eivät kuitenkaan ole hukkaan heitettävää materiaalia, vaan niillä on suuri taloudellinen merkitys yrityksille. Niitä voidaan hyödyntää yrityksen omissa tarpeissa, kuten lämmityksessä tai myymällä eteenpäin esimerkiksi sellun valmistukseen. Sivutuotteiden myynnin taloudellinen merkitys vastaa 7–12 prosenttia vaneritehtaan liikevaihdosta (Varis 2017, 106).

Opinnäytetyön koeosa liittyy vahvasti sivutuotteisiin ja niiden syntyyn. Tarkoituksena on kuitenkin vähentää turhaa sivutuotteiden syntyä ja saada näin enemmän jatkettavaa tavaraa hyötykäyttöön.

Vanerin valmistuksessa syntyy melkein jokaisessa työvaiheessa sivutuotteita. Ensimmäisenä sitä syntyy tukkien kuorinnasta sekä niiden katkaisussa tulevasta päistä, että sahanpurusta. Sorvauksessa tuleva sivutuote syntyy pöllin keskityksen jälkeisestä pyörityksestä, ennen kuin viilumatto saadaan sorvattua. Toinen sorvauksessa valmistuva sivutuote on purilas, joka on sorvatusta pöllistä jäljelle jäänyt keskiosa. Leikattaessa märkää viilumattoa määrämittoihin, on huonot kohdat poistettava. (Koponen 2002, 83.)

Viilun kuivauksessa voidaan ennen kuivauskoneeseen syöttöä poistaa tuotannosta jo silmämääräisesti huonot viilut. Kuivauksen aikana, esimerkiksi ruuhkan takia, pilalle menneet viilut täytyy poistaa. Viilun paikkauksessa, saumauksessa ja jatkamisessa syntyy myös paljon sivutuotteita. Esimerkiksi jatkoslinjalla reuna- sekä viistesahauksesta ylijäävä hukka kulkeutuu puruputkia pitkin hakkeeksi. Kameran hylkäämät viilut eivät mene suoraan hakkeeksi, vaan niitä voidaan käyttää viilun saumauksessa. Valmiin vanerin sahauksessa irtoaa myös sahausjätteen lisäksi -purua sekä levyjen hionnasta pölyä. (Koskisen Oy 2017.)

### 3.2 Sivutuotteiden hyödyntäminen

Sivutuotteet pyritään käsittelemään mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti. Käyttökohteita ovat massa-, lastulevy- ja kuitulevyteollisuus sekä energiantuotanto. Jotta sivutuotteet saadaan talteen, tarvitaan hakkureita, murskaimia ja seulonta-aseimia, mutta myös erilaisia kuljettimia sekä purun- ja pölynpoistojärjestelmiä. Purilaita varten tarvitaan myös omat keräys- ja pinkkausjärjestelmät. (Varis 2017, 106.)

Rumpuhakkuria käytetään pyörästysjätteen ja viilutähteen hakettamiseen. Sen toiminta perustuu roottorin eli terärummun pyörimiseen koneessa. Roottorin ulkopinnalla olevat terät ja koneen rungossa olevat vastaterät hakettavat sinne syöttöteloilla syötetyn materiaalin. Murskaimeen syöttö voi tapahtua vapaasti pudottaen. (Varis 2017, 106.)

Hake on arvokkaimpia sivutuotteita ja siksi sen tulee täyttää laatuvaatimukset, jotta sitä voidaan hyödyntää selluteollisuudessa. Koivu- ja havu- sekä märkä- ja kuivaviiluhake on pidettävä erillään haketuksessa ja seulonnessa. Selluteollisuudessa vaaditaan käytettävältä hakkeelta määräpituutta ja -paksuutta. Seassa ei saa olla puun kuorta eikä purua. Hakkeen tikkuisuus heikentää myös laatua. Optimijae on 13–45 mm pitkä. Hakkeen laatua ja ominaisuuksia, kuten palakokoa, kuiva-ainepitoisuutta ja kuoripitoisuutta, on seurattava standardien asettamien vaatimusten mukaan. (Varis 2017, 106.)

Murskaimia käytetään tasauspätkien, kuorien, vanerisyryjen ja muiden hakettavien osien murskaamiseen. Murskattu materiaali käytetään pääasiassa energialaitoksilla. (Varis 2017, 107.) Hakkeet varastoidaan silloihin tai maakasoihin odottamaan kuljetusta (Karhunen 2010, 7).

Sivutuotteiden käsittelyä ja kuljetusta varten on oltava toimivat kuljetinjärjestelmät. Yleisimpänä käytetään hihna- tai kolakuljettimia. Hakkeiden siirrossa voidaan käyttää myös alipainekuljettimia tai ruuvikuljettimia. Pöly ja puru saadaan kerättyä imuputkistoja pitkin suodatettavaksi, jolloin ilmasta erotetaan hienoin jae. Tämä jae siirtyy ruuvikuljettimilla suoraan voimalaitokselle tai pölysiloihin. Putkistot ovat

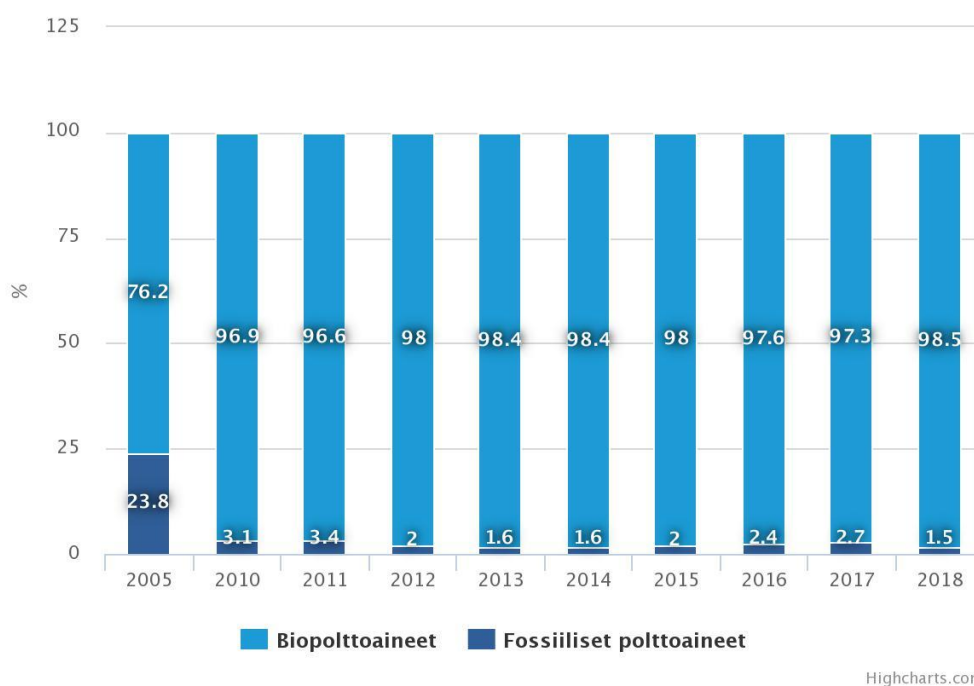
erittäin räjähdysherkkiä puupölyn takia, ja siksi ne on varustettu erilaisilla sammutus- ja kipinäilmaisilaitteilla. (Varis 2017, 107.)

### 3.3 Sivutuotteet Koskisella

Hakkuutähteet sekä puunjalostuksen sivutuotteet valmistetaan hakkeiksi ja käytetään koko konsernin tehtaissa polttoaineina (KUVIO 1). Polttoainetta kuljetetaan myös suuri määrä lähellä oleviin lämpö- ja voimalaitoksiin, joissa siitä tuotetaan sähköä, kaukolämpöä sekä prosessihöyryä.

Selluteollisuuden kelpaamaton, liian pieni hake, voidaan hyödyntää lastulevyteollisuudessa. Sivutuotteena syntyvää kuorikatetta myydään maisemointiin ja viherrakentamisen tarpeisiin. (Koskisen Oy 2018d.)

Haketettavan jätteen sekaan ei sallita menevän mitään ylimääräistä, kuten metallia. Metallin pääsy hakkuriin voi aiheuttaa suurta vahinkoa koneeseen, ja siksi siellä on oltava metallinilmaisimet. Vaneriprosessin alkuvaiheessa, katkonnassa on myös metallinilmaisimien, joka poistaa metallia sisältävät tukit. (Koskisen Oy 2018d.)



KUVIO 1. Biopolttoaineiden osuus energiantuotannosta (Koskisen Oy 2018a.)

## 4 LÄHIMMÄT TYÖVAIHEET VIILUN JATKAMISESSA

### 4.1 Sorvaus

Viilun jatkamiseen vaikuttaa usea työvaihe ennen sitä, mutta myös jatketun viilun laadulla on suuri merkitys seuraavissa työvaiheissa. Tässä osassa käydään läpi lähimmät työvaiheet, jotka liittyvät jatkamiseen.

Sorville tulevat tukit katkotaan yleisimmin käytössä oleviin mittoihin, eli 50” (1310 mm), 60” (1600 mm) ja 80” (1970 mm). Jokaiselle päämitalle on oma sorvinsa eli sorveja on yhteensä kolme. Tukki keskitetään XY-keskittäjällä ennen sorvauksen aloittamista, jotta saadaan mahdollisimman suuri saanto viilua. (Koskisen Oy 2018d.)

XY-keskittäjästä on suuri hyöty raaka-aineenkäytön sekä pöllin arvoisaannon kannalta. Keskittäminen optimoi mittausten perusteella parhaimman asennon pöllille ja vie sen siirtovarsilla sorvin karoihin. Ensimmäinen vaihe eli esikeskitys mittaa pöllin halkaisijan, jotta karat kiinnittyvät mahdollisimman lähelle keskipistettä. Tämän jälkeen mittakarot pyörittävät pöllää, jolloin lasermittaus mittaa optimaalisen sorvausasennon. Jos tarvitaan muutoksia, mittakarot tekevät vaadittavat korjausliikkeet ja siirtävät sitten pöllin sorvin karoille. Nämä toimenpiteet vähentävät pöllin pyöristyksessä sekä viilun leikkauksessa aiheutuvaa pintaviilun hukkaa, että viiluarkkien saantoa. (Varis, 2017, 56.)

Koskisella sorvattava puu on pääasiassa koivua, mutta kuusta ja haapaa sorvataan myös. Sorvausnopeus koivulla on noin 260 m/min ja esimerkiksi läpimitaltaan 240 mm puusta saadaan noin 20 m viilua. (Koskisen Oy 2018d.)

Pöllistä saadaan viilumatto leikkaavan terän ja sen yläpuolella olevan vastaterän avulla. Molemmat terät ovat teräpenkissä kiinni ja siirtyvät sorvauksen edetessä eteenpäin viilunpaksuuden verran. Terien välistä tulevan viilumaton paksuuden on oltava vaaditun paksuista ja tarpeen vaatiessa paksuutta voi säätää paksuustoleranssin salliessa. Esimerkiksi 1,5 mm koivuviilun toleranssi on märkänä  $\pm 0,05$  mm. (Varis 2017, 59).

