



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

# **Sahalaitoksen tuotantoprosessi**

Olli Laiho

PROSESSITEKNIikka

Kandidaatintyö

Marraskuu 2017



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

## **Sahalaitoksen tuotantoprosessi**

Olli Laiho

Ohjaaja(t): N. N.

PROSESSITEKNIikka

Kandidaatintyö

Marraskuu 2017

# TIIVISTELMÄ

## OPINNÄYTETYÖSTÄ Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

Koulutusohjelma (kandidaatintyö, diplomityö) Prosessitekniikan koulutusohjelma		Pääaineopintojen ala (lisensiaatintyö)	
Tekijä Laiho, Olli		Työn ohjaaja yliopistolla Honkanen Seppo, TkT	
Työn nimi Sahalaitoksen tuotantoprosessi			
Opintosuunta Prosessitekniikka	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Marraskuu 2017	Sivumäärä 21s., 5 liitettä
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli käydä läpi sahalaitoksen tuotantoprosessia teollisessa sahalaitoksessa ja antaa selvä kuva, mitä vaiheita tavanomaisen suomalaisen sahan tuotantolinjastoon kuuluu. Työssä pyritään tuomaan esille, miten puutavara kulkeutuu laitoksessa tukista valmiiksi tavaraksi. Vaiheet käydään yksi kerrallaan läpi niiden toteutusjärjestyksen mukaan. Työssä kuvataan, kuinka nämä eri tuotannon vaiheet on toteutettu, mitä kaikkea puusta sahalaitoksella saadaan ja mitä nykyajan sahalaitokselta vaaditaan. Lisäksi käydään läpi puun laatuun vaikuttavia tekijöitä, sen merkitystä, sekä puun hintaan ja markkinoihin liittyviä seikkoja.</p> <p>Työn pohjana käytettiin pitkälti erästä suomalaista sahalaitosta ja sieltä saatua käytännön tietämystä. Tarkoituksena kuitenkin kuvata asioita yleisellä tasolla ja käydä läpi erilaisia vaihtoehtoja prosesseille.</p> <p>Sahatavaraa on tuotettu jo vuosia, mutta tuotannossa tapahtuu kehitystä jatkuvasti. Nykyään on jo hyvin tavallista, että käytössä on puiden kuvaustekniikkaa sekä koneellisesti toteutettua optimointia ja laadun arviointia. Näitä pystytään hyödyntämään useissa eri tuotannon vaiheissa, mitä vielä joitain vuosia sitten suoritettiin manuaalisesti. Nämä seikat ovat samalla parantaneet sahojen tuottavuutta ja laadunhallintaa.</p> <p>Laadukkaan lopputavaran ansiosta Suomen sahat saavat valtaosan tuloistaan viennistä, huolimatta pitkistä etäisyyksistä ja suurista kuljetuskustannuksista. Laadukkaan tavaran kysynnän kasvaessa, onkin tärkeää, että tuotannon vaiheissa ei tule tuotteeseen laatua laskevia vikoja. Hyvän laadun ylläpitäminen edesauttaa uusien tilauksien syntyä ja kasvattaa taloudellista hyötyä.</p>			

# SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto .....	5
2 Sahalaitoksen tuotantoprosessit .....	6
2.1 Tukkien lajittelu ja mittaus.....	7
2.2 Sahausprosessi.....	7
2.2.1 Röntgenmittausten hyödyntäminen .....	8
2.3 Särmäys ja trimmaus .....	9
2.4 Lajittelu .....	10
2.5 Sivutuotteet .....	12
3 Kuivaus .....	13
3.1 Kanavakuivaamo .....	13
3.2 Kamarikuivaamo .....	14
4 Tasaamo .....	15
4.1 Lajittelu .....	15
4.2 Paketointi.....	16
4.3 Paketin viimeistely ja varastointi .....	16
5 Puun laatuluokitus ja hinta .....	18
6 Yhteenveto .....	20

