

Jennika Tattari

**Mäntytukkien kuoriprosenttien määrittäminen Metsäliitto  
Osuuskunta puutuoteteollisuus Merikarvian sahalla**

Opinnäytetyö

Syksy 2009

Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ähtäri  
Metsätaloustuotannon koulutusohjelma  
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU



## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Maa- ja metsätalouden yksikkö, Ähtäri  
Koulutusohjelma: Metsätaloustuotannon koulutusohjelma

Tekijä: Jennika Tattari

Työn nimi: Mäntytukkien kuoriprosenttien määrittäminen Metsäliitto Osuuskunta, puuteollisuus Merikarvian sahalla

Ohjaaja: Paula Avara-Pihlajamäki

Vuosi: 2009

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä: -

---

Opinnäytetyön aiheena oli luoda uudet kuoriprosentit Merikarvian sahan tukkilajitteluun. Kuoriprosentin avulla lasketaan kuorikorjauskerroin. Kuoriprosenttien tarkistaminen ja korjaaminen oli tärkeää, sillä mikäli kerroin ei pidä paikkaansa, saavat tukit väärän läpimitan. Tukin mennessä sahaukseen arvokasta raaka-ainetta menee hukkaan joko vajaasärmäisinä lautoina tai hakkeena. Tämä vaikuttaa suoraan sahan käyttösuhteeseen.

Työ lähti liikkeelle tukkien lokeroon osumatarkkuuden selvittämisellä, joka tapahtui kuorettomien läpimittojen mittaamisella. Näistä tuloksista piirrettyjen kuvaajien perusteella voitiin todeta, että kuorikorjaukset olivat melkein pä kaikissa lokeroissa jonkin verran väärät suuntaan tai toiseen. Mittasin tasaisesti koko tukkisumasta noin 540 tukin kuoren paksuuden, joiden pohjalta laadin ehdotukset uusiksi kuoriprosenteiksi kuorikorjauskertoimeen. Kuoriprosentit olivat halkaisijan suurentuessa kasvavia tyvi- ja latvatukille, mutta välitukien kuoriprosentti oli laskeva. Syy tällaiselle on kuoren paksuuden muutokset eri rungon osissa. Välitukissa kuoren paksuus ei juuri muutu, joten prosentti on laskeva.

Kuoriprosentteja voidaan käyttää Merikarvian sahan tukkilajittelussa, kun määritetään kuorikorjauskertoimia eri rungon osille ja läpimitoille.

Asiasanat: kuori, kuoriprosentti

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: Agriculture and forestry unit, Ähtäri

Degree programme: Forestry productions degree programme

Author: Jennika Tattari

Title of thesis: Determining of barkrate for pine logs in Metsäliitto Osuuskunta, woodproductionindustry, Merikarvias sawmill

Supervisor(s): Paula Avara-Pihlajamäki

Year: 2009 Number of pages: 33 Number of appendices: -

---

The subject for this thesis was to create a new bark rates for Merikarvias sawmill. With the bark rates you can count bark revision coefficients, which are very important for log sorter. If the coefficients are not correct, log will get a wrong diameter. When the log is sawn up, important raw material goes to waist either as a boards which are short edged or as a woodchips. This affects straight in to the occupation efficiency.

This work was started by measuring diameters without bark from different pigeon-holes. By measuring that, you can tell if the coefficients are not correct. With graphs, which were drawn from the results, was noticed that almost all of the coefficients were more or less wrong. So the thickness of bark was measured from about 540 logs. Logs were taken evenly from every diameter classes. Then suggestions for new bark rates were created. In butt- and top logs rates were increasing but in middle logs decreasing. That is because of the thickness of the bark in middle logs was almost the same although the diameter was increasing.

Keywords: bark, bark rate

## Sisältö

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ .....	2
THESIS ABSTRACT .....	3
1 JOHDANTO .....	5
2 MERIKARVIAN SAHA .....	6
2.1 Sahan historia .....	6
2.2 Nykyinen toiminta ja tuotanto .....	7
2 TUKKIEN KUORINTA JA MITTAUS .....	9
2.1 Tukista laudaksi .....	9
2.2 Kuorinta.....	12
2.3 Kuorikorjaus .....	14
2.4 Mittausmenetelmät sahalla .....	15
3 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	18
3.1 Tutkittavat tukkiluokat.....	18
3.2 Materiaalin kerääminen.....	19
4 TULOKSET .....	22
5 TULOSTEN TARKASTELU.....	28
5.1 Työskentelyn arviointi.....	28
6.2. Tulosten analysointi .....	29
6 LOPUKSI .....	31
7 LÄHTEET.....	32

## 1 JOHDANTO

Olen ollut useana kesänä töissä Metsäliitto Osuuskunnan puutuoteteollisuuden Merikarvian sahalla ja vuoden 2008 keväällä kysyin opinnäytetyölle aihetta. Kesällä sahan tehdaspäällikkö ilmoitti, että kuorikorjauskertoimen paikkansapitävyyttä täytyisi tutkia ja otin aiheen vastaan. Aihe kiinnosti minua, koska kuorikorjauksella on suuri merkitys puun käyttösuhteeseen, ja näin ollen työstä olisi paljon hyötyä yhtiölle.

Kun metsänomistaja myy puuta esimerkiksi Metsäliitto Osuuskunnalle, puuerän tilavuus mitataan yleisimmin tehdasmittauksena tukkimittarilla, jolloin myös puun kuori lasketaan tilavuuteen mukaan. Metsänomistaja siis saa rahan myös kuoresta, ei pelkästään puusta. Saha ei kuitenkaan voi tehdä sahausasetuksia näiden kuorellisten läpimittojen mukaan, koska kuorinnan jälkeen tukin läpimitta on eri kuin ennen kuorintaa. Avuksi on kehitetty kuorikorjaus, joka kertoo kuoren prosenttiosuuden koko tukin läpimitasta ja näin saadaan tukin todellinen, kuoreton läpimitta. Jos kuorikorjaus ei pidä paikkaansa, tukki saa väärän läpimitan. Kun tukista sitten sahataan lautoja, niistä tulee joko vajaasärmäisiä, tai sitten puuta menee hakkeeksi turhaan.

Opinnäytetyöni tarkoituksena on suorittaa ensin mittauksia kuoriprosentin oikeellisuuden tarkistamiseksi ja sen jälkeen tarpeen mukaan mitata läpimitta kuoren kanssa ja ilman kuorta tarvittavista tukkiluokista. Tulosten pohjalta laadin uudet ehdotukset kuoriprosenteiksi, joista voidaan tehdä uudet kuorikorjaukset. Merikarvian sahalla sahataan pelkästään mäntytukkia ja on tärkeää, että raaka-aine saadaan käytettyä mahdollisimman tarkkaan hyväksi.

## **2 MERIKARVIAN SAHA**

### **1.1 Sahan historia**

Merikarvian sahan perustivat Risto ja Kosti Kouhi vuonna 1972. Saha toimi tuolloin Kouhi Oy-nimellä. Oy Botnia Wood Ab vuokrasi sahan Kouhi Oy:n konkurssipesältä 1990 ja vuoden päästä tästä osti sen kokonaan. 1995 Merikarvian saha liitettiin vasta perustettuun Oy Metsä Timber Ltd:hen, jonka myötä 1998–1999 sahan tuotanto muutettiin kuusesta kokonaan mäntyyn. Vuosituhannen vaihteessa, vuonna 2000, nimi muuttuu jälleen kerran, kun Metsä Timber Ltd fuusioitui Finnforest Oyj:n kanssa. Nimeksi tuli Finnforest Oyj, Solid Wood Division, Merikarvian saha. Neljännen kerran nimeä muutettiin vuonna 2006, kun Finnforest Oyj sulautui yhteen Metsäliitto Osuuskunnan kanssa. Nykyisin saha on nimeltään Metsäliitto Osuuskunta, Puutuoteteollisuus, Merikarvian saha ja Finnforest säilyy tuotenimenä sen hyvän maineen vuoksi. (Merikarvian saha.)