Sorvausta aloittaessa oikein optimoidusta pöllistä saadaan vähemmän alussa irtoavia kappaleita eli jointteja sekä pidempää ja ehjempää viilumattoa. Pölli pyöristetään alussa lieriönmuotoiseksi ja silloin siitä irtoava pyöristysjäte pudotetaan roskaläpän kautta hihnakuljettimille ja siitä hakkuriin. Pyöristystä jatketaan vain siihen asti, kunnes alkaa syntyä yhtenäistä viilumattoa. (Varis 2017, 57–58.) Viilumaton nopeus sen kulkiessa viiluradalla on 100–350 m/min. Viilumatto (KUVA 1) kulkeutuu kameralinjalle, joka kuvaa viilun ja siinä olevat viat kuten reiät ja oksat ja optimoi siitä parhaimmat leikkauskohdat. (Varis 2017, 61.)

Viilumatto leikataan pyöriväteräisellä leikkurilla kameran konenäköratkaisujen mukaisiin mittoihin. Pintaviilut pyritään leikkaamaan mahdollisimman leveään mittaan, kun taas väliviilut leikataan leveinä sekä kantikkaina. Koivuviilut lajitellaan myös 1–2 kosteusluokkaan, mikä lisää kuivauskapasiteettia. Kosteuspitoisuus on hyvä huomioida myös viilun leikkausmitassa, sillä mitä kosteampi viilu, sitä enemmän se kutistuu leveydestä kuivauksessa. Leikatut viilut kulkeutuvat jättökuljettimelta imuhihnoille, jotka pitävät viilun kiinni imun avulla ja pudottavat sen pinkkaajan aisan iskiessä viilun irti. (Varis 2017, 61–62.)

Pinkkauslokeroita on 5–6 kappaletta ja niiden ollessa täydet eli valmiit, kuljettaa trukki ne välivarastoon. Pinkkareiden pinkkaustarkkuus on hyvin tärkeää, sillä se vaikuttaa suoraan kuivauskoneen syöttöön. Pinkkojen tasareunaisuus ehkäisee myös viilujen repeytymisiä. Pinkkoja seisotetaan yleensä pari päivää, jotta kosteus tasaantuu ja viilut suoristuvat. Jos pinkkoja seisotetaan liian pitkään, on vaarana niiden homehtuminen. (Varis 2017, 62.)



KUVA 1. Sorvilta valmistuva viilumatto (Koskisen Oy 2018d)

#### 4.2 Kuivaus

Viilujen kuivaus on yksi tärkeimmistä työvaiheista, sillä se vaikuttaa merkittävästi seuraaviin työvaiheisiin. Esimerkiksi liian kostea viilu vaikeuttaa liimauksen onnistumista sekä voi aiheuttaa onttoja kohtia vaneriin kuumapuristuksessa. (Varis 2017, 63.) Optimaalisin tavoitekosteus viiluilla on 4 %. Tähän päästään, kun viilut kuivataan noin 175–180 °C:ssa ja läpimenoaika on noin 6 minuuttia. Tämä ei kuitenkaan ole vakio, vaan viilun kosteutta sekä kuivausolosuhteita on seurattava, jotta laatu pysyy tasaisena ja hyvänä. Kuivaukseen vaikuttaa myös olennaisesti uunin mitta sekä viilun lähtökosteus. Viilun lähtökosteus vaihtelee sen mukaan, onko se pinnan päältä vai alhaalta, sillä viilupinnan tasaannutusvaiheessa kosteus laskee alaspäin. (Koskisen Oy 2018e.)

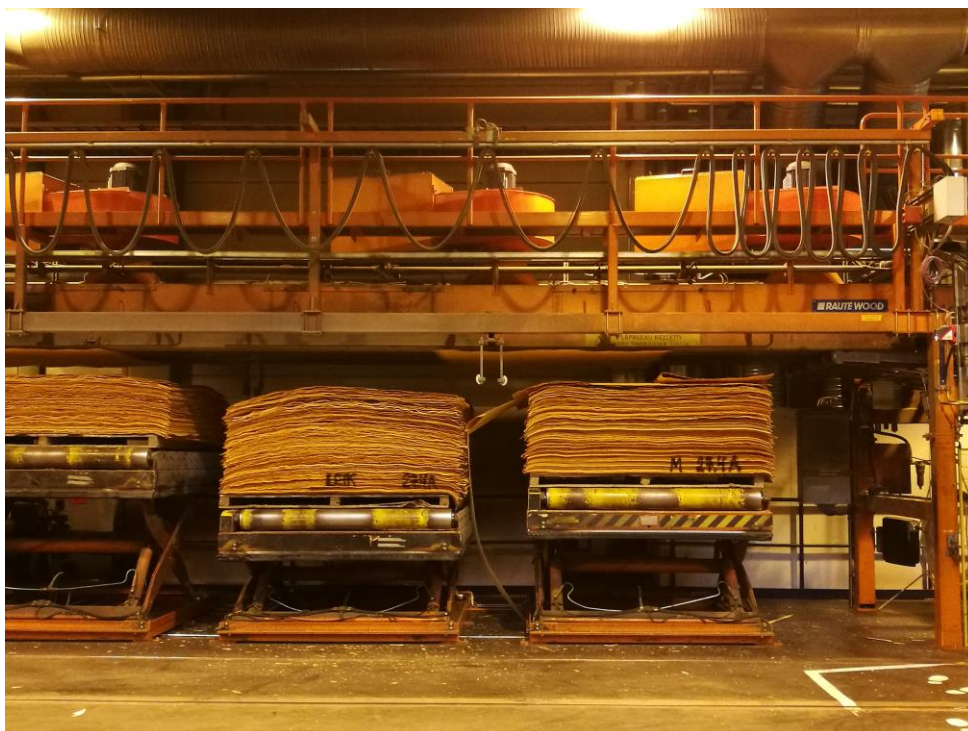
Kuivauskoneita on kahdenlaisia: verkkokuivauskone ja telakuivauskone. Verkkokuivauskoneella voidaan ajaa pitkiä viilumattoja suoraan sorvilta kuivauskoneeseen ja leikata ne arkeiksi sekä lajitella kuivauksen jälkeen. Koska viilumatto leikataan vasta kuivauksen jälkeen, sillä on mahdollista saada tarkemmat leikkausmitat kuin telakuivauskoneella.

Telakuivauskoneeseen puolestaan syötetään valmiiksi leikatut arkit, joista

huonot voidaan heti poistaa ja näin parantaa kuivauskapasiteettia sekä laatua. (Koskisen Oy 2018e.)

Koskisella on neljä telakuivauskonetta eli jokaiselle kolmelle sorville on omansa. Yksi kuivauskone pyörii tarpeen mukaan, eli esimerkiksi uudelleen kuivattavien viilujen takia tai muiden kuivauskoneiden viikkohuoltojen yhteydessä. Kuivauskoneen alkupäässä operaattori syöttää viilut imulaitteen avulla koneen eri kerroksiin. Viiluja voi olla yksi, kaksi tai kolme rinnakkain, riippuen viilun koosta. 50” viiluja mahtuu kolme arkkia rinnakkain, mutta 60” ja 80” viiluja mahtuu vain kaksi rinnakkain. Koneen toisesta päästä tulevat kuivatut viilut menevät risteysaseman kautta viiluradalle kameralajitteluun. (Koskisen Oy 2018e.)

Automaattinen kameralajittelu lajittelee viilut, ja imuhihnakuljetin siirtää viilut laatuja mukaisiin pinkkoihin (KUVA 2). Laadut määräytyvät niille asetettujen parametrien mukaisesti. Lajittelupään operaattori seuraa linjaa ja sitä, että viilut tulevat tasaiseen tahtiin ilman ruuhkia koneessa. Operaattorin on kuitenkin osattava erottaa laadut toisistaan, jotta voidaan todeta kameran toimivan oikeilla parametreilla. Kamera mittaa myös arkkien mahdolliset muotovirheet, ja jos niitä ilmenee, on muutettava sorvin asetteita. (Koskisen Oy 2017.)



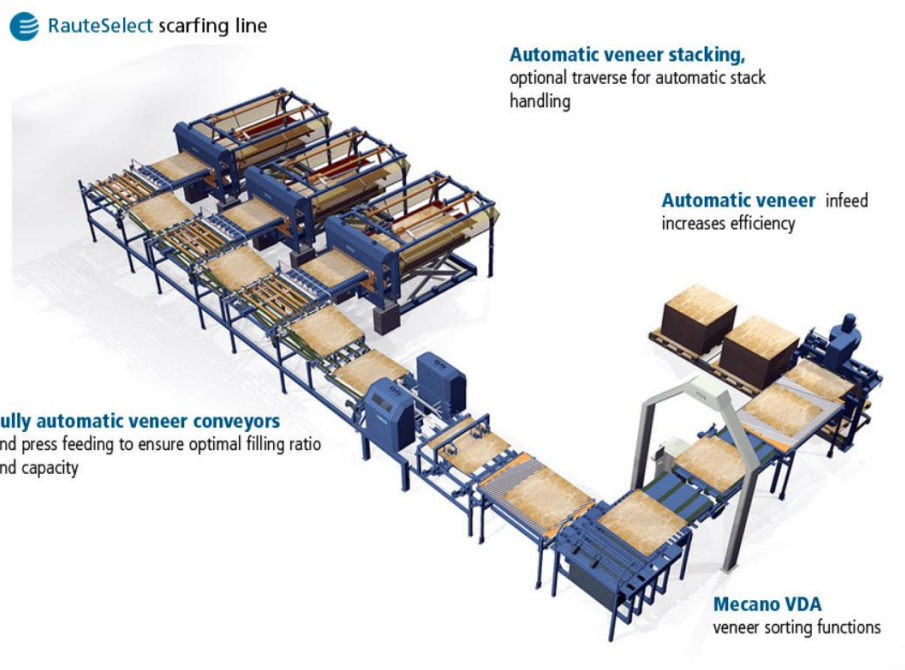
KUVA 2. Kuivauskoneen lajittelupää

Kuivauskoneiden toiminta perustuu veden poistamiseen viilusta lämmön ja ilmankierron avulla. Prosessi voidaan jakaa neljään vaiheeseen: ensimmäisessä vaiheessa lämmitetään viilua, toisessa vaiheessa poistuu vapaa vesi, kolmannessa vaiheessa poistuu sidottu vesi ja viimeisessä vaiheessa jäähdytetään viilu. (Varis 2017, 65.) Kun puuta aletaan kuivata, poistuu ensimmäisenä puun soluonteloissa oleva vapaa vesi eli helpoiten poistuva vesi. Kun vapaa vesi on poistunut, alkaa soluseinämiin sitoutunut vesi haihtua. (Puuproffa 2012.)

