

FOLIA FORESTALIA 135

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1972

PENTTI HAKKILA JA OLAVI SAIKKU

KUORIPROSENTIN MÄÄRITYS
SAHANHAKKEESTA

MEASUREMENT OF BARK PERCENTAGE
IN SAW MILL CHIPS

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
 N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
 N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennussmallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille.
 Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland.
 Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittaauksessa.
 Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy
 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70.
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuriapuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen.
 Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste.
 Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitus ja likipituisen kuusikuitupuun teossa.
 The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970
 Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista.
 On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä.
 On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö.
 Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela — Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä.
 On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä.
 Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö.
 Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970
 Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa.
 Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytuokkipuusto v. 1969—70.
 Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan värinän vaikutuksesta työntekijän käsiin.
 On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland.
 Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo — Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70.
 Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Foresty in national accounts.
 Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972.
 Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa.
 The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems.
 Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1972

Pentti Hakkila ja Olavi Saikku

KUORIPROSENTIN MÄÄRITYS SAHANHAKKEESTA

Measurement of bark percentage in saw mill chips

ALKUSANAT

Tutkimus on tehty Haketutkimustoimikunnan vuonna 1969 esittämän suosituksen sekä Sahateollisuuden Sivutuoteyhdistys ry:n ja Teollisuuden Paperipuuyhdistys ry:n vuonna 1970 tekemän aloitteen pohjalta. Se liittyy Oy Keskuslaboratorion samanaikaisesti tekemään tutkimukseen sahanhakkeen palakokajakautuman määrittämismenetelmistä.

Tutkimukseen liittyvät tilastolliset analyysit on suorittanut luonnontieteiden kandidaatti ARJA PANHELAINEN. Laboratoriotyöt on tehnyt ylioppilas VUOKKO KOKKONEN ja

konekirjoitustyön neiti RAIJA SIEKKINEN. Tutkimuksen eri vaiheissa on apua saatu etenkin Joutseno Pulp Osakeyhtiöstä, Oy Keskuslaboratoriosta sekä maisteri OLLI UUSVAARALTA. Käsikirjoituksen ovat Metsäntutkimuslaitoksen puolesta tarkastaneet professori VEIJO HEISKANEN ja professori KULLERVO KUUSELA.

Allekirjoittaneista on metsät.yo. OLAVI SAIKKU hoitanut kenttätyöt ja laatinut alustavan tutkimusselostuksen. Metsät.tri PENTTI HAKKILA on johtanut työtä ja kirjoittanut käsillä olevan julkaisun.

Helsingissä tammikuussa 1972

Pentti Hakkila

Olavi Saikku

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY IN ENGLISH	3
LYHENNELMÄ	4
1. JOHDANTO	4
2. MENETELMÄ JA AINEISTO	5
3. TULOKSET	6
31. Nykyinen käytäntö kuoriprosenttia määritettäessä	6
311. Näytteen otto	6
312. Kuoriprosentin mittaaminen	7
313. Mittaustulosten soveltaminen	7
32. Kuorinäytteelle asetettavat vaatimukset	8
321. Näytteenottoaika	8
322. Näytteen koko	8
4. KÄYTÄNNÖN JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	10
KIRJALLISUUTTA	12

Measurement of bark percentage in saw mill chips

ABSTRACT

The study was undertaken on the joint initiative of producers and users of sawmill chips. The purpose was to suggest a simple and uniform method for the determination of the bark percentage of chips.

In the first phase of the work an opinion poll was conducted at the most important pulp mills that buy chips. It appeared that each mill uses an original method that differs from the others at least to some extent.

In the second phase field experiments were made to elucidate the systematic and random variation of bark percentage within a truck load. No systematic variation was found. Further, the effect of the sample size on the accuracy of the bark percentage determination was studied.

The conclusion reached was that per-truck information should not be the aim, except when to the naked eye there seems to be so much bark that the lot may be unacceptable for pulping.

Because of the foregoing, the size of the

sample to be taken from a load can be limited to 3 litres. The sample may be taken from any part of the load except a surface layer of 30 cm during transport. In order to avoid random variation, however, it is proposed that the sample should consist of smaller grab lots taken from several places. The per-load 3 litre samples should be stored in a collecting vessel from which a mixed sample of 15–30 litres representing several loads should be taken at fixed intervals. The collecting period for one mixed sample could be, for instance, 24 hours or a week, depending on the magnitude of the deliveries to the mill in question and the hypothetical bark content.

It is suggested that the determination of bark percentage be simplified by disregarding the inner bark that adheres to a chip unless the same piece has some outer bark as well. This will speed up essentially the laboratory work and is probably acceptable at any rate in the sulphate pulp industry. The bark percentage must be calculated on a dry weight basis.

LYHENNELMÄ

Käsillä oleva tutkimus on tehty sahanhakkeen tuottajien ja käyttäjien yhteisen aloitteen pohjalta. Tavoitteena on ollut laatia ehdotus yksinkertaisesta ja yhtenäisestä hakkeen kuoriprosentin määrittämismenetelmästä.

Työn ensimmäisessä vaiheessa tehtiin tärkeimmillä sahanhaketta ostavilla tehtailla haastattelututkimus, jolla inventoitiin nykyisin käytettävät menetelmät. Osoittautui, että jokaisen tehtaan menetelmä on ainakin jossain määrin omintakeinen ja muista poikkeava.

Toisessa vaiheessa selviteltiin kenttäkokein kuoriprosentin systemaattista ja satunnaista vaihtelua autokuorman sisällä. Systemaattista vaihtelua ei esiintynyt. Edelleen tutkittiin näytteen koon vaikutusta kuoriprosentin määrittämistarkkuuteen.

Tutkimuksen perusteella esitetään, että kuormakohtaisiin mittaustuloksiin ei ole syytä pyrkiä. Poikkeuksena ovat kuitenkin tapaukset, jolloin kuorta näyttää silmämääräisesti olevan niin runsaasti, että erä saattaa olla keittohakkeeksi kelvotonta.

Edellisen johdosta voidaan kuormasta otet-

tavan näytteen koko rajoittaa 3 litraan. Näyte voidaan ottaa mistä tahansa kuorman osasta lukuun ottamatta kuljetuksen aikaista 30 cm:n pintakerrosta, mutta satunnaisvaihtelun välttämiseksi on tarkoituksenmukaista koostaa näyte useasta paikasta otetuista pienemmistä kahmaisueristä. Kuormittaiset 3 litran näytteet varastoidaan keräilyastiaan, josta sitten määräväliajoin otetaan useita kuormia samanaikaisesti edustava 15–30 litran sekoitettu näyte. Yhden keräilynäytteen edustaman aikajakson pituus voi olla esimerkiksi vuorokausi, viikko tai kuukausi asianomaisen tehtaan toimitusten suuruudesta ja myös oletettavasta kuoripitoisuudesta riippuen.

Kuoriprosentin määrittämistä voidaan yksinkertaistaa siten, että hakepalasessa kiinni oleva nila jätetään huomioon ottamatta, mikäli samassa palasessa ei ole myöskin ulkokuorta. Tämä nopeuttaa oleellisesti laboratoriotyötä ja lienee hyväksyttävissä ainakin sulfaattimassateollisuudessa. Kuoriprosentti tulee laskea kuivapainojen pohjalta.

1. JOHDANTO

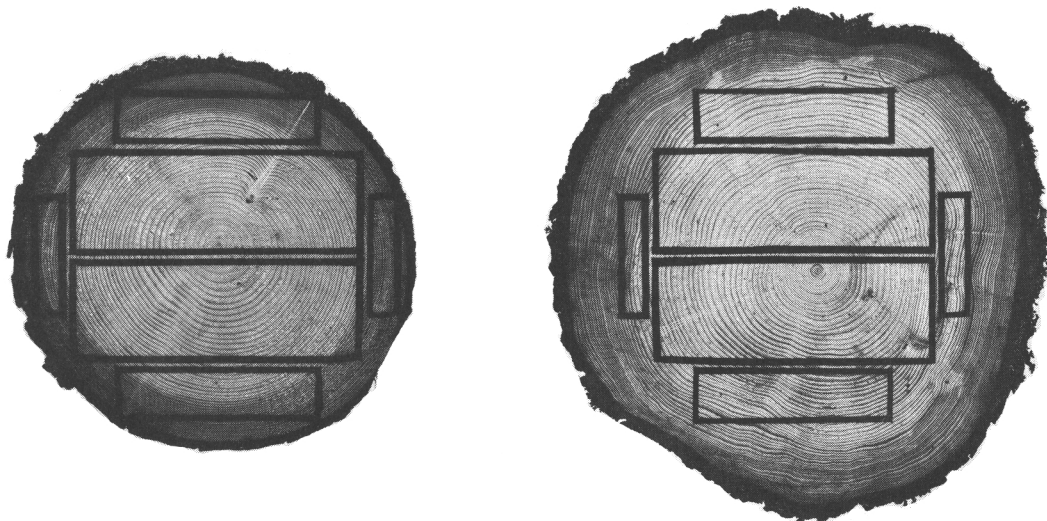
Kuori aiheuttaa massateollisuudessa monenlaisia vaikeuksia ja saattaa johtaa lopputuotteen laadun alentumiseen. Puuainekseen verrattuna kuori tuottaa alhaisen saannon, lisää kemialioitten kulutusta, nostaa sellun roskaisuutta ja heikentää sen vaaleutta. Kuoren hienot kuidut aiheuttavat myös keittolaitteitten sihtipinoilla tukkeutumia, mutta sellun lujuusominaisuuksia raaka-aineeseen jäänyt kuori tuskin käytännössä heikentää. Nilan haittavaikutukset ovat kuitenkin oleellisesti vähäisempiä kuin ulkokuoren.

Sahanhake valmistetaan pääasiassa sahauksessa tähteiksi jääneistä tukkien tyvipään pintaosista. Koska lähes kaikki kuoriaines jää sahauspintoihin (vrt. kuva 1), saadaan massateollisuudelle kelvollista sahanhaketta vain kuorituista tukeista, mutta niitäkin käytettäessä pyrkii kuoren osuus usein nousemaan liian korkeaksi. Täs-

tä syystä on sahanhakkeen kuoripitoisuudelle asetettu enimmäisraja, jonka ylittäminen johtaa hinnan asteettaiseen alenemiseen ja äärimmäistapauksissa tavarankorvaukseen.

Käytännössä ei sulfaattiprosessi, johon neljä viidennestä kotimaisesta sahanhakkeesta ohjautuu (vrt. HUTTUNEN 1970), häiriinny kuoren johdosta yhtä herkästi kuin sulfiittiprosessi. Laatuvaatimusten yksinkertaistamiseksi on hakkeen myyjien ja ostajien kesken kuitenkin sovittu yleisesti noudatettavasta enimmäisrajasta, joka käyttökohteesta riippumatta on aina samansuuruinen. Voimassa olevien vaatimusten mukaan kuorta sallitaan nykyisin korkeintaan yksi prosentti hakkeen kuivapainosta.

Sahanhakkeen kuoren kuivapainoprosentti on kesäaikana 0.5 ja talven vaikeana pakkaskautena 1.4 (UUSVAARA 1972). Jos talvikauden pituudeksi oletetaan neljä kuukautta,



Kuva 1. Esimerkki sahatavaraa valmistettaessa tähteeksi jäävien sahauspintojen määrästä ja kuoripitoisuudesta tukin latva- (vasen) ja tyvipäässä kuorimattomia tukkeja sahattaessa.

on keskimääräinen kuoriprosentti koko vuoden ajalta 0.8. Näin siis sahanhake käytännössä täyttää asetetut vaatimukset kyllä keskimääräisesti, mutta tietyissä oloissa ja yksityistapauksissa ylitetään enimmäisraja. Massan laadun tasaisuus kuitenkin edellyttää, että huomattavaa kuoriprosentin kohoamista ei tapahdu tilapäisestiäkään.

Hakkeen kuoriprosentin ja toisaalta myös palakojakautuman pysyttämiseksi vaaditulla tasolla vastaanottaja suorittaa laaduntarkkailua. Kustannussyistä tämä joudutaan rajoittamaan pienikokoisiin näytteisiin, joitten käyttöön aina liittyy epävarmuustekijöitä. Näytteen otosta ja käsittelystä ei ole kuitenkaan annettu yhdenmukaisia ohjeita, vaan kullakin tehtaalla noudatetaan vastaanottajapuolen useinkin satunnaisesti omaksumia menetelmiä.

Koska edellä kuvattu tilanne on aiheuttanut käytännössä sekaannusta ja tyytymättömyyttäkin, suositti Haketutkimustoimikunta (1969) mietinnössään tutkimuksen suorittamista sahanhakkeen kuoripitoisuuden ja palakojakautuman määrittämisestä. Kun vielä Sahateollisuuden Sivutuoteyhdistys ry. ja Teollisuuden Paperipuu-yhdistys ry. kesällä 1970 kääntyivät Oy Keskuslaboratorion ja Metsäntutkimuslaitoksen puoleen pyytäen pikaista tutkimusta asiasta, päättivät viimeksi mainitut ryhtyä välittömästi toimenpiteisiin näytteen oton ja käsittelyn yksinkertaistamiseksi ja yhdenmukaistamiseksi. Metsäntutkimuslaitoksen tehtäväksi jäi kuoriprosenttia koskeva osa työstä.

2. MENETELMÄ JA AINEISTO

Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin selvitys menetelmistä, joita eri tehtailla nykyisin käytetään sahanhakkeen kuoriprosentin määrittämiseksi. Tutkimus tapahtui haastattelemalla kuorinäytteen ottoa ja käsittelyä hoitavaa henkilöä

ja hänen esimiestään. Aineistoon sisältyvät maan pohjoisinta osaa lukuun ottamatta kaikki tärkeimmät sahanhaketta ostavat tehtaot, joista 10 valmistaa sulfaattimassaa, 4 sulfiittimassaa ja 1 liukomassaa.

Toisessa vaiheessa tutkittiin kuoriprosentin vaihtelua kuorman eri osien välillä tavoitteen selvittämiseksi, mistä kuorman osista edustava näyte on saatavissa. Tätä varten analysoitiin tarkoin kolme hakekuormaa, jotka olivat saapuneet tehtaalta 3, 30 ja 93 km:n etäisyyksiltä, ensimmäinen sorapintaista ja muut kestopäällysteistä tietä pitkin.

Kustakin kuormasta otettiin neljän litran suuruisia hakenäytteitä, pituuden, leveyden ja korkeuden suunnassa kolmelta tasolta eli yhteensä 27 paikasta kuormaa kohti. Kussakin suunnassa uloin näyte otettiin aina 30 cm:n etäisyydeltä kuorman reunasta. Jokainen neljän litran näyte jaettiin kahteen yhtä suureen osaan,

jotka näytteenottoaikojen merkitystä varianssi-analyysillä testattaessa edustivat toistohavainnot. Kaikkiaan käsiteltiin siis 162 kahden litran näytettä.

Kolmannessa vaiheessa pyrittiin löytämään tarkoituksenmukaisin näytekoko. Käytettiin osaksi edellä mainittua sekä osaksi erillistä, tätä tarkoitusta varten kerättyä aineistoa, joka sisälsi viisi näytesarjaa. Kukin niistä sisälsi 15 yhden litran suuruisia näytettä.

Näytteistä määritettiin kuoren tuore- ja kuivapainoprosentti. Laboratoriotyön yhteydessä suoritettiin myös suppea tutkimus kuoren erottamiseen kuluva ajasta.

3. TULOKSET

31. Nykyinen käytäntö kuoriprosenttia määritettäessä

311. Näytteen otto

Hakenäytteen keräämiseksi on kehitetty automaattisia menetelmiä, joilla pyritään eliminomaan subjektiivisuuden aiheuttamat virheet näytettä valittaessa (Mechanical. . .1969). Toistaiseksi ne ovat käytännössä saavuttaneet jalansijaa kuitenkin vain poikkeustapauksissa. Suomessa kerätään näyte aina käsin, ja ohjeitten puuttuessa kuorinäytteen otto on käytännössä muotoutunut ainakin jossain määrin omintakeiseksi lähes jokaisella tehtaallla.

Haastattelututkimuksen kohteina olleista osajista puolet ottaa kuorinäytteitä säännöllisesti, toinen puoli vain kuorman kuoripitoisuuden näyttäessä silmävaraisesti liialliselta. Ensinnä mainitussa ryhmässäkin osa lopettaa säännöllisen näytteenoton kesän ja syksyn ajaksi, koska kuoriongelmaa ei tällöin esiinny. Säännöllisesti jokaisesta kuormasta kuorinäytteen ottavista osa varastoi sen keräilyastiaan, jossa sekoitusta hakkeesta sitten otetaan uusi, useata kuormaa edustava näyte.

Näytteenottomenettely	Tehtaita, kpl
Säännöllisesti joka kuormasta erillisenä	3
Säännöllisesti joka kuormasta keräilyastiaan	3
Säännöllisesti tietyin väliajoin	2
Kuoripitoisuuden näyttäessä liialliselta	7
Yhteensä	15

Myös näytteenottoaikojen osalta käytäntö vaihtelee tehtaittain. Kaikki ottavat näytteen sattumanvaraiselta kohdalta kuormasta, toiset vain yhdestä mutta toiset taas useasta paikasta yhdistäen. Eräillä tehtaillla näyte pyritään kuitenkin valitsemaan kuorman pintakerroksen alapuolelta. Käytännöllisistä syistä otetaan näyte usein kuorman purkamisen jälkeen.

Lopullinen näytekoko, josta kuoriprosentti laboratoriossa määritetään, vaihtelee laajoissa rajoissa. Suurimmat näytteet ovat monasti keräilyastiaa käyttäen syntyneitä ja edustavat niiden usean kuorman keskiarvoja. Toisaalta on osa suurista 15 litran näytteistä Oy Keskus-

laboratorion standardin mukaisia palakokoja-kautumanäytteitä, jotka sellaisinaan käytetään myös kuorinäytteiksi.

Laboratoriossa tutkittavan näytteen koko, litraa	Tehtaita kpl
1	2
2	1
3	2
5	1
10	2
15	6
Tieto puuttuu	<u>1</u>
Yhteensä	15

312. Kuoriprosentin mittaaminen

Useimmissa tapauksissa otetaan kuoripitoisuutta mitattaessa huomioon kaikki näytteestä löytyvä kuori. Eräät tehtaat jättävät kuitenkin kuoresta pois hakepalasissa kiinni olevan nilan, mikäli siinä ei ole jäljellä ulkokuorta. Näin voidaan laboratoriokäsittelyä huomattavasti nopeuttaa, sillä erityisesti tuoreessa hakkeessa on puhtaan nilan erottaminen samanvärisestä puuaineesta vaikeata.

Mukaan luettavat kuoren osat	Tehtaita kpl
Kaikki kuoriaines	10
Ulkokuori, siihen liittyvä nila ja irallinen nila	4
Vain ulkokuori	<u>1</u>
Yhteensä	15

Tehtaitten välisillä kuorikäsitteen tulkinta-eroilla on käytännössä huomattava merkitys, sillä pääosa sahanhakkeeseen jäävästä kuoresta on nilaa. Ulkokuoren suhteellinen osuus on pienimmillään talven pakkaskautena, jolloin kuoriprosentin kurissapitäminen tuottaa sahanhakkeen valmistajille vaikeuksia, kuten seuraavat luvut osoittavat (UUSVAARA 1972).

	Kaarnan osuus kuoren kuivapainosta, %
Sahanhake kesäaikana	29
Sahanhake talviaikana	25
Paperipuuhake keskimäärin	40

Kuori irrotetaan hakepalasista kaikkialla käsin veistä apuna käyttäen ennen näytteen kuivaamista. Menetelmä on hidas ja rajoittaa niin ollen taloudellisesti hyväksyttävissä olevan kuorinäytteen kokoa, mutta muita vaihtoehtoja ei toistaiseksi ole tarjolla.

Kuoren määrä ilmoitetaan yleensä prosentteina koko näytteen tuore- tai kuivapainosta. Koska nilakuori on puuainetta kostempaa, on tuorepainoprosentti näistä kahdesta korkeampi ja johtaa nimellisesti samaa prosenttirajaa käytettäessä ankarampaan luokitukseen. Kun näet sahanhakkeen keskimääräinen kuoriprosentti on kuivapainosta laskettuna kesäaikana 0.5 ja talvella 1.4, on tuorepainoprosentti vastaavasti 0.6 ja 1.9 (UUSVAARA 1972).

Kuorimäärän laskemisperuste	Tehtaita, kpl
Tuorepainoprosentti	6
Kuivapainoprosentti	6
Kuivapaino g/l tai kg/i-m ³	<u>3</u>
Yhteensä	15

Eräät tehtaat ilmoittavat kuoren määrän grammoina litraa tai kiloina hakekuutiometriä kohti. Tällöin on enimmäisrajat kokemusperäisesti pyritty asettamaan yleisesti käytettyjä prosenttirajoja vastaavalle tasolle.

313. Mittaustulosten soveltaminen

Sahanhakkeen kuoripitoisuudelle käytännössä asetetut vaatimukset noudattavat yleensä myyjä- ja ostajapuolten järjestöjen välillä tehtyä sopimusta. Ilman hinnanalennuksia hyväksytty kuoren enimmäismäärä on sen mukaan 1 % kuivapainosta laskettuna. Rajan yli menevä kuoriprosentin osa aiheuttaa hakkeen hinnan alentumisen vastaavalla prosenttimäärällä nelinkertaisena, ja kuoren määrän ylittäessä 3 % tavaraa ei enää hyväksytä keittohakkeeksi.

Ankarista määräyksistä huolimatta kuoriprosenttirajan ylittämistä selvittää käytännössä usein vain huomautuksella. Sulfiittimassan valmistajat reagoivat liiallisiin kuorimääriin kuitenkin herkemmin kuin sulfaattimassatehtaat. Vuonna 1971 kohdistui vastaanottajan tekemistä reklamaatioista 69 % hakkeen palakokoon, 20 % kuoripitoisuuteen ja 11 % samanaikaisesti kumpaiseenkin (Sahateollisuuden ... 1971).

Haastatelluista ostajista kolmannes noudattaa sopimuksesta poikkeavia laatuvaatimuksia. Eräällä tehtaalla sopimuksen kuoripykälää ei huomioida lainkaan, niin että käytännössä sallitaan kuorta paljon tavanomaista enemmän. Eräät tehtaot taas sallivat kuivaa kuorta 1.5 kg/i-m^3 , mikä vastaa hieman vajaata yhtä prosenttia. Sahanhakkeen kuivapaino on näet Etelä-Suomessa männyllä 170 ja kuusella 154 kg/i-m^3 (UUSVAARA 1969).

Laboratoriossa mitattuja kuoriprosentteja sovelletaan eräissä tapauksissa vain tiettyyn kuormaan. Näin menetellään nimenomaan tehtailla, joilla kuorinäyte otetaan vain runsaasti kuorta sisältävistä kuormista. Muutoin on yleisenä suuntana todettavissa, että mitä suurempia ovat sahan toimittamat hakemäärät, sitä lyhyemmälle aikajaksolle hakkeen kuoriprosentti määritetään.

Mittaustulosten sovellutuskohteita Tehtaita, kpl

Yksityinen kuorma	4
Vuorokauden toimitukset näytteitten keskiarvona	1
Viikon toimitukset näytteitten keskiarvona	3
Kuukauden toimitukset näytteitten keskiarvona	4
Vastajailla ei selvää tietoa	<u>3</u>
Yhteensä	15

32. Kuorinäytteelle asetettavat vaatimukset

321. Näytteenottoaika

Hakkeen kuoriprosentti vaihtelee kuorman sisällä satunnaisesti sahatukkien kuorinnan tasaisuudesta riippuen. Lisäksi voidaan ajatella kuorman eri osien välillä esiintyvän systemaattista vaihtelua. Useasti lausutaan esimerkiksi olettamus, että pienikokoiset irralliset kuorenpalat saattavat valua ajon aikana kuorman alaosiin.

Systemaattisen vaihtelun selvittämiseksi kerättiin aineistoa kolmesta kuormasta, jotka kaikki sisälsivät varsin vähän kuorta. Selvityksen tavoitteen kannalta kuoriprosentin pienuutta ei kuitenkaan ole pidettävä vakavana häirtana.

Kuorman n:o	Ajomatka km	Kuorta %
1	3	0.15
2	30	0.03
3	93	0.12

Kustakin autokuormasta mitattiin kuoriprosentti 54 erillisestä kahden litran näytteestä, jotka aineistoluvussa kuvatulla tavalla oli kerätty kuorman eri osista ylintä pintakerrosta lukuun ottamatta. Tulokset on seuraavassa testattu varianssianalyysillä.

Vaihtelulähde	Vapausasteet	Varianssi	F-arvo
Yksityiset muuttujat			
Auto	2	0.208	22.74
Pituuslottuvuus	2	0.001	0.14
Leveyslottuvuus	2	0.019	2.13
Korkeuslottuvuus	2	0.001	0.05
Yhdysvaikutukset			
Auto x pituus	4	0.008	0.84
Auto x leveys	4	0.009	1.03
Auto x korkeus	4	0.009	0.96
Pituus x leveys	4	0.028	3.10
Pituus x korkeus	4	0.016	1.70
Leveys x korkeus	4	0.001	0.09
Koetoisto	81	0.009	
Jäännös	48	0.009	

Kuoriprosenttien alhaisesta tasosta huolimatta autokuormien välillä olevat erot ovat erittäin merkitseviä. Sitä vastoin näytteenotto-asteiden välillä ei voida osoittaa eroja. Erityisesti on huomattava, että näytteenottoaajan korkeus jää vaille merkitystä. Poikkeuksena on vain pituus- ja leveyslottuvuuksien yhdysvaikutus, joka sekään ei ole kuitenkaan merkitsevää 99 %:n luotettavuudella. Viimeksi mainitun muuta korkeampi F-arvo johtunee alhaisen kuoriprosenttiin liittyvästