

VANERITEHTAAN PUUNKÄYTÖN HYÖTYSUHDE TUTKIMUS

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Puutekniikan koulutusohjelma
Puutuotteiden markkinointi ja tuotekehitys
Opinnäytetyö
Kevät 2006

Tuomas Koskinen

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Koskisen Oy:n vaneritehtaalla kesällä ja syksyllä 2005.

Opinnäytetyön ohjaajana Lahden ammattikorkeakoulun puolesta toimi DI Mikko Salmi ja Koskisen Oy:n puolesta tuotantopäällikkö Minna Luomalahti.

Lahdessa 19.4.2006

Tuomas Koskinen

Lahden ammattikorkeakoulu

Tekniikan laitos

KOSKINEN, TUOMAS: Vaneritehtaan puunkäytön hyötysuhdetutkimus

Puutekniikan opinnäytetyö, 53 sivua

Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkintotyön tavoitteena on tutkia koivupintaista vaneria valmistavan vaneritehtaan puunkäytön hyötysuhdetta.

Puunkäytön hyötysuhteella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon yhteen kuutiometriin valmistettua vaneria menee puuraaka-ainetta. Koska raaka-aine on suurin yksittäinen kustannuserä vanerin valmistuksessa, on tärkeää, että sitä käytetään huolellisesti. Näin ollen raaka-aineen käytöllä on suuri merkitys tuottavuuteen ja siihen, kuinka kannattavaa vanerin valmistus on yrityksessä.

Tutkittavat kohteet olivat tukkien laatuvaatimukset, tukin katkaisu, pölliin sorvaus, viilun jatkaminen, viilun saumaaminen ja viilun ladonta. Osa tutkimuksista tehtiin seuranta tutkimusmenetelmällä. Muu osa tutkimuksista tehtiin tuotantotilastomenetelmien pohjalta.

Seurantojen ja tutkimusten perusteella voidaan todeta, että hyötysuhde on heikentynyt vaneritehtaalla. Puumateriaalin hukka on kasvanut työvaiheissa aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna. Kehityssuunta ei ole hyvä, sillä tuhlaataan paljon resursseja ja pääomaa.

Avainsanat: vaneri, puuraaka-aine, hyötysuhde

Lahti University of Applied Sciences

Faculty of Technology

KOSKINEN, TUOMAS: Efficiency of the use of wood in a plywood factory

Bachelor's thesis in wood technology, 53 pages

Autumn 2006

ABSTRACT

This study deals with the efficiency of the use of wood in a plywood factory manufacturing birch-faced plywood. The study was commissioned by Koskisen Oy.

The efficiency refers to how much of wood raw material is used to manufacture one cubic metre of finished plywood. Because the raw material is the biggest individual expense item in manufacturing plywood it is important that the raw material is used sensibly. In this way it has a big influence on how productivity develops and how profitable plywood manufacturing is in the company.

The objects selected for study were quality specifications of logs, cross-cutting of logs, peeling of blocks, scarf jointing, jointing of veneer and gluing and lay-up of veneer. Some studies were done using the follow-up examination method. Other studies were done with the production database method.

Based on the follow-up and other studies it can be said that efficiency has been deteriorated in the plywood factory. Wastage of wood has increased compared with previous studies. The tendency is not good, because a lot of capital and resources are wasted.

Keywords: plywood, wood material, efficiency

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KUSTANNUSTEKIJÖIDEN MERKITYS VANERITEOLLISUUDESSA	3
2.1 Kustannusten seuranta	3
2.2 Valmistuskustannusten jakautuma	3
2.3 Valmistuskustannukset	4
2.4 Tukkien hinnan kehitys	5
3 TUOTTAVUUS	6
3.1 Tuottavuuskäsite	6
3.2 Osatuottavuus	7
3.3 Materiaalin tuottavuus	7
4 VANERIN VALMISTUS	9
4.1 Valmistusprosessi	9
4.2 Koivu- ja havupuutukkien laatuvaatimukset	10
4.3 Raaka-aineen käyttö	11
4.4 Sivutuotteiden käsittely	12
4.4.1 Kuoren käsittely	13
4.4.2 Katkaisu- ja pyöritys-jäte ja purilaat	13
4.4.3 Kuivaleikkausjäte ja hiontapöly	14
5 TUKIN KATKONTA JA SORVAUS	15
5.1 Tukin katkaisu	15
5.2 Viilun sorvauksen keskeisiä tekijöitä	16

6 VIILUN JALOSTUS	17
6.1 Jalostuksen merkitys	17
6.1.1 Johdanto	17
6.1.2 Viilun kulku	17
6.2 Viilun saumaus	18
6.3 Viilun jatkaminen	19
6.5 Viilun jalostuksen keskeisiä tekijöitä	22
7 VANERIN LADONTA	23
8 TUTKIMUKSEN TARKOITUS	25
9 TUTKIMUS TULOKSET	26
9.1 Hyötysuhteen kehitys	26
9.2 Tukkien ja katkonnan vaikutus hävikkiin	27
9.3 Sorvauksen vaikutus materiaalihävikkiin	32
9.4 Jatkoksen ja saumauksen vaikutus materiaalihävikkiin	35
9.5 Ladonnan vaikutus materiaalihävikkiin	38
9 TULOSTEN TARKASTELU	42
10 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	46
LIITTEET	47

1 JOHDANTO

Suomen vaneriteollisuus on perustunut runsaisiin ja erityisen hyvin vanerin valmistuksen soveltuvien koivuvarojen käyttöön. Järeän koivupuun hakkuiden saavutettua kestävä ja luontaisen kasvun rajat kehitettiin kuusen käyttöön perustuvia vanerituotteita. Kotimaisten liimojen sekä maali- ja pinnoiteaineiden kehittäminen on avannut vanerille aivan uusia käyttömahdollisuuksia, ja alalle onkin muodostunut voimakkaita vientiyrityksiä.

Vaneriteollisuudessa on ollut tyypillistä aktiivinen ja voimakas panostus tuotteiden kehittämiseen ja tutkimukseen. Onnistuneet vanerijalosteet ovat turvanneet teollisuuden kilpailukyvyn ja kehittymisen. Ilman sitä alan teollisuus ei olisi pystynyt kilpailemaan markkinoista. (Koponen 2001: 5)

Vaneria valmistettiin vuonna 2004 noin 1,4 milj. m³, tähän lukuun kuuluvat kaikki vanerit. Raaka-ainetta vaneriteollisuus käytti noin 3,9 milj. m³. Tästä määrästä noin 1,6 milj. m³ oli lehtipuuta ja loput 2,3 milj. m³ oli kuusipuuta. Vanerin jalostusaste on korkea, koska suuri osa tuotannosta pinnoitetaan kutakin käyttötarkoitusta varten kehitetyllä pinnoitteella. Tuontipuun osuus koko käytetystä raaka-aine määrästä oli noin 25 %. Valmistetun vanerin määrästä noin 0,2 milj. m³ meni kotimaan kulutukseen ja loput 1,2 milj. m³ meni vientiin. Näin ollen vaneria valmistetaan pitkälti vientiin, jonka osuus on noin 85 %. Vanerin hinta on laskenut viimeisien vuosien aikana huomattavasti, tämänhetkinen keskiarvohinta on noin 500 €/m³. Tästä joutuen vanerin valmistuksen arvo oli vuonna 2004 noin 700 miljoonaa euroa. Viennin osuudeksi muodostui tällöin 600 miljoonaa euroa. (Metsäntutkimuslaitos 2004: 268, 283, 299.)

Vaneriteollisuus voidaan jakaa kahteen eri luokkaan: koivupintaisen- ja sekavanerin valmistukseen ja havuvanerin valmistukseen. Havuvanerin valmistuksen osuus on noin 60 % vanerin valmistuksesta ja koivupintaisen vanerin valmistus on noin 40 %. Koivuvaneri on valmistettu yksinomaan koivusta. Standardisoidussa koivuvanerissa käytetään 1,4 mm paksuisia koivuviiluja, jotka on liimattu ristiin toisiinsa siten, että kokonaisviilumäärä on pariton.

Koivuvanerin merkittävimpiä käyttökohteita ovat liikennevälineet, rakennusteollisuus, puusepänteollisuus ja pakkausteollisuus. Havupuuvaneri on valmistettu yleensä kuusesta, mutta myös mäntyä käytetään. Standardisoidussa havupuuvanerissa on 1,5 mm, 2,6 mm ja 3,2 mm paksuisia viiluja liimattu ristiin. Havuvanerin käyttökohteista merkittävin on rakennusteollisuus, koska havuvaneri on kevyt sekä taloudellinen.

Raaka-aineen huolellinen hyväksikäyttö on merkittävä tekijä vanerin valmistuksen kannattavuutta laskettaessa. Koska raaka-aine on kallein yksittäinen tekijä vanerin valmistuksessa, on tärkeää, että raaka-ainetta käytetään huolellisesti ja sen hukka olisi pieni. Hyötysuhteella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon raaka-ainetta menee yhteen valmiiseen kuutioon vaneria. Sorvaus ja viilun käsittely ovat ne vaiheet, jossa muodostuu eniten hukkaa. Näissä työvaiheissa oikeat työmenetelmät ja hyvä raaka-aineen käyttö edesauttaa sitä, että hyötysuhde ei nouse liian suureksi.

Tämän tutkintotyön ensimmäisenä tavoitteena on pyrkiä selvittämään, mitkä eri tekijät vaikuttavat raaka-aineen käyttösuhteeseen ja kuinka niitä pystyttäisiin parantamaan. Tarkkailtaviksi osastoiksi valittiin sorvaus, leikkaus, jatkaminen ja ladontaosastot. Myös nämä ovat niitä osastoja, joissa on mahdollista vaikuttaa suuresti raaka-aineen käyttöön ja sen hukan suuruuteen. On tärkeää selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat näillä osastoilla hyötysuhteeseen ja mitä vaatimuksia voidaan asettaa puumateriaalille, valmistustekniikalle, laitteistolle ja työntekijöille, jotta saavutettaisiin paras mahdollinen tulos.

2 KUSTANNUSTEKIJÖIDEN MERKITYS VANERITEOLLISUUDESSA

2.1 Kustannusten seuranta

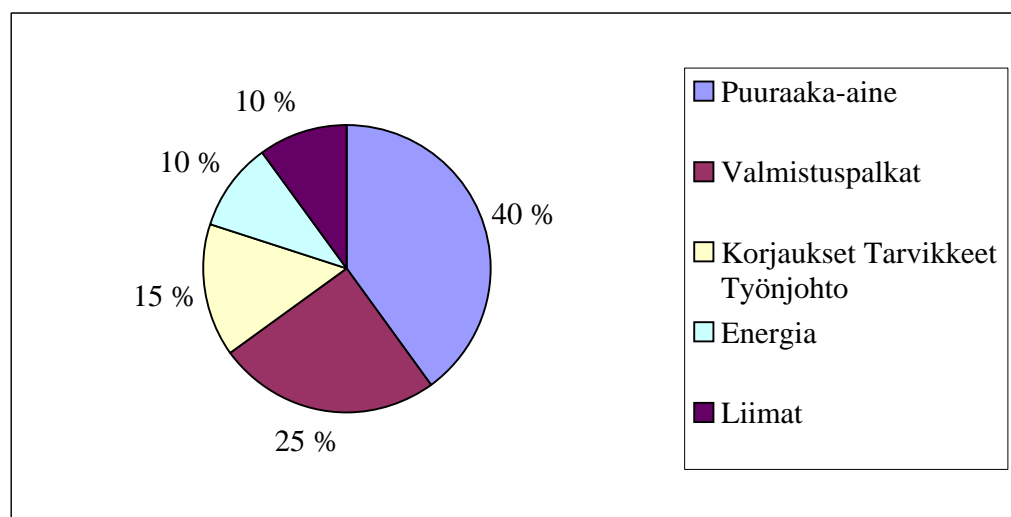
Tuotannollisessa toiminnassa syntyy aina kustannuksia. Kustannusten olemassaolo on tiedostettava ja ne on tunnettava. Vankka ote kustannuksiin mahdollistaa niiden kehityksen seurannan ja niihin vaikuttamisen. Kustannuksia karsimalla voidaan parantaa yrityksen toiminnan kannattavuutta. Kustannukset voidaan jakaa muuttuviin kustannuksiin ja kiinteisiin kustannuksiin

Muuttuvat kustannukset ovat nk. tuotantokustannuksia ja syntyvät valmistuksen eri vaiheissa työntekijöiden ja heidän esimiestensä toimintakentässä. Näiden kustannusten osuus vanerin kokonaiskustannuksista on 70...80 %.

(Metsäteollisuuden työnantajaliitto 1979: 144)

2.2 Valmistuskustannusten jakautuma

Perusvanerin keskimääräiset valmistuskustannukset voidaan jakaa kuvan 1 mukaan.



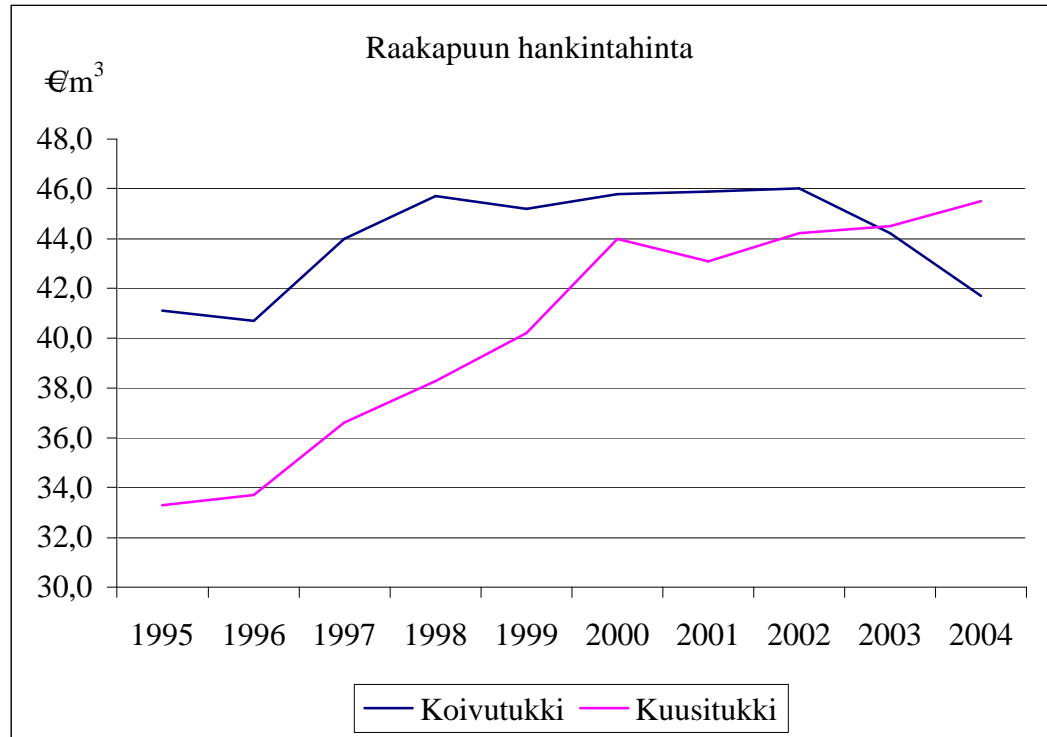
Kuvio 1. Perusvanerin valmistuskustannuksien jakautuminen

Kaaviosta voi todeta, että puuraaka-aine, palkat, energia ja liimat ovat suurimpia yksittäisiä kustannuseriä. Kannattavuuden parantamiseksi on kustannusten nousua voitava hillitä. Kustannusten nousu pystytään hillitsemään mm. tuottavuutta parantamalla. Kustannusten nousun hillitsemisessä ammattitaitoinen työntekijä on avainasemassa työn suorittajana ja raaka-aineiden ja tarvikkeiden käyttäjänä. Työntekijät ja heidän esimiehensä voivat ratkaisevasti vaikuttaa kustannusten muodostamiseen ja siten yrityksen kannattavuuden kehitykseen.