#### 4.3 Jatkaminen

Jatketusta viilusta käytetään myös nimitystä liimaviilu. Jatkoslinjalla (KUVIO 2) jatketaan viilua syysuunnassa haluttuun pituuteen. Viiluja on eri laatuja ja eri kokoisia: 50”, 60” sekä 80”. (Koskisen Oy 2017.)





KUVIO 2. Viilun jatkoslinja (Raute Oy 2018)

Liimana voidaan käyttää tummaa liimaa, fenoliformaldehydiä tai väritöntä liimaa, ureaformaldehydiä riippuen vanerin käyttökohteesta. Fenoliformaldehydi on valmis käytettäväksi sellaisenaan, mutta ureaformaldehydiä varten täytyy sekoittaa sekä liima että kovete keskenään oikeilla suhteilla. (Koskisen Oy 2017.)

#### 4.3.1 Jatkoslinjan toimintaperiaate

Jatkoslinjan alkupäässä oleva imusyöttölaite (KUVA 3) syöttää linjastolle viiluarkkeja tietyllä syöttönopeudella riippuen viilun koosta. Mitä isompaa viilua, sitä hitaampaa se syötetään. Ensin rullastoja pitkin kulkevasta viilusta sahataan reunasahalla toinen reuna suoraksi ja samalla siitä saadaan asetteiden mukaisesti oikean levyinen viilu.



KUVA 3. Jatkoslinjan imusyöttölaite

Seuraavaksi kameralajittelu (KUVA 4) hylkää vialliset viilut sekä liian suuret reikäkoot riippuen halutusta laatuluokasta. Kamerana käytetään Mecanon VDA -kameraa, joka kuvaa viilun ylhäältä päin ja kohdistaa valon viilun päälle. Kahdella muulla jatkoslinjalla valo tulee alhaalta päin, mutta vaikuttaa vain näyttöpäätteelle tuleviin viiluihin, jotka näkyvät tummempina. (Hokkanen 2018.) Hylätyt viilut ajetaan linjastolta suoraan hylkykuormaan, josta osaa voidaan vielä hyödyntää saumauksessa. Kelvolliset viilut jatkavat tästä 90 astetta nokkaoikaisuun, jonka tarkoitus on syöttää viilut suorana viistosahalle. (Varis 2017, 75.)



KUVA 4. Jatkoslinjan VDA-kamera

Viistosahassa on kaksi sahaa, joista ensimmäinen saha viilun oikeaan pituuteen molemmista päistä. Jälkimmäinen sahaus tekee viisteen molempiin reunoihin, toiseen yläpuolelle ja toiseen alapuolelle. Yläpuolella olevaan viisteeseen levitetään liima liimarullalla. Liimana käytetään samaa liimaa kuin vanerin liimauksessa. Useimmiten käytetään tummaa liimaa, fenoliformaldehydiä, mutta väritöntä ureaformaldehydiä voidaan myös käyttää. (Varis 2017, 75.)

Viistosahan jälkeen (KUVA 5) viistevahti tarkistaa, että viisteiden pituudet ovat asetteiden mukaiset. Eri laaduilla raja-arvot ovat eri pituiset. Tämän jälkeen on vielä mahdollista ajaa viilu käsin roskiin, jos se on viallinen. Näin voi käydä esimerkiksi, jos viilu on erittäin koppuraa eli aaltoilevaa ja se hajoaa viistesahassa tai jos viilussa on kaarnaa, jota kamera ei tunnista. Kaarnaa ei sallita jatkettavissa liimaviiluissa, sillä sen paksuus on verrattavissa reikään, eikä liima tartu siihen. (Koskisen Oy 2017.)



KUVA 5. Jatkoslinjan viistosaha

Viistosahan jälkeen viilut jaetaan neljälle eri puristinlinjalle. Puristimia ennen viilu suoristuu risteysasemalla olevaa vastetta vasten ja siitä puristimen kelkka ottaa viilun. Kelkka asettaa viilujen viisteet tarkasti päällekkäin ja ajaa sauman puristimeen lämpöpalkkien väliin. Palkkien auetessa kelkka syöttää taas seuraavan sauman puristukseen. Kun jatketun viilun pituus on vaaditun pituinen, puristinyksikössä oleva leikkuri leikkaa arkin poikki ja tiputtaa sen pinkkaan. (Varis 2017, 75.) Puristusajat ja -lämmöt määräytyvät käytettävän liiman ja viilun paksuuden mukaan. Jatketut viilut pinkataan hissillä laskettaviin pinkkoihin, joihin mahtuu viilun pituudesta riippuen yli 300 kappaletta. (KUVA 6) Täydet pinkat poistetaan traverssilla, joka poistaa ensin täyden lavan ja ajaa uuden tyhjän lavan tilalle. Tämän jälkeen traverssi ajaa täyden pinkan purkurullastolle, josta trukki siirtää ne eteenpäin. (Koskisen Oy 2017.)



KUVA 6. Viilun pinkkaajat

#### 4.3.2 Sauman merkitys

Jatketun viilun tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluvat laadun ja oikeiden mittojen lisäksi saumat. Sauman oikea paksuus ja sen kiinni pysyminen on tärkeää vanerin valmistuksen kannalta. Liiman tulee levittyä liimapyörästä tasaisesti ja sitä tulee olla riittävä määrä, ei kuitenkaan liikaa. Viisteiden tulee osua kohdalleen, jotta ei tule harvoja eli ohuita saumoja tai tylppiä eli paksuja saumoja. Sauman on oltava myös yhtä kestävä kuin itse viilun, jotta se täyttää sille asetetut lujuusvaatimukset. (Varis 2017, 75.)

Sauman paksuuden ollessa vaaditun toleranssin ulkopuolella, voi operaattori muuttaa viisteiden pituuksia. Jokaisella puristimella on oma ohjauspaneeli, josta voidaan muokata ajoasetuksia, kuten lämpöä, painetta ja viistepituutta. Jos viistepituuden muuttaminen ei paranna syntyvää viistettä, on paikalle kutsuttava terämiehet säätämään viistesahan asetuksia. (Koskisen Oy 2017.)

#### 4.4 Ladonta

Ladonnassa yhdistyvät aiemmissä työvaiheissa tehdyt prosessit. Pintaviilut ja pitkät sekä lyhyet sisäviilut yhdistetään liiman avulla levyaihioiksi. Perusvanerin rakenne syntyy ristiin liimattavista levyistä. Tämä tarkoittaa, että viilut ladotaan syysuuntaansa nähden ristikkäin. Koivu- ja havuvanerissa pintaviilujen syysuunnat ovat päinvastaiset. Koivuvanerissa se on yleisesti poikkisyin ja havuvanerissa pitkittäin. (Varis 2017, 80.)

Ristiin liimauksella sekä oikealla liimalla ja että levityksellä on merkitystä vanerin lujuusominaisuuksissa. Näin saadaan tasaiset ja kestävät puristus-, veto-, jäykkyys-, sekä taivutusarvot. Näiden ominaisuuksien takia vaneri on erityisen hyvä ja käyttökelpoinen materiaali vaativiin kohteisiin kuten rakentamiseen. (Varis 2017, 80.)

Liiman levityksessä voidaan käyttää tela-, verho- tai juovalevitystä. Telalevitys eli valssilevitys on näistä yleisin. Sen etu on pieni tilantarve sekä edullinen investointihinta. Valssilevityksen toiminta perustuu liimatelojen myötä suuntaiseen pyörimiseen, jonka välistä viilu kulkee. Kaksitelaisessa mallissa liiman annostelu tapahtuu alimmalle telalle, josta se siirtää liiman myös ylimmälle telalle. Käytössä on myös nelitelaisia valsseja, joissa ylä- ja alapuolen teloja vasten ovat pienemmät annostelutelat, jotka säätelevät liiman tuloa. Molemmissa tapauksissa telat ovat uritettuja liiman levittyvyyden takia. Liiman levitysmäärä on noin 150–250 g/m<sup>2</sup>. (Varis 2017, 82.)

Verholevityksessä viilu kulkee liimaverhon läpi ja näin syntyvä liimapinta tulee vain toiselle puolelle viilua. Levitysmäärä on pienempi kuin telalevityksellä, 125–170 g/m<sup>2</sup> ja se on helppo pitää samana, vaikka viskositeetti muuttuisi. Liiman levitystapa sallii myös hieman koppuraisen viilun, eikä se hajoa liimauksessa. Investointina verholiimauslinja on kalliimpi kuin telaliimauslinja. (Varis 2017, 83.)

Juovalevityksellä liima tulee myös vain yhdelle puolelle viilua. Sen levitysmäärät ovat tarkkoja, 140–170 g/m<sup>2</sup>, mutta sitä voidaan kuitenkin säätää samoilla parametreilla kuin verholevitystä. Liiman levityksen laatu on hyvin tasaista ja helppoa säätää. (Varis 2017, 83.) Ladonnassa on tärkeää, että viilujen kovat reunat ja kulmat asetetaan vasteisiin, sillä puristuksessa ja sahauksessa niitä käytetään levyjen oikaisemisessa ja kohdistamisessa. Huonot ja rikkinäiset viilut on poistettava ladelmasta ja huolehdittava uusi ja ehjä tilalle. Ladelmapinkalla (KUVA 7) on tietty aika valmistua, mikä määräytyy liiman reaktioajan mukaan. Ladonta-aika on maksimissaan puoli tuntia ja siihen mennessä on pinkka saatava esipuristukseen, jotta liiman ominaisuudet pysyvät käyttökelpoisina. (Varis 2017, 85.)



KUVA 7. Valmistuva ladelma, jossa päällimmäisenä liimaviilu

Ladonnassa työskentelevän on huomioitava, ettei ole suorassa ihokosketuksessa liiman kanssa ja käytettävä vaadittavia suojakäsineitä ja -varusteita. Fenoliliimat saattavat aiheuttaa joillekin henkilöille allergiaa tai herkistymistä. (Koponen 1995, 74.)

Vanerin liimauksessa käytettävät liimat ovat samoja kuin viilun jatkamisessa. Yleisin ladonnassa käytetty liima on fenoliformaldehydi, jota tumman värinsä takia käytetään myös samalla liimalla jatketuissa levyissä. Samalla periaatteella käytetään esimerkiksi ureaformaldehydiä, jolloin saumojen ja liimattavien levyjen liiman väri ei näy. Ulkokäyttöön tarkoitetun vanerin liimauksessa käytetään fenolipohjaisia liimoja säänkestävyyden takia. Sisävanereihin taas soveltuvat urealiimat. (Koponen 1995, 71.)



## 5 KOESUUNNITELMA

Kokeellisen osan tarkoituksena on selvittää, onko mahdollista pidentää viistosahan sahausasetuksia. Näin voitaisiin vähentää materiaalihukkaa ja saada enemmän jatkettavaa tavaraa. Koesuunnitelma on jaettu kolmeen eri osaan, siinä järjestyksessä missä se toteutetaan. Tutkittavat viilut ovat kooltaan 80” eli 1970 x 1970 mm ja tätä kokoa voidaan ajaa vain 3-jatkoslinjalla.