KUVA 1. Merikarvian saha ( Merikarvian saha)

## 2.2 Nykyinen toiminta ja tuotanto

Merikarvian sahalla sahataan pelkästään kotimaista mäntytukkia teollisen sahauksena. Puun tarve on 432 000 m<sup>3</sup>/vuosi ja valmista sahatavaraa syntyy 220 000 m<sup>3</sup>. Käyttösuhde vuonna 2008 oli 2,15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Puun loppukäyttökohteita ovat puusepänteollisuus, höyläys, hirsitaloteollisuus, huonekalut, listat sekä liimapuulevyt ja –palkit. Vientiin tuotannosta menee 86 %. Eniten sahatavaraa viedään Pohjois-Afrikan maihin, Isoon Britanniaan ja Japaniin. (Merikarvian saha.)

Sahan linja koostuu pelkkahakkurista, nelivannesahasta, toisesta pelkkahakkurista ja pyörösahasta. Tukista irrotettava kuori poltetaan sahan lämpökeskuksessa, josta lämpö menee kuivaamoihin ja ylijäävä lämpö Merikarvian keskustaan kaukolämpöverkkoon. Hake menee MetsäRauman sellutehtaalle.

Valmista puutavaraa kuljetetaan kotimaassa pääasiassa rekoilla. Japaniin kuljetus tapahtuu Helsingistä satamasta konteilla. Muualle maailmaan puu viedään laivoilla. 40 % laivauksista tapahtuu Kaskisten satamasta ja loput 60 % muista satamista. Oma satama ei ole enää vuoden 1999 jälkeen ollut aktiivisessa käytössä suurten kuusilaivausten loputtua. Satamaa pystyisi käyttämään jokilaiva-tyyppinen alus, johon mahtuu puuta noin 4500 m<sup>3</sup>.

Saha ja tasaamo työskentelevät kahdessa vuorossa viitenä päivänä viikossa eli niin sanotussa 2/5 järjestelmässä. Vastaavasti kuivaamossa työskennellään kolmessa vuorossa viikon ympäri eli 3/7. Merikarvian saha työllistää yhteensä 73 henkilöä joista 14 on toimihenkilöitä. Lisäksi urakoitsijoiden työvoimaa on 15–20 henkilöä vaihtelevasti. (Tattari 2009.)



## 2 TUKKIEN KUORINTA JA MITTAUS

### 2.1 Tukista laudaksi

Kun tukit tuodaan sahalle, rekka ajaa ensin vaa'alle, joka punnitsee rekan ja määrittää sen avulla puiden tilavuuden. Seuraavaksi tukkien matka vie tukkilajitteluun (KUVA 2), jossa tukkimittari mittaa tukeista laserilla pituuden ja läpimitan. Lisäksi tukit läpivalaistetaan röntgenillä, jolloin nähdään puun sisällä olevat oksat ja muut viat. Tukit menevät myös metallinpaljastimen läpi, koska rungossa oleva metalli saattaa hajottaa vanne- tai pyörösahan. Tietokonejärjestelmä käsittelee tukista saamansa tiedot ja tukki putoaa oikeaan lokeroon, joita on 45 kappaletta. Tämän jälkeen tukit ajetaan tukkiluokkansa mukaan teloille odottamaan kuorintaa, josta kerron myöhemmin tarkemmin.



KUVA 2. Tukkilajittelija (Harri Tattari 2009).

Sahalla tukki menee ensin pelkkahakkuriin(KUVA 3), joka hakettaa tukin kaksi vastakkaista sivua, ja siitä vannesahalle (KUVA 4) joka sahaa kaksi lautaa molemmilta sivuilta. Sitten tulee taas pelkkahakkuri ja sen jälkeen pyörösaha (KUVA

5), johon saadaan laitettua enintään yhdeksän terää. Terät vaihdetaan aina sahausasetusten muuttuessa, eli noin kahden tunnin välein. Vannesahan terät vaihdetaan niin, että ensin ne löysätään ja sitten kaksi miestä irrottaa terän ylhäältä ja alhaalta. Vanha terä kääritään kasaan ja viedään teroitukseen. Uusi laitetaan paikalleen ensin ylhäältä ja sitten alhaalta. Pyörösahan terät vaihdetaan vetämällä kaikki terät akselilta pois ja laittamalla uudet tilalle. Laudat menevät sahauksesta automaattisesti laaduttavaan särmäykseen.



KUVA 3. Pelkkahakkuri.



KUVA 4. Vannesaha.



KUVA 5. Pyörösaha.

Sahauksen jälkeen laudat dimensiolajitellaan paksuuden ja leveyden mukaan, ri-  
moitetaan ja viedään kuivaamoon. Kuivaus tapahtuu kahdeksassa kamarikuivaa-  
mossa, jotka täytetään ja kuivataan kerralla kaikki kuivaksi. Lisäksi on yhdeksän  
jatkuvan kuivauksen kanavakuivaamoja. Niistä kuuteen laitetaan yksi uusi rivi sisäl-  
le ja toisesta päästä otetaan yksi pois. Loput kolme ovat niin sanottuja OTC-  
kanavia, joissa laitetaan kaksi riviä sisään ja kaksi pois. Niissä kuivaus tapahtuu  
kahdessa vaiheessa, esikuivaus on kanavan alkupäässä ja varsinainen kuivaus  
loppupäässä. Eri vaiheissa ilma kiertää eri suuntiin ja kuivaus on siksi tehokkaam-  
paa. (Tattari 2009.)

Kuivaamot ovat jatkuvassa käytössä ja sahan toiminta optimoidaan juuri kuivaa-  
mojen kapasiteetin mukaan. Laudat ja sydäntavara kuivataan 8-18 %:n kosteuteen  
loppukäyttökohteen mukaan, minkä jälkeen ne lajitellaan kamerajittelulla ja pake-  
toidaan. (Ojanperä 2007.)

## 2.2 Kuorinta

Tukkien kuorinta tehdään Merikarvian sahalla juuri ennen sahausta. Tähän on monia syitä:

- Kuorelliset tukit kestävät kolhuja paremmin. Järeiden pyöräkuormaajien siirrellessä puita ensin lajitteluun, sitten teloille ja lopuksi teloilta kuorintaan, pintavaurioita syntyisi helposti, jos kuorta ei olisi.
- Kuori suojaa tukkeja tuholaisilta, joita esiintyy sahojen tukkikentillä. Merikarvian sahan ympäristössä on nähtävissä ytimennävertäjätuhoja. Sinistäjäsenikään ei pääse pilaamaan puuta yhtä helposti.
- Karhea kuori pitää tukit pinoissaan tehokkaammin kuin sileäksi kuorittu puu. Näin tukkikenttä on turvallisempi ja tilanpuutteen yllättäessä telat saadaan kasattua korkeammiksi, kun tukit eivät vierä kasasta pois.
- Tukit pysyvät laadultaan parempina, kun ne eivät pääse kuivumaan kuoren estäessä veden haihtumisen.
- Mahdollinen lika jää kuoreen, eikä pääse tylsyttämään sahan teriä.

Kuorinta tapahtuu roottorikuorimakoneella (KUVA 6), jossa on kovametallista tehdyt teräpalat, jotka poistavat kuoren. Ne pyörivät sisäkehässä, joka on kiinni kiinteässä ulkokehässä. Tukit syötetään kuorimakoneeseen piikkirullien avulla. Terärunkoja säädetään paineilman avulla, jolloin ne painuvat kuoren ja puun väliin. Merikarviolla on kaksi kuorimakonetta, niistä suurempi pystyy kuorimaan halkaisijaltaan enintään 75 cm olevia tukkeja. Pienempi voi kuoria korkeintaan 66 cm olevia tukkeja ja ennen tätä konetta on myös pyörösievennin, joka sievistää tyvitukkien tyvessä olevan laajentuman. Sievennin on malliltaan kutterisievennin, joka pyörii tukin ympäri leikaten tyvilaajentuman pois. (Sipi 2006, 51–53, 56.)