2.3 Valmistuskustannukset

Puuraaka-aine muodostaa suurimman yksittäisen kustannuserän vanerin valmistuksessa. Tehtaassa ei voida luonnollisestikaan vaikuttaa puun hintaan, mutta voidaan kyllä ratkaisevasti vaikuttaa tapaan, jolla puuta kulutetaan. Puuraaka-ainetta käsitellään kaikissa valmistusvaiheissa. Puuraaka-aineen arvo kasvaa jatkuvasti valmistuksen edetessä, sillä kussakin vaiheessa käsiteltävään raaka-aineeseen sitoutuu lisää: työpalkkoja, energiakustannuksia ja tarvike- ja materiaalikustannuksia. Puuraaka-ainetta on helppo tuhjata kaikissa valmistusvaiheissa. Laadullisesti raaka-aine voidaan helposti pilata huolimattomalla työllä. (Metsäteollisuuden työnantajaliitto: 146)

2.4 Tukkien hinnan kehitys



Kuvio 2. Koivu- ja kuusitukin hankintahinnan kehitys

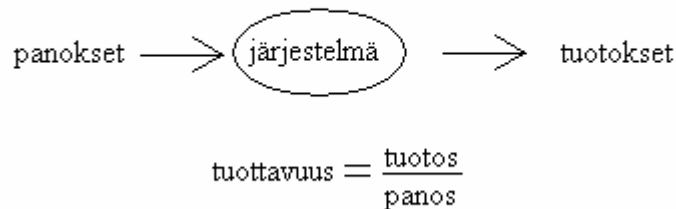
(Metsäntutkimuslaitos 2004: 169)

Kuusitukin hankintahinta on ohittanut viime vuosina koivutukin hankintahinnan. Koivutukin hinta on ruvennut viime vuosina laskemaan melko huomattavastikin. Se on melkein laskenut sen kymmenen vuoden takaiselle arvolle, kun taas kuusitukin hinta on noussut kymmenessä vuodessa noin 40 %, joka on todella merkittävä hinnannousu. Tukkien korkeat hinnat tarkoittavat sitä, että raaka-ainetta tulee käyttää säästeliäästi ja huolellisesti vaneritehtaalla.

3 TUOTTAVUUS

3.1 Tuottavuuskäsite

Vaikka tuottavuus käsitteenä on periaatteessa varsin selkeä, on se samalla myös hyvin usein väärinkäsitetty ja väärin ymmärretty termi. Tuottavuudella on kuitenkin aivan oma identiteettinsä, joka erottaa sen esimerkiksi kannattavuudesta muista yrityksen toimintaa kuvaavista käsitteistä. Tuottavuus määritellään järjestelmän tuotoksen ja panoksen suhteeksi toisiinsa.



Kuvio 3. Tuottavuus on järjestelmän tuotoksen ja panoksen välinen suhde (Kauppakaari 1998: 24)

Yrityksen toimintaa voidaan kuvata hyvin monella eri mittarilla. Karkeasti ottaen mittarit voidaan jakaa talousprosessin mukaisesti kahteen ryhmään eli reaali- ja rahaproessin mittareihin. Tuottavuus puolestaan on aina reaali-prosessin ilmiö, sillä se mittaa aikaansaatuisten suoritteiden suhdetta käytettyihin tuotannontekijöihin. Pelkästään reaali-prosessissa voidaan käytännössä laskea monia eri osatuottavuuksia. Osatuottavuusmittareiden valintaan yrityksissä vaikuttaa ainakin kolme asiaa: Ensinnäkin mittaustapa, toiseksi eri tekijöiden ohjattavuus ja kolmanneksi mittaustaso. (Kauppakaari 1998: 26)

3.2 Osatuottavuus

Osatuottavuudella tarkoitetaan tuottavuuden mittausta, joka on kokonaistuotoksen ja yhden panostekijän suhde. Se kuvaa yhden panostekijän käytön tehokkuutta tuotantoprosessissa. Osatuottavuus lasketaan tavallisesti työ-, pääoma-, materiaali- ja energiapanoksille.

Osatuottavuuden tulkinnassa on otettava huomioon, että panostekijät voivat korvata toisiaan. Osatuottavuuden käsitteen liittyy ominaisuus, että tuottavuuden lisäys voi olla korvautumisvaikutuksen tulosta ilman, että kokonaistuottavuus olisi kasvanut. Osatuottavuuden perusteella ei voida tehdä päätelmiä kokonaistuottavuuden muutoksesta.

Osatuottavuuden mittarit johtavat helposti karkeisiin virhepäätelmiin.

Osatuottavuus on silloin, kun tapahtuu panosten korvautumista, vain laskennallinen suure. Oikeaan johtopäätökseen voidaan päätyä vain selvittämällä osatuottavuuden muutoksen aiheuttaja tai mittaamalla kokonaistuottavuutta. Osatuottavuudet ovat tarkoituksenmukaisia mittareita erityisesti silloin, kun panosten korvautumista tapahtuu vähän ja mittaus arvokkaisiin tai niukkoihin panoksiin. Yleensä panosten korvautumisvaikutus on sitä pienempi, mitä lyhyempi tarkasteltava ajanjakso on. Tästä syystä osatuottavuudet koetaan hyödyllisiksi operatiivisessa ohjauksessa, kun toimintaa tarkastellaan lyhyen aikajakson kuluessa eikä tapahdu merkittävää panosten korvautumista. (Saari 2002: 66)

3.3 Materiaalin tuottavuus

Materiaalin tuottavuus on yksi osatuottavuuden aloista. Materiaalin tuottavuutta voidaan laskea kuvion 3 esitetyllä kaavalla. Materiaali tuottavuudessa panokseen lasketaan raaka-aineet, hankitut osat ja komponentit sekä erilaiset apu- ja tarveaineet. Jos materiaalikustannusten osuus yrityksen kustannusrakenteessa on merkittävin, on materiaalipanosten tuottavuuden ohjaamiseen kiinnitettävä erityistä huomiota. (Rantanen 1992: 16.)

$$P_M = \frac{O}{M}$$

P_M = Materiaalin tuottavuus

O = Kokonaistuotanto

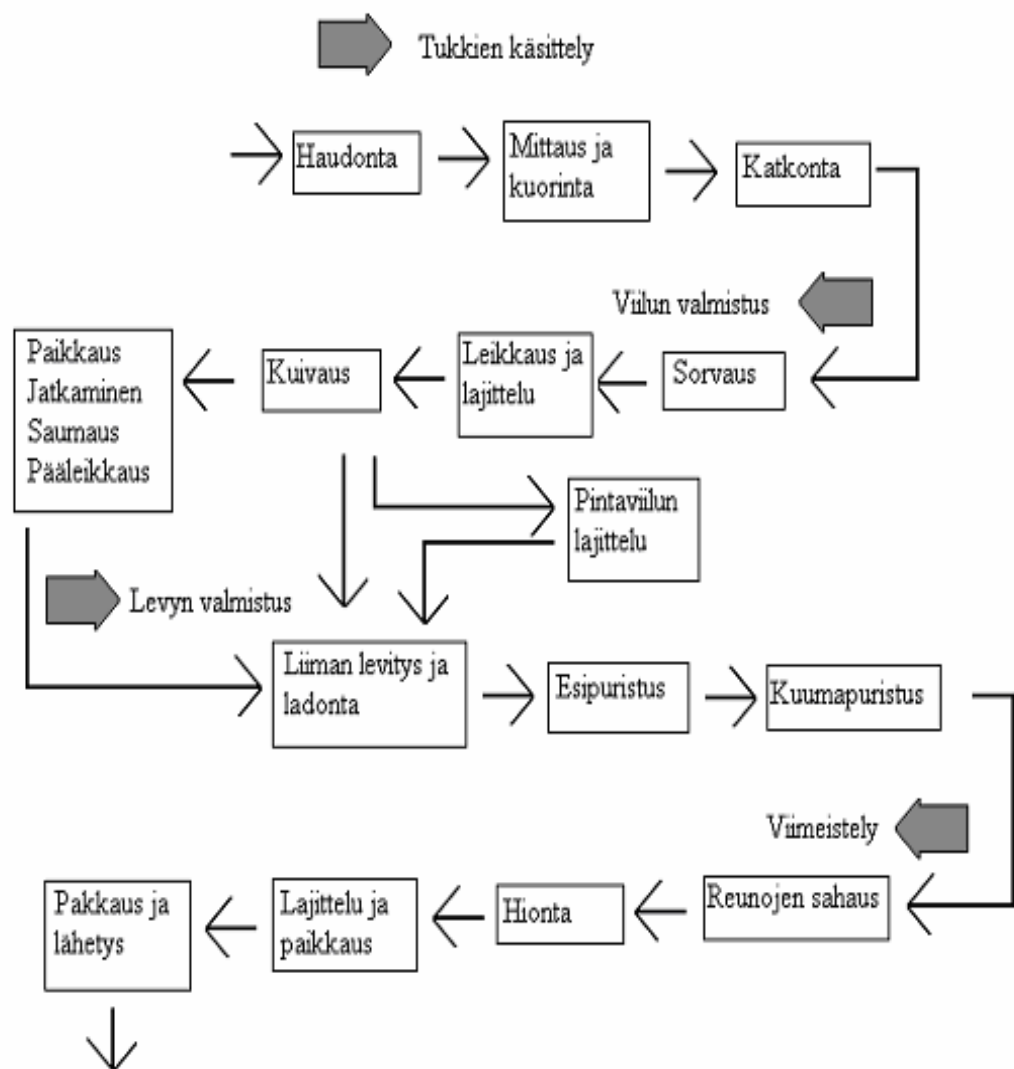
M = Materiaalipanoksen summa

Kuvio 4. Materiaalin tuottavuuden laskenta kaava
(Rantanen 1992: 16.)

4 VANERIN VALMISTUS

4.1 Valmistusprosessi

Vanerin valmistuksessa on neljä eri työvaihekokonaisuutta: tukkien käsittely, viilun valmistus, levyn valmistus ja viimeistely. Näiden vaiheiden sisältämät työvaiheet näkyvät tarkemmin kuvassa 5.



Kuvio 5. Vanerin valmistuksen tärkeimmät työvaiheet
(Koponen 2002: 28)

4.2 Koivu- ja havupuutukkiin laatuvaatimukset

Vaneriteollisuuden käyttämien koivu- ja kuusitukkiin laatuvaatimukset voidaan yleisesti esittää seuraavasti:

Taulukko 1. Tukkiin yleiset laatuvaatimukset

Tukki	Latvan		Suurin tyven	Tukin suurin
	läpimitta (cm)		läpimitta (cm)	pituus (dm)
	Pienin	Suurin		
Koivu	20	50	60	33-67
Kuusi	20			52

Koivutukissa:

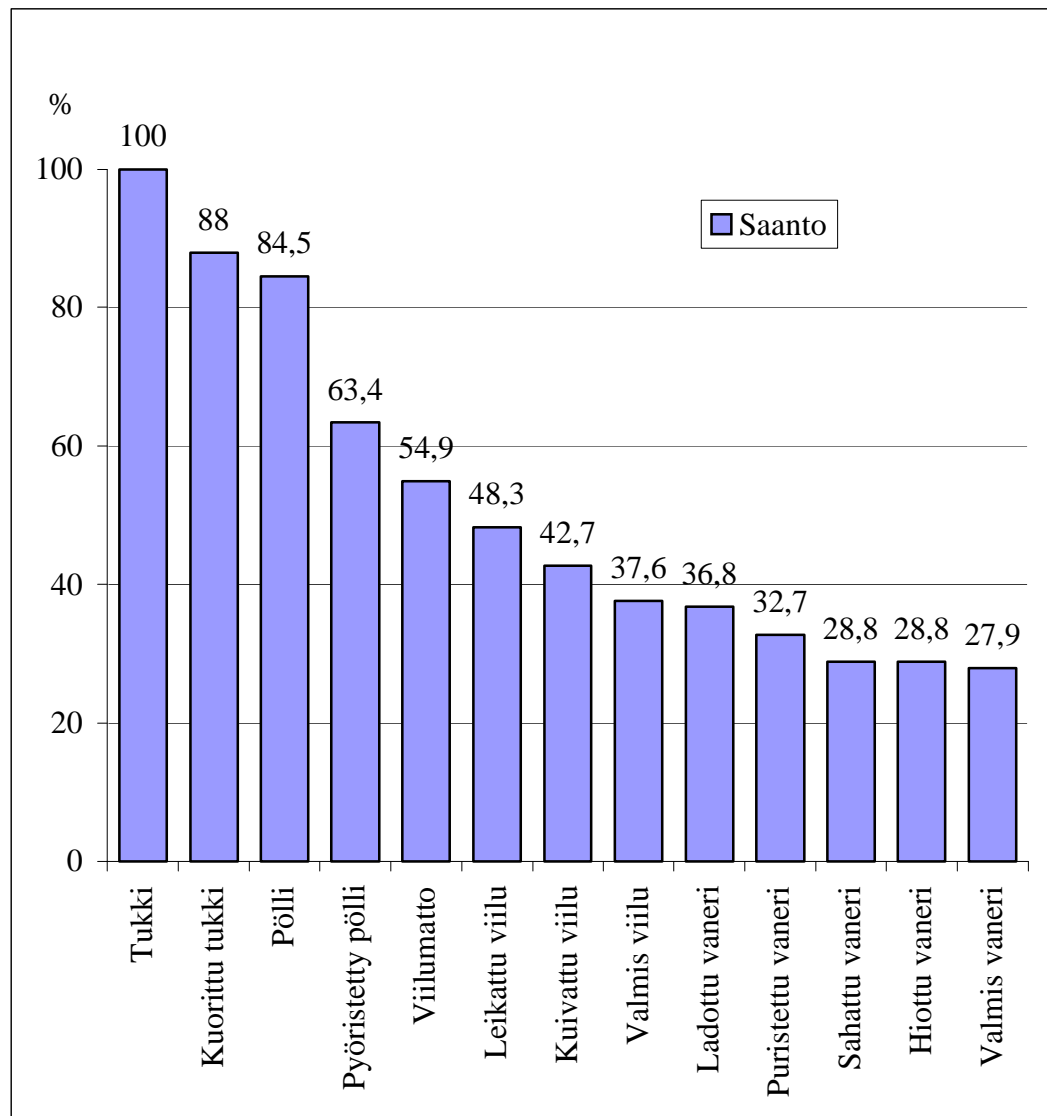
- Lenkoutta sallitaan 30 mm sorvipöllin matkalla.
- Kovapohjaisia koroja tai umpihaavoja saa olla yhdellä puolella tukkia enintään 6 dm:n pituisina ja syvyydeltään enintään 10 % latvaläpimitasta.
- Kovaa värillistä puuta tai sydänhalkeamia saa olla enintään kolmasosa läpimitasta.

Kuusitukissa:

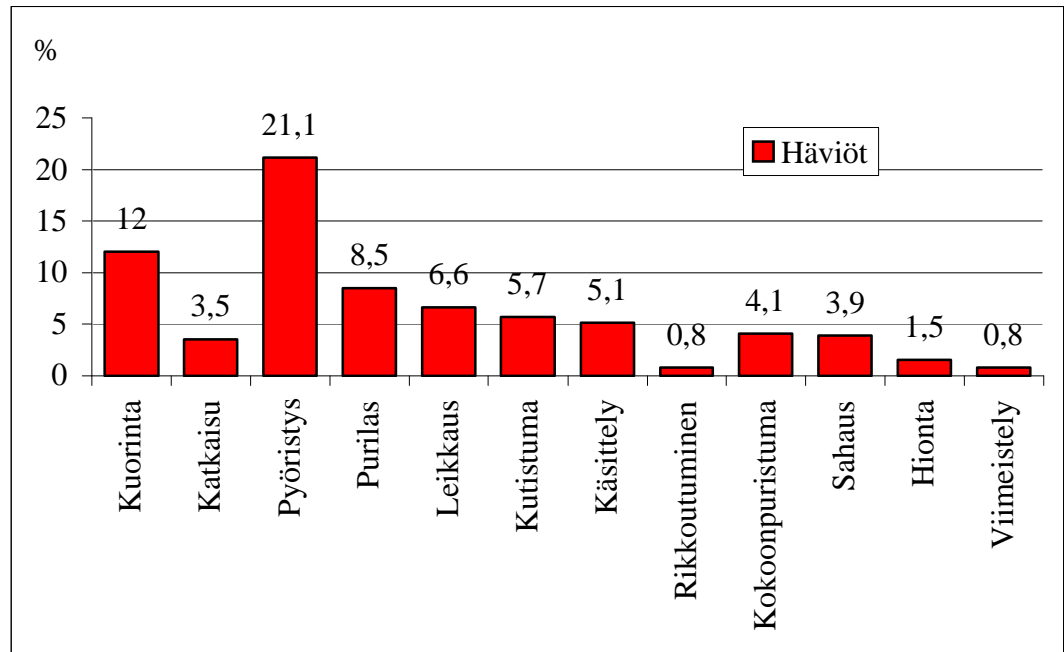
- Lenkoutta sallitaan 10 mm metrin matkalla.
- Lahotonta koroa latvalierion ulkopuolella sallitaan tukin yhdellä sivulla enintään 90 cm.
- Tervarosoa sallitaan enintään puolet tukin piiristä.
- Suoraa sydänhalkeamaa sallitaan enintään puolet latvaläpimitasta.
(Koponen 2002: 26–27)

4.3 Raaka-aineen käyttö

Raaka-aineen käytön hyötysuhteesta voidaan esittää kahden mallin avulla. Kunkin vaiheen osalta on laskettu, kuinka suuri on saantoprosentti (tai häviöprosentti) on edelliseen vaiheeseen verrattuna. Raaka-aineen käyttöä esittävä diagrammi on esitetty kuviossa 6 ja kuviossa 7.



Kuvio 6. Tukin saanto vanerin valmistuksessa
(Kontinen, Kivistö, Söyriä ja Usenius 1992: 56)



Kuvio 7. Perusvanerin valmistuksen hukka
(Kontinen, Kivistö, Söyrilä ja Usenius 1992: 56)

4.4 Sivutuotteiden käsittely

Vaneriteollisuudessa puuraaka-aineen käytön hyötysuhde on suhteellisen alhainen, 27–32 %. Tämä tarkoittaa sitä, että tehtaalle tuodusta puuraaka-aineesta syntyy määrällisesti enemmän sivutuotteita kuin varsinaista päätuotetta, vaneria. Huolimatta valmistustekniikan kehityksestä ja automaation lisäyksestä, ei raaka-aineen käytön hyötysuhdetta ole pystytty käytännöllisesti katsoen lainkaan parantamaan. Tämä johtuu pääasiassa koivuraaka-aineen laadun heikkenemisestä.

Havupuun osalta tilanne on toinen, ja käytön hyötysuhdetta on voitu parantaa. Usein havupuun sorvaus sellaisella tehtailla, jossa myös tehdään koivuvaneria, on havupuun sorvaus vähäistä ja näin ollen hyötysuhteen paranemisen kokonaismerkitys on pieni.

Sivutuotteiden määrät vaihtelevat riippuen valmistustekniikasta, eri puulajien käytön suhteesta, erilaisista viulun talteenottoyrityksistä ja lopputuotteiden mittavalikoimasta.

Vaneritehtaan sivutuotekäsittelyn oikea suunnittelu ja järkevä toteutus ovat tehtaan kannattavaa ja taloudellista toimintaa ajatellen ensiarvoisen tärkeä asia. Tehokas jätteen käsittely arvokkaiksi sivutuotteiksi voi alentaa tehtaan puuraaka-aineen nettohintaa jopa 50 % bruttohinnasta. (Juvonen, Kariniemi 1985: 153)

4.4.1 Kuoren käsittely

Puun kuorinta on välttämätöntä tämän päivän tuotantotekniikassa. Kuorinta on tärkeää esimerkiksi siksi, että sorvauksesta syntyvä pyörästysjäte olisi puhdasta, kun siitä valmistetaan sivutuotteita. Kuoren pääasiallinen ja parhain käyttö on polttaminen. Koivun kuoren lämpöarvo onkin korkea, kun taas kuusen kuoren polttoarvo on ilman kuiva-ainepitoisuuden nostamista alhainen. Kuorelle voidaan löytää myös muita käyttötarkoituksia, mutta toistaiseksi polttaminen on osoittanut taloudellisesti parhaaksi ratkaisuksi. (Juvonen, Kariniemi 1985: 154)

4.4.2 Katkaisu- ja pyörästysjäte ja purilaat

Tämä ryhmä muodostaa suurimman ja tärkeimmän osan tuotannosta syntyvistä sivutuotteista. Sorvauksessa syntyvät puujätteet on pyrittävä erottamaan ja käsittelemään puolajettain, koska vain tämä takaa sivutuotteille mahdollisimman korkean taloudellisen arvon. Havupuuhake ei saa sisältää koivua lainkaan, toisaalta koivuhake voi sisältää etukäteen ilmoitetun prosenttimäärän havupuuta. Nämä rajoitukset ja vaatimukset hakkeelle esittää sen maksukykyisin käyttäjä, selluloosateollisuus. Katkaisupätkät, pyörästysjäte ja purilaat haketetaan sopivaksi hakkeeksi. Seulosten mitoitus ja seulakoot riippuvat määristä sekä halutun hakkeen koosta. Seulonnassa syntyvät seulontajätteet, 10–30 prosenttia, kelpaavat joko kuitu- tai lastulevyteollisuudelle. Haketuksen oikea suunnittelu ja toteutus takaavat sen, että hakkeen laatu täyttää kaikki selluloosateollisuuden sille asettamat vaatimukset. (Juvonen, Kariniemi 1985: 155)

4.4.3 Kuivaleikkausjäte ja hiontapöly

Puhdas kuivaviilujäte on järkevintä hakettaa puulajit erillään. Kuivaviilusta valmistettu hake ei ole parasta mahdollista raaka-ainetta selluloosateollisuudelle. Yksi vaihtoehto on myös polttaminen tai niiden hyödyntää lastu- tai kuitulevyteollisuudessa. Hiontapöly on parasta polttaa, mutta tehokkaan polton aikaansaamiseksi se on koottava varastosiiloon. Sieltä se puhalletaan voimalaitoksen kattilaan kuormituksen mukaisesti. (Juvonen, Kariniemi 1985: 158)

5 TUKIN KATKONTA JA SORVAUS

5.1 Tukin katkaisu

Vaneritukin katkaisu on eräänlainen optimointitehtävä monen eri valmistuskustannustekijän ja raaka-aineen ominaisuuden välillä. Tärkeimmät näistä optimoitavista tekijöistä ovat:

- Kukin tukki on katkaistava niin, että siitä saatavista pölleistä sorvautuu mahdollisimman paljon liimauskelpoista ehjää viilua.
- Viilun pituus ja saatavat laadut ovat mahdollisimman sopivat kulloiseenkin vanerin myytyyn tilauskantaan.
- Katkaisu häviö on pidettävä minimoituna, vaikkakin joudutaan jokaisessa tukissa ottamaan huomioon sen ”luonnonviat” ja tekemään niiden vuoksi tarvittaessa välivähennyksiä. (Juvonen, Kariniemi 1985: 61)

Suomen vaneriteollisuus käyttää kilpailijoihin verrattuna varsin pieniläpimittaisia tukkeja. Puuraaka-aine onkin erityisen suuri kustannustekijä vanerin valmistuksessa. Tästä syystä valmistuksessa on kiinnitettävä erityisen suurta huomiota puun taloudelliseen käyttöön. Sorvauksessa on pyrittävä mahdollisimman suureen raaka-aineen saantoon, joka tarkoittaa hyödyksi saatavan tuotteen määrää verrattuna käytettyyn raaka-aineeseen. Sorvauksessa ja sitä edeltävissä työvaiheissa muodostuvat taulukossa 2 esitetyt häviöt: tukin kuorinnassa poistettu kuori, tukin katkaisusta pölleiksi aiheutunut häviö ja pöllin pyöristysjäte.

Taulukko 2. Viilun saanto ennen leikkausta ja kuivausta

	Koivu(%)	Havupuu(%)
Tukkeja	100	100
Kuori	87	87
Katkaisuhäviö	84	84
Pyöristysjäte	68	72
Purilas	58	65

Sorvauksen saanto riippuu raaka-aineesta, pöllin keskittämisestä ja pyöristämisestä. Ratkaiseva on vaihe, jossa käyttökelpoista viilua aletaan ottaa talteen. Puuraaka-aineen osalta vaikuttavat pöllin paksuus ja muoto. Pöllin läpimitan kasvaessa saanto paranee. Hyvin suurissa pölleissä on kuitenkin erilaisia vaurioita, kuten lahoa ja sienituhoa, jotka huonontavat hyötysuhdetta. Pöllin muodoista etenkin kartiokkuus ja lenkous huonontavat saantoa. (Koponen 2002: 45–46)

5.2 Viilun sorvauksen keskeisiä tekijöitä

Viilun sorvaus on vanerinvalmistuksen keskeisimpiä työvaiheita, joka vaikuttaa ratkaisevasti valmiin tuotteen käyttökelpoisuuteen, tuotannon taloudellisuuteen ja sitä kautta kannattavuuteen. Viilun sorvaus vaatii kaikesta automatisoinnista huolimatta korkeaa ammattitaitoa ja sorvauksen kulun jatkuvaa tarkkailua, sillä viilun ulkonäöstä ja muodosta voidaan havaita tärkeimpien laatuun ja saantoon vaikuttavien tekijöiden esiintyminen. Sorvausta vaikeuttavat havu- ja lehtipuiden väliset erot sekä pöllien kosteuksien ja lämpötilavaihtelut kesä- ja talviaikaan. (Koponen 2002: 48)

6 VIILUN JALOSTUS

6.1 Jalostuksen merkitys

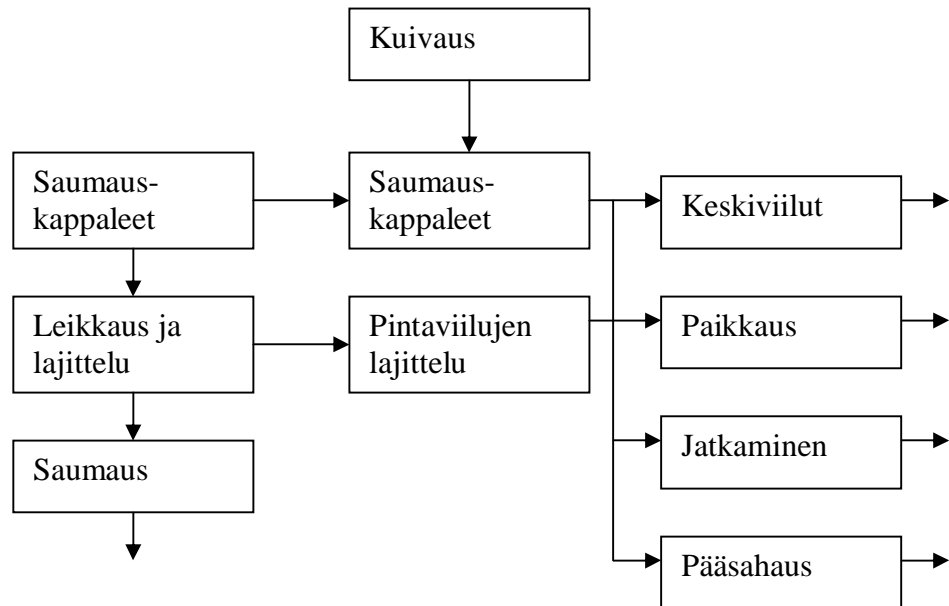
6.1.1 Johdanto

Viilun jalostuksen tarkoituksena on valmistaa viilut mitoiltaan ja laaduiltaan liimaukseen soveltuviksi sekä parantaa puuraaka-aineen saantoa käyttämällä hyödyksi kapeat saumauskappaleet. Jalostus muodostuu monesta eri työvaiheesta, joista yleisimpiä ovat: paikkaus, jatkaminen, saumaus ja päistään viallisten viilujen sahaus.

Viilujen saumaaminen, jatkaminen ja paikkaaminen lisäävät varsin alhaista viilun saantoa. Samalla vanerin käyttöalue on laajentunut, kun sorvauspituutta suurempien vanereiden valmistaminen on tullut mahdolliseksi.

6.1.2 Viilun kulku

Kuvasta 4 havaitaan, että sama viilu voi kulkea jalostuksessa usean työvaiheen lävitse. Kuivauksen yhteydessä tapahtuvan lajittelun lisäksi viilun laadun tarkastus ja lajittelu kuuluu miltei kaikkiin viilun käsittelyn työvaiheisiin. Jalostuksessa käsitellään yksittäisinä kappaleina paljon viiluja ja tällöin onkin kiinnitettävä suurta huomiota viilun saantoon ja tehokkaaseen toimintaan.



Kuvio 8. Viilun jalostuksen kulku
(Koponen 2002: 59)

6.2 Viilun saumaus

Viilun saumauksessa viiluarkit tai yleisimmin saumauskappaleet liitetään toisiinsa liimalla tai sulatelangalla kappaleiden reunoista puun syiden suuntaisesti. Viilujen saumauksen tarkoituksena on siten valmistaa viilun kokoa suurempia arkkeja ja käyttää hyödyksi kapeat saumauskappaleet ns. ”jontikat”, jolloin puuraaka-aineen saantoa voidaan lisätä. Viilujen saumaus on tyypillinen työvaihe suomalaisessa vanerin valmistuksessa, jossa käytetään läpimitaltaan varsin pieniä tukkeja.

Saumattavia viiluja ovat:

- sorvauksen alussa epäyhtenäisestä viilumatosta leikatut kappaleet
- viilut, jotka saumataan suurempien vanerikokojen valmistamiseksi
- valmistuksesta tulleet rikkoutuneet kappaleet.

Saumatuille viiluille asetettavat vaatimukset:

- Saumat ovat yhtenäisiä, tasaisia ja tiiviitä, eikä niissä saa esiintyä viilun lohkeamia.
- Saumat ovat yhdensuuntaisia ja sivujen suuntaisia.
- Saumattujen viilujen välillä ei ole liiallisia eroja paksuudessa.
- Saumatut viilut ovat suorakulmaisia, päistään tasaisia ja määrättyyn mittaan leikattuja.
- Saumojen on kestettävä seuraavien työvaiheiden käsittelyä.

(Koponen 2002: 60)

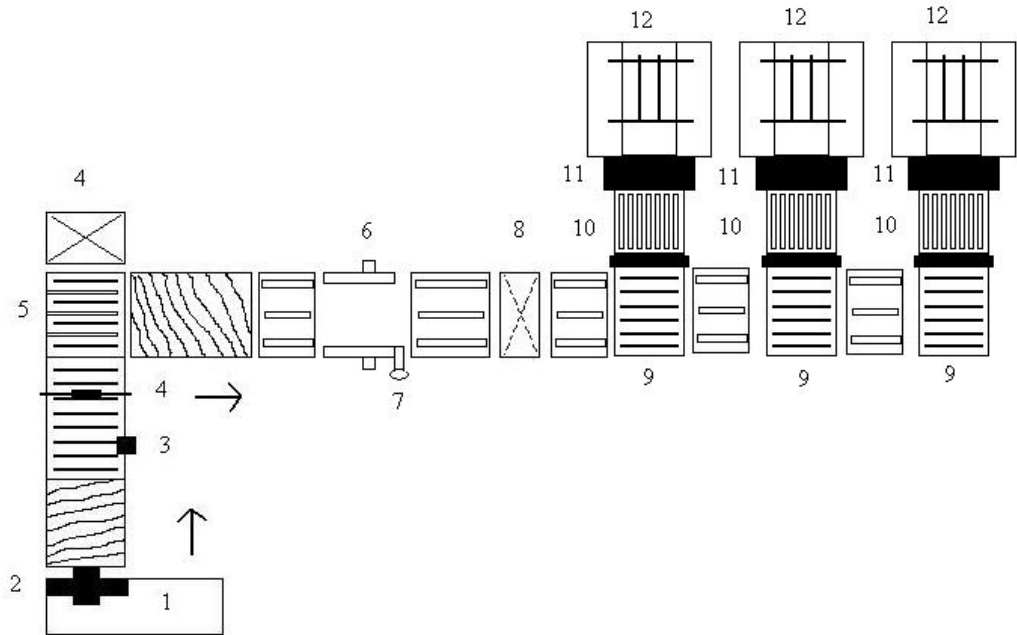
6.3 Viilun jatkaminen

Jatkamisen tarkoituksena on valmistaa viiluja, joiden pituusmitta on suurempi kuin sorvipölliin mitta tekemällä viistojatkos viilun päähän. Näin voidaan liimata suurikokoisia levyjä. Yleisimmin käytetään fenoli- ja resorsinoliimoja.

Vaatimuksena on, että: Jatkosten on kestettävä vanerin käyttöolosuhteita sekä seuraavien työvaiheiden käsittelyä. Jatkosten ja viilujen välillä ei ole liian suuria paksuuseroja. Jatkokohta on sileä eikä se saa olla palanut, jotta jatkettujen viilujen liimaus onnistuisi.

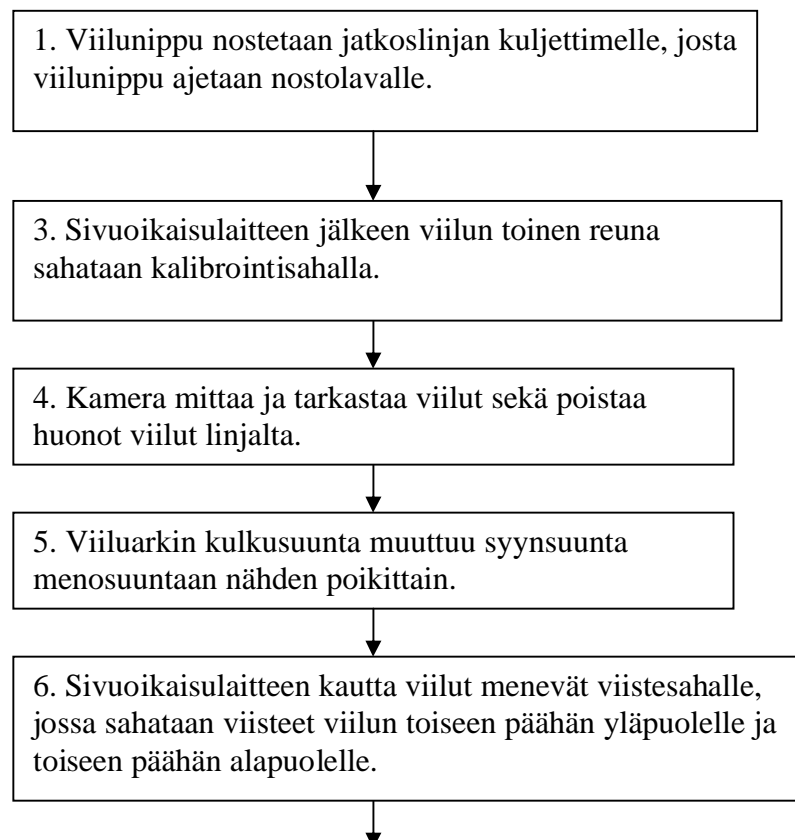
Viilujen jatkamiseen on rakennetut linjat ovat varsin pitkälle automatisoituja. Tästä huolimatta jatkosten laatua ja jatkamiskoneiden toimintaa on seurattava laatutason saavuttamiseksi. Työskentelytekniikan lisäksi on hallittava jatkoksen muodostuminen ja sauman ominaisuudet sekä jatkoslinjan toiminta ja rakenne.

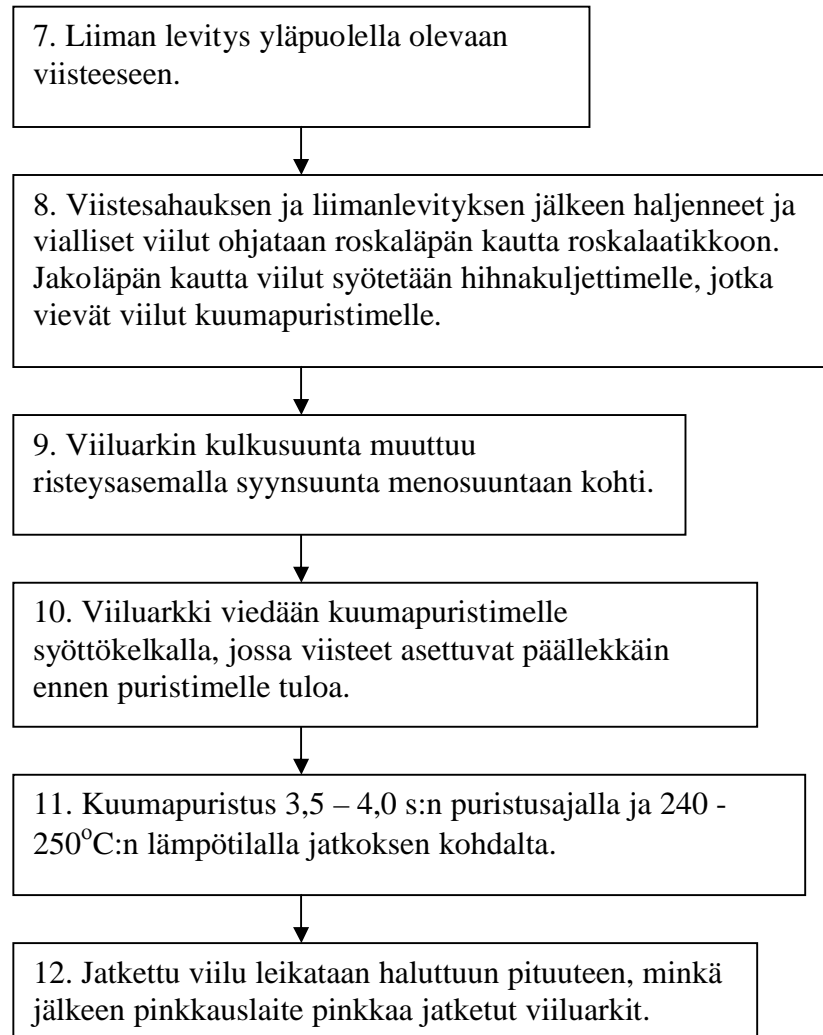
(Koponen 2002: 62–63)



Kuvio 9. Automaattinen viulun jatkamislinjan rakennekuva

Kuvio 10. Automaattisen viulun jatkamislinjan vaiheet:





6.4 Viilun jalostuksen taloudellisuus

Viilun jalostuksessa suurin hävikki syntyy leikattaessa viilumattoa viiluarkeiksi ja saumauskappaleiksi. Sen sijaan varsinaisten jalostustyövaiheiden saumauksen, paikkauksen ja jatkamisen hävikki ei kokonaishyötysuhteen kannalta ole kovin suuri.

Viilun kuivauksen ja jalostuksen puuraaka-aineen käytön taloudellisuuteen vaikuttaa saannon lisäksi viilujen arvo. Pintaviilujen määrä vaikuttaa varsin merkittävästi koivuvanereiden valmistuksen kannattavuuteen. Näiden viilujen käsittelyssä onkin noudatettava varovaisuutta. (Koponen 2002: 63)

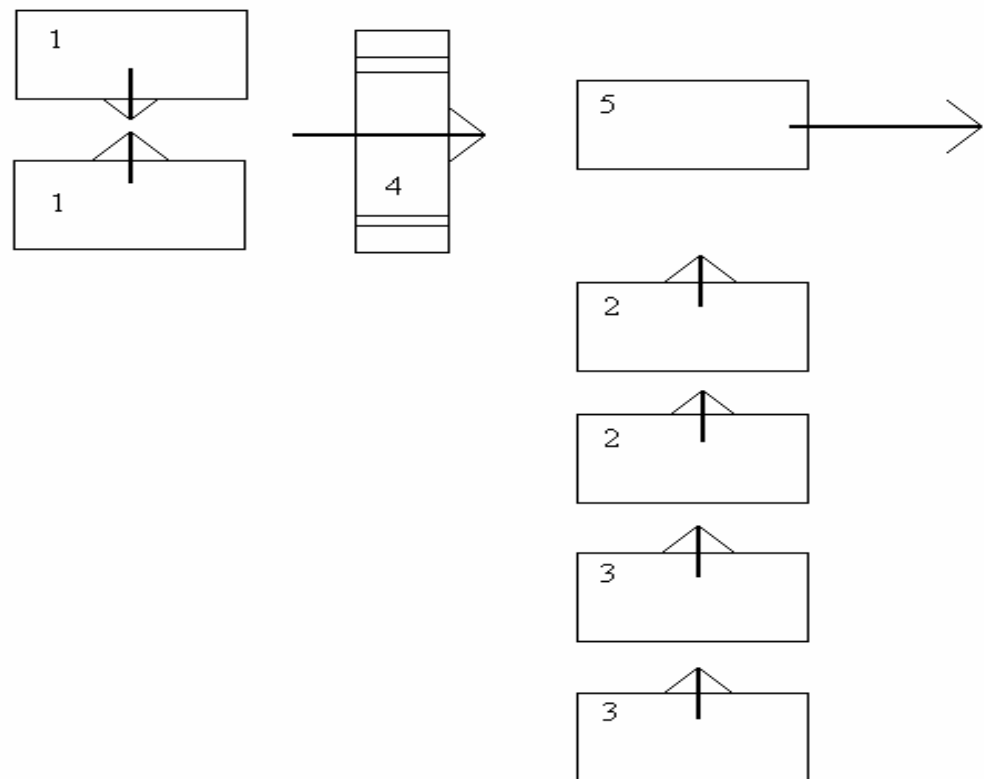
6.5 Viilun jalostuksen keskeisiä tekijöitä

Vaneriteollisuuden tyypillinen piirre on varsin pieniläpimittaisen tukin käyttö. Puun saatavuus on rajallista, ja se on merkittävin kustannuserä. Raaka-aineen saantoon onkin kiinnitettävä erityistä huomiota sekä teknologisilla että ammattitaitoa parantavilla toimenpiteillä. Tällöin puuraaka-aineen saantoa on pyritty lisäämään ottamalla käyttöön sorvauksesta tullut viilu mahdollisimman tarkoin. Viilun jalostuksessa tärkeitä menetelmiä ovat siten kapeiden kappaleiden saumaus, pintaviilujen paikkaus ja viilujen jatkaminen pitemmiksi mitoiksi. (Koponen 2002: 64)

7 VANERIN LADONTA

Ladonnassa viilut kootaan vaneriaihioiksi. Suomessa yleisesti käytetyssä kuvan 5 mukaisessa ladontamenetelmässä liima levitetään telalevittimellä joka toiseen viiluun ns. liimaviiluihin, jotka ladotaan väliviilujen ja pintaviilujen suhteen ristiin. Varsinaisten standardisoitujen vanerirakenteiden lisäksi valmistetaan suuri määrä erikoisrakenteita, jolloin ladonnalta vaaditaan joustavuutta ja suurta suorituskykyä.

Viilun hukkaan ladonnassa vaikuttavat ensisijaisesti työskentely- ja käsittelytapa sekä viilun laatu. Heikkolaatuinen sorvaus, samoin kuin huonokuntoisilla koneilla suoritettu viilun esivalmistelu lisää viilun hukkaa ladonnassa. Hukka muodostuu telalevittimissä ja ladonnassa rikkoutuneista arkeista sekä ilman tarvittavaa liimamäärää jääneistä arkeista. Niinkään aina levitysmäärä säädettyä menee hukkaan arkkeja.



Kuvio 11. Vanerin ladonta-asema

- 1) Liimaviilu
- 2) Keskiviilu
- 3) Pintaviilu
- 4) Telalevitin
- 5) Ladelma

Vanerin ladonnassa viilujen rikkoutuminen ja erityisesti liimausvirheet muodostavat helposti varsin huomattavan kustannuserän. Liimaus onkin tehtaalla erityisen tarkastuksen kohteena. (Koponen 2002: 68–69)

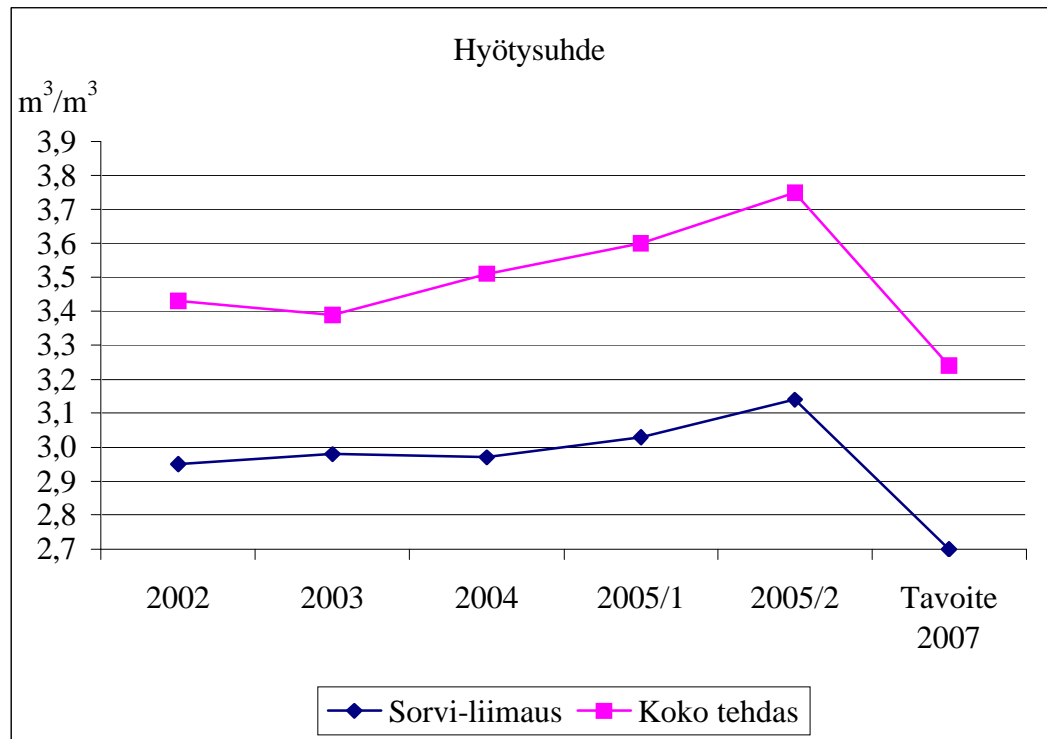
8 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia Koskisen Oy:n vanerintehtaan puuraaka-aineen käyttöä. Tarkoituksena on selvittää hyötysuhteen kehitys ja sen merkitys vanerin valmistuksessa. Selvitettävänä on se, kuinka eri työvaiheet vaikuttavat hukan muodostumiseen. Selvitettävänä ovat seuraavat asiat: Kokonaishyötysuhteen kehitys, raaka-aineen yleiset vaatimukset (tukkien pituus, pölliön paksuus ja raakki tukkien osuuden määrä), tukkien katkenta, viilun sorvaus, viilun jatkaminen ja saumaaminen ja viilun ladonta.

Tutkimuksessa tulee myös ilmi se, onko eroa talven ja kesän välillä valmistushukassa. Periaatteessa ei pitäisi olla mitään eroa sillä, että millä vuoden ajalla vaneri valmistetaan. Tuotannon pitää olla riippumaton vuoden ajasta huolimatta.

9 TUTKIMUS TULOKSET

9.1 Hyötysuhteen kehitys

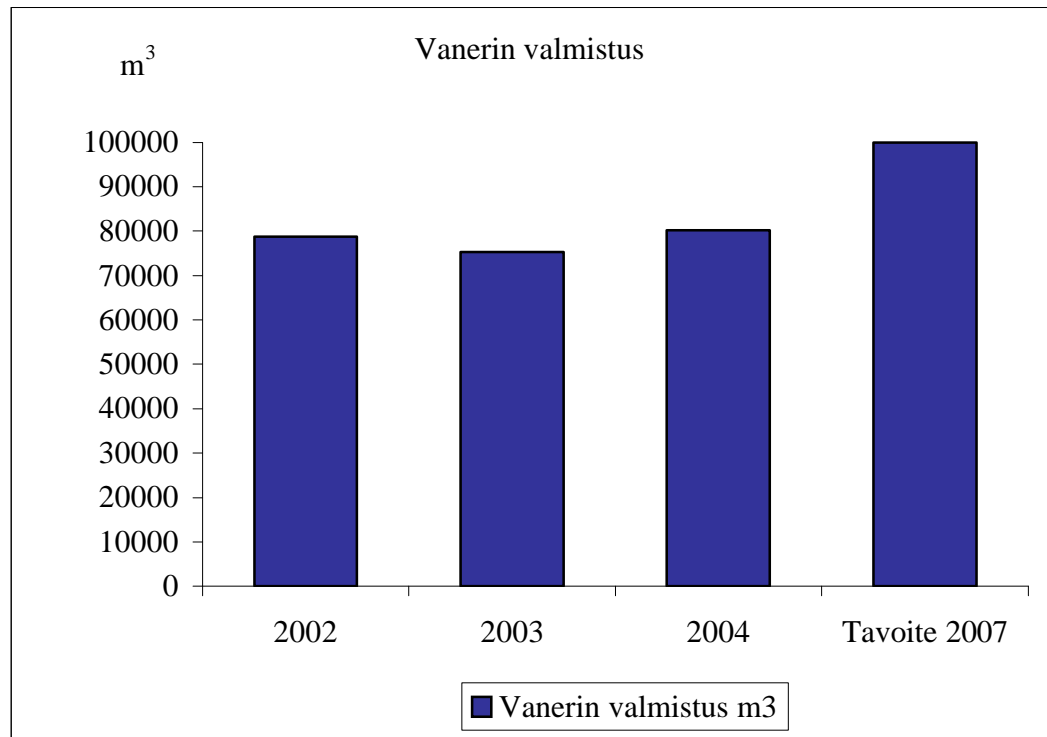


Kuvio 12. Hyötysuhteen kehitys sorvauksesta liimaukseen ja vanerin valmistuksessa koko tehtaalla osalta

Taulukko 3. Hyötysuhde luvut valmista vaneria-m³ kohti

	Sorvi-liimaus m ³ /m ³	Koko tehdas m ³ /m ³
2002	2,95	3,43
2003	2,98	3,39
2003	2,97	3,51
2005/1. neljännes	3,03	3,60
2005/2. neljännes	3,14	3,75
Tavoite 2007	2,70	3,24

Tehtaan hyötysuhde on huonontunut sorvaus-liimaus suhteen kuin myös koko tehtaan suhteen. Tämä ei ole hyvä kehityssuunta, koska raaka-aine on merkittävä kustannuserä vanerin valmistuksessa. Huonontuneeseen hyötysuhteeseen yksi tekijä voi olla kapasiteetin nosto (katso kuvio 13), sillä kun on investoitu uusiin laitteisiin menee aina aikaa, ennen kuin saadaan ne toimimaan hyvin. Tämä ei kuitenkaan saa olla syy se selitys, jolla selitetään hyötysuhdeasia.

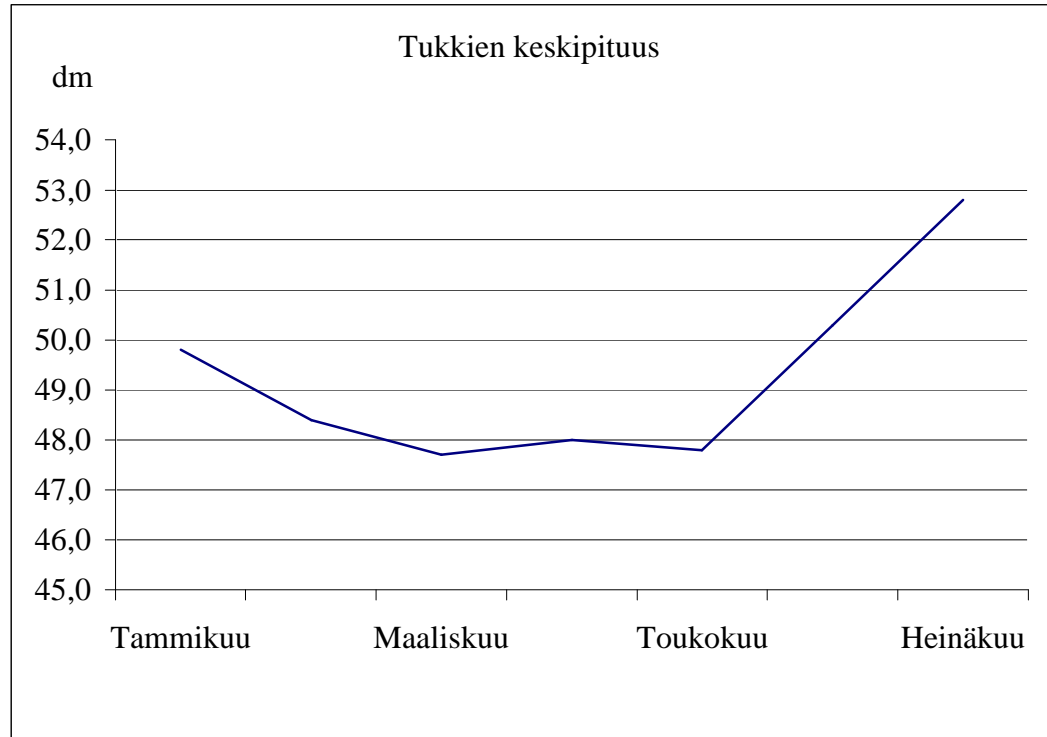


Kuvio 13. Vanerin valmistusmäärä Koskisen Oy:ssä

9.2 Tukkien ja katkonnan vaikutus hävikkiin

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tukkien tekijöitä ja katkonnan osuutta materiaalihävikkiin. Tutkittavina seikkoina oli tukin pituus ja raakkien määrän osuus sorvauksessa. Lisäksi selvitettiin pölliin keskimääräinen paksuus ja kuinka se vaikuttaa hukkaan. Myös tutkittiin katkonnan hukan vaikutusta ja sen määrää materiaalihävikkiin. Tukin ominaisuuksilla on merkittävä osuus hyötysuhteeseen, sillä se pitkälti ratkaisee sen, kuinka hyvää viilua saadaan. Tässä vaikuttaa myös se, että sorvattavat tukit ovat hyvälaatuisia. Tukien pituus vaikuttaa siihen,

millaiseksi katkonnan hukka muodostuu. Tukit pitää olla sellaisia, että niistä pystytään katkomaan oikeanmittaisia pöllejä tilauskannan mukaan. Katkonta on merkittävä tekijä hukassa, sillä siinä määritetään se, millaisia pöllejä tukista tulee.

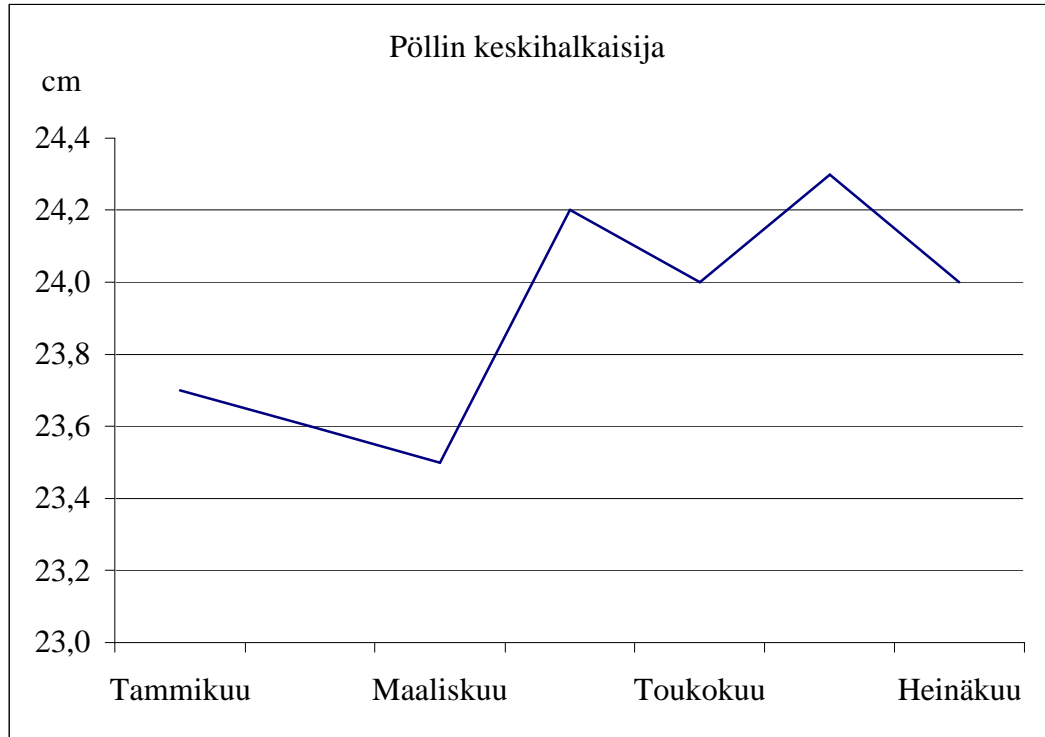


Kuvio 15. Tukkien keskipituus

Taulukko 6. Tukkien keskipituus

	Keskipituus
Tammikuu	49,8 dm
Helmikuu	48,4 dm
Maaliskuu	47,7 dm
Huhtikuu	48,0 dm
Toukokuu	47,8 dm
Kesäkuu	50,3 dm
Heinäkuu	52,8 dm

Tukkien keskipituus tammikuu-heinäkuu välillä on 49,3 dm. Minimiarvo on 47,7 dm ja maksimiarvo 52,8 dm eli vaihteluväli on 5,1 dm. Kesää kohti tukkien keskipituus alkaa nousta talven arvoon verrattuna. Jos ei ota huomioon kesä ja heinäkuuta, niin silloin tukkien keskipituudet ovat melko lähellä toisiaan.

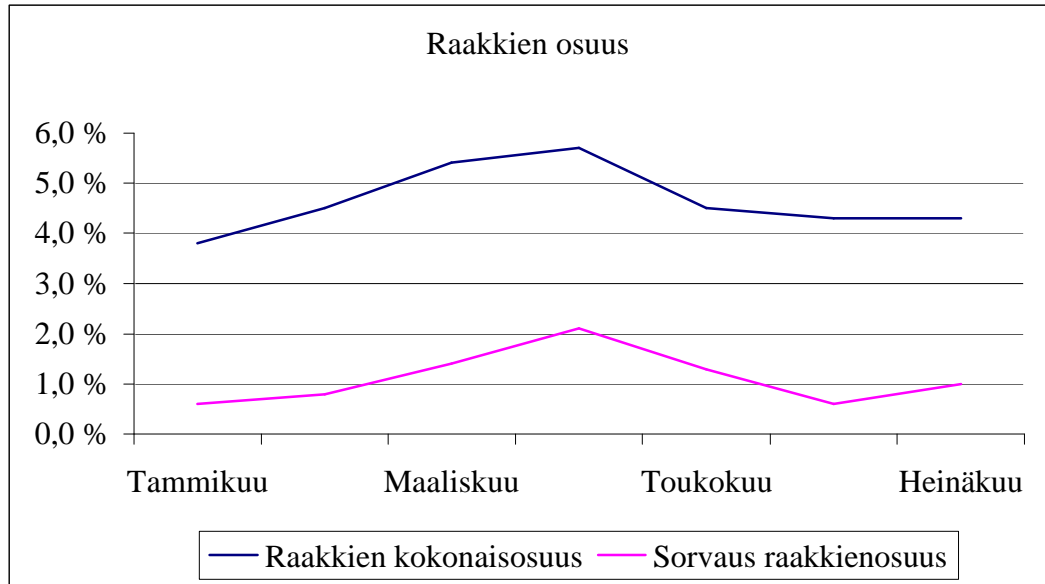


Kuvio 16. Pöllin keskihalkaisija

Taulukko 7. Pöllin keskihalkaisija

	Keskihalkaisija
Tammikuu	23,7 cm
Helmikuu	23,6 cm
Maaliskuu	23,5 cm
Huhtikuu	24,2 cm
Toukokuu	24,0 cm
Kesäkuu	24,3 cm
Heinäkuu	24,0 cm

Keskihalkaisijan keskiarvo on 23,9 cm ja vaihteluväli on 0,8 cm. Joten keskihalkaisijat ovat melko samansuuruisia eri kuukausien välillä. Kun pöllin läpimitta kasvaa, niin silloin myös saanto paranee. Se ei tarkoita sitä, että mitä isompi halkaisija, sitä parempi saanto, sillä suurissa pölleissä on kuitenkin monasti erilaisia vaurioita, kuten lahoa ja sienituhoa, jotka huonontavat hyötysuhdetta.

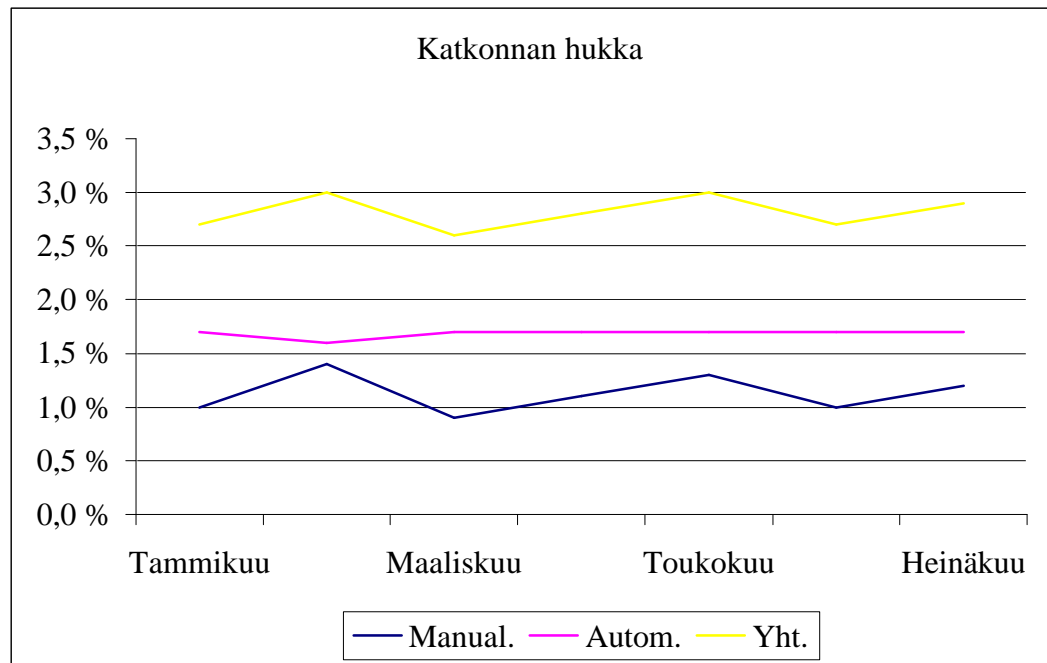


Kuvio 17. Tukkiraakkien prosenttiosuus

Taulukko 8. Tukkienraakkien prosenttiosuus

	Raakkien kokonaisuus	Sorvaus raakkienosuus
Tammikuu	3,8 %	0,6 %
Helmikuu	4,5 %	0,8 %
Maaliskuu	5,4 %	1,4 %
Huhtikuu	5,7 %	2,1 %
Toukokuu	4,5 %	1,3 %
Kesäkuu	4,3 %	0,6 %
Heinäkuu	4,3 %	1,0 %
Keskiarvo	4,6 %	1,1 %

Raakkien osuus on selvitetty tukkiraporteista, joissa jokainen tukki on mitattu sen ominaisuuksiltaan. Näiden raporttien perusteella on laskettu raakkien osuus. Raakkien kokonaisuuden keskiarvo on 4,6 %. Sorvaukseen menevien raakkitukkien keskiarvon on 1,1 %. Kun raakkien osuus nousee tukeissa, hyötysuhde pienenee, sillä raakkitukeista ei saada niin hyvää hyötysuhdetta, kuin priimoista tukeista.



Kuvio 14. Tukkien katkonnan hukkaprosentti

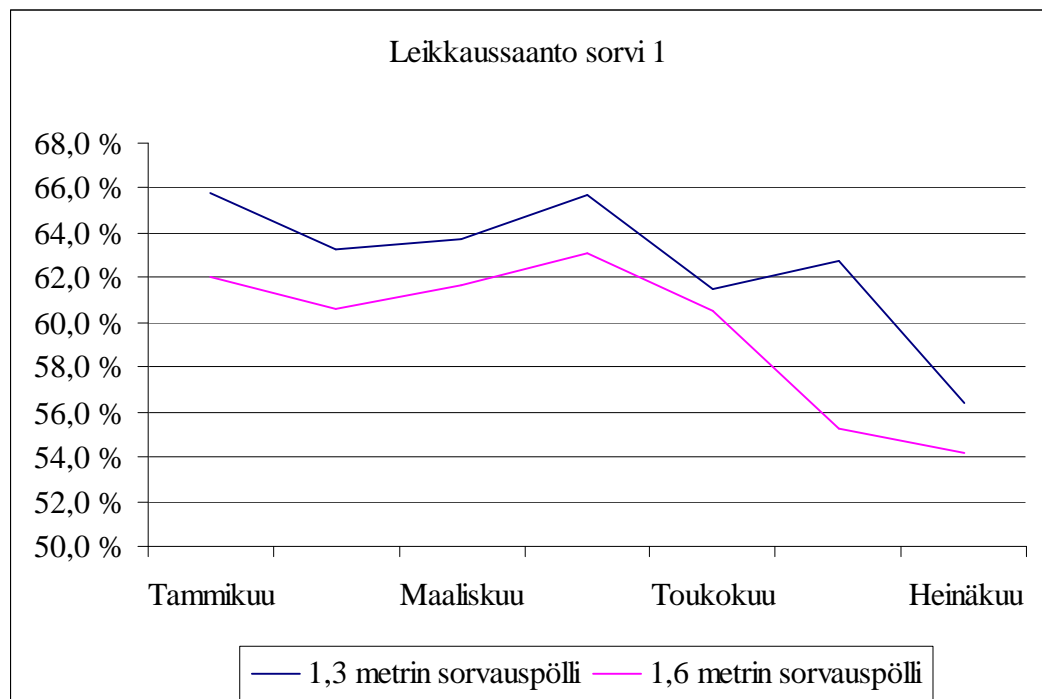
Taulukko 5. Tukkien katkonnan hukkaprosentti

	Manual.	Autom.	Yhteensä
Tammikuu	1,0 %	1,7 %	2,7 %
Helmikuu	1,4 %	1,6 %	3,0 %
Maaliskuu	0,9 %	1,7 %	2,6 %
Huhtikuu	1,1 %	1,7 %	2,8 %
Toukokuu	1,3 %	1,7 %	3,0 %
Kesäkuu	1,0 %	1,7 %	2,7 %
Heinäkuu	1,2 %	1,7 %	2,9 %
Keskiarvo	1,1 %	1,7 %	2,8 %

Vaihteluväli on manuaalisessa katkonnassa 0,5 prosenttiyksikköä ja automaattisessa katkonnassa 0,1 prosenttiyksikköä. Yhteensä katkaisun vaihteluväli 0,4 prosenttiyksikköä. Manuaalisessa katkaisussa on, jonkin verran vaihtelua eri kuukausien välillä. Manuaalisessa katkonnassa ei ole juurikaan vaihtelua eri kuukausien välillä. Kun otetaan huomioon kokonaiskatkenta, eri kuukausien välillä on hieman vaihtelua.

9.3 Sorvauksen vaikutus materiaalihävikkiin

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon sorvauksen saannoksi tulee eli näin saadaan sitten se, kuinka paljon on sorvauksen hukka. Sorvaus on merkittävin työvaihe vanerin valmistuksessa hyötysuhteen kannalta. Molemmat sorvit otettiin omaan vertailuun, koska niissä sorvataan eri pöllipituuksia. Tutkimus toteutettiin siten, että joka vuoron tulokset kerättiin Raute-tiedonkeruu-ohjelmasta liite 5. Ohjelmaan tulee joka vuorosta tieto siitä, millaista puuta on ollut sorvauksessa ja minkälainen saanto on siitä saatu aikaan. Tämän avulla on saatu kerättyä tarvittava tieto sorvauksen hukasta.



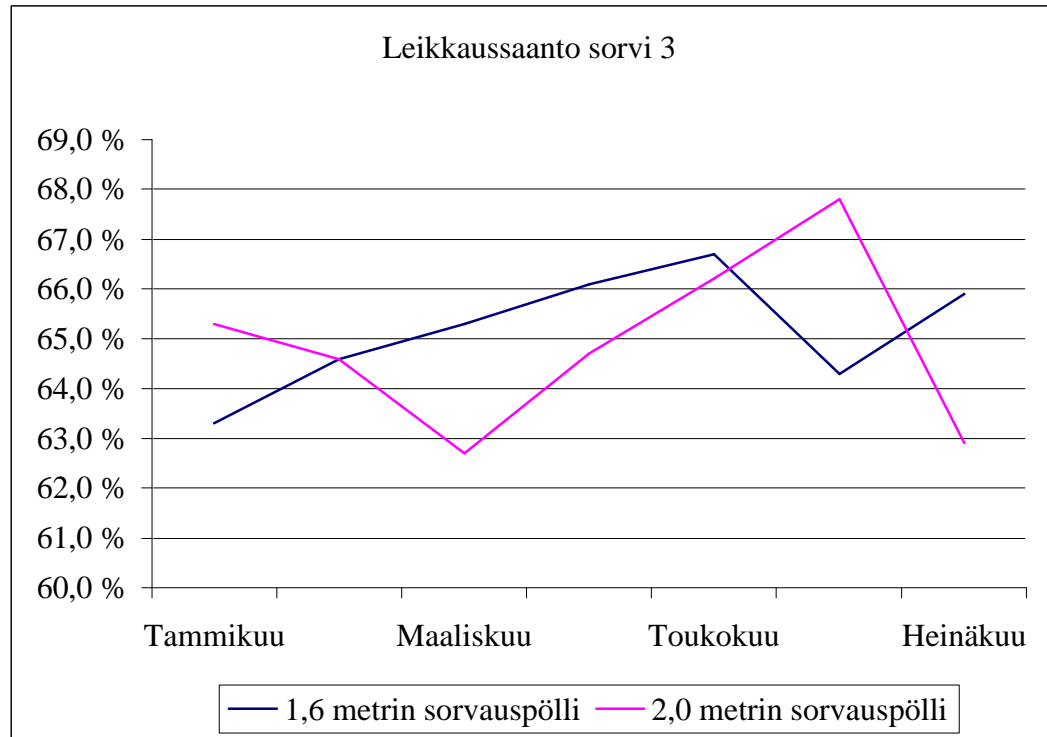
Kuvio 18. Leikkauksen saanto sorvi 1

Taulukko 9. Leikkauksen saanto sorvi 1

	Saanto %	
	1,3 metrin sorvauspölli	1,6 metrin sorvauspölli
Tammikuu	65,8 %	62,0 %
Helmikuu	63,3 %	60,6 %
Maaliskuu	63,7 %	61,7 %
Huhtikuu	65,7 %	63,1 %
Toukokuu	61,5 %	60,5 %
Kesäkuu	62,7 %	55,3 %
Heinäkuu	56,4 %	54,2 %
Keskiarvo	62,7 %	59,4 %

Keskiarvo saanto on 1,3 m sorvauspöllissä 62,7 %, eli hukka on 37,3 %, saannon vaihteluväli on 9,4 prosenttiyksikköä. Keskiarvo saanto on 1,6 m sorvauspöllissä on 59,6 %, eli hukka 40,4 %, saannon vaihteluväli on 8,9 prosenttiyksikköä.

Yhteensä sorvin 1 saannon keskiarvo on 61,2 % eli hukka on 38,8 % ja vaihteluväli on 11,5 prosenttiyksikköä. Jos verrataan eri kuukausien välistä saantoa, voidaan todeta, että saanto vaihtelee huomattavasti eri kuukausien välillä. Tästä on osoituksena se, että vaihteluväli on 11,5 prosenttiyksikköä. Tosin ei ole kovinkaan järkevää verrata eri pölli pituuksia keskenään. Molempien pituuksien oma vaihtelu väli on noin 9 % luokkaa, joten niissä ei ole kovinkaan suuria eroja keskenään.



Kuvio 19. Leikkauksensaanto sorvi 3

Taulukko 10. Leikkauksensaanto sorvi 3

	Saanto %	
	1,6 metrin sorvauspölli	2,0 metrin sorvauspölli
Tammikuu	63,3 %	65,3 %
Helmikuu	64,6 %	64,6 %
Maaliskuu	65,3 %	62,7 %
Huhtikuu	66,1 %	64,7 %
Toukokuu	66,7 %	66,2 %
Kesäkuu	64,3 %	67,8 %
Heinäkuu	65,9 %	62,9 %
Keskiarvo	65,2 %	64,9 %

Keskiarvosaanto on 1,6 m sorvauspölliässä 65,2 %, eli hukka on 34,8 %, saannon vaihteluväli on 3,4 prosenttiyksikköä. Keskiarvo saanto on 2,0 m sorvauspölliässä on 64,9 % eli hukka 35,1 %, saannon vaihteluväli on 5,1 prosenttiyksikköä.

Yhteensä sorvin 3 saannon keskiarvo on 65,1 % eli hukka on 34,9 % ja vaihteluväli on 5,1 prosenttiyksikköä. Jos verrataan eri kuukausien välistä saantoa, voidaan todeta, että saanto vaihtelee hieman eri kuukausien välillä. Tosin ei ole kovinkaan järkevää verrata eri pölli pituuksia keskenään.

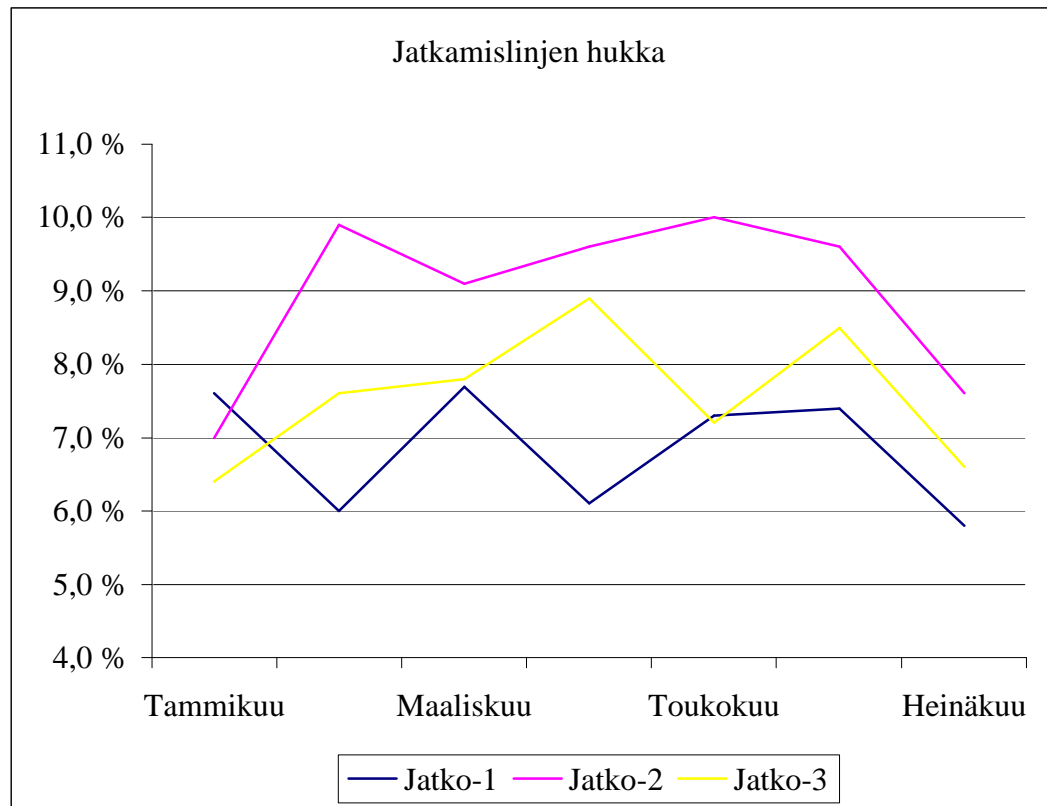
Keskiarvosaanto on sorveilla yhteensä 63,1 % eli hukaksi muodostuu 36,9 %. Vaihteluväli kaiken kaikkiaan on 11,6 prosenttiyksikköä. Ei ole kovinkaan käytännöllistä verrata eri pituuksia keskenään, sillä ne eivät ole samanarvoisia keskenään. Eri kuukausien välillä on suuriakin vaihteluissa saannossa, kuten vaihteluväli arvo osoittaa sen.

9.4 Jatkoksen ja saumauksen vaikutus materiaalihävikkiin

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää viilun jatkamisen ja saumauksen vaikutusta vanerin valmistuksessa syntyvään materiaalihävikkiin. Vanerin valmistukseen käytetystä viilumateriaalista lähes puolet on jatkettua viilua. Jatketulla viilulla on siis olennainen vaikutus vaneritehtaalla syntyvään materiaalihävikkiin.

Vanerin valmistusprosessin aikana viilun jatkamisen aiheuttamaa materiaalihävikkiä syntyy jatkamislinjalla sekä vanerin ladonnassa. Jatkamislinjalla hävikkiä aiheuttavat reuna- ja viistesahaukset sekä viilun tai linjan aiheuttamat häiriöt. Jatkamislinjan hukkaprosentti on teoreettisesti 3 – 6 % ja myös tämänsuuruinen se on myös ollut viime vuosina. Varsinaisesti jatkoksen aiheuttamaa materiaalihävikkiä syntyy vanerin ladontavaiheessa liimausvalsseilla.

Tutkimustulokset viilun jatkamisesta ja saumaamisesta on kerätty liitteen 6 ja liitteen 7 kaltaisista tiedonkeruuohjelmista. Näistä ohjelmista on saatu kyseisen linjan hukkaprosentti työvuoron aikana, ja näistä on sitten laskettu hukka työvaiheelle.



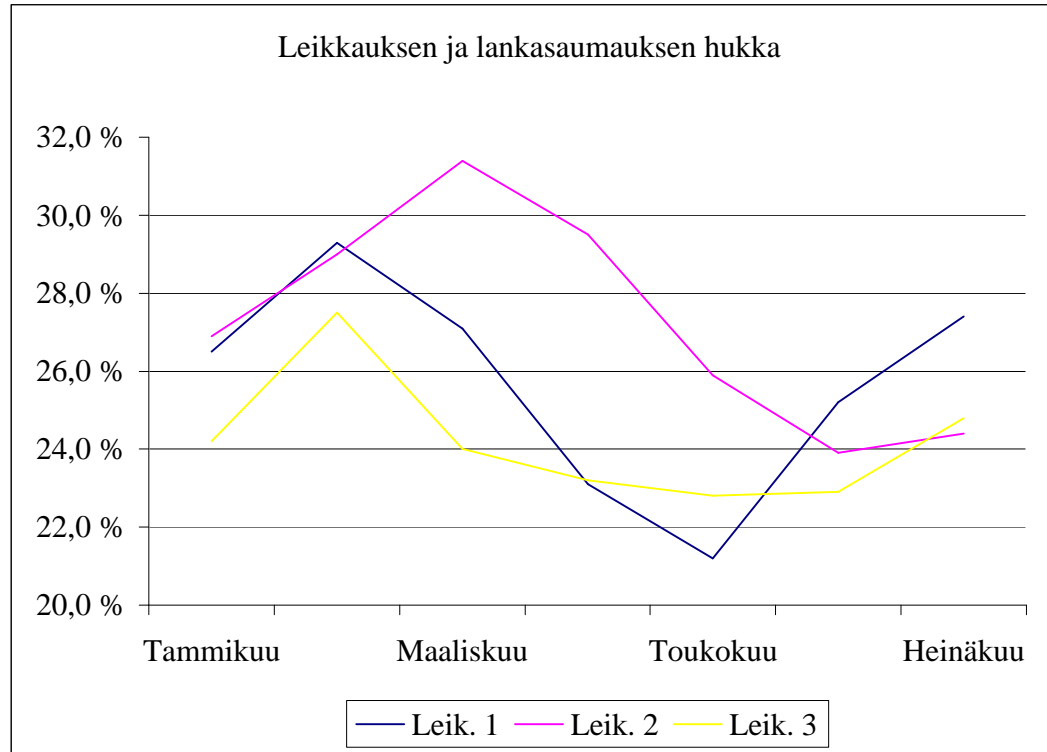
Kuvio 20. Jatkamislinjojen hukkaprosentti

Taulukko 11. Jatkamislinjojen hukkaprosentti

	Jatko-1	Jatko-2	Jatko-3
Tammikuu	7,6 %	7,0 %	6,4 %
Helmikuu	6,0 %	9,9 %	7,6 %
Maaliskuu	7,7 %	9,1 %	7,8 %
Huhtikuu	6,1 %	9,6 %	8,9 %
Toukokuu	7,3 %	10,0 %	7,2 %
Kesäkuu	7,4 %	9,6 %	8,5 %
Heinäkuu	5,8 %	7,6 %	6,6 %
Keskiarvo	6,8 %	9,0 %	7,6 %

Jatkamislinjan-1 keskiarvo on 6,8 % ja sen vaihteluväli on 1,9 prosenttiyksikköä.
 Jatkamislinjan-2 keskiarvo on 9,0 % ja sen vaihteluväli on 3,0 prosenttiyksikköä.
 Jatkamislinjan-3 keskiarvo on 7,6 % ja sen vaihteluväli on 2,5 prosenttiyksikköä.

Yhteensä kaikkien jatkamislinjojen keskiarvo on 7,8 % ja vaihteluväli on 4,2 prosenttiyksikköä. Pienin hukkaprosentti on jatkamislinjalla-1 ja sillä on myös pienin vaihteluväli.



Kuvio 21. Leikkaus- ja saumauslinjojen hukkaprosentit

Taulukko 12. Leikkaus- ja saumauslinjojen hukkaprosentit

	Leik. 1	Leik. 2	Leik. 3
Tammikuu	26,5 %	26,9 %	24,2 %
Helmikuu	29,3 %	29,0 %	27,5 %
Maaliskuu	27,1 %	31,4 %	24,0 %
Huhtikuu	23,1 %	29,5 %	23,2 %
Toukokuu	21,2 %	25,9 %	22,8 %
Kesäkuu	25,2 %	23,9 %	22,9 %
Heinäkuu	27,4 %	24,4 %	24,8 %
Keskiarvo	25,7 %	27,3 %	24,2 %

Leikkaus-saumauslinja-1 keskiarvo on 25,7 % ja vaihteluväli on 8,1 prosenttiyksikköä. Leikkaus-saumauslinja-2 keskiarvo on 27,3 % ja vaihteluväli on 7,5 prosenttiyksikköä. Leikkaus-saumauslinja-3 keskiarvo on 24,2 % ja vaihteluväli on 4,7 prosenttiyksikköä.

Kaikkien leikkaus-saumaus linjojen keskiarvo on 25,7 %. Vaihteluväli on 10,2 prosenttiyksikköä. Vähiten hukkaa muodostava linja oli leikkaus-saumauslinja-3 ja myös, sillä oli pienin vaihteluväli. Vaihteluväli kokonaisuudessaan oli varsin iso, joten tuli suuria vaihteluja eri kuukausien välillä hukkaprosentissa.

9.5 Ladonnan vaikutus materiaalihävikkiin

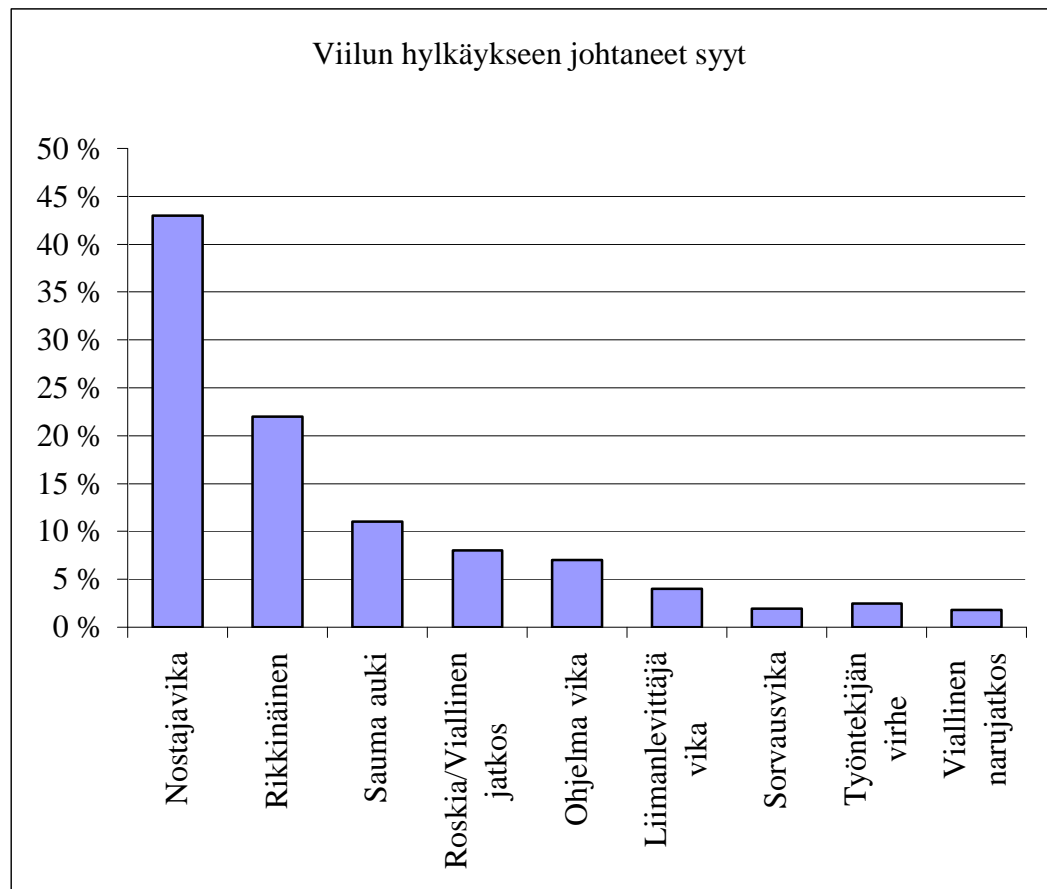
Ladonnan hukkamäärää selvitettiin seurantatutkimuksella, jonka tarkoituksena oli kirjata käytettyjen ja hylätyiden viilujen lukumäärä. Tästä saataisiin siten selville, kuinka paljon viilua menee hukkaan ja mikä viilu on kyseessä. Seurattavana oli neljä ladontapistettä: 7-ladontapiste, 6-ladontapiste, 5-ladontapiste ja 3-ladontapiste. Näistä pisteistä 3ladonta on käsinladonta ja muut ovat puoliautomaattiasemia. Ladontaa seurattiin yhteensä 80 h eli kymmenen vuoroa, joten jokaista pistettä tuli seurattua 2,5 vuoroa.

Taulukko 13. ladonnan hukka

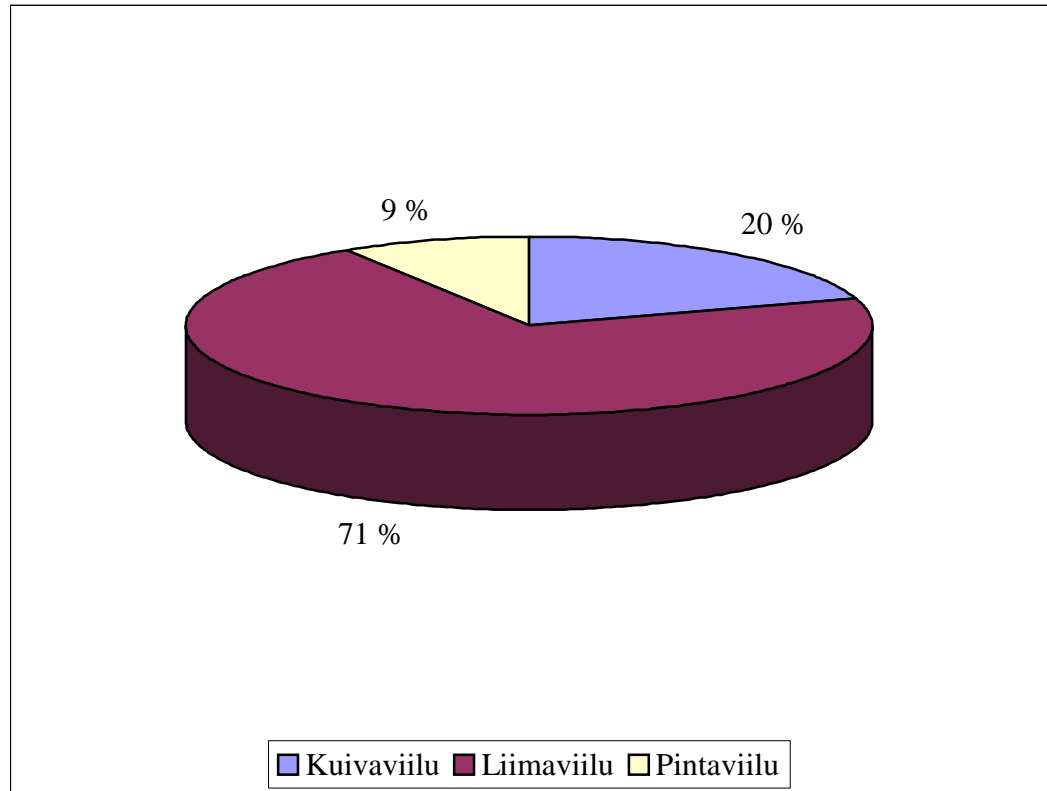
Hukka yhteensä	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.
Käytetyt viilut	13012	10346	4644	28002
Hylätyt viilut	404	112	53	569
Keskimääräinen hukka %	3,1 %	1,1 %	1,1 %	2,0 %

Taulukko 14 Viilun hylkäyksen syy ladonnassa

Hylkäyksen syy	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.	
Sauma auki	56	2	4	62	11 %
Rikkinäinen	71	33	20	124	22 %
Nostajavika	187	40	16	243	43 %
Roskia/Viallinen jatkos	35	3	5	43	8 %
Sorvausvika	11	0	0	11	2 %
Liimanlevittäjä vika	24	0	0	24	4 %
Ohjelma vika	11	20	7	38	7 %
Työntekijän virhe	9	4	1	14	2 %
Viallinen narujaatkos	0	10	0	10	2 %
Vikoja yhteensä	404	112	53	569	100 %



Kuvio 22. Viilun hylkäyksen syy ladonnassa



Kuvio 23. Hylättyjen viilujen prosenttijakauma eri viilujen välillä ladonnassa

Hukkaan vaikuttaa kolme tekijää: laitteet, raaka-aine ja työntekijä. Nostajavika oli suurin yksittäinen syy viilun hylkäykselle. Tätä tapahtui paljon uuden puolen ladonnassa eli 7-ladontapisteessä ja 6-ladontapisteessä, jossa liimaviilun nostolaitteet tiputtivat viilua lattialle. Syitä tähän on se, että viilupinkat repsottavat, ja tämä aiheuttaa sen, että nostolaite ei saa kunnolla nostettua viilua ja tipauttaa sen lattialle. Myös, tapahtuu sellaista että nostolaite nostaa viilun ja vetää mukanaan toisen viilun nipusta lattialle. Myös roskat jotka ovat viilunippujen välissä, haittaavat imukuljettimien toimintaa, joka aiheuttaa turhaa työtä ladonnassa. Myös viilupinkkojen suoruus vaikuttaa siihen, että ladontakoneen imulaitteisiin tulee häiriöitä.

Yleisesti voidaan sanoa, että viilu on hyvälaatuista. Itse ladonnassa ei voida viilulle enää tehdä mitään, joten viilun valmistusvaihe vaikuttaa suuresti siihen, kuinka paljon ladonnassa tulee hävikkiä. Rikkinäisille viiluille ei voi enää tehdä mitään ladontavaiheessa, mutta jos viilusauma on osittain auki, on mahdollista, että viilu voidaan käyttää vielä. Tällöin työntekijä levittää viisteeseen uudestaan

liimaa. Näin ollen kaikki liimaviilut, joissa on sauma osittain auki, voidaan käyttää hyväksi, eikä niitä mene hukkaan.

Työntekijä on viime kädessä se tekijä, joka vaikuttaa siihen, kuinka paljon tapahtuu hävikkiä, koska hän päättää, mikä viilu kelpaa ladontaan. Hänkään ei voi taas siihen mitään, jos imulaitteet eivät toimi kunnolla tai viiluniput ovat huonosti pinkattuja. Työntekijä voi tosin vaikuttaa siihen, että hän ilmoittaa koneiden mahdollisista ongelmista, jolloin kunnossapito voi korjata mahdollisen ongelman. On vaikea sanoa mikä on työskentelymenetelmien erilaisuuksien osuus hukkaan, sillä työntekijöillä on erilaisia työskentely menetelmiä.

Yhteenvedona voidaan sanoa, että hukka on kasvanut ladonnassa verrattuna aikaisempiin tehtyihin tutkimuksiin. Tätä voidaan pienentää sillä, että kiinnitetään enemmän huomiota viilun jalostukseen, jotta sieltä saataisiin hyvää ja ehjää viilua. Myös oikeat asenteet viilun ladonnassa merkitsevät suuresti hukan syntyyn. Työntekijöiden merkitystä ei pidä väheksyä, vaan heidät pitää ottaa toimintaan mukaan ja motivoida heitä hyvään tulokseen.

9 TULOSTEN TARKASTELO

1. Tukkien ja pöllien tulokset

Tukkien ja pöllien tuloksista ei voi juurikaan tehdä mitään johtopäätöksiä, vaan voidaan vain todeta, että tukit pitää optimoida kysynnän mukaan tilauskannasta riippuen, jotta päästään mahdollisimman pienellä hukalla katkonnassa.

2. Tugin katkonta

Tugin katkonnassa voidaan todeta, että manuaalisessa katkonnassa oli 0,6 % pienempi keskiarvo kuin automaattisessa. Tästä voidaan tehdä se johtopäätös, että manuaalinen katkonta on parempi kuin automaattinen.

3. Tugin sorvaus

Sorvauksessa molempien sorvien yhteinen keskiarvohukka on 36,9 %. Sorvaus on pitkälti automatisoitu työvaihe, mutta työntekijän merkitys on kuitenkin suuri hukan kannalta. Työntekijä on viime kädessä se tekijä, joka vaikuttaa hukan muodostumisessa sorvausvaiheessa.

4. Viilun jatkaminen & saumaaminen

Viilun jatkamisen keskiarvohukka oli 7,9 % ja viilun saumauksen 25,7 %. Nämä ovat ne työvaiheet, jossa voidaan vielä kerätä talteen kallista viilua, koska viilulle on jo muodostunut paljon kustannuksia tässä vaiheessa. Joten mitä enemmän saadaan aikaiseksi tehtyä ladottavaa viilua, sitä parempi on hyötysuhde ja sitä myötä kannattavuus.

5. Viilun ladonta

Ladonnan tutkimuksissa hukan määräksi muodostui 2 %. Tämä ei ole hyvä asia, sillä ladonnassa olevaan viiluun on käytetty huomattavasti resursseja ja pääomaa. Ladonnan hukka täytyy saada pieneksi, sillä tässä vaiheessa on kallista hukata puuraaka-ainetta.

Taulukossa 15 on viilun keskimääräisiä hintoja Koskisen Oy:n vaneritehtaalla. Näitä hinnoista näkee suurin piirtein eri kokoluokkien hintavaihtelut viiluissa. Viilun hinta nousee keskimäärin 45 % kuivatusta viilusta ladonnassa olevaan viiluun. Tästä voidaan tehdä se johtopäätös, että varsinkaan arvokasta pintaviilua ei kannata tuhjata prosessin loppuvaiheissa. Kuivatun viilun keskimääräinen hinta on noin 180 €/m³, kun taas ladonnassa olevan viilun keskimääräinen hinta on noin 260 €/m³.

Taulukko 15. Viilun keskimääräisiä hintoja vaneritehtaalla

	1,3 metrinen	1,6 metrinen	2,0 metrinen	
Kuivatun viilun hinta	0,5	0,7	1,0	€/arkki
Ladonnassa viilun hinta	0,7	1,0	1,5	€/arkki
Pintaviilun hinta	3,2	4,7	7,0	€/arkki

10 YHTEENVETO

Tutkimuksessa selvitettiin, mitä puumateriaalilta, laitteistolta ja työntekijöiltä vaaditaan hyvän hyötysuhteen aikaansaamiseksi. Kokeellisessa osuudessa selvitettiin, kuinka paljon tietyissä työvaiheissa syntyy hukkaa. Lisäksi selvitettiin materiaalihävikin määrää vanerin valmistuksessa. Tarkoituksena oli kerätä tieto hukan suuruudesta ja tehdä siitä tarvittavat johtopäätökset ja mahdolliset parannusehdotukset.

On hyvin tärkeää, että vanerin valmistuksessa sisäistetään työntekijän merkittävä osuus ja vastuu vanerin valmistuksessa. Työntekijä on kaikista tärkein laadun varmistaja laitteista ja automaation tasosta huolimatta. Vastuun ottaminen ja huolellinen työskentely ovat avainasioita pyrittäessä hyvään tulokseen vanerin valmistuksessa. Paras laadunvarmistamistoimenpide on varmistaa kaikkien osatekijöiden toimivuus, jotta saavutetaan hyvä hyötysuhde vanerin valmistuksessa. Oikeat asenteet ja arvot ovat tärkeitä, jotta pystytään saavuttamaan kannatta ja jatkuva toiminta myös tulevaisuudessa.

Taulukko 16. Hukkien määrä eri työvaiheissa yhteensä

	Katkonta	Sorvaus	Jatkaminen	Lankasaumaus	Ladonta
Hukka 2005	2,8 %	36,9 %	7,8 %	25,7 %	2,0 %
Hukka 2000	1,5 %	32,0 %	5,5 %	31,4 %	1,1 %

Taulukosta 15 voidaan huomata, että hukka on kasvanut jokaisella osastolla vuoden 2000 lukuihin verrattuna. Vuoden 2000 lukuihin kohtaan kuitenkin täytyy olla kriittinen, sillä jotkut luvut voivat olla kyseenalaisia. Vuonna 2000 ei vielä ollut valmistettu kovinkaan kauan uutta suurikokoista levyä. Kun aletaan valmistamaan uutta tuotetta, kuten tässä tapauksessa uutta levykokoa, niin siinä on aina uusia ongelmia, ennen kuin päästään tehokkaaseen valmistukseen.

Raaka-ainehukkaa täytyy pystyä pienentämään tulevaisuudessa, jotta toiminta pysyy jatkossakin kannattavana. Tästä voidaan ottaa esimerkiksi ladonta, jossa

viilulle on jo muodostunut paljon energia ja työkuluja, eli on paljon kalliimpaa hukata sitä tässä vaiheessa verrattuna esimerkiksi sorvaukseen. Ladonnassa keskimääräiseksi hukaksi muodostui tutkimusten mukaan 2 %. Jos tämä hukkamäärä pystyttäisiin tiputtamaan 1 %, niin säästöjä tulisi noin 260 000 € vuodessa, jos valmistettaisiin 100 000 m³ vaneria. Tämä on kuitenkin teoreettinen määrä, sillä on vaikea laskea tarkkaa summaa, eri viilujen hinta vaihtelee koon ja laadun mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että pienetkin muutokset hukassa tässä vaiheessa aiheuttavat varsin merkittäviä kustannuksia pitkällä tähtäimellä.

Vanerin valmistusprosessi on pysynyt varsin samanlaisena jo useita vuosia, tietenkin automaatio ja tietotekniikka ovat sitä kehittäneet. Tämän vuoksi lähdeaineiston määrä ei noussut kovinkaan suureksi. Tutkintotyö onnistui työlle annettujen tavoitteiden suhteen kohtuullisen hyvin ja halutut asiat pystyttiin saamaan selville. Toisin joitakin asioita olisi voinut tehdä toisin ja hieman erilailla. Tutkittavaa tietoa oli kuitenkin niin paljon, että täytyi tehdä joitakin rajauksia, mitä tietoa otti käsiteltäväksi, ettei olisi tullut liikaa epäolennaista informaatiota. Tutkimustuloksia voidaan kuitenkin pitää suhteellisen luotettavana tietona.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Metsäteollisuuden työnantajaliitto 1979. Vanerin valmistus. Kymi Kymmene Paperi Kouvolan Kirjapaino.

Koponen Hannu 2002. Puulevytuotanto. 3. uudistettu painos. Edita Oy, Helsinki.

Kontinen Paavo, Kivistö Antti, Söyriä Pertti ja Usenius Arto 1992. Vanerin valmistustekniikan automatisointi. VTT Offsetpaino, Espoo.

Juvonen Risto, Kariniemi Jorma 1985. Mekaaninen metsäteollisuus 1: Vaneriteollisuus. Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Koponen Hannu 2001. Suomen vaneriteollisuus 1893–2000. Erweko Painotuote Oy, Helsinki.

Metsäntutkimuslaitos 2004. Metsätilastollinen vuosikirja 2004. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala.

Kauppakaari Oy 1998. Tuottavuudella tulevaisuuteen tuottavuus tänään. Multiprint, Helsinki.

Saari Seppo 2002. Laatuun perustuva talous johdatus tuotannon teoriaan ja mittaamisen. Tummuvooren kirjapaino Oy

Rantanen Hannu 1992. Tuottavuudesta ja eräistä sitä lähellä olevista käsitteistä. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Lappeenranta.

Painamattomat lähteet:

Raute-tiedonkeruu-ohjelma

LIITTEET

LIITE 1

3-Ladontapiste

Hukka yhteensä	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.
Käytetyt viilut	3814	3014	1600	8428
Hylätyt viilut	83	13	8	104
Keskimääräinen hukka %	2,2 %	0,4 %	0,5 %	1,2 %

Hylkäyksen syy	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.	
Sauma auki	24	0	0	24	23 %
Rikkinäinen	32	10	3	45	43 %
Nostajavika	0	0	0	0	0 %
Roskia/Viallinen jatkos	18	0	5	23	22 %
Sorvausvika	5	0	0	5	5 %
Liimanlevittäjä vika	2	0	0	2	2 %
Ohjelma vika	0	0	0	0	0 %
Työntekijän virhe	2	0	0	2	2 %
Viallinen naru jatkos	0	3	0	3	3 %
Vikoja yhteensä	83	13	8	104	100 %

LIITE 2

5-Ladontapiste

Hukka yhteensä	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.
Käytetyt viilut	2768	1971	914	5653
Hylätyt viilut	63	11	10	84
Keskimääräinen hukka %	2,3 %	0,6 %	1,1 %	1,5 %

Hylkäyksen syy	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.	
Sauma auki	9	0	0	9	11 %
Rikkinäinen	13	2	6	21	25 %
Nostajavika	30	6	4	40	48 %
Roskia/Viallinen jatkos	5	1	0	6	7 %
Sorvausvika	1	0	0	1	1 %
Liimanlevittäjä vika	2	0	0	2	2 %
Ohjelma vika	2	0	0	2	2 %
Työntekijän virhe	1	1	0	2	2 %
Viallinen narujatkos	0	1	0	1	1 %
Vikoja yhteensä	63	11	10	84	100 %

LIITE 3

6-Ladontapiste

Hukka yhteensä	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.
Käytetyt viilut	3310	2760	1092	7162
Hylätyt viilut	108	47	11	166
Keskimääräinen hukka %	3,3 %	1,7 %	1,0 %	2,3 %

Hylkäyksen syy	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.	
Sauma auki	19	1	0	20	12 %
Rikkinäinen	15	9	3	27	16 %
Nostajavika	51	29	8	88	53 %
Roskia/Viallinen jatkos	5	0	0	5	3 %
Sorvausvika	2	0	0	2	1 %
Liimanlevittäjä vika	6	0	0	6	4 %
Ohjelma vika	4	4	0	8	5 %
Työntekijän virhe	6	2	0	8	5 %
Viallinen naru jatkos	0	2	0	2	1 %
Vikoja yhteensä	108	47	11	166	100 %

LIITE 4

7-Ladontapiste

Hukka yhteensä	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.
Käytetyt viilut	3120	2601	1038	6759
Hylätyt viilut	150	41	24	215
Keskimääräinen hukka %	4,8 %	1,6 %	2,3 %	3,2 %

Hylkäyksen syy	Liimaviilu	Kuivaviilu	Pintaviilu	Yht.	
Sauma auki	4	1	4	9	4 %
Rikkinäinen	11	12	8	31	14 %
Nostajavika	106	5	4	115	53 %
Roskia/Viallinen jatkos	7	2	0	9	4 %
Sorvausvika	3	0	0	3	1 %
Liimanlevittäjä vika	14	0	0	14	7 %
Ohjelma vika	5	16	7	28	13 %
Työntekijän virhe	0	1	1	2	1 %
Viallinen narujatkos	0	4	0	4	2 %
Vikoja yhteensä	150	41	24	215	100 %

LIITE 5

Raute-tiedonkeruu-ohjelma tukin sorvaus



SORVAUKSEN VUORORAPORTTI: 6101 - SORVAUS 1

Raportointiväli 2005-04-06 06:00:00 - 2005-04-06 13:59:59
 Käyttäjätunnus vt16valinen
 Tulostusaika 24.3.2006 7:09:21
 Hakuehdot Puulaji*, Operaattori*, Ryhmä*, Erätunniste*, Ajotunniste*

Sorvin saanto

PUULAJI	VUILUN PAKSUUS mm	PITUUS mm	PÖLLET KPL	PÖLLET m ³	MAITO jm	MAITO m ³	SAANTO %
KOIVU	1,56	1310	324	20,61	6710	15,41	74,77
		1600	127	9,85	2650	7,57	76,85
	*		451	30,46	9360	22,98	75,44

Summatiedot puulajeittain

PUULAJI	PÖLLET KPL	PÖLLET m ³	MAITO m	SAANTO %	TEHOLLINEN AJOAIKA h	TEHOLLINEN KÄYNTIMAIKA m
KOIVU	451	30,46	9360	75,44	1:40:56	9360

Linjatiedot

SÄHKÖKULUTUS kWh	TEHOLLINEN AJOAIKA h:mm:ss	TEHOLLINEN KÄYNTIMAIKA m	KÄYNTIAIKA h:mm:ss	KÄYNTIMAIKA m	EI AJOSSA h:mm:ss	HÄIRIÖAIKA h:mm:ss	KÄYTTÖASTE %	KOKONAISKÄYTTÖASTE %
0	1:40:56	9360	1:41:21	12070	0:00:00	6:18:20	99,59	21,04



LIITE 6

Raute-tiedonkeruu-ohjelma viilun jatkkaminen



JATKAMISEN VUORORAPORTTI: 6223 - JATKAMISLINJA 3

Raportointiväli 2005-04-06 06:00:00 - 2005-04-06 13:59:59
 Käyttäjätunnus Y116vchinen
 Tuotusajankohta 24.3.2006 7:18:42
 Hakuehdot Puolijäi*, Operaattori=*, Ryhmä=*, Eräluunniste=*, Ajoluunniste=*

Läätijäkauna

PUULAJI	PAKSUUS mm	PITUUS mm	LEVEYS mm	LAATU	LIIMA	KPL	TILAVUUS m ³	JAKAUMA %
KOIVU	1.50	2800	1945	I		1676	13,69	100
YHT.			*	*		1676	13,69	100
KOIVU	1.50	3150	1595	II		905	6,82	100
YHT.			*	*		905	6,82	100
KOIVU	1.50	3700	1595	II		271	2,4	100
YHT.			*	*		271	2,4	100
KOIVU	1.50	3700	1945	I		479	5,17	100
YHT.			*	*		479	5,17	100
KAIKKI PUULAJIT YHT.	*	*	*	*		3331	28,08	
KAIKKI PUULAJIT YHT.	*	*	*	*		3331	28,08	

Syötetyt väli

PUULAJI	PAKSUUS mm	PITUUS mm	LEVEYS mm	TILAVUUS m ³	HVÄKSYTYT m ³	HVÄKSYTYT kpl	HYLÄTYT kpl	HVÄKSYTYT/SYÖTEYT %
KOIVU	1,5	1600	1950	10,96	10,2	2854	199	93,03
		1950	1950	21,61	20,68	3788	162	95,72

Hylätyt väli

HYLKÄJÄ	HYLÄTYT kpl
KAMERA	133
VIISTOSAHA	228

Puristintiedot

PURISTIN	PURISTUSTEN MÄÄRÄ kpl	JUOKSUMETRI j m	TILAVUUS m ³	TEHOILINEN AJOAIKA h:m:s	KÄYNTIAIKA h:m:s	KÄYNTIAIKA h:m:s	KÄYTTÖASTE %
PURISTIN 1	1491	2583	7,07	2:09:35	5:35:21	5:35:21	38,64
PURISTIN 2	1269	2137	5,74	1:51:56	5:06:10	5:06:10	36,56
PURISTIN 3	1569	2719	7,44	2:16:36	5:47:57	5:47:57	39,26
PURISTIN 4	1608	2752	7,51	2:20:11	5:21:24	5:21:24	43,62
SUMMA	5937	10191	27,76				

Läätiedot

SÄHKÖKULUTUS kwh	TEHOILINEN AJOAIKA h:m:s	TEHOILINEN KÄYNTIAIKA m	KÄYNTIAIKA h:m:s	KÄYNTIAIKA h:m:s	KÄYTTÖASTE %	KOKONAISKÄYTTÖASTE %
0	5:55:47	0	6:45:43	0	87,69	74,1
			0	0:00:00		

Tehokkuus

TYÖTUENNUPINKAAT m ³	VALMIIT NIIPUT/SYÖTEYT m ³ %
0,28	86,21

LIITE 7

Raute-tiedonkeruu-ohjelma viilun saumaaminen



SAUMAUKSEN VUORORAPORTTI: 6233 - SAUMAUSLINJA 3

Raportointiväli 2005-03-17 06:00:00 - 2005-03-17 13:59:59
 Käyttäjätunnus vrpiirteviilu
 Tulostusaika 7.4.2006 16:25:39
 Hakuehdot Puulaji*, Operasortti*, Ryhmä*, Erätunniste*, Alotunniste*

Laatujakauma

PUULAJI	PAKSUUS mm	PITUUS mm	LEVEYS mm	LAATU	KPL	TILAUVUUS m ²	JAKAUMA %
KOIVU	1.50	1310	3520	I	521	3,6	100
YHT.			*	*	521	3,6	100
KOIVU	1.50	2000	4170	I	12	0,15	4
YHT.			4180	I	267	3,35	96
YHT.			*	*	279	3,5	100
KAIKKI YHT.	*	*	*	*	800	7,1	
KAIKKI PUULAJIT YHT.	*	*	*	*	800	7,1	

Sytetyt viilut

PUULAJI	PAKSUUS mm	PITUUS mm	BRUTTO jm	BRUTTO m ²	NETTO jm	NETTO m ²	ROSKA jm	ROSKA m ²	SAUMAT kg/l	HYÖTYSUHE %
KOIVU	1,5	1310	2610	5,13	184	3,62	769	1,51	3535	70,54
		2000	1515	4,55	1166	3,5	349	1,05	1690	76,96

Linjatiedot

TYÖPISTE	SÄHKÖKULUTUS kWh	TEHOLLINEN AJOAIKA h:min:ss	TEHOLLINEN KÄYNTIMÄTKÄ m	KÄYNTIAIKA h:min:ss	KÄYNTIMÄTKÄ m	ELÄJOSSA h:min:ss	HÄIRIÖAIKA h:min:ss	KÄYTTÖASTE %	KOKONAISKÄYTTÖASTE %
SAUMAUSLINJA 3	0	5:12:43	0	5:41:49	0	0:00:00	2:19:59	91,49	64,91

Tehokkuus

TYÖTUNNI/PINKKAUT m ²	1,13
----------------------------------	------