Ensimmäisessä osassa suoritetaan vaaditut mittaukset 80” viiluista (KUVA 8) ja toisen osan tarkoituksena on selvittää viilun nettomitta eli sahausten jälkeen jäävän viilun mitta. Kolmannessa osassa selvitetään jatkoslinjan kameran toimintaa ja verrataan kameran antamia hylkyarvoja hylättyihin viiluihin.

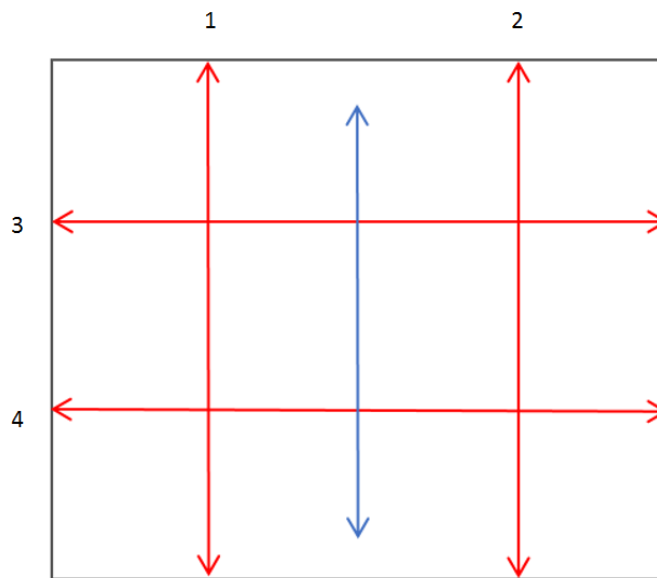


KUVA 8. 80” viilupinka mittausta varten

## 5.1 Osa 1

Viilujen mittaus on tarkoitus toteuttaa kolmena eri päivänä, jotta mitattava tavara on sorvattu eri aikaan ja eri tukista. Näin saadaan mahdollista hajontaa viilujen mitoille.

Mitattavat viilut ovat 80” viiluja ja niitä mitataan eri laaduista 30 kappaletta. Mittaus suoritetaan ottamalla rullamitalla kaksi mittaa pituussuunnassa ja kaksi mittaa leveysuunnassa. Kahdet mitat otetaan sen takia, koska viiluarkit eivät ole valmiiksi neliöitä, vaan niissä on muotovirheitä. Kahdesta mitasta saadaan näin otettua keskiarvo, jota käytetään myöhemmin laskuissa. Kuvio 3 nähdään havainnekuva otettavista mittapisteistä, missä punaiset viivat osoittavat mittauskohdat ja sininen viiva kertoo viilun syysuunnan. Mittapisteet ovat silmämääräiset, mutta silti tarkoituksena on ottaa ne mahdollisimman samoista kohdista jokaisesta viilusta. Tätä suunnitelmaa noudattaen saadaan mitattavia viiluja 270 kappaletta ja mittapisteitä 1080 kappaletta.



KUVIO 3. Havainnekuva viilun mittapisteistä

## 5.2 Osa 2

Tässä osassa tarkastellaan viistosahalta tulevan viilun pituutta eli syysuunnan mukaista mittaa. Pituusmitta on näissä mittauksissa tärkeämpi kuin leveysmitta, koska jatkoslinjalla jatketaan viilua pituussuunnassa. 3-jatkoslinjalla ajetaan pääsääntöisesti 80” ja 60” viiluja, mutta tässä työssä huomioidaan vain 80” viilut.

Sahan säätöarvot on asetettu kyseisellä viilun mitalla taulukon 1 mukaisesti. Jatkoslinjalla ensimmäisenä olevan reunasahan eli leveyden asetus on 1965 mm. Ajon alkaessa operaattorin on tarkistettava viilun leveysmitta reunasahan jälkeen ja tarvittaessa sitä voidaan säätää manuaalisesti leveämmälle tai kapeammalle. Viilun pituusmitan asetus on 1915 mm, mutta tätä arvoa ei voida käsin säätää.

Mittauksia suorittaessa ei käytetä suoraan taulukossa 1 olevaa pituusmitan arvoa, vaan pituusmitta otetaan mittaamalla viistosahalta tuleva viilu rullamitalla. Näin saadaan todellinen nettomitta viilulle, jos se on eri kuin taulukon arvo.

TAULUKKO 1. Sahan säätöarvot 80” viilulla (Koskisen Oy 2017)

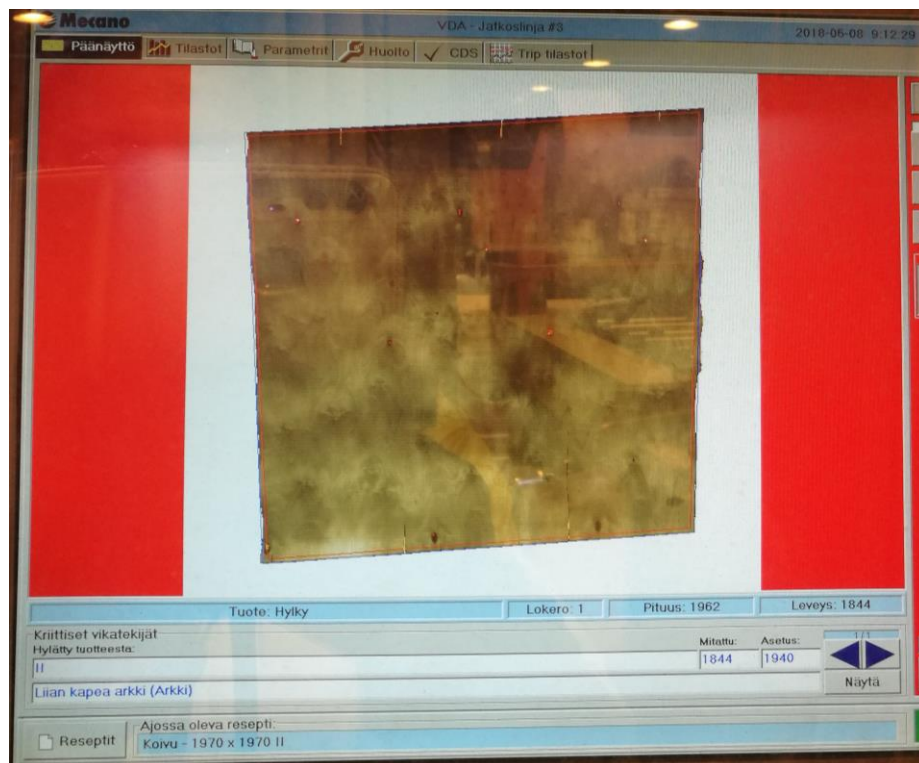
Sahan säätöarvot 80" viilulla	
Pituus mm	1915
Leveys mm	1965

## 5.3 Osa 3

Kolmannessa osassa tarkastellaan kameran hylkäämiä viiluja sekä roskikseen meneviä viiluja. Kameralle on asetettu tietyt parametrit (TAULUKKO 2), joiden mukaan se joko hylkää tai hyväksyy siitä ajettavan viilun. Roskikseen ajautuvat viistevahdin hylkäämät viilut sekä operaattorin hylkäämät viilut. Tämän määrän olisi kuitenkin oltava melko pieni, sillä

kamera on hylännyt jo valmiiksi huonot viilut pois. Koppuralla viilulla on riskinä hajota viistesahassa, mutta viilu voi myös ajautua vinossa viistesahaan ja sahautua viistevikaiseksi, jolloin se on ajettava roskikseen.

Kameran hylkymäärien seuranta toteutetaan yhden tunnin aikana, jolloin kirjataan ylös kameran antamat hylkysyyt ja lukemat sekä verrataan näitä konkreettisesti hylättyihin viiluihin. Tarkoituksena on verrata täsmäävätkö kameran antamat hylkysyyt viiluissa oleviin vikoihin. Mittauksen aikana seurataan kameran näyttöpäätettä ja otetaan siitä kuva aina, kun viilu hylätään. Hylättyyn viiluun tulee punaiset reunat ruudulle (KUVA 9), joten se erottuu selkeästi kuvajonosta. Näin jatketaan siihen asti, kunnes mittausaika on täysi tai ajettava 80" tavara loppuu, mutta kuitenkin noin tunnin ajan.



KUVA 9. Kuva hylätystä viilusta kameran näyttöpäätteellä

TAULUKKO 2. Kameran ajoparametrit (Koskisen Oy 2017)

Mitattava syy	Arvot
Pituus mm	1955–2100
Leveys mm	1940–1990
Muotovirhe mm	0–100

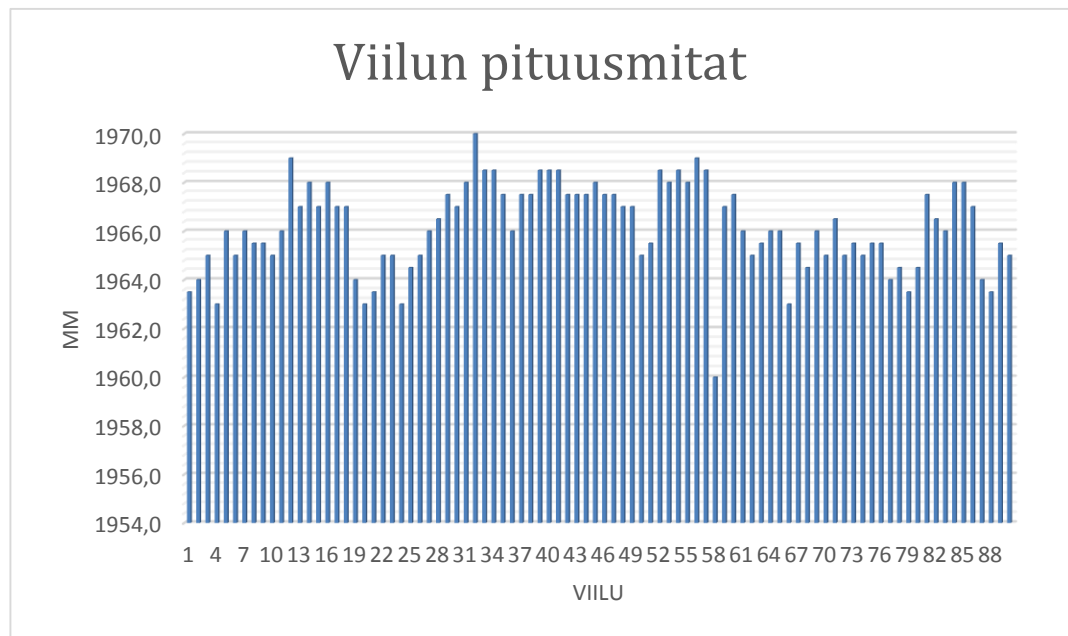
## 6 TULOKSET

### 6.1 Osa 1

Koetulokset tullaan esittämään siinä järjestyksessä, missä ne on koesuunnitelmassa esitetty. Mittausten tulokset löytyvät kokonaisuudessaan liitteistä, mutta niistä on koostettu havainnollistavia taulukoita selvyyden vuoksi.