KUVA 6. Roottorikuorimakone.

Tukkien syöttönopeus vaihtelee koon mukaan. Suuria tukkeja, joiden läpimitta on 30 sentistä ylöspäin, kuoritaan noin 30 metriä minuutissa. Näissä suurissa tukeissa on yleensä paksu kuori, jonka vuoksi nopeuden on oltava hitaampi. Välitukkeja, joissa on ohuempi kuori, voidaan ajaa suuremmalla nopeudella. Tällöin nopeus on 70m/min. Väli, jolla suuria tukkeja syötetään koneeseen, on 50–70 senttiä. Pieniä, halkaisijaltaan noin 15 senttiä olevia tukkeja voidaan kuoria nopeudella 100 metriä minuutissa, joka onkin kuorimakoneen maksiminopeus. Pikkutukit voidaan ajaa kuorimakoneeseen ilman välejä, katkeamattomana jonona. Tämä on kuorimakoneellekin parempi tapa, koska kuorimateriaalien ei tarvitse jatkuvasti avautua ja sulkeutua. Vuodenajalla on myös merkitystä tukkien kuorimanopeuteen, talvella kuoren ollessa jäässä nopeus on alhaisempi kuin kesällä, jolloin kuori irtoaa leikiten. (Kalliomäki 2009.)

Metsänarvioimistieteellisessä kirjallisuudessa kuoren paksuus tarkoittaa kuoren kaksinkertaista paksuutta. Kun kuoren paksuus vähennetään kuorellisesta läpimittasta, saadaan kuoreton läpimitta. (Kärkkäinen 2003, 81.)

Kuori koostuu jälsi-, nila ja kuorikerroksesta. Männystä kuori irtoaa suhteellisen helposti ja kasvukaudella suurin osa kuoresta irtoaa jo kaatovaiheessa metsässä. Normaalisti puun kuori irtoaa jälsikerrosta pitkin. Jos jälsikerros kuivaa varastoinnin aikana, liimautuu kuori tiukasti kiinni runkoon ja kuorinnassa jälsikerroksen yläpuolelle voi jäädä kuorta, tai vaihtoehtoisesti kuori irtoaa repien mukaansa myös puuainesta jolloin hävikki kasvaa. Rungossa esiintyvät viat, kuten oksaisuus, lenkous ja korot vaikeuttavat kuorintaa, jolloin kuorta saattaa jäädä runkoon. (Sipi 2006, 54.)

### **2.3 Kuorikorjaus**

Kuorikorjaus tarkoittaa kuoren prosentuaalista määrää puun läpimitasta. Kuorikorjaus on vakio eri rungon osille. Merikarvian sahan tukkilajittelussa käytössä olevat kuorikorjauskertoimet perustuvat kuoriprosentteihin, jotka on aikoinaan tutkittu. Niitä säädetään tarpeen mukaan, eli jos sahallä huomataan, että tulee paljon vajaasärmää, niin kuoriprosenttia pienennetään. Kuorikorjaus on erittäin tärkeä tieto sahalle, sillä kun tukit tulevat sahalle, ne mitataan kuorineen. Kuorellisella läpimitalla ei kuitenkaan voida tehdä sahausasetuksia, koska kuori poistetaan tukin päältä ennen sahausta, jolloin läpimitta olisi väärä. Sahausasetukset tarkoittavat kullekin tukkiluokalle läpimitan mukaan tehtäviä sahan terien keskinäisten etäisyyksien asettamista, jossa on tavoitteena saada puun arvokkain osa, eli sydänpuu hyödynnettyä mahdollisimman hyvin (Sipi 2006, 69). Asetteita tehtäessä on otettava huomioon lautojen ja sydäntavaran kuivausvara.

Sahalla lajittelussa käytettävä kuorikorjauksen kaava Visiometric oy:n mukaan on

$$\text{kuori\%} * d/100 + \text{kvakio} \quad (1)$$

jossa kuori% on prosenttikorjaus läpimittaan

d on lähtökohtahalkaisija

kvakio on vakiokorjaus, joka sahalla yleensä on nolla.

Idea opinnäytetyölleni lähti sahan johdon olettamuksesta, että kuorikorjauskertoimet eivät välttämättä pidä paikkaansa. Niinpä aloin tutkia tukkien osumatarkkuutta lokeroon mittaamaan tukkien kuorettomia läpimittoja. Osumatarkkuus kertoo, onko korjaus oikeassa vai ei, ja sen perusteella voisin syventyä niihin tukkiluokkiin, joissa heittoa on.

Kun kuorikorjauskertoimet saadaan tarkistettua ja tarpeen mukaan säädettyä kohdilleen, sahan käyttösuhte paranee, kun tukeista saadaan mahdollisimman paljon valmista ja hyvälaatuista sahatavaraa ja sydäntavaraa.

## 2.4 Mittausmenetelmät sahalla

Tukit käyvät läpi kolme eri mittausta ennen sahaukseen päätymistään. Heti sahalle tultuaan rekka ajaa vaa'alle (KUVA 7), joka punnitsee koko yhdistelmän painon. Punnitsemalla pysytään muuttamaan puiden paino kuutioiksi. Näin pysytään selvillä lajittelemattomien puiden, kuten kelirikkovaraston, määrästä. Vaaka kalibroi itse itsensä tekemällä otantoja. Kymmenen edellisen otannan keskiarvosta lasketaan kulloinenkin kerroin kuutioinnille (Ranta 2009.)



KUVA 7. Rekkavaaka (Harri Tattari 2009)

Tukkilajittelussa tapahtuu kaksi mittausta. Lisäyksenä pelkkään lasertukkimitariin on jo aiemminkin mainitsemani röntgenmittaus (KUVA 8). Aiemmin röntgenillä valaistiin vain hyvälaatuisen näköiset tyvitukit, mutta maaliskuun puolivälin jälkeen kaikki tukit menevät valaisun läpi. Röntgenvalaisu otettiin käyttöön Merikarvialla 2007 eikä se vielä ole kovinkaan yleinen käytäntö sahoilla.

Röntgenmittaus perustuu röntgensäteiden absorptioon, eli imeytymiseen, aineeseen. Kun säteet kulkevat valaistavan tukin läpi, ne vaimenevat. Erilaiset rakenteet puun sisällä vaimentavat säteilyä eri tavalla. Esimerkiksi tiheä aine imee säteilyä enemmän kuin harvempi, samoin kostea enemmän kuin kuivempi. Tukin läpäissyt säteily mitataan antureilla ja muutetaan digitaaliseksi, jolloin syntyy poikkileikkauskuvat tukista, jossa näkyvät oksat ja muut rungon sisällä olevat viat, joita ei silmin voi nähdä (Sipi 2006, 58–59). Kuvasta näkee myös sydänpuun osuuden. Näitä tietoja käytetään hyväksi lajittelussa, sillä oksaton lauta on erittäin arvokasta tavaraa.





KUVA 8. Röntgenmittari



KUVA 9. Tukkimittari

Lasertukkimittari (KUVA 9) suorittaa varsinaisen tukkien lajittelun. Se mittaa tukin tiedot; pituuden, paksuuden sekä rungon muodon. Näistä saadaan selville tukin tilavuus. Tukkimittari koostuu neljästä laserista ja kolmesta videokamerasta. Laserit piirtävät tukin pinnalle valoviivan, jonka kamerat kuvaavat ja josta tietokone laskee tukin muodon. Mittauksia otetaan viiden sentin välein ja niillä saadaan selville läpimitta, pituus, lenkous ja soikiokkuus. Tukin pituus saadaan mitattua pulssianturilla, joka rupeaa mittamaan, kun tukki menee valokennon ohi ja lopettaa, kun tukki taas on pois valokennon edestä (Sipi 2006, 64). Pulssimittari mittaa kuljettimen kulkemaa matkaa ja tunnistaa kuljettimen kulkusuunnan. Tietokone suodattaa mitaustuloksista pois oksat, riippuvat kuoret ja kaatolipat.