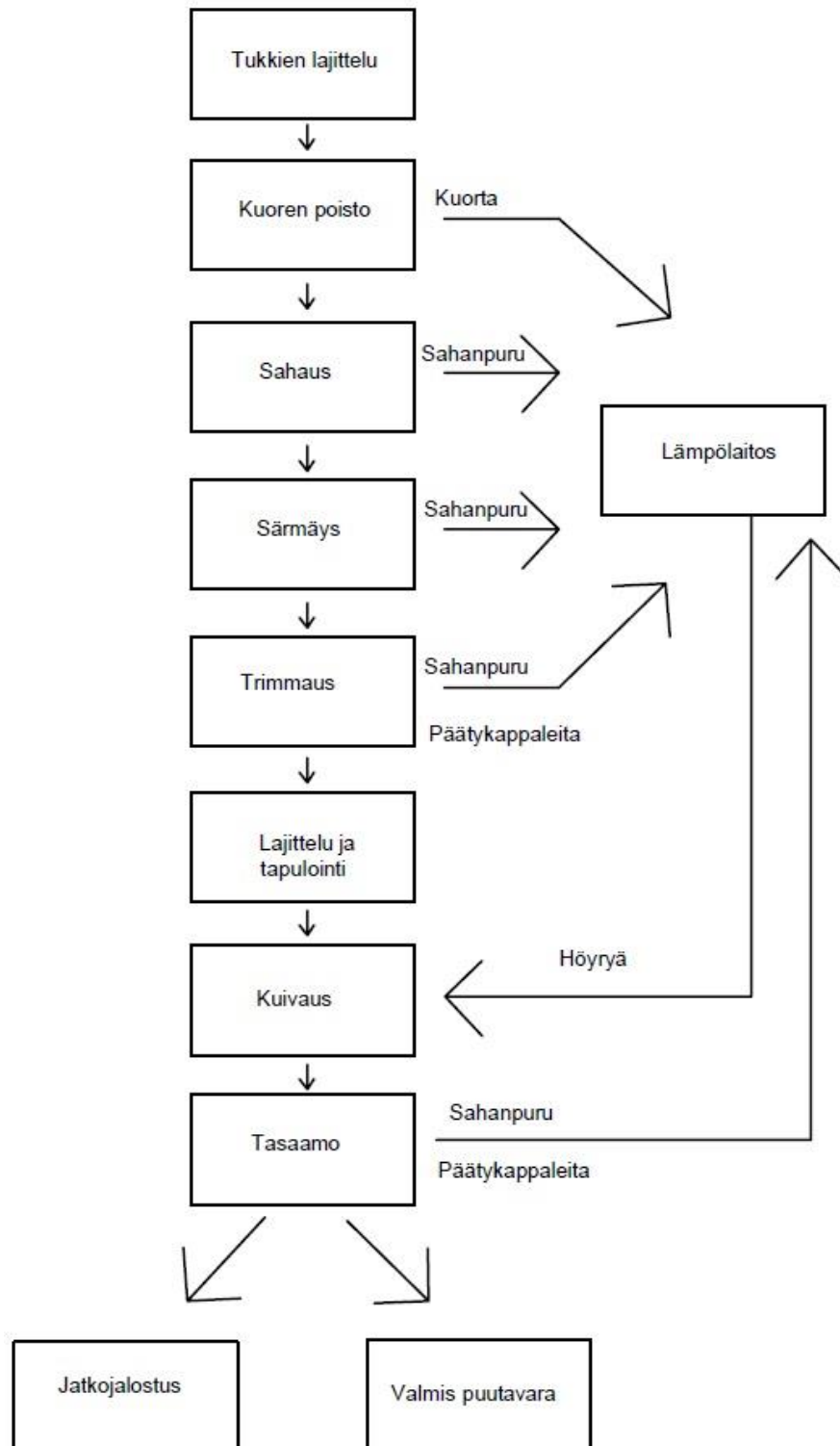
# 1 JOHDANTO

Euroopan metsäisimpänä maana Suomi on kolme neljäsosaa metsän peitossa. Suomen metsäteollisuus muodostaakin yhden kansanteollisuuden peruspilarin. Metsää hakataan Suomessa noin 50-70 miljoonaa kuutiota ja samalla uutta metsää kasvaa noin 100 miljoonaa kuutiota vuodessa. Metsää pystyttäisiin hakkaamaan kestävästi vielä selvästi nykyistä enemmän. Myös metsän määrää pystyttäisiin kasvattamaan entisestään paremmalla metsänhoidolla. Tämän johdosta puu on erittäin ympäristöystävällinen raaka-aine, jota ainakin Suomessa riittää enemmän kuin sitä tällä hetkellä vuositason hakataan. Sahat tuottavat tällä hetkellä noin 11 miljoonaa kuutiota tavaraa vuodessa. Sahateollisuus on merkittävä teollisuuden ala monella tapaa. Sahoja on Suomessa lukuisia, jotka muodostavat paljon työpaikkoja suorasti ja välillisesti. Sahatavaran käytön kotimaisuusaste Suomessa on myös korkeimpia teollisuustuotteista ja silti suurin osa tuotteista menee vientiin. Sahoilla käytetään hyväksi suurilta osin suomalaista tekniikkaa ja innovaatioita.

Vuosien varrella sahat on entistä enemmän siirtyneet pienistä yksityissahoista isoihin teollisuussahoihin, pitkälti maailmanmarkkinoiden pakottaessa sahat parempaan tuottavuuteen. Tässä työssä käydään läpi sahatteollisuutta Suomessa ja erityisesti puutavaran valmistusprosessia ja siihen kuuluvia vaiheita ja niiden merkitystä tuotannolle. Tarkoituksena on antaa hyvä kuva sahalaitoksen toiminnasta ja käydä läpi mitä puutavaralta nykyään odotetaan ja miten laadukkaaseen tavaraan pyritään.

## 2 SAHALAITOKSEN TUOTANTOPROSESSIT

Kuvassa 1 esitetty sahalaitoksen prosessikaavio pääpiirteittäin.



Kuva 1. Sahalaitoksen prosessikaavio.

## 2.1 Tukkien lajittelu ja mittaus

Kun tukit saapuvat sahalaitokselle, ensimmäiseksi niiden kappalemäärä lasketaan ja määritetään niiden tilavuus, jonka jälkeen tukit varastoidaan tukkilanssiin odottamaan lajittelua. Varastoinnin aikana tukit voivat kärsiä vahinkoja, kuten sinistymistä ja hyönteisten aiheuttamia tuhoja. Talvella sahausta vaikeuttaa tukkien jäätyminen ja kesällä tukkeja joudutaan kastelemaan, jotta ne eivät pilaantuisi (Sipi 2006, 49-52).

Lajittelu on suhteellisen yksinkertainen automatisoitu vaihe, missä tukit tuodaan tukkipöydälle, josta ne yksitellen kulkeutuvat pitkälle linjalle, mistä kone tiputtaa ne oikeaan väliin kasaksi lajittelukoneen viereen. Lajittelu tapahtuu ulkoisten ominaisuuksien mukaan, joita ovat pituus, halkaisija, kaarevuus ja kapenevuus. Nämä ominaisuudet määrittävät alustavan sahaustavan. Kasa kerrallaan tukit viedään itse sahauslinjastolle, missä niille tehdään laatumittaus.