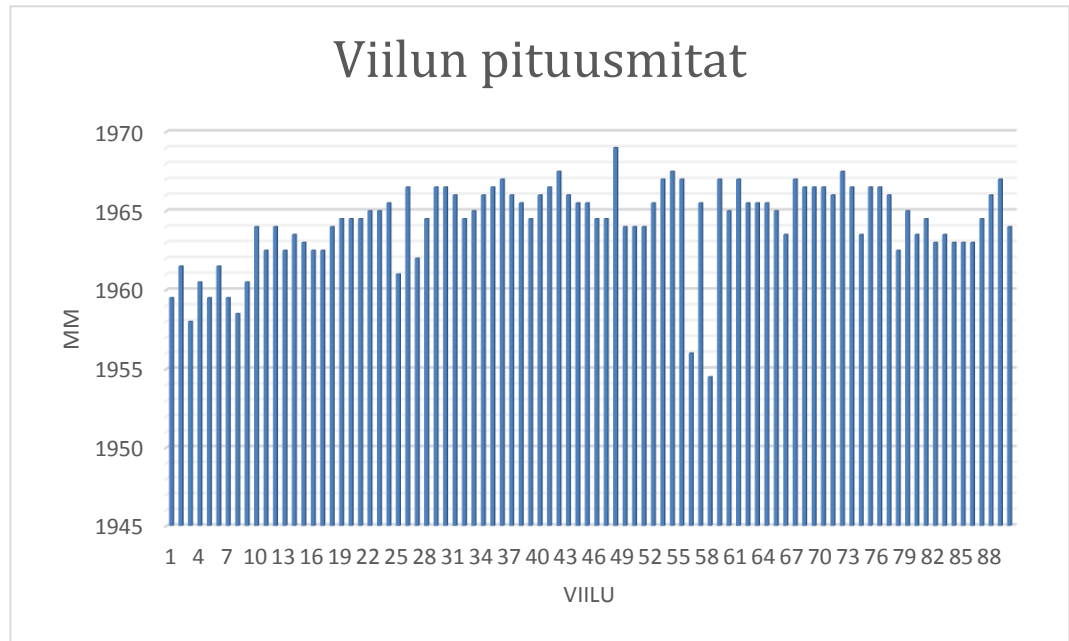
Viilujen mittaukset suoritettiin koeajosuunnitelman mukaisesti kolmena eri päivänä. Jokaisella mittauskerralla mitattiin 30 kappaletta viiluja jokaisesta laadusta ja mittapisteitä otettiin neljä. Mitattavia viiluja tuli näin 270 kappaletta ja mittapisteitä 1080 kappaletta.

Kuviosta 3 nähdään ensimmäisen laadun viilujen pituudet kolmelta eri mittauskerralta. Keskiarvoksi kaikista mittauksista saatiin 1966,2 mm. Pisimmän ja lyhimmän viilun välillä on noin 10 mm ero, mutta pääasiassa heitot ovat maltillisempia.



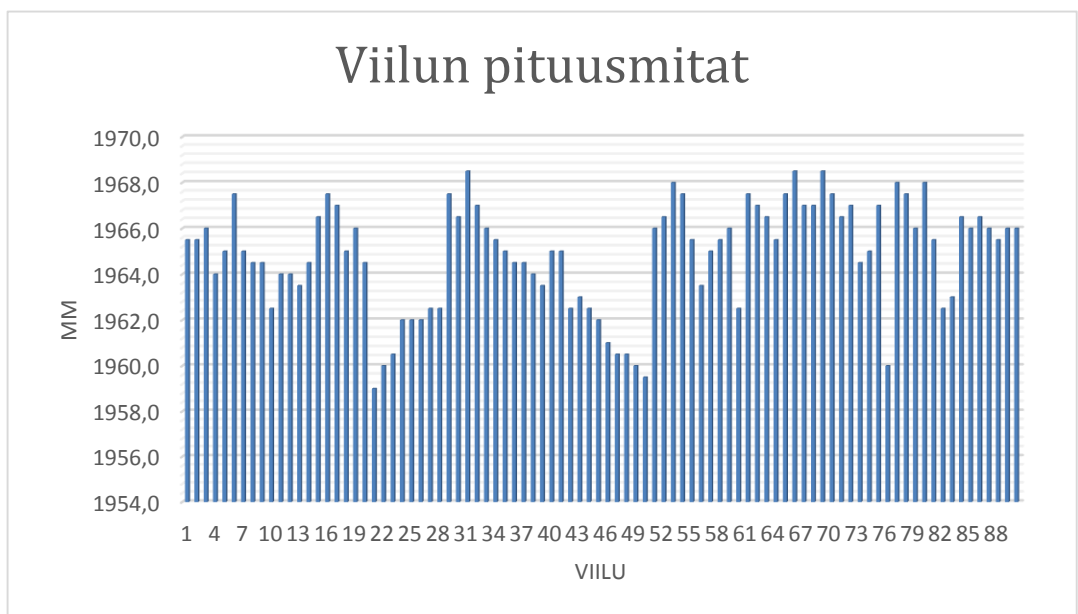
KUVIO 3. Viilun pituusmitat

Kuviossa 4 on esitetty toisen laadun viilun pituudet ja niiden keskiarvoksi saadaan 1964,3 mm. Pääasiassa viilut noudattavat tasaista linjaa, vaikka joukosta löytyy myös yksittäisiä pidempiä sekä lyhyempiä.



KUVIO 4. Viilun pituusmitat

Kuviossa 5 on esitetty seuraavan laadun viilujen pituudet ja siitä nähdään, että pituuksien välillä on enemmän eroja kuin edellisillä laaduilla. Keskiarvoksi saadaan kuitenkin 1964,9 mm, joka ei paljoa eroa edellisistä viilun laaduista.



KUVIO 5. Viilun pituusmitat

Pituuksien keskiarvot laatujen välillä olivat, 1966,2 mm, 1964,3 mm ja 1964,9 mm. Erot ovat hyvin pienet, joten tästä voidaan päätellä, ettei laatujen välillä ole eroa pituuksissa. Pituudesta aiheutuvat erot syntyvät pääasiassa viilun kuivauksessa.

Viilun pituus- ja leveysmitat on taulukoitu liitteiden 1–9 mukaisesti. Kahdesta mittapisteestä on laskettu keskiarvo ja tätä lukua on käytetty laskettaessa erotus pituuden nettomitan, 1917 mm (TAULUKKO 5) jälkeen. Tämä jäljelle jäänyt luku kertoo kuinka paljon viistosaha ottaa yhteensä molemmista päistä pois. Taulukkoon 3 on eritelty laadut ja mittauskerrat sekä niiden keskiarvo viistosahauksen sahaamasta määrästä. Viistosaha sahaa keskimäärin yhteensä 48,1 mm pois viilun pituudesta.

Erot laatujen välillä ovat hyvin pieniä, eikä kyseisestä taulukosta voi suoraan tulkita onko yksittäinen laatu jo valmiiksi pidempää kuin toinen laatu.

### TAULUKKO 3. Keskiarvo viistosahauksesta

Laadut	Sahausten keskiarvot mm		
Laatu 1.	48,6	50,5	48,4
Laatu 2.	45,8	48,1	48,1
Laatu 3.	47,2	47,2	49,2

Taulukosta 4 nähdään laatujen väliset erot viistosahauksen keskihajonnoista. Näissä suurin ero on laadulla numero 1, jonka keskihajonta-arvot ovat kaikki alle 2,0 ja niistä otettu keskiarvo on 1,5. Tästä voidaan päätellä, että alkuperäiset viilut ennen sahauksia ovat olleet hyvin saman pituisia, eikä suurta vaihtelua ole ollut. Laatujen 2 ja 3 väliset arvot ovat hyvin samanlaisia eikä niiden välillä ole suurta eroa.



TAULUKKO 4. Keskihajonta viistosahauksesta

Laadut	Keskihajonnat			Ka.
Laatu 1.	1,6	1,7	1,2	1,5
Laatu 2.	2,4	2,9	1,5	2,3
Laatu 3.	2,2	2,4	1,8	2,1

## 6.2 Osa 2

Viilun nettomitta eli sahausten jälkeen jäävä viilu mitataan käsin rullamitalla. Tuloksiksi saadaan taulukon 5 mukaiset mitat leveydelle ja pituudelle. Leveysmittaa säätämällä ei saada suurta säästöä, sillä seuraavissa työvaiheissa tapahtuvat reunojen leikkaukset ja tasaukset ovat välttämättömiä. Leveysmitoissa on myös havaittavissa muutamien millimetrien heittoja viilujen välillä. Tämä voi johtua ajettavan viilun laadusta ja siitä jos viilu on kovin koppuraa. Syynä voi olla myös operaattorin manuaalisesti asettama leveysmitan säätö.

Viilun pituusmitan arvoksi saatiin 1917 mm ja tämä on vakio jokaisella viistosahan jälkeen tulevalla viilulla, sillä sahan arvoja ei voida muuttaa manuaalisesti. Viiluun tulevaa viistettä, joka on 25 mm molemmille reunoille, ei myöskään huomioida, sillä se ei lyhennä viilun pituutta. Pituusmitta eroaa 2 mm sahan säätöarvojen asetuksista (TAULUKKO 1), mutta tässä tutkimuksessa käytetään käsin otettua pituusmittaa eli 1917 mm.

TAULUKKO 5. Viilun nettomitat

Viilun nettomitat 80" viilulla	
Pituus mm	1917
Leveys mm	1965

### 6.3 Osa 3

Kameran hylkysyiden tutkiminen ja vertailu suoritettiin 80" eli 1970 mm x 1970 mm viiluilla. Laatu valikoitui sen mukaan, mitä oli mittaushetkellä ajossa jatkoslinjalla. Mittaus kesti koesuunnitelman mukaisesti tunnin, jonka aikana otettiin valokuva jokaisesta hylkyyn menevästä viilusta. Taulukosta 6 nähdään, että syötettäviä viiluja oli mittauksen aikana 720 kappaletta ja kamera hylkäsi tästä määrästä 29 kappaletta. Roskiin ajettiin syötetyistä viiluista 8 kappaletta viistevian ja koppuran muodon takia. Viimeisestä sarakkeesta nähdään prosentuaalinen määrä hylkyyn menneistä viiluista, joka on 4,0 %. Roskikseen ajettavien määrä on 1,1 % ja näiden kahden yhteiseksi arvoksi muodostuu 5,1 %. Hylkymäärällä ei ole suurta merkitystä eikä se ole vertailukelpoinen, sillä mittaus kesti ainoastaan tunnin.