## 3 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 3.1 Tutkittavat tukkiluokat

Aluksi tutkiessani osumatarkkuutta mitattavaksi valittiin kuusi eri tukkiluokkaa. Pienikokoiset tukkiluokat kuten 27, 31,41 ja 43 valikoituivat mukaan siksi, että pienimmillä tukeilla (TAULUKKO 1) on suurin vaikutus käyttösuhteeseen, koska niille on vaikeampi laatia sahausasetuksia kuin isommille tukeille (Ranta 2009). Lisäksi luokat 27, 31 ja 35 ovat sellaisia tukkiluokkia, joista saatu puutavara menee Japanin markkinoille. Tämän vuoksi näiden luokkien tarkempi mittaus oli tarpeen. Muiden lokerojen tiedot sain tukkilajittelun tuotannon esimieheltä. Lajittelussa seurataan osumatarkkuutta kuukausittain, mutta otannat ovat heillä paljon pienempiä. Lokeroiden tietoja muutetaan sen mukaan, minkälaista puutavaraa menee kau-paksi. Niinpä alkuvuodesta mittaamieni lokerojen tiedot eivät enää ole välttämättä aivan samat.

Lokerossa 27 oli sekä väli-, että tyvitukkeja. Tässä tukkiluokassa huomasin jännittävän muutoksen kesken mittausten. Yleensä lokeroa mitatessani jompaakumpaa, tyvi-, tai välitukkaa on enemmän, tässä tapauksessa tyvitukkaa. Kuitenkin mitattuani noin 400 tukkia, yhtäkkiä välitukkeja alkoikin esiintyä enemmän, kuin tyvitukkeja. Syyksi tälle löytyi röntgenlajittelu. Kun kaikki tukit alettiin ajamaan röntgenin läpi, kyseiseen tukkiluokkaan alkoi tulla enemmän välitukkaa.

TAULUKKO 1. Lokerojen, joista tutkin osumatarkkuuden, lajittelutiedot

Lokero	Läpimitta (cm)	Rungon osa
27	17,5–18,79	väli- ja tyvitukkeja
31	18,8–20,29	latva- ja välitukkeja
35	21,2–22,89	väli- ja tyvitukkeja
40	22,6–23,29	väli- ja tyvitukkeja
41	16,9–18,09	väli- ja tyvitukkeja
43	15,6–16,89	väli- ja tyvitukkeja

### 3.2 Materiaalin kerääminen

Tukkien läpimittojen kerääminen kuoriprosentin oikeellisuuden tutkimiseksi tapahtuu manuaalisesti rullamitalla mittaamalla. Ensin pitää varmistua, että mittaa tukin varmasti latvapäästä, sillä joskus tukit ovat saattaneet pyörähtää väärin päin lokeeroon. Lisäksi on katsottava onko kyseessä latva-, väli- vai tyvitukki. Tyvitukki on ensimmäinen rungosta sahattava tukki ja siinä on havaittavissa yleensä selvä tyvilaajentuma ja paksua kaarnaa, kun taas välitukki on melko suora. Välitukissa voi kuitenkin olla myös tummaa kaarnaa tyvipäässä, mikä saattaa hämätä. Latvatukissa on pelkkää hilsekuorta ja oksia. Tukin tunnistamisen takia olen mitannut vain pinon päällimmäiset puut, joista pystyy varmuudella sanomaan, mikä rungon osa on kyseessä. Jos pinossa on ollut vain yhtä rungonosaa, niin olen ottanut puita myös telan keskeltä.

Läpimitta osumatarkkuuden määrittämisessä pyritään ottamaan läpimitta tukin poikkileikkausalan kapeimmasta kohdasta ilman kuorta. Se onkin yleensä melko helppo selvittää silmämääräisesti, koska harvoin poikkileikkaus on säännöllisen ympyrän muotoinen. Mittaamatta jätettiin sellaiset tukit, joista oli lohjennut suuri pala reunasta, joissa oli kaatolippa tai joissa oli piparkakkumainen poikkileikkaus (KUVA 10), jolloin kapeimman kohdan määrittäminen oli mahdotonta tai ainakin hyvin vaikeaa. Jos kapeimmasta kohdasta on ollut epäselvyyttä, olen ottanut pari, kolme

ristikkäistä mittausta ja kirjannut niistä pienimmän. Tulokset olen kirjoittanut manuaalisesti lomakkeelle. Jo mitatut puut olen merkannut spraylla, jotta en enää erehdyksessä mittaa samoja puita uudelleen. Normaalisti mittausta olisi suoritettu Masserin mittasaksilla, mutta juuri nyt kyseisiin saksiiin ei ole saatavilla sopivaa ohjelmistoa, joten käyttöön otettiin vanha kunnon rullamitta.



KUVA 10. Piparkakkumainen, kaatolipallinen ja lohjennut latvapää

Läpimitta on otettu millimetrin tarkkuudella. Inhimillinen virhe on tietenkin olemassa, koska välillä tukit ovat niin vaikeasti pinossa, että tarkkaa lukemaa on vaikea nähdä. Mittaustulokset ovat myös melko satunnaisesti tuotettuja, jolloin keskivirhe pienenee.

Kun olin tutkinut kuorikorjauksen oikeellisuutta ja todennut tehtaanjohtajan kanssa, että miltei kaikissa luokissa on pientä heittoa, aloin mitata koko tukkisumasta tasanaisesti kaikille läpimittaluokille kuoriprosenttia. Saadakseni mahdollisimman hyvin kaikki läpimitat ja rungon osat kattavan otannan, mittasin kustakin lokerosta noin 20 tukkia. Kuoren paksuuden saamiseksi täytyy mitata tukin läpimitta kuoren kanssa ja ilman. Kuoren paksuuden mittaukset tein muuten samoin, kuin edellisinkin mittaukset, paitsi, että mittausta tapahtui elektronisilla mittasaksilla (KUVA 11) joilla saa läpimitan tuhannesosan tarkkuudella. Tosin näin tarkkaa mittaa ei tarvitse ottaa, joten otin tuloksen sadasosan tarkkuudella. Mittasaksilla pystyin mittaamaan korkeintaan halkaisijaltaan 30 cm olevat tukit. Jos tukki oli isompi, piti jälleen ottaa rullamitta käyttöön. Vältin liian tiukkaa saksien puristamista, sillä kuori menee helposti kasaan ja tällöin mittaustulos voi olla useita malleja pienempi.



KUVA 11. Mittasakset

Mittaustulokset siirsin paperilta tietokoneelle Excel- ohjelmaan, jonka avulla tein ensimmäisistä mittauksista osumatarkkuutta kuvaavan pylväskaavion. Toisista, tukin kuoren läpimittaa tutkivista mittauksista, tein kaaviot eri rungonosille sekä kuoriprosentin muutoksesta, että kuoren paksuuden muutoksesta, koska kuvaajat tuovat erilaisia asioita esille. Lisäksi laitoin kuvaajiin trendiviivan, joka helpottaa uusien kuoriprosenttiehdotusten määrittämistä. Kuoriprosentin laskin jakamalla kuoren paksuuden kuorellisella läpimitalla.