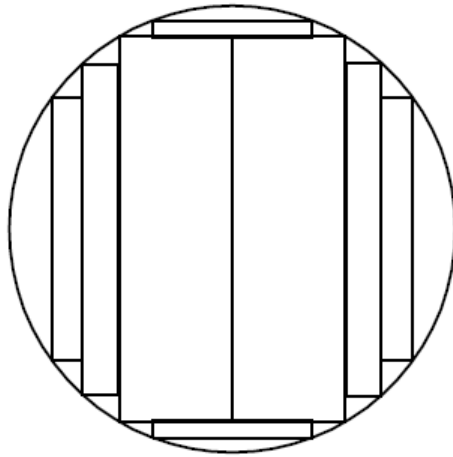
Laatumittauksessa selvitetään puun laatuun ja puun saantoon vaikuttavia ominaisuuksia. Laatuun vaikuttavia ominaisuuksia ovat oksat, reiät ja halkeamat sekä hyönteisten aiheuttamat tuhot, kun taas saantoon vaikuttavia vikoja ovat kaikenlainen puun käyristyminen. Puun sisäisiä ominaisuuksia mitattaessa voidaan käyttää röntgensäteilyä, mistä saadaan tarkkaa tietoa puun tiheydestä, oksista, veden määrästä sekä pintapuun ja sydänpuun määrästä (Sipi, 2006, 56-57).

## 2.2 Sahausprosessi

Sahauslinjalla ensimmäisenä tukit menevät metallinpaljastimen läpi, jotta mahdollinen metalli puussa ei pääse vahingoittamaan sahausteriä. Ennen varsinaista sahausta tukeista poistetaan vielä kuori, sillä sahauksessa syntyvästä hakkeesta ei saa olla kuorta. Täten samalla saadaan poistettua mahdolliset kivet ja hiekka. Itse kuorta käytetään sahoilla laajasti polttoaineena.

Tukit voidaan sahata monella eri tapaa. Suomessa ja pohjoismaissa yleisin sahaustapa on nelisahaus. Siinä tukin reunoilta sahataan sivulautoja, jolloin jäljelle jää sydänpuusta koostuva keskiosa, kuten kuvassa 2. Sahattavien kappaleiden määrä ja koko ovat aina puukohtaisia, joten jokaiselle puulle lasketaan mittausten perusteella optimaalinen

sahaustapa. Keskiosasta sahataan paksumpaa tavaraa ja sen sivuilta voidaan sahata lautoja. Sivulaudat joudutaan särmäämään, jotta lautoihin saadaan oikeanlaiset kantit. Sivulautojen määrä on suoraan verrannollinen sahattavan tukin paksuuteen ja käytettävään sahausohjelmaan.



Kuva 2. Esimerkki nelisahauksesta.

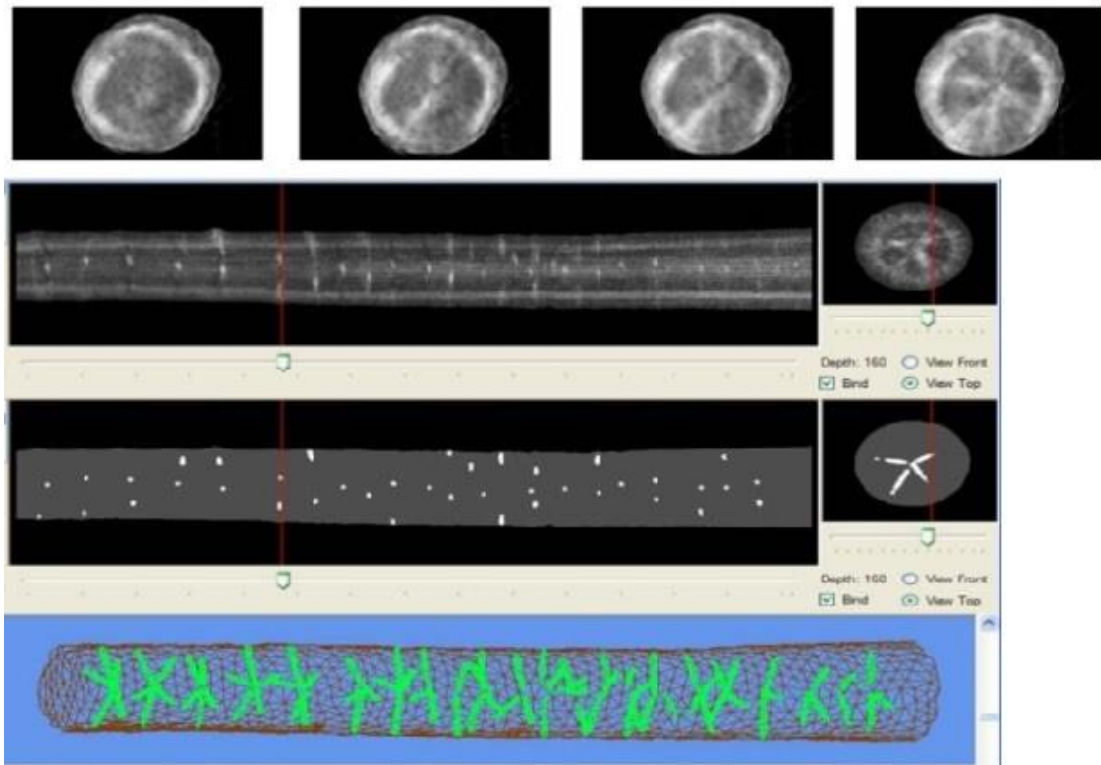
Ennen sahausta puu mitataan lasereilla, jotta puu saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti. Sahauksessa voidaan käyttää monia eri sahoja ja sahayhdistelmiä, tämä on aina täysin sahalaitoskohtainen. Sivulautojen sahauksessa käytetään yleisesti pystyssä olevaa vannesahaa, johon puu tuodaan pääty edellä. Kyseinen puu viedään vannesahan läpi aina uudestaan, kunnes kaikki halutut sivulaudat on sahattu. Uloin sivulauta on usein niin pyöreä ja ilman kanteja, että se menee suoraan hylkyyn ja sitä myötä hakkeeksi. Jäljelle jäävää keskiosaa eli pelkkää voidaan sahata monilla eri sahoilla.

### 2.2.1 Röntgenmittausten hyödyntäminen

Kuvan 3 kaltaisia röntgenmittauksia voidaan hyödyntää sekä tukkien lajittelussa, että itse sahausvaiheessa. Lajitteluvaiheen röntgenmittaukset mahdollistavat tukin tehokkaamman hyödyntämisen jo ennen sahausvaihetta, jolloin säästetään aikaa ja rahaa. Täten myös hukkamateriaali saadaan minimoitua. Tämän vaiheen johdosta tukit voidaan luokitella ryhmiin, jotka sahataan samankaltaisilla asetelmilla. Ennen sahausta tapahtuvassa röntgenmittauksessa saadaan kaikki tieto puun sisäisestä rakenteesta, kuten



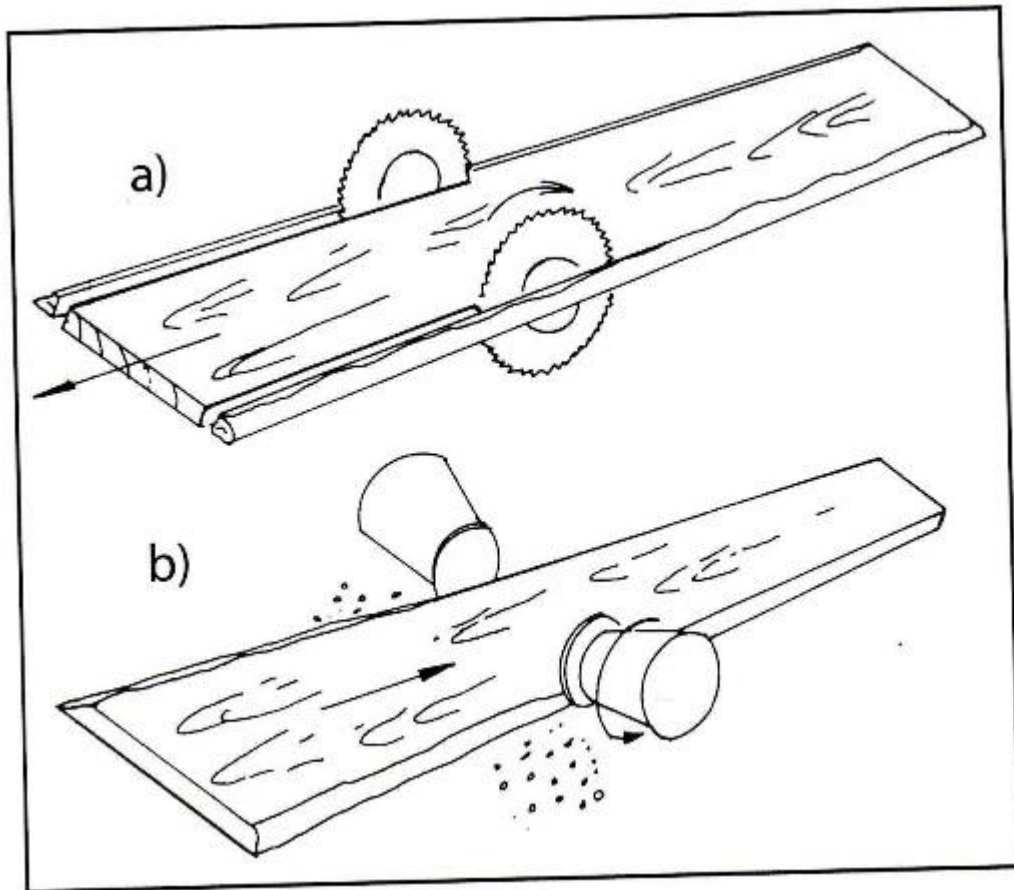
puun lujuudesta, oksien lukumäärästä ja sijainnista, halkeamista ja pihkaisuudesta. Näiden tietojen pohjalta voidaan valita tukille sopiva sahauskulma parhaan puulaadun maksimisoimiseksi sekä tukin tehokkaan käytön saamiseksi. Erityisesti tukin laatuluokituksen määrittäminen ennen sahausta on tärkeää, sillä se vaikuttaa olennaisesti sahaamiseen (Metsätehon raportti 243 2017, 18-23).



Kuva 3. Tukkien röntgenkuvia (Metsätehon raportti 243 2017, 21).

### 2.3 Särmäys ja trimmaus

Sahauksen jälkeen sahatut puut särmätään ja trimmataan. Trimmerillä saadaan päädyt sahattua halutuiksi, sekä poistamaan mahdolliset vauriokohdat. Särmäyksessä laudoista sahataan pyöreät reunat eli vajaasärmät pois, jolloin reunoista saadaan kulmikkaat kuvan 4 tapaan. Varsinkin huonolaatuisista laudoista ei kuitenkaan monesti saada vajaasärmää poistettua kokonaan, sillä vajaasärmä voi olla hyvinkin pitkä ja loiva. Särmäys toteutetaan siten, että rahallinen hyöty on mahdollisimman suuri. Tähän vaikuttavat lautatavaran ja sivutuotteiden hinnat, sekä eri dimensioiden myynnin helppous. Särmäys siis toteutetaan eri tavalla markkinatilanteen mukaan (Sipi 2006, 88-89).

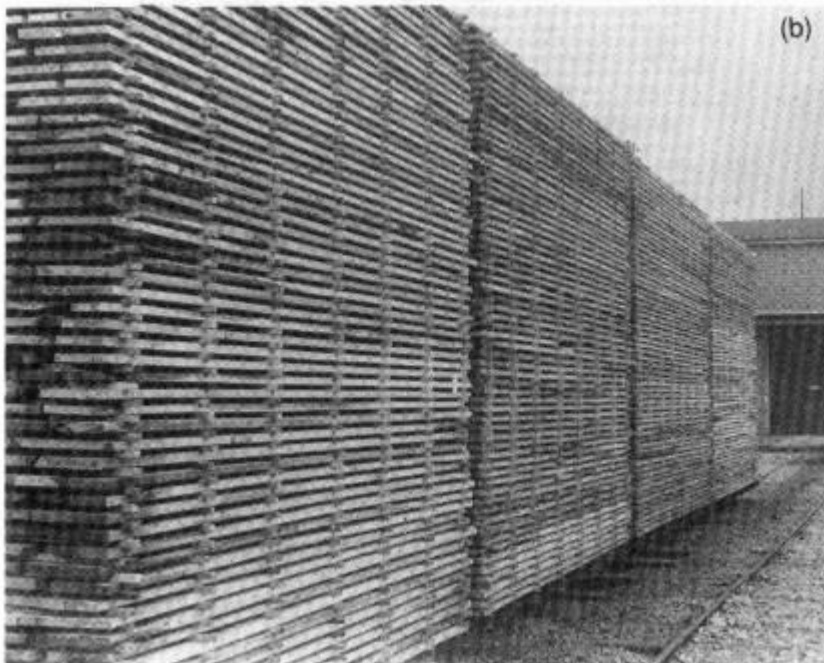


Kuva 4. Särmäystä pyöröterällä ja hakettimella (Sipi 2006, 89).

## 2.4 Lajittelu

Trimmatut ja särmätyt puut menevät dimensio ja laatulajittelun kautta lokeriin. Laatulajittelu on nykyään hyvin automatisoitu vaihe, missä puun dimensio mitataan tarkasti esimerkiksi lasereiden avulla, sekä lisäksi voidaan laitteistosta riippuen käyttää erilaisia kuvaamistekniikoita, joista saadaan paljon tietoa, mikä helpottaa lajittelua. Lajittelusta tavara siirtyy seuraavalle kuljettimelle, mikä vie kappaleet omiin lokeroihin dimension, laadun ja puulajin mukaan, joten saman dimension ja laadun puut menevät samaan lokeroon ja esimerkiksi mänty ja kuusi eivät sekoitu keskenään samaan lokeroon. Lokeroille on etukäteen määritelty dimension mukainen volyyymi, mikä määrittää kuinka monta kappaletta lokeroon tulee. Mitä paksumpaa ja leveämpää lankkua tai lautaa, sitä vähemmän kappaleita lokeroon tulee. Lokeron täytyessä lokero tyhjennetään linjalle, missä lokeron puut kootaan tapuleiksi.

Tapulit kootaan siten, että puut lastataan kerroksittain ja että jokaisen kerroksen väliin tulevat välirimat, kuten kuvassa 5. Välirimoja tulee tasaisesti noin puolen metrin välein. Tämä tehdään, jotta kuivausvaiheessa ilma pääsee kiertämään kerroksien väliin. Tapuleja kootaan korkeudeltaan pääasiallisesti kahden kokoiseksi ja näistä lankkuja sisältävät tapulit ovat pienempiä kuin lautoja sisältävät tapulit. Leveys tapuleissa on kutakuinkin aina sama, riippumatta puun dimensiosta. Valmiisiin tapuleihin kiinnitetään lappu, mikä kertoo kyseisen tapulin sahatavaran dimension, laadun ja puulajin. Lopuksi tapulien päälle laitetaan puulatat, eli leveyssuuntaan olevat puut, jotka mahdollistavat tapulien kasaamisen päällekkäin. Tässä vaiheessa tapulit lähtevät sahalaitokselta ja jäävät odottamaan kuivausta. Lautatapuleita lastataan kaksi päällekkäin ja lankkuja sisältäviä kolme. Tämän johdosta joka tapuliin ei lattoja laiteta, eli päällimmäiseksi tulevat tapulit jäävät ilman.



Kuva 5. Valmiita rimoitettuja tapuleita (Simpson 1991, 107).

## 2.5 Sivutuotteet

Puiden käsittelystä ja sahauksesta syntyy paljon sivutuotetta melkein joka prosessivaiheessa, joita ovat kuori, hake ja puru. Puusta saadaan varsinaiseksi sahatavaraksi vain noin puolet ja lopusta syntyvät sivutuotteet voidaan hyödyntää täysin, joten mitään ei mene hukkaan. Syntyviä sivutuotteita voidaan käyttää monella tapaa, kuten polttoaineena sahan omassa lämpövoimalassa tai kuivaushallien polttoaineena. Suuri osa hakkeesta menee sellu- ja paperiteollisuuden käyttöön, kunhan se vain täyttää sille asetetut vaatimukset. Sivutuotteita myydään myös paljon polttoaineeksi muille yrityksille. Sivutuotteesta voidaan tehdä myös lastulevyä, mutta suurin osa sivutuotteesta käytetään energiantuotantoon (Mesfun et al. 2016).

## 3 KUIVAUS

Kuivaustapoja on olemassa useita, eikä yksittäistä parasta tapaa ole olemassa, vaan kuivaustapa valitaan tehtaan ja tavarankuivaamiseen. Suuren tuotannon sahoilla nykyään käytetään yleisesti kanava- ja kamarikuivaamoja, mikä tarkoittaa keino-olosuhteista kuivaamista. Myös Suomen talvi ja ilmasto-olosuhteet rajoittavat osaltaan kuivaamistapoja. Kuivauksen olosuhteet määräytyvät aina sisällä olevasta tavarasta. Jokaiselle eri tavarakkelelle on omat kuivausohjelmat, mitkä määrittävät lämpötilat, ilman virtausnopeuden ja kuivausajan. Kaikki edellä mainitut ominaisuudet vaikuttavat siihen, että saadaan tasaisesti kuivattua ja mahdollisimman vähän laatuviikojia sisältävää tavaraa. Kuivausvaiheen aiheuttamia laatuviikojia on puun halkeilu, värjäntyminen ja käyristyminen monella eri tapaa.

### 3.1 Kanavakuivaamo

Kanava- eli jatkuvatoiminen kuivaus on yleistä suurilla sahoilla, missä tuotanto on suurta ja tavaraa menee paljon. Kanavakuivauksessa tapulit laitetaan kuljetinketjuille, mitkä kulkevat kuivaushallien läpi. Näin ollen hallin toisesta päästä menevät märät tapulit ja toisesta päästä tulevat kuivatut tapulit. Tapulit laitetaan kanaviin poikittain ja ilma kanavissa kulkee puiden kulkusuuntaa vastaan. Kanavakuivaamoja on 1- ja 2 vaiheisia kanavakuivaamoja. 1-vaiheinen kanavakuivaamo on vanhempi, jossa ongelma on, että ilmavirta jäähtyy kulkiessaan tapulien läpi, jolloin ongelmia syntyy herkästi mitä enemmän tapuleita on peräkkäin. Kun ilmavirta on viileämpää ja kosteampaa vaikutus taaempiin tapuleihin on eri kuin edessä oleviin ja näin syntyy helposti laatuviikkeitä. 2-vaiheisessa kanavakuivaamossa kanava on jaettu 2 osaan, missä ensimmäisessä osassa kanava toimii kuten lyhyt 1-vaihekuivaamo, mutta toisessa vaiheessa ilmavirta kääntyy vastakkaiseen suuntaan. Tällöin ensimmäisessä vaiheessa saadaan suurin kosteus poistettua ja toisessa vaiheessa saadaan loppukosteus tasattua. Tavallisesti ensimmäisessä vaiheessa ilmavirta on puiden kulkusuuntaa vasten ja toisessa vaiheessa kulkusuuntaan päin. (Sipi 2006, 125-127)

### 3.2 Kamarikuivaamo

Kamarikuivaamo on kuivaamo, joka täytetään tietyllä puulla ja kuivauksen jälkeen kuivaamo tyhjennetään. Kamarikuivaamoja on tavallisesti trukilla täytettäviä ja kiskollisia, missä tavara lastataan kiskoille, jotka vievät tavaran kuivaushalliin ja sieltä ulos. Kunkin tavaran kuivausohjelma määrittää kuivaamossa vallitsevat olosuhteet. Kuivaamossa puhallin kierrättää kuivaamossa lämmintä ilmaa noin 40-80 asteista, joka lämmitetään lämmityspatterin avulla. Lämmin ilma kulkeutuu tapulien väleissä parhaan kuivaustehon saavuttamiseksi. Ylimääräinen kosteus poistetaan kuivaamon toisesta päästä ja toisesta päästä otetaan kylmä ja kuiva ilma, joka taas lämmitetään.

Mitä suurempi on puun dimensio, sitä kauemmin kuivaus kestää ja sitä hankalampaa kuivaaminen on. Paksujen puiden kuivaus läpikotaisin on haastavaa ja puut lohkeilevat kuivatessa helposti. Puiden kuivausaste määräytyy asiakkaan toiveiden mukaisesti, mutta se on tavallisesti 14-18% ja vähintään 20%. Kuivaushallista tulevat tapulit viedään halleihin odottamaan pääsyä tasaamoon. (Simpson 1991, 43-48)

## 4 TASAAMO

Tasaamolle tullessa jokaisesta puuerästä tehdään ajo-ohjelma, jota noudatetaan jokaisessa tasaamon vaiheessa. Kun tapuleita ruvetaan ajamaan tasaamon läpi, otetaan aina yksi ajo-ohjelma kerrallaan. Tämä tarkoittaa, että yhtä puudimensiota ajetaan laitoksen läpi kerrallaan.

Ensimmäisenä tapulit tuodaan trukilla tasaamon ketjukuljettimelle, mikä vie ne hissille. Hissi nostaa ja kallistaa tapulit siten että yksi rivi tapulista valuu kerrallaan seuraavalle ketjukuljettimelle ja samalla kerroksien välissä olevat rimat tippuvat erilliselle hihnalle, josta ne saadaan uudestaan käyttöön. Ketjukuljetin tuo puut tyvitasajalle, missä ne saadaan laitteistolla eriteltyä siten että siitä lähtien puut menevät kuljettimille eriteltyinä. Tässä vaiheessa tyvitasaja arvioi kunkin kappaleen ja tarvittaessa määrittää katkaistavan pituuden, mikäli kappaleessa esiintyy vikoja. Joissain tapauksissa voidaan koko kappale merkata poistoon, minkä jälkeen kone siirtää merkatun kappaleen suoraan hakkuriin (madonsyömät, sinistyneet ja halkeilleet). Seuraavaksi tavara kulkee yksitellen linjastoa pitkin laatulajitteluun.

### 4.1 Lajittelu

Laatulajittelu tapahtuu nykyään hyvin pitkälti koneellisesti, missä puut kuvataan ja tietokone arvioi kappaleen laatuun vaikuttavia ominaisuuksia, joiden pohjalta tietokone suorittaa kappaleelle laatulajittelun ja optimoinnin. Samalla ohjelma myös katkoo tarvittaessa puut modulimitaan (1,8m – 5,4m, 0,3m välein). Tämän jälkeen voidaan myös suorittaa tarvittaessa lujuuslajittelu, sillä lujuus vaihtelee puulajeittain ja kappaleittain. Pääasiallisesti laatumittaus tehdään aina ja tämän perusteella kone lajittelee puut lokeroihin niin, että saman dimension ja saman laatuluokan puut menevät samaan lokeroon. Ohjelma määrittää lisäksi tuleeko lokeroon vain samaa pituutta vai lajitellaanko ne pituudesta riippumatta. Suurin osa lajitellaan pituuteen ja pituuksien lukumäärä on riippuvainen määritetystä ohjelmasta. Pituudet menevät pääosin 30 cm välein, alkaen 1,80 metristä päättyen 5,40 metriin.

## 4.2 Paketointi

Lokero kerrallaan puut tippuvat seuraavalle linjastolle, missä hylkytavara viimeistään poistetaan linjastolta, puut mitataan uudestaan laserilla ja kasataan paketeiksi. Tässä vaiheessa tapahtuu myös puiden leimaus, eli kaikki lujuuslajiteltu tavara leimataan automaattisella leimasimella ennen paketiin kasaamista. Rivien väliin tulee ohjelman mukaan ohuita rimoja, jotka auttavat ilmavirtauksessa ja auttavat nippua pysymään suorassa etenkin, mikäli puut ovat hyvin käyriä tai epätasaisia. Valmis paketti on mitoiltaan noin 110 cm x 110 cm ja yhteen pakettiin tulee aina yhden täyden lokeron sisältö. Kun tietyn ohjelman tavara loppuu, kyseistä tavaraa sisältävät lokerot eivät yleensä ole täysiä. Tällöin ohjelman salliessa saman laadun tavaraa voidaan yhdistää samaan pakettiin eri lokeroista, siten että pisin tavara tulee alimmaiseksi ja lyhin päällimmäiseksi kuitenkin ylittämättä pakettin maksimikokoa. Muussa tapauksessa vajaista lokeroista tehdään normaalisti paketteja, joissa kappalemäärä on se mitä kyseiseen lokeroon oli ehtinyt kerääntyä.

Valmis paketti siirretään rullakoille mitä pitkin se kulkee sidottavaksi sitomakoneille. Tavallisesti pakettien sitomisessa käytetään muovivanteita, joita tulee 3-4 kappaletta pakettin pituuden perusteella. Sitomisessa sitomakoneet puristavat pakettin tiiviiksi ja samalla muovivanne kiristetään tiukalle pakettin ympärille. Paketit voidaan tarvittaessa sitoa myös käsin niissä tapauksissa, kun paketti on hyvin pieni ettei kone sitä pysty sitomaan. Kun paketti on sidottu, se rullataan seuraavalle ja samalla viimeiselle vaiheelle tasaamossa.

## 4.3 Pakettin viimeistely ja varastointi

Viimeisessä vaiheessa paketti merkataan, laitetaan trukkilatat ja muovitetaan ohjelman mukaan. Muovi levitetään pakettin päälle, mikäli paketti menee suoraan asiakkaalle eikä jatkojalostukseen. Vastaavasti jatkojalostukseen meneville paketeille ei muovia laiteta. Muovi taitetaan ja nidotaan pakettille sopivasti siten, että vain pakettin pohja jää ilman muovia. Jokaiseen pakettiin tulostetaan pakettisetelit, mitkä sisältävät kaikki oleelliset tiedot kyseisestä puutavarasta (laatu, pituus, puulaji, kosteus, dimensio yms.). Setelit liimataan paketteihin kuumaliimalla ja ne laitetaan pakettin kolmelle sivulle. Lopuksi päälle laitetaan 2-3 trukkilattaa pakettin pituuden mukaan. Mikäli pakettiin tuli muovi, se



sidotaan vielä pienellä sitomakoneella, jotta muovi ei lähde irti kuljetuksessa tai paketin siirtelyssä. Tämän jälkeen paketti menee ulos ja trukki vie sen varastoitavaksi tai joissain tapauksissa myös suoraan lähtevään rekkaan. Muovilliset paketit menevät odottamaan kuljetusta asiakkaalle ja muovittomat menevät sille määritettyyn jatkojalostuskohteeseen. Valmiit paketit varastoidaan joko varastohalleihin tai ulos. Varastohallit ovat yksinkertaisia ja monesti eivät edes suljettuja. Suljettuja halleja käytetään hyvän ja kalliin tavaran varastointiin ja siellä kosteutta pystytään säätämään sopivaksi. Pihavarastointiin joudutaan monesti turvautumaan yksinkertaisesti tilan loppumisen vuoksi halleissa ja täten sahat pyrkivät pitämään varastot pieninä, jotta mahdollisimman vähän joudutaan varastoimaan pihalle. Ensisijaisesti pihalle sijoitetaan huonolaatuisin tavara, sillä niissä laatuvaatimukset ja voittomarginaalit ovat pienimmät. Paketit ovat pihalle varastoitaessa suojattu muovilla, mutta riski kosteuden aiheuttamalle pilaantumiselle on silti suurempi hallivarastointiin verrattuna.

## 5 PUUN LAATULUOKITUS JA HINTA

Puun korkean laadun kysynnän lisääntyminen ja heikompien laatujen hintojen lasku pakottavat sahoja keskittymään entistä enemmän korkean laadun maksimointiin. Vaikka puun ensisijainen laatu on selvillä jo ennen sen prosessointia, niin laadun merkitys näkyy melkeinpä joka prosessivaiheessa ja siihen vaikuttavat prosessivaiheet ja niiden onnistuminen.

Puun laatuluokitukseen vaikuttavat pääasiallisesti oksien määrä, koko ja sijainti. Laatuluokat menevät seuraavasti: US, V, VI ja VII. Näistä (US) on paras ja näin ollen sisältää vähiten oksia ja eniten sydänpuuta. Laatuluokkaan VII menevät kaikki mitkä eivät toteuta edellä olleiden laatujen vaatimuksia. Laadut eroavat sahoittain jossain määrin, sillä jokainen saha määrittää omat laatuluokituksensa. Näin ollen sahoille on tärkeää heidän laatuleiman eli laivausmerkin maine ja pitää laadut tasaisena, jolloin asiakas tietää mitä tietyltä laadulta saa.

Suomessa yleiset sahattavat puulajit ovat mänty ja kuusi. Pohjois-Suomessa sahataankin vain näitä kahta ja näistä mänty on selvästi yleisempi. Kuusi ja mänty eroavat myös hinnaltaan hieman, joskin se määräytyy valtaosin suhdanteiden mukaan, kumpi on milloinkin kalliimpi. Suomessa ja varsinkin pohjoisessa puuta pidetään yleisesti laadukkaampana tiheän syyrakenteen, suuren sydänpuuosuuden ja pienemmän oksakoon ansiosta.

Tavaran hintaan vaikuttavat sen paksuus ja pituus ja erityisesti paksun ja leveän tavaran kohdalla, missä hinta nousee mitä suurempaa tavara on. Laaduittain hinta menee siten, että parhaasta laadusta alaspäin mentäessä seuraavan laadun hinta on noin 20-30% parhaasta laadusta, sekä siitä seuraavan laadun hinta 30-50% parasta laatua alhaisempi. Hintaan vaikuttaa suuresti sille tehdyt jatkojalostustoimenpiteet, kuten höyläys, kyllästys ja liimapalkkitavara. Sahalla voi olla myös oma maalauslinjasto, jolloin sahalla on mahdollista saada valmista maalattua tavaraa (Sipi 2006, 178).

Sahatavaran vienti on sahoille tärkeä asia, sillä suurin osa tuotannosta (noin 75%) menee vientiin. Vientimäärät ovat lisäksi olleet kasvussa viimeiset vuodet varsinkin Aasiaan, mikä kertoo suomalaisen sahatavaran kiinnostuksesta ja kilpailukyvystä maailmalla. Tämä siis huolimatta korkeista kuljetuskustannuksista varsinkin kaukaisiin maihin. Suomen sisällä kuljetus tapahtuu rekoilla ja rautatien välityksellä. Näistä rekkakuljetus on kalliimpaa, joka omalta osaltaan syö voittomarginaaleja. Ulkomaille kuljetus tapahtuu pääasiassa laivoilla.

## 6 YHTEENVETO

Sahatavaran valmistus tukeista aina valmiiksi tuotteeksi pitää sisällään monia vaiheita, missä jokaisella vaiheella on vaikutusta valmiiseen tuotteeseen. Tässä työssä käydään läpi näitä vaiheita, mitä ne pitävät sisällään ja miksi. Tukkien saapuminen sahalle ja niiden käsittely. Tukkien sahaus, sahatun tavaran lajittelu ja käsittely. Kuivausprosessin toteutus ja sen vaikutus lopulliseen tuotteeseen. Kuivan tavaran loppulajittelu, siihen käytettävät menetelmät sekä niiden toteutus.

Sahatavaraa on tuotettu jo vuosia, mutta tuotannossa tapahtuu kehitystä jatkuvasti. Nykyään on jo hyvin tavallista, että käytössä on puiden kuvaustekniikkaa sekä koneellisesti toteutettua optimointia ja laadun arviointia. Näitä pystytään hyödyntämään useissa eri tuotannon vaiheissa, mitä vielä joitain vuosia sitten suoritettiin manuaalisesti. Nämä seikat ovat samalla parantaneet sahojen tuottavuutta ja laadunhallintaa.

Laadukkaan lopputavaran ansiosta Suomen sahat saavat valtaosan tuloistaan viennistä, huolimatta pitkistä etäisyyksistä ja suurista kuljetuskustannuksista. Laadukkaan tavaran kysynnän kasvaessa, onkin tärkeää, että tuotannon vaiheissa ei tule tuotteeseen laatua laskevia vikoja. Hyvän laadun ylläpitäminen edesauttaa uusien tilauksien syntyä ja kasvattaa taloudellista hyötyä.

### Lähteet

Metsäteho, 10.8.2017. Tukkiröntgendata sahapuun ohjauksessa [verkkodokumentti]. Metsäteho oy raportti 243. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti\\_243\\_Tukkirontgendata\\_sahapuun\\_ohjauksessa\\_tr\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti_243_Tukkirontgendata_sahapuun_ohjauksessa_tr_ym.pdf) [viitattu 12.10.2017] 58s.

Mesfun S., Anderson J., Umeki K. & Toffolo A., 2016. Integrated SNG Production in a Typical Nordic Sawmill.

Sipi, Marketta. 2006. Puutuoteteollisuus 5 Sahatavaratuotanto. 3. täydennetty painos. Helsinki: Opetushallitus. 208 s.

Simpson, William T. 1991. Dry kiln operator"s manual. Agriculture handbook (United States. Dept. of Agriculture) ; no. 188. Madison, Wis. : U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1991: vi, 274 Pages