TAULUKKO 6. Mittauksen aikana syötetyt viilut ja niiden hylkymäärät

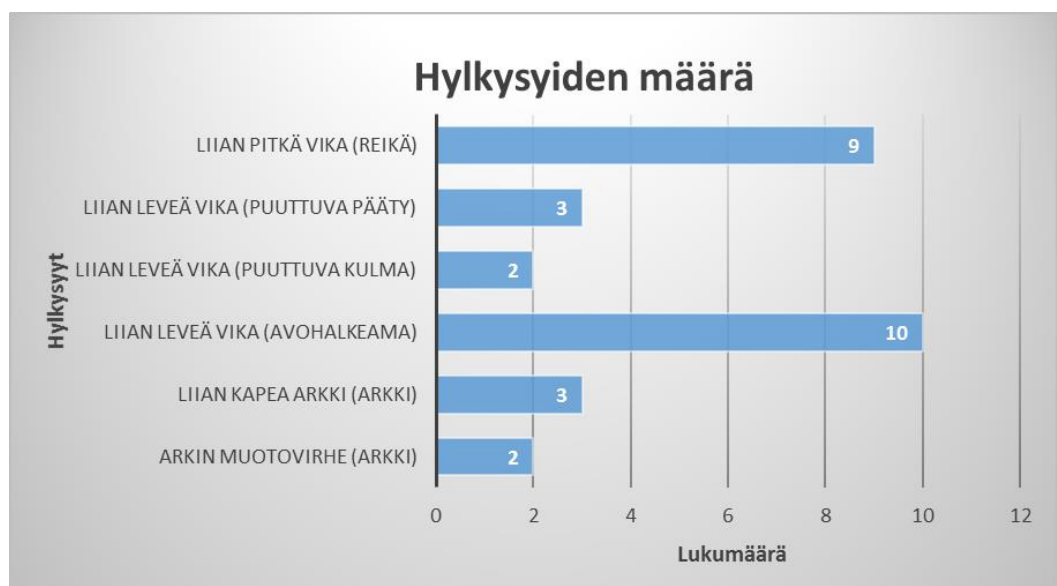
80"	Lukumäärä	Hylky-%
Syötetyt viilut	720	
Hylätyt viilut	29	4,0
Roskat	8	1,1
Yht.	37	5,1

Kuvassa 10 on esimerkki viistevikaisesta viilusta, joka on ajautunut vinossa viistosahaan ja jäänyt ristikkäisistä reunoista viistevajaaksi. Jos viistevahti ei toimisi, eikä operaattori huomaisi tätä viilua, niin sauma jäisi puoliksi auki jatkatussa viilussa.



KUVA 10. Viistevikainen viilu viistosahan jälkeen

Kamera hylkäsi 29 viilua mittauksen aikana ja hylätyt viilut käytiin läpi mittauksen jälkeen. Kameran antamia hylkysyitä oli kuusi erilaista ja ne toistuivat useamman kerran. Kuvioista 6 nähdään hylkysyyt ja kuinka monta kertaa kyseistä syytä ilmeni mittauksen aikana. Suurin syy oli liian leveä vika eli avohalkeama ja sitä ilmeni kymmenessä hylätyssä viilussa. Liian pitkä vika eli reikä oli yhdeksässä viilussa. Nämä kaksi hylkysyytä toistuivat eniten.



KUVIO 6. Kameran antamat hylkysyyt ja niiden lukumäärät

Liitteestä 10 nähdään jokaisen viilun hylkysyy ja asete, jonka alle mitta-arvon tulee jäädä. Seuraavassa sarakkeessa on kameran antama mitta ja sen vieressä käsin mitattu arvo. Viimeinen sarake sisältää erotuksen kameran antamalle arvolle ja itse mitatulle arvolle.

Kolmea hylättyä arkkia ei voitu mitata. Niistä kaksi hylkysyytä oli nimellä arkin muotovirhe ja yksi hylkysyy nimellä liian kapea arkki. Näitä viiluja ei ole voitu huomioida erotusta laskiessa.

Suurin erotus kameran antaman arvon ja mitatun arvon välillä oli 6 mm. Tuloksissa esiintyy myös 5 kappaletta 5 mm:n erotuksia, mutta myös yhdeksän kappaletta 0 mm erotuksia.

Näiden hylkysyiden mittaaminen käsin oli hyvin hankalaa, erityisesti avohalkeamien. Niiden mennessä hylkykuorman, ne saattoivat jäädä taitoksiin edellisen viilun väliin tai jäädä kiinni oksakohdasta edelliseen viiluun ja revetä. Tämän jälkeen oli hankala saada asetettua mitattava viilu mahdollisesti samaan asentoon kuin kameran alta mennessä. Näissä tilanteissa tulikin eniten heittoja kameran antaman arvon ja lasketun arvon välillä.

Mittauksissa täytyy myös huomioida mahdolliset mittavirheet, sillä viat eivät ole täysin pyöreitä tai symmetrisiä. Mittatulosten erotukset olivat kuitenkin melko pieniä, joten voidaan olettaa kameran toimivan asetettujen parametrien mukaan. Otos oli kuitenkin hyvin pieni ja yhden kerran toteutettu, mikä taas ei anna realistista kuvaa kameran toiminnasta. Tätä mittausta täytyisi tehdä useamman kerran ja näitä täytyisi seurata jokaisella viilun laadulla.

## 7 KEHITYSEHDOTUKSET

Kokeellista osaa tehdessä heräsi paljon kysymyksiä ja kehitysehdotuksia työn suorittamisesta.

Ensimmäisessä osassa suoritettiin pituus- ja leveysmittauksia viiluista. Tämä toteutettiin käyttämällä rullamittaa, joten mittavirheet ovat mahdollisia. Viiluja mitattiin kuitenkin 270 kappaletta, joten niistä saatiin suuri otos, joka taas minimoi mahdolliset mittavirheet. Tätä työvaihetta on hankala lähteä kehittämään, jos halutaan saada pituus- ja leveysmittoja.

Alkuperäisen viilun pituuden ja viistosahan jälkeisen viilun pituuden erotukseksi saatiin keskimäärin 48,1 mm. Tämä tarkoittaa, että viistosaha sahaa molemmista päistä noin 24 mm pois. Tulos kuulostaa varsin suurelta ja herää kysymys miksi se ylipäänsä ottaa niin paljon. Näiden tulosten mukaan sahojen väliä voisi hyvin siirtää pidemmäksi, mutta kuinka paljon, niin se ei selviä tästä tutkimuksesta. Sitä voisi selvittää kokeilemalla, mutta se vaatisi paljon enemmän tutkimusta. Vaarana on kuitenkin se, että viilun reunasta ei tule suoraa, jos sahat asetetaan liian kauas toisistaan.

Kameran hylkymäärien ja hylkysyiden tutkiminen osoittautui liian lyhyeksi, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. Näiden tulosten perusteella voidaan vain todeta, että kameran ajoparametrit vastaavat melko hyvin käsin mitattuja virheitä. Mittaustoimenpidettä olisi kuitenkin kehitettävä ja mittauskertoja lisättävä. Hylkykuormasta tutkittavien hylkysyiden mittaus osoittautui hyvin hankalaksi, sillä osa viiluista oli revennyt jo valmiiksi ajautuessaan hylkykuormaan. Tätä esiintyi erityisesti avohalkeamilla ja oksaisilla viiluilla. Viilu täytyisi käydä saman tien ottamassa pois hylkykuormasta, jotta seuraavaksi tuleva viilu ei vahingoittuisi.

Kameran hylkysyitä tutkiessa heräsi ajatus siitä, että hylkykuorman ajaisi uudestaan linjalle. Eli kun hylkylava on täysi, niin kuorma ajetaan uudestaan kameran läpi ja seurataan menevätkö kaikki viilut edelleen hylkyyn vai ei.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tutkimuskohteena oli 3-jatkoslinjalta aiheutuvan hylkymäärän vähentäminen. Tutkimus rajattiin koskemaan 80” eli 1970 mm x 1970 mm viiluja. Jatkoslinjalla jatketaan viiluja syysuunnassa haluttuun määrämittaan ja sieltä syntyvä haaske tulee pääasiassa reunasahalta, viistosahalta ja kameran hylkäämistä viiluista. Tätä haasketta voidaan käyttää energiantuotannossa ja myydä eteenpäin, mutta suurempi säästö olisi saada ylimääräinen hukka viistosahalta pois ja hyödyntää se tuotannossa.

Tutkimuksessa mitattiin yhteensä 270 kappaletta viiluja. Nämä mitattiin kolmena eri päivänä ja eri viilun laaduista, joten näistä saatiin kattava tieto pituus- ja leveysmittoja. Tämän jälkeen voitiin mitata sahojen jälkeen jäljelle jäävän viilun mitta ja laskea näiden erotus. Näin laskettuna erotukseksi saatiin lukemia, joiden perusteella viistosahan väliä olisi mahdollista pidentää. Tässä tutkimuksessa juuri pituusmitan säästö on oleellisempi, koska viiluja jatketaan pituus suunnassa. Kameran aiheutuvaa hylkymäärää ei näillä tutkimuksilla saatu vähennettyä, mutta mahdollisia kehitysehdotuksia kuitenkin saatiin.

Tutkimusta aloittaessa ei ollut varmaa, onko materiaalisäästöä mahdollista saada. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että materiaalisäästö olisi mahdollista ja näin arvioida myös tutkimus onnistuneeksi. Kehitysehdotusten ja uusien ideoiden pohjalta voidaan tulevaisuudessa jatkaa materiaalihukan vähentämistä.

## LÄHTEET

### Kirjalähteet

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

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

Koskisen Oy 2016. 50 vuotta vaneria. Koskisen Oy.

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

### Elektroniset lähteet

Karhunen, V. 2010. Diplomityö. Sahojen sivutuotteiden hyödyntäminen ja niistä aiheutuvat päästöt ilmaan [viitattu 12.4.2018]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/69703/nbnfi-fe201105171576.pdf?sequence=3>

Koskisen Oy 2018a. Biopolttoaineen määrä energiantuotannossa [viitattu 7.3.2018]. Saatavissa: <https://commitment.koskisen.fi/topic/energia?locale=fi>

Koskisen Oy 2018b. Koskisen – Luotettava puunjalostuksen perheyritys [viitattu 12.4.2018]. Saatavissa: <https://koskisen.fi/konserni/perheyritys/>

Koskisen Oy 2018c. Koskisen tänään [viitattu 5.3.2018]. Saatavissa: <https://koskisen.fi/file/koskisen-tanaan/?download>

Koskisen Oy 2018d. Omistautunut puulle. Sorvilla tukista tehdään viilumatto [viitattu 7.3.2018]. Saatavissa: <https://omistautunutpuulle.koskisen.fi/fi/puunjalostus/sorvilla-tukista-tehdaan-viilumatto>

Koskisen Oy 2018e. Omistautunut puulle. Viilut kuivaksi liimausta varten [viitattu 7.3.2018]. Saatavissa:

<https://omistautunutpuulle.koskisen.fi/fi/puunjalostus/viilut-kuivaksi-liimausta-varten>

Koskitukki Oy 2018. Koskitukki – Laadukas ja monipuolinen kumppani puukauppaan [viitattu 5.3.2018]. Saatavissa:

<https://www.koskitukki.fi/yritys/perheyryitys/>

Puuproffa 2018. Puun rakenne [viitattu 7.3.2018]. Saatavissa:

[http://www.puuproffa.fi/PuuProffa\\_2012/fi/puun-rakenne](http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/puun-rakenne)

Raute Oy 2018. Veneer scarf-jointing [viitattu 1.3.2018]. Saatavissa:

<http://www.raute.fi/fi/veneer-scarf-jointing>

### Haastattelut

Hokkanen, M. 2018. Työnjohtaja. Koskisen Oy. Haastattelu 5.5.2018.

### Muut

Koskisen Oy 2017. Työohjeet.



## LIITTEET

### LIITE 1. Viulun pituus- ja leveysmitat

4.4.2018							
Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.- 1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1964	1963	1963,5	46,5	2019	2021	2020,0
2	1966	1962	1964,0	47,0	2025	2022	2023,5
3	1966	1964	1965,0	48,0	2026	2027	2026,5
4	1964	1962	1963,0	46,0	2020	2011	2015,5
5	1966	1966	1966,0	49,0	2026	2030	2028,0
6	1965	1965	1965,0	48,0	2030	2031	2030,5
7	1966	1966	1966,0	49,0	2011	2025	2018,0
8	1965	1966	1965,5	48,5	2019	2025	2022,0
9	1965	1966	1965,5	48,5	2014	2033	2023,5
10	1965	1965	1965,0	48,0	2014	2023	2018,5
11	1966	1966	1966,0	49,0	1990	1998	1994,0
12	1970	1968	1969,0	52,0	2029	2034	2031,5
13	1967	1967	1967,0	50,0	2036	2020	2028,0
14	1968	1968	1968,0	51,0	2030	2027	2028,5
15	1967	1967	1967,0	50,0	1990	1999	1994,5
16	1968	1968	1968,0	51,0	1975	1976	1975,5
17	1967	1967	1967,0	50,0	2037	2028	2032,5
18	1967	1967	1967,0	50,0	1978	1974	1976,0
19	1964	1964	1964,0	47,0	2020	2028	2024,0
20	1963	1963	1963,0	46,0	2020	2027	2023,5
21	1963	1964	1963,5	46,5	2014	2018	2016,0
22	1965	1965	1965,0	48,0	2016	2020	2018,0
23	1965	1965	1965,0	48,0	2006	2015	2010,5
24	1963	1963	1963,0	46,0	2036	2029	2032,5
25	1965	1964	1964,5	47,5	2022	2016	2019,0
26	1964	1966	1965,0	48,0	2014	2014	2014,0
27	1965	1967	1966,0	49,0	2010	2015	2012,5
28	1966	1967	1966,5	49,5	2015	2010	2012,5
29	1968	1967	1967,5	50,5	2006	2014	2010,0
30	1967	1967	1967,0	50,0	2013	2006	2009,5
<b>ka.</b>	<b>1965,7</b>	<b>1965,5</b>	<b>1965,6</b>	<b>48,6</b>	<b>2015,4</b>	<b>2017,2</b>	<b>2016,3</b>

Keskihajonta 1,6

## LIITE 2. Viilun pituus- ja leveysmitat

4.4.2018

Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.-1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1959	1960	1959,5	42,5	2036	2045	2040,5
2	1962	1961	1961,5	44,5	2029	2023	2026,0
3	1958	1958	1958,0	41,0	2032	2044	2038,0
4	1961	1960	1960,5	43,5	2038	2040	2039,0
5	1959	1960	1959,5	42,5	2023	2033	2028,0
6	1962	1961	1961,5	44,5	2027	2023	2025,0
7	1959	1960	1959,5	42,5	2028	2030	2029,0
8	1958	1959	1958,5	41,5	2016	2020	2018,0
9	1960	1961	1960,5	43,5	2025	2031	2028,0
10	1964	1964	1964,0	47,0	2033	2031	2032,0
11	1963	1962	1962,5	45,5	2031	2033	2032,0
12	1963	1965	1964,0	47,0	2038	2032	2035,0
13	1962	1963	1962,5	45,5	2031	2033	2032,0
14	1963	1964	1963,5	46,5	2030	2028	2029,0
15	1963	1963	1963,0	46,0	2032	2035	2033,5
16	1962	1963	1962,5	45,5	2036	2028	2032,0
17	1962	1963	1962,5	45,5	2028	2028	2028,0
18	1963	1965	1964,0	47,0	2016	2016	2016,0
19	1964	1965	1964,5	47,5	1981	1973	1977,0
20	1965	1964	1964,5	47,5	1973	1963	1968,0
21	1964	1965	1964,5	47,5	1974	1977	1975,5
22	1964	1966	1965,0	48,0	1974	1968	1971,0
23	1965	1965	1965,0	48,0	1970	1972	1971,0
24	1966	1965	1965,5	48,5	1972	1965	1968,5
25	1960	1962	1961,0	44,0	2021	2021	2021,0
26	1967	1966	1966,5	49,5	1976	1971	1973,5
27	1962	1962	1962,0	45,0	2021	2015	2018,0
28	1962	1967	1964,5	47,5	1970	1971	1970,5
29	1966	1967	1966,5	49,5	1970	1959	1964,5
30	1967	1966	1966,5	49,5	1970	1971	1970,5
<b>ka.</b>	<b>1962,5</b>	<b>1963,1</b>	<b>1962,8</b>	<b>45,8</b>	<b>2010,0</b>	<b>2009,3</b>	<b>2009,7</b>

Keskihajonta 2,4

### LIITE 3. Viilun pituus- ja leveysmitat

4.4.2018

Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.- 1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1966	1965	1965,5	48,5	1986	1994	1990,0
2	1965	1966	1965,5	48,5	2001	1996	1998,5
3	1967	1965	1966,0	49,0	2000	2009	2004,5
4	1964	1964	1964,0	47,0	2009	2005	2007,0
5	1965	1965	1965,0	48,0	2020	1995	2007,5
6	1968	1967	1967,5	50,5	2006	2006	2006,0
7	1966	1964	1965,0	48,0	2001	2005	2003,0
8	1965	1964	1964,5	47,5	2001	1996	1998,5
9	1965	1964	1964,5	47,5	2012	2019	2015,5
10	1963	1962	1962,5	45,5	2012	2006	2009,0
11	1965	1963	1964,0	47,0	2015	2012	2013,5
12	1965	1963	1964,0	47,0	2042	2042	2042,0
13	1963	1964	1963,5	46,5	1996	1999	1997,5
14	1965	1964	1964,5	47,5	2046	2045	2045,5
15	1968	1965	1966,5	49,5	2022	2031	2026,5
16	1969	1966	1967,5	50,5	2006	2007	2006,5
17	1968	1966	1967,0	50,0	2008	2015	2011,5
18	1964	1966	1965,0	48,0	2009	2012	2010,5
19	1967	1965	1966,0	49,0	2015	2016	2015,5
20	1965	1964	1964,5	47,5	2028	2037	2032,5
21	1961	1957	1959,0	42,0	2025	2025	2025,0
22	1960	1960	1960,0	43,0	2024	2018	2021,0
23	1961	1960	1960,5	43,5	2026	2033	2029,5
24	1964	1960	1962,0	45,0	2020	2029	2024,5
25	1962	1962	1962,0	45,0	2015	2015	2015,0
26	1962	1962	1962,0	45,0	2008	2016	2012,0
27	1962	1963	1962,5	45,5	2018	2022	2020,0
28	1964	1961	1962,5	45,5	2004	2010	2007,0
29	1968	1967	1967,5	50,5	2006	2012	2009,0
30	1967	1966	1966,5	49,5	2024	2036	2030,0
<b>ka.</b>	<b>1964,8</b>	<b>1963,7</b>	<b>1964,2</b>	<b>47,2</b>	<b>2013,5</b>	<b>2015,4</b>	<b>2014,5</b>

Keskihajonta 2,2

## LIITE 4. Viilun pituus- ja leveysmitat

24.4.2018

Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.-1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1968	1968	1968,0	51,0	2004	2003	2003,5
2	1971	1969	1970,0	53,0	1984	1993	1988,5
3	1968	1969	1968,5	51,5	2033	2045	2039,0
4	1968	1969	1968,5	51,5	2038	2042	2040,0
5	1967	1968	1967,5	50,5	2030	2035	2032,5
6	1966	1966	1966,0	49,0	2031	2021	2026,0
7	1967	1968	1967,5	50,5	2007	2016	2011,5
8	1967	1968	1967,5	50,5	2019	2022	2020,5
9	1968	1969	1968,5	51,5	2019	2030	2024,5
10	1969	1968	1968,5	51,5	2032	2035	2033,5
11	1969	1968	1968,5	51,5	2034	2037	2035,5
12	1967	1968	1967,5	50,5	2033	2024	2028,5
13	1968	1967	1967,5	50,5	2026	2024	2025,0
14	1968	1967	1967,5	50,5	2014	2013	2013,5
15	1969	1967	1968,0	51,0	2025	2030	2027,5
16	1967	1968	1967,5	50,5	2028	2037	2032,5
17	1968	1967	1967,5	50,5	2022	2023	2022,5
18	1968	1966	1967,0	50,0	2010	2009	2009,5
19	1967	1967	1967,0	50,0	2023	2035	2029,0
20	1965	1965	1965,0	48,0	2040	2037	2038,5
21	1965	1966	1965,5	48,5	2026	2020	2023,0
22	1968	1969	1968,5	51,5	2029	2034	2031,5
23	1968	1968	1968,0	51,0	2030	2032	2031,0
24	1969	1968	1968,5	51,5	2024	2024	2024,0
25	1968	1968	1968,0	51,0	2028	2015	2021,5
26	1969	1969	1969,0	52,0	2016	2014	2015,0
27	1969	1968	1968,5	51,5	2022	2023	2022,5
28	1962	1958	1960,0	43,0	2042	2040	2041,0
29	1967	1967	1967,0	50,0	2054	2040	2047,0
30	1967	1968	1967,5	50,5	2026	2026	2026,0
<b>ka.</b>	<b>1967,6</b>	<b>1967,4</b>	<b>1967,5</b>	<b>50,5</b>	<b>2025,0</b>	<b>2026,0</b>	<b>2025,5</b>

Keskihajonta 1,7

## LIITE 5. Viilun pituus- ja leveysmitat

24.4.2018					Leveysmitat		
Pituusmitat					Leveysmitat		
					3.	4.	
					mittapiste	mittapiste	ka.
					mittapiste	mittapiste	ka.
Viilu	1.	2.	ka.	ka.-1917			
1	1967	1965	1966,0	49,0	1987	1980	1983,5
2	1965	1964	1964,5	47,5	2052	2056	2054,0
3	1966	1964	1965,0	48,0	1977	1987	1982,0
4	1966	1966	1966,0	49,0	2006	2014	2010,0
5	1967	1966	1966,5	49,5	1993	1999	1996,0
6	1968	1966	1967,0	50,0	1994	1991	1992,5
7	1967	1965	1966,0	49,0	2002	1998	2000,0
8	1966	1965	1965,5	48,5	1979	1982	1980,5
9	1964	1965	1964,5	47,5	1998	1998	1998,0
10	1967	1965	1966,0	49,0	1988	1979	1983,5
11	1967	1966	1966,5	49,5	1988	1998	1993,0
12	1968	1967	1967,5	50,5	1978	1998	1988,0
13	1966	1966	1966,0	49,0	1970	1976	1973,0
14	1965	1966	1965,5	48,5	1970	1971	1970,5
15	1966	1965	1965,5	48,5	1967	1976	1971,5
16	1965	1964	1964,5	47,5	1977	1986	1981,5
17	1965	1964	1964,5	47,5	1978	1976	1977,0
18	1969	1969	1969,0	52,0	1985	1986	1985,5
19	1964	1964	1964,0	47,0	1987	1986	1986,5
20	1964	1964	1964,0	47,0	1977	1977	1977,0
21	1964	1964	1964,0	47,0	1968	1969	1968,5
22	1965	1966	1965,5	48,5	1974	1969	1971,5
23	1968	1966	1967,0	50,0	1963	1967	1965,0
24	1968	1967	1967,5	50,5	1968	1973	1970,5
25	1966	1968	1967,0	50,0	1969	1964	1966,5
26	1957	1955	1956,0	39,0	1993	2015	2004,0
27	1966	1965	1965,5	48,5	1972	1974	1973,0
28	1955	1954	1954,5	37,5	1990	2008	1999,0
29	1967	1967	1967,0	50,0	1966	1967	1966,5
30	1965	1965	1965,0	48,0	1973	1972	1972,5
<b>ka.</b>	<b>1965,4</b>	<b>1964,8</b>	<b>1965,1</b>	<b>48,1</b>	<b>1983,0</b>	<b>1986,4</b>	<b>1984,7</b>
				Keskihajonta	2,9		



## LIITE 7. Viilun pituus- ja leveysmitat

27.4.2018							
Pituusmitat					Leveysmitat		
	1.	2.	ka.	ka.-1917	3.	4.	ka.
Viilu	mittapiste	mittapiste			mittapiste	mittapiste	
1	1968	1964	1966,0	49,0	2020	2011	2015,5
2	1965	1965	1965,0	48,0	2020	2025	2022,5
3	1966	1965	1965,5	48,5	2013	2020	2016,5
4	1966	1966	1966,0	49,0	2024	2020	2022,0
5	1966	1966	1966,0	49,0	2043	2037	2040,0
6	1963	1963	1963,0	46,0	2052	2052	2052,0
7	1966	1965	1965,5	48,5	2053	2053	2053,0
8	1965	1964	1964,5	47,5	2042	2040	2041,0
9	1967	1965	1966,0	49,0	2056	2060	2058,0
10	1965	1965	1965,0	48,0	2042	2040	2041,0
11	1967	1966	1966,5	49,5	2024	2016	2020,0
12	1965	1965	1965,0	48,0	2045	2040	2042,5
13	1966	1965	1965,5	48,5	2046	2047	2046,5
14	1966	1964	1965,0	48,0	2050	2045	2047,5
15	1965	1966	1965,5	48,5	2050	2051	2050,5
16	1966	1965	1965,5	48,5	2045	2045	2045,0
17	1965	1963	1964,0	47,0	2037	2030	2033,5
18	1965	1964	1964,5	47,5	2038	2042	2040,0
19	1964	1963	1963,5	46,5	2042	2035	2038,5
20	1965	1964	1964,5	47,5	2039	2041	2040,0
21	1968	1967	1967,5	50,5	2047	2043	2045,0
22	1967	1966	1966,5	49,5	2030	2033	2031,5
23	1966	1966	1966,0	49,0	2040	2035	2037,5
24	1968	1968	1968,0	51,0	2044	2044	2044,0
25	1968	1968	1968,0	51,0	2049	2054	2051,5
26	1967	1967	1967,0	50,0	2043	2040	2041,5
27	1962	1966	1964,0	47,0	2019	2020	2019,5
28	1962	1965	1963,5	46,5	2014	2012	2013,0
29	1965	1966	1965,5	48,5	1999	2006	2002,5
30	1965	1965	1965,0	48,0	2024	2015	2019,5
<b>ka.</b>	<b>1965,6</b>	<b>1965,2</b>	<b>1965,4</b>	<b>48,4</b>	<b>2036,3</b>	<b>2035,1</b>	<b>2035,7</b>

Keskihajonta 1,2

## LIITE 8. Viilun pituus- ja leveysmitat

27.4.2018

Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.-1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1967	1967	1967,0	50,0	1975	1970	1972,5
2	1965	1966	1965,5	48,5	1963	1965	1964,0
3	1965	1966	1965,5	48,5	1961	1960	1960,5
4	1965	1966	1965,5	48,5	1967	1976	1971,5
5	1965	1965	1965,0	48,0	1973	1981	1977,0
6	1964	1963	1963,5	46,5	2017	1998	2007,5
7	1967	1967	1967,0	50,0	1984	1982	1983,0
8	1967	1966	1966,5	49,5	1985	1971	1978,0
9	1967	1966	1966,5	49,5	1995	1987	1991,0
10	1967	1966	1966,5	49,5	2003	1998	2000,5
11	1966	1966	1966,0	49,0	2010	2010	2010,0
12	1968	1967	1967,5	50,5	2024	2028	2026,0
13	1966	1967	1966,5	49,5	2015	2016	2015,5
14	1963	1964	1963,5	46,5	2052	2052	2052,0
15	1967	1966	1966,5	49,5	2047	2043	2045,0
16	1967	1966	1966,5	49,5	2035	2040	2037,5
17	1967	1965	1966,0	49,0	2033	2032	2032,5
18	1963	1962	1962,5	45,5	2027	2031	2029,0
19	1965	1965	1965,0	48,0	2030	2031	2030,5
20	1964	1963	1963,5	46,5	2030	2025	2027,5
21	1965	1964	1964,5	47,5	2027	2017	2022,0
22	1964	1962	1963,0	46,0	2024	2024	2024,0
23	1964	1963	1963,5	46,5	2038	2032	2035,0
24	1963	1963	1963,0	46,0	2030	2028	2029,0
25	1963	1963	1963,0	46,0	2029	2035	2032,0
26	1964	1962	1963,0	46,0	2029	2029	2029,0
27	1965	1964	1964,5	47,5	2032	2024	2028,0
28	1967	1965	1966,0	49,0	2025	2030	2027,5
29	1968	1966	1967,0	50,0	2027	2020	2023,5
30	1963	1965	1964,0	47,0	2020	2024	2022,0
<b>ka.</b>	<b>1965,4</b>	<b>1964,9</b>	<b>1965,1</b>	<b>48,1</b>	<b>2013,6</b>	<b>2012,0</b>	<b>2012,8</b>

Keskihajonta 1,5



## LIITE 9. Viilun pituus- ja leveysmitat

27.4.2018

Viilu	Pituusmitat				Leveysmitat		
	1. mittapiste	2. mittapiste	ka.	ka.-1917	3. mittapiste	4. mittapiste	ka.
1	1967	1968	1967,5	50,5	2054	2060	2057,0
2	1967	1967	1967,0	50,0	2038	2040	2039,0
3	1966	1967	1966,5	49,5	2026	2028	2027,0
4	1965	1966	1965,5	48,5	2028	2028	2028,0
5	1968	1967	1967,5	50,5	2018	2020	2019,0
6	1968	1969	1968,5	51,5	2027	2034	2030,5
7	1967	1967	1967,0	50,0	2012	2021	2016,5
8	1967	1967	1967,0	50,0	2015	2018	2016,5
9	1969	1968	1968,5	51,5	2032	2034	2033,0
10	1968	1967	1967,5	50,5	2042	2054	2048,0
11	1967	1966	1966,5	49,5	2024	2026	2025,0
12	1967	1967	1967,0	50,0	2037	2035	2036,0
13	1965	1964	1964,5	47,5	2030	2043	2036,5
14	1965	1965	1965,0	48,0	2013	2013	2013,0
15	1967	1967	1967,0	50,0	2023	2028	2025,5
16	1960	1960	1960,0	43,0	2037	2047	2042,0
17	1967	1969	1968,0	51,0	2024	2011	2017,5
18	1968	1967	1967,5	50,5	2017	2016	2016,5
19	1966	1966	1966,0	49,0	2035	2040	2037,5
20	1968	1968	1968,0	51,0	2004	2011	2007,5
21	1966	1965	1965,5	48,5	2027	2028	2027,5
22	1963	1962	1962,5	45,5	2013	2026	2019,5
23	1963	1963	1963,0	46,0	2019	2020	2019,5
24	1966	1967	1966,5	49,5	2009	2007	2008,0
25	1966	1966	1966,0	49,0	2008	2014	2011,0
26	1965	1968	1966,5	49,5	2024	2018	2021,0
27	1966	1966	1966,0	49,0	2024	2021	2022,5
28	1965	1966	1965,5	48,5	2022	2016	2019,0
29	1965	1967	1966,0	49,0	2014	2016	2015,0
30	1965	1967	1966,0	49,0	2013	2013	2013,0
<b>ka.</b>	<b>1966,1</b>	<b>1966,3</b>	<b>1966,2</b>	<b>49,2</b>	<b>2023,6</b>	<b>2026,2</b>	<b>2024,9</b>

Keskihajonta 1,8

LIITE 10. Kameran hylkysyyt

	80"				
Viilu	Hylkisyys	Asetus	Kameran arvo	Laskettu arvo	Erotus
1	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	17	17	0
2	Liian leveä vika (Puuttuva pääty)	52	69	68	1
3	Liian leveä vika (Puuttuva pääty)	52	108	110	-2
4	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	22	17	5
5	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	21	21	0
6	Liian kapea arkki (Arkki)	1940	1704	Ei huomioitu	
7	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	17	19	-2
8	Liian pitkä vika (Reikä)	60	74	70	4
9	Liian pitkä vika (Reikä)	60	74	72	2
10	Liian pitkä vika (Reikä)	60	65	65	0
11	Liian pitkä vika (Reikä)	60	74	73	1
12	Liian pitkä vika (Reikä)	60	63	63	0
13	Liian pitkä vika (Reikä)	60	64	64	0
14	Liian pitkä vika (Reikä)	60	66	66	0
15	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	17	12	5
16	Liian pitkä vika (Reikä)	60	73	68	5
17	Arkin muotovirhe (Arkki)	100	124	Ei huomioitu	
18	Liian kapea arkki (Arkki)	1940	1939	1939	0
19	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	15	15	0
20	Arkin muotovirhe (Arkki)	100	129	Ei huomioitu	
21	Liian pitkä vika (Reikä)	60	66	65	1
22	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	25	20	5
23	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	25	22	3
24	Liian leveä vika (Puuttuva pääty)	52	111	105	6
25	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	36	40	-4
26	Liian leveä vika (Avohalkeama)	15	19	19	0
27	Liian leveä vika (Puuttuva kulma)	30	55	50	5
28	Liian leveä vika (Puuttuva kulma)	30	36	35	1
29	Liian kapea arkki (Arkki)	1940	1844	1846	-2