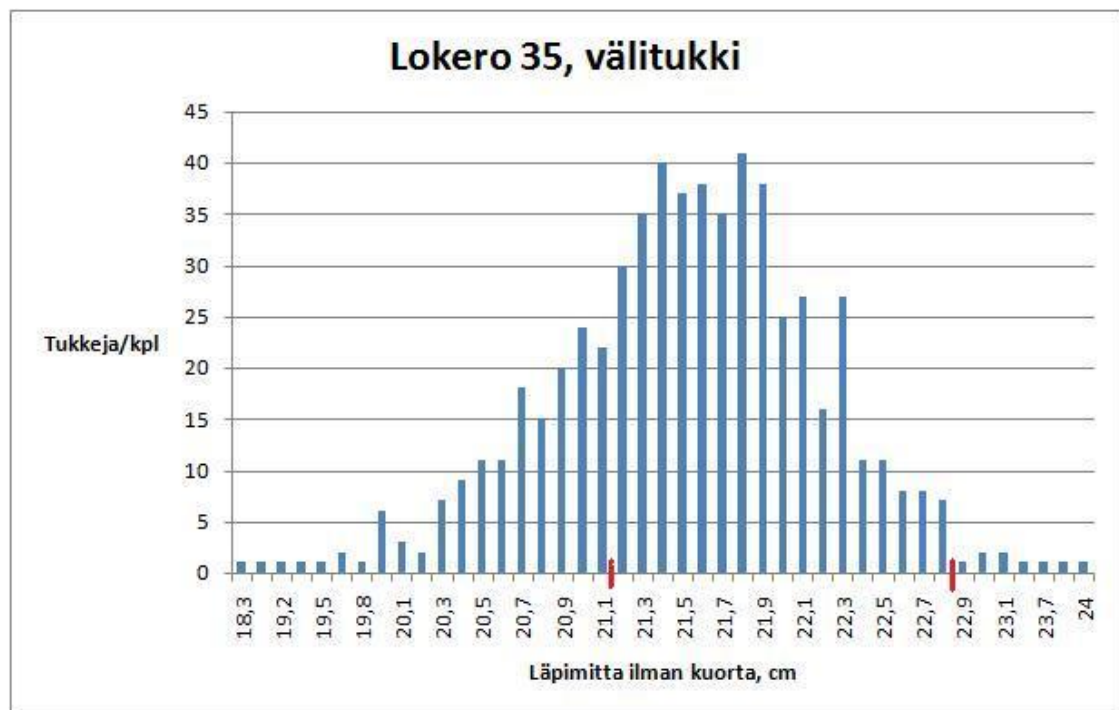
## 4 TULOKSET

Ensimmäiset mittaukset tein marraskuulla 2008 ja helmi-maaliskuussa 2009 kävin säännöllisemmin mittaamassa. Yhteensä tukkien mittaukseen kului 14 päivää joiden keskimääräinen pituus oli noin neljä tuntia. Toiset mittaukset tein syksyllä syyskuun ja lokakuun alkupuolen aikana. Niihin meni aikaa noin viisi neljän tunnin mittaista päivää.

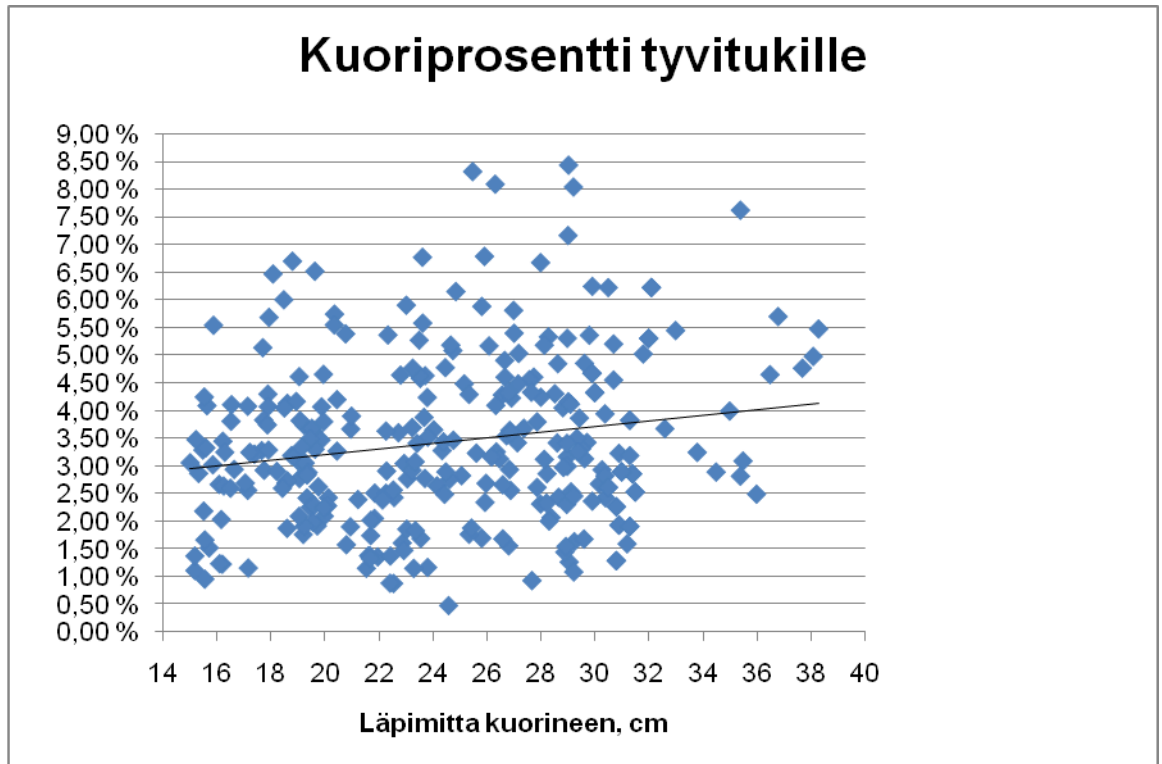
Ongelmana siis oli tukkien kuorikorjauksen paikkansapitävyys, joka sahausasetusten kautta vaikuttaa käyttösuhteeseen. Käyttösuhde tarkoittaa sitä, kuinka monta kuutiometriä kuorellista tukkia tarvitaan, että saadaan yksi kuutiometri sahatavaraa. Käyttösuhde on huonompi isoilla sahoilla lähinnä sen takia, että pienet sahat pystyvät ottamaan raaka-aineen ominaisuudet, kuten lenkous, mutkat ja korot, paremmin huomioon. Isoilla sahoilla tehokkuus on tärkeämpää. Käyttösuhdetta saadaan parannettua, kun sahattavasta tukkimäärästä saadaan enemmän valmista sahatavaraa, joka on mahdollista kun kuorikorjaus saadaan tarkistettua ja sen avulla läpimitat paikkansapitäviksi. Käytännössä käyttösuhteen parantaminen tapahtuu niin, että kun olen saanut kuoren paksuuden mittaukset suoritettua ja tehtyä taulukot ja kuvaajat läpimitoista, muutetaan tukkilajittelussa käytettäviä kuorikorjauksia pienemmiksi tai isommiksi sen mukaan, ovatko ne liian isoja vai liian pieniä. Tällöin tukkien läpimita muuttuu paikkansapitäväksi ja siitä saadaan sahatua mahdollisimman paljon täysisärmäisiä lautoja. Kuoriprosentti vaikuttaa suoraan tukista saatavan sahatavaran laatuun. Jos prosentti on liian pieni, tukkiin jää kuorittaessa kuorta jolloin vajaasärmäisissä laudoissa on myös kuorta.

Suoritin kattavia kuorettoman läpimitan mittauksia kuudelle tukkiluokalle, joista kustakin mittasin 350–600 tukkia sen mukaan, miten hyvin tukkeja oli. Kun laitoin tulokset Exceliin ja loin pivot-tilaukset tuloksista, pystyin piirtämään pylväskuvaajat, jotka kertoivat, ovatko lokeroon putoavat tukit oikean kokoisia. Osumatarkkuus ei kuitenkaan kerro sen tarkemmin, kuinka paljon kuorikorjaus on väärässä, vaan se

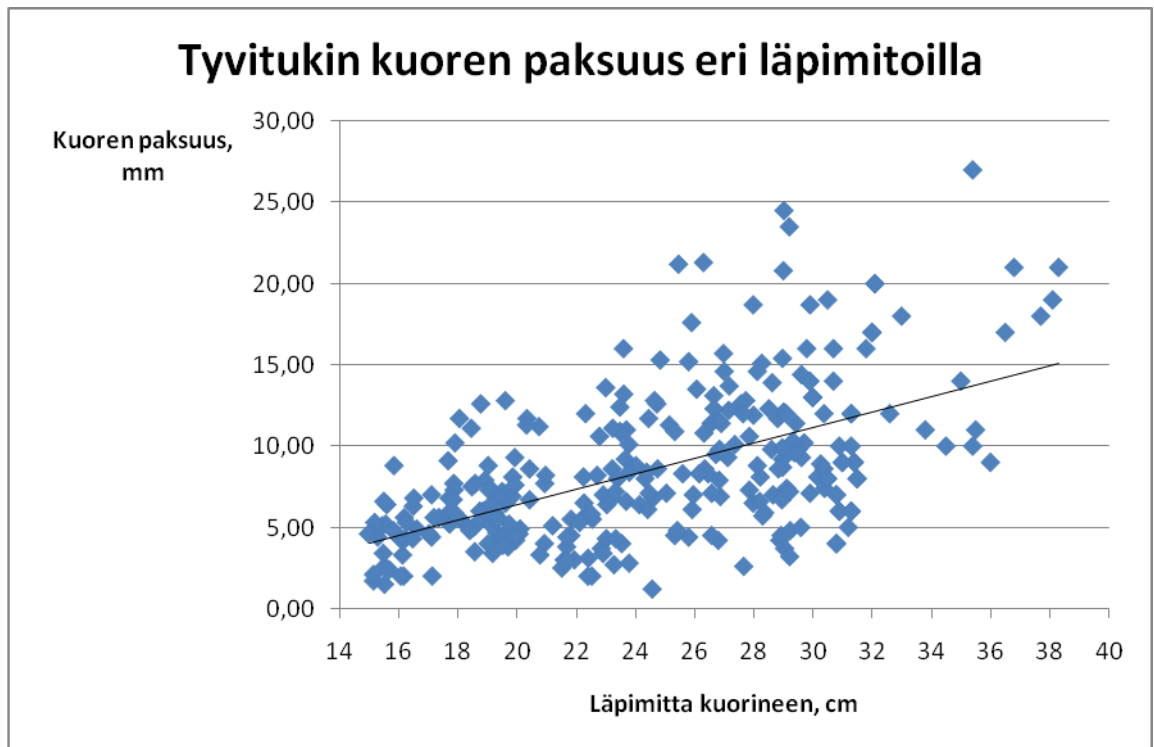
pitää mitata erikseen kuoren paksuutta mittaamalla. Alla on erään lokeron osumatarkkuuskuvaaja jossa punaiset viivat kertovat läpimittaluokan, jollaisia tukkeja lokerossa pitäisi olla. Kuten kuviosta 1 nähdään, normaalijakauman huippu ei osu keskelle tätä luokkaa vaan pienempään päähän. Tutkittuani tehdaspäällikkö Jarkko Vihervuoren kanssa piirtämiäni taulukoita, totesimme miltei kaikkien luokkien kuorikertoimien olevan enemmän tai vähemmän väärässä joko pienempään tai suurempaan suuntaan. Niinpä otin tasaisesti koko tukkisumasta noin 540 tukin läpimitat kuorineen ja ilman kuorta uusien kuoriprosenttien määrittämiseksi.



KUVIO 1. Osumatarkkuus lokeron 35 välitukeilla



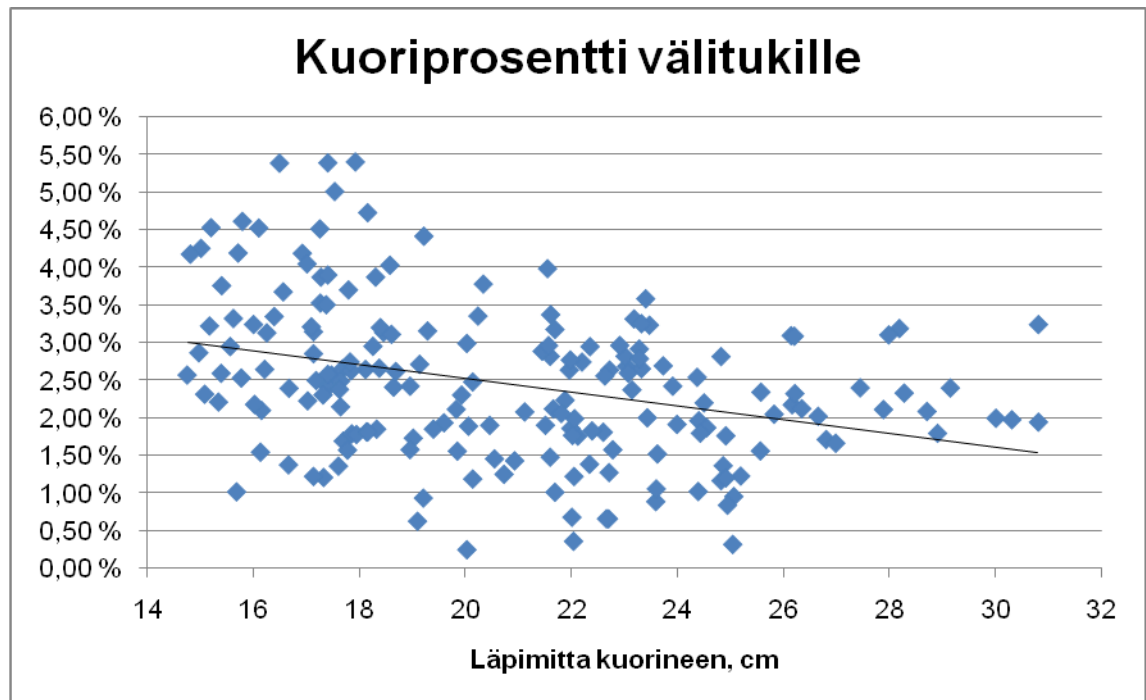
KUVIO 2. Kuoren prosentuaalinen osa tyvitukin läpimitasta eri läpimitoille.



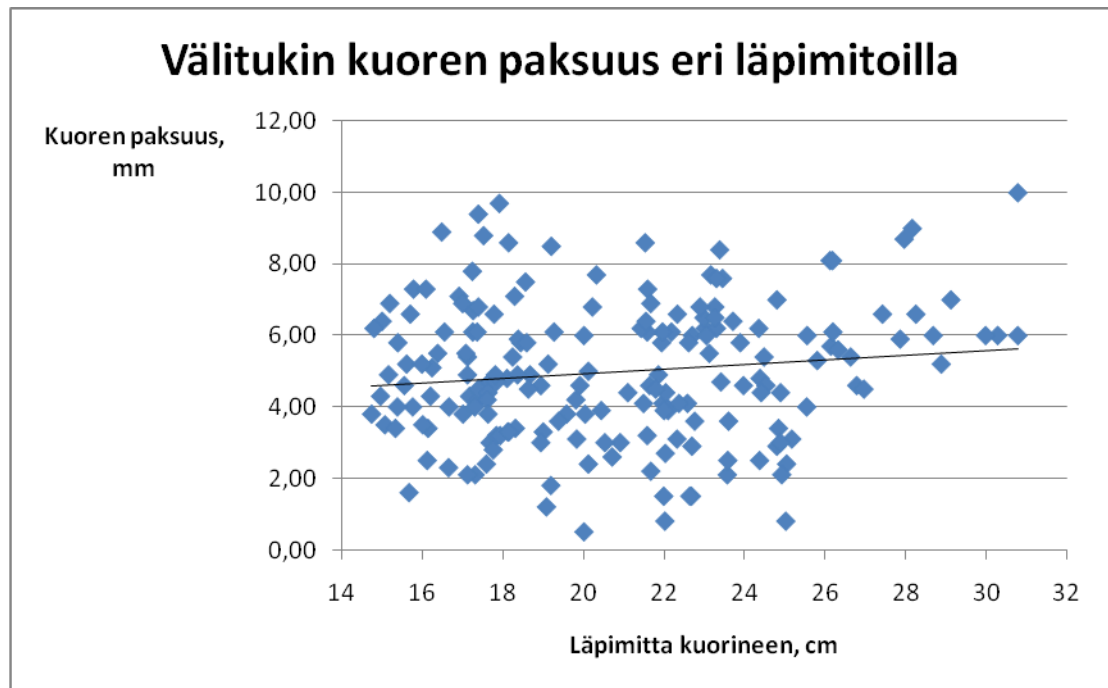
KUVIO 3. Tyvitukin kuoren paksuuden muutos eri läpimitoilla



Tehtyäni kuvaajan (KUVIO 2) tyvitukkien kuoriprosentista havaitsin, että pisteiden hajonta on erittäin laaja. Kuoren paksuudesta tekemäni kuvaaja (KUVIO 3) selvittää paremmin syytä hajonnalle, ja se johtuu kuoren paksuuden valtavasta vaihtelusta tyvitukeilla. Kuten kuviosta 5 nähdään, kuoren läpimitta vaihtelee noin parista millistä aina 25 milliin asti.

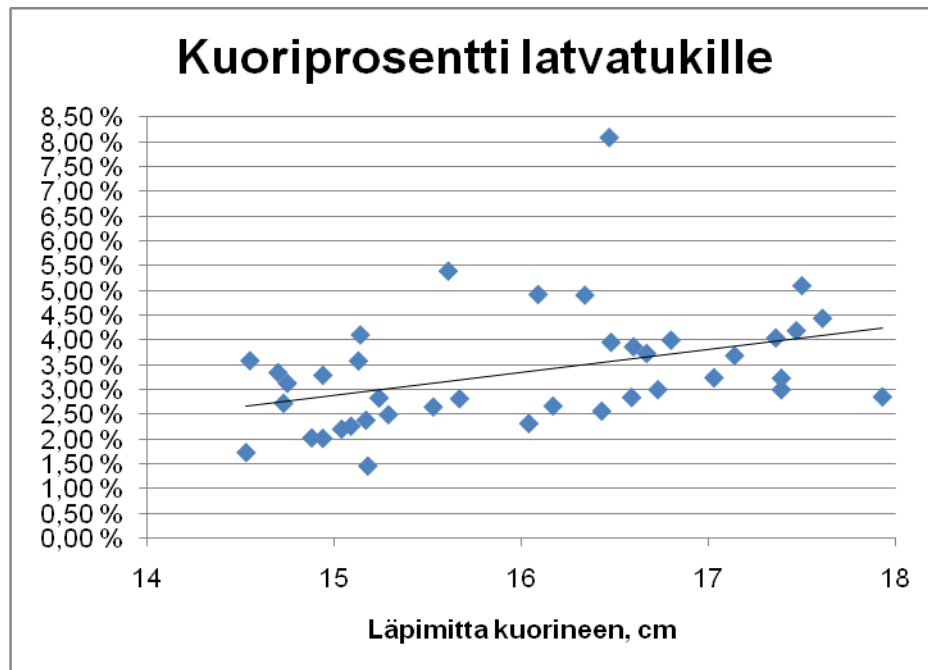


KUVIO 4. Kuoren prosentuaalinen osa välitukin läpimitasta eri läpimitoille

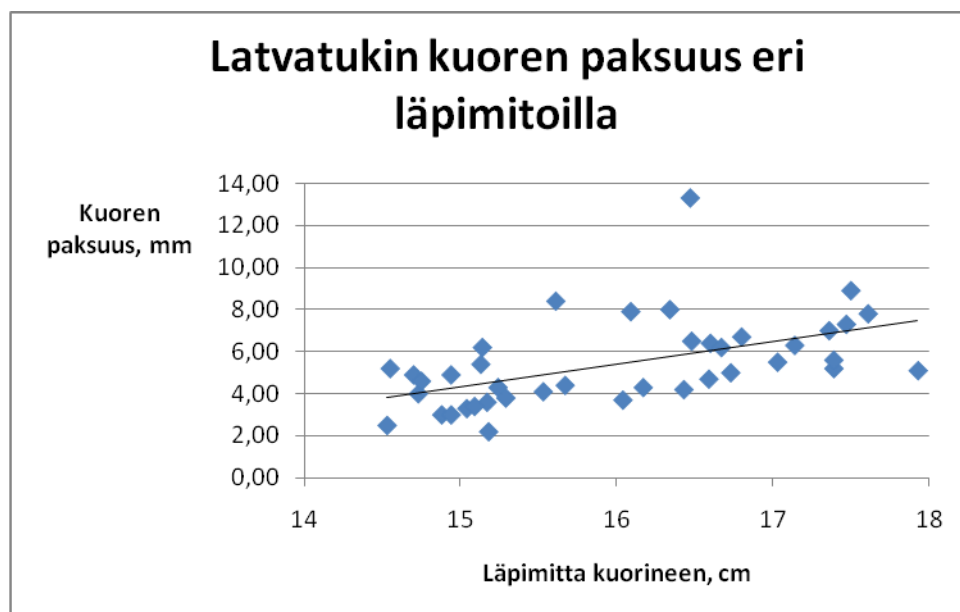


KUVIO 5. Välitukin kuoren paksuuden muutos eri läpimitoilla

Välitukin kuoriprosenttikuvaaja (KUVIO 4) näyttää myöskin melko hajanaiselta ja kaiken lisäksi trendikäyrä on laskeva. Syy näin oudolle käyrälle löytyy jälleen kuoren paksuuden kuvajasta (KUVIO 5). Nähdään, että keskimääräinen kuoren paksuus ei kasva kuin noin millin verran, vaikka halkaisija kasvaa noin 16 senttiä.



KUVIO 6. Kuoren prosentuaalinen osa latvatukin läpimitasta eri läpimitoille



KUVIO 7. Latvatukin kuoren paksuuden muutos eri läpimitoilla

Latvatukkeja ei Merikarvian sahalla kovinkaan paljoa ole, koska ymmärrettävästi kovin monen männyn latva ei ole yli 15 cm paksu. Tämän vuoksi latvatukeissa otanta jäi hyvin pieneksi. Se ei kuitenkaan haittaa, koska latvatukeilla ei ole niin

suurta merkitystä kokonaistuotannossa. Latvatukkien kuoriprosentti (KUVIO 6) kasvaa tasaisesti läpimitan kasvaessa. Sama nähdään kuoren paksuuden kuvajasta (KUVIO 7).

## 5 TULOSTEN TARKASTELU

### 5.1 Työskentelyn arviointi

Mielestäni onnistuin työssä melko hyvin. Ongelmia mittauksessa kuitenkin tuotti aluksi tyvi- ja välitukkien erottaminen. Onneksi kuitenkin opin hyvin nopeasti tunnistamaan tyvitukin. Syksyllä kuoren paksuuden mittauksissa ongelmia tuotti kuoren irtoaminen puusta, jolloin sellaisen tukin, jossa olisi ollut kuorta molemmin puolin, löytäminen oli välillä erittäinkin vaikeaa. Tukkien mittaamiseen kuluvan ajan arvioin väärin, koska aloittaessani tukkien mittaamisen loppusyksystä 2008 tukki- luokassa, jota silloin mittasin, oli erittäin paljon mitattavaa materiaalia. Niinpä ajattelin kaikkien puiden mittauksen sujuvan yhtä nopeasti. Jälkeenpäin ajateltuna ei olisi ollut yhtään huonompi idea käydä suorittamassa mittauksia enemmän jo ennen varsinaista opinnäytetyön tekemiseen varattua aikaa.

Tukkitelojen sijainti tukkikentällä tuotti välillä ongelmia, koska jos kyseisen lokeron oma tela oli täynnä, puita ajettiin sinne, missä tilaa oli, jolloin kyselin pyöräkuormaajakuljettajalta, mistä löytäisin puita lisää. Kerran kävi myös niin, että tukit, joita olin menossa mittaamaan, oli juuri sahattu eikä telalla ollut kuin korkeintaan 10 kuutiota tukkeja. Sääat ovat haitanneet jonkin verran mittausta. Välillä satoi lunta niin paljon, että kaikki tukkitelat olivat lumen peitossa, jolloin tyvi- ja välitukkien tunnistaminen oli mahdotonta paksun lumikerroksen alta.

## 6.2. Tulosten analysointi

Syy, miksi normaalijakauman huippu ei osumatarkkuuden kuvaajassa (KUVIO 1) osu keskelle, on helppo keksiä. Mikäli kuorikorjaus on liian iso, lokerossa on liian pieniä tukkeja. Sama pätee myös toisin päin, eli jos korjaus on liian pieni, lokeroon putoavat tukit ovat liian isoja. Sen mukaan jakauman huippu on joko liikaa vasempaan tai oikeaan reunaan. Kun lokeroon putoavat tukit ovat oikean kokoisia, on jakauman huippu keskellä tukeille asetettuja rajaläpimittoja.

Tyvitukkien kuoriprosentin ja kuoren paksuuden suureen vaihteluun vaikuttaa hyvin paljon se, miltä kohtaa runkoa tyvitukki on katkaistu. Jos katkaisukohta on paksun kaarnan alueella, kuori on luonnollisesti paksu. Jos katkaisukohta onkin ”välitukin puolella”, jossa kuori on miltei hilsekaarnaa, se on ohuempaa. Tietenkin myös puiden kesken on eroja, joissain puissa kaarnaa voi kasvaa korkeammalle kuin toisissa. Puun ikä vaikuttaa myös. Mitä vanhempi puu, sitä korkeammalle kaarna ulottuu. Ehdotukseni kuoriprosenteiksi tyvitukeille (TAULUKKO 2) perustuvat kuvaajaan (KUVIO 2).

TAULUKKO 2. Ehdotukset kuoriprosenteiksi männyn tyvitukille

Läpimitta/cm	Kuoriprosentti
16–20	3,1 %
20–24	3,3 %
24–28	3,5 %
28–32	3,7 %
32–36	3,9 %
36–38	4,0 %

Välitukkien vähenevä kuoriprosentti (KUVIO 4) ei tullut suurena yllätyksenä, koska mitatessani välitukkeja huomasin, että kuoren paksuuden vaihtelu ei ollut läheskään yhtä radikaalia, kuin tyvitukeissa. Välitukkien latvapään katkaisukohta on aina kilpikaarnan yläpuolella, jossa kuori on ohutta, noin 4,5 millistä 5,5:teen (KUVIO 5). Kuoriprosentin laskeva suunta johtuu halkaisijan kasvusta ja kuoren paksuuden pysymisestä ennallaan. Tällöin kuoren prosentuaalinen osuus läpimitasta

pienenee. Taulukosta 3 käyvät ilmi ehdotukseni kuoriprosenteiksi männyn välitukille.

TAULUKKO 3. Ehdotukset kuoriprosenteiksi männyn välitukille

Läpimitta/cm	Kuoriprosentti
15–19	2,8 %
19–23	2,5 %
23–27	2,1 %
27–31	1,7 %

Latvatukeilla kuoriprosentti kasvaa tasaisesti läpimittojen kanssa, vaikka välitukeilla kuori pysyi miltei saman paksuisena. Tämä kuitenkin on ihan järkeenkäypää. Mitä kapeampi on latvapään halkaisija, sitä lähempää latvasta tukki on katkaistu, ja latvassahan kuori ohenee. Kun taas mennään isompiin halkaisijoihin ja runkoa alaspäin, kuori paksunee. Taulukossa 4 ovat ehdotukset kuoriprosenteiksi männyn latvatukille.

TAULUKKO 4. Ehdotukset kuoriprosenteiksi männyn latvatukeille

Läpimitta/cm	Kuoriprosentti
15	2,90 %
16	3,35 %
17	3,80 %
18	4,25 %

## 6 LOPUKSI

Kun sain tehtäväkseni alkaa tutkia kuorikorjauksen vaikutusta käyttösuhteeseen, oli suunnitelmissa myös, että kävisin ottamassa pienet otannat joistain tukkiluokista myös Finnforestin Kyrön ja Lappeenrannan sahoilta. Kuitenkin aikaraja tuli vastaan jo pelkästään omalla sahalla. Kuten jo aiemmin olen työssäni sanonut, en olisi itsekään arvannut, että tukkien mittaamiseen kuluu aikaa miltei kaksi kuukautta ja että puun kuori irtoaa niin pitkälle syksyyn.

Tämän työn tekeminen opetti minulle pitkäjänteisyyttä. Aluksi mittasin loputtomalta tuntuvan määrä tukkeja ja työ olikin vasta puolessa välissä. Vaati sisua lähteä mittaamaan tukkeja päivä toisensa jälkeen. Opin myös paljon sahatavaran tuotannosta, metsätaloustuotannon suuntautumisvaihtoehdossa kun ei sahateollisuuden paneuduta kovinkaan tarkasti. Puiden jalostuksen tunteminen antaa aivan toisenlaisia perspektiiviä esimerkiksi puunhankintaan ja tukkien laatuun.

Lisätutkimuksen aiheita tähän työhön liittyen olisivat esimerkiksi kuorikorjauskerroksen vaikutus sahan käyttösuhteeseen ja sahausasetteisiin tai kuinka paljon saadaan kuorta tukeista.

Aivan lopuksi haluaisin kiittää Merikarvian sahan tehdaspäällikköä Jarkko Vihervuorta opinnäytetyön aiheen antamisesta, ohjaavaa opettajaani Paula Avara-Pihlajamäkeä erittäin hyvästä ohjauksesta ja isääni Harri Tattaria hyvistä neuvoista ja valokuvien ottamisesta. Kiitokset myös muille mukana olleille.

## 7 LÄHTEET

Elmes-tukinmittausjärjestelmä, mittaus- ja laskentaperiaatteet. 2001. Visiometric oy.

Kalliomäki, E. 2009. Kuorimakoneenhoitaja. Metsäliitto Osuuskunta Puutuoteteollisuus, Merikarvian saha. Haastattelu 4.3.2009.

Kärkkäinen, M. 2003. Puutieteen perusteet. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti.

Merikarvian saha 2009 Power Point-esitys.

Ranta, M. 2009. Tuotannon esimies, tukkilajittelu. Metsäliitto Osuuskunta Puutuoteteollisuus, Merikarvian saha. Haastattelu 10.3.2009.

Ojanperä, K. 30.8.2007. Röntgen tutkii tukit. [WWW-dokumentti]. Tekniikka ja talous. [Viitattu 10.3.2009]. Saatavana: <http://www.tekniikkatalous.fi/metsa/article45757.ece>

Sipi, M. 2002. Sahatavaratuotanto. Helsinki: Edita Oy

Tattari, H. 2009. Tuotannon esimies, tasaamo. Metsäliitto Osuuskunta Puutuoteteollisuus, Merikarvian saha. Haastattelu 12.3.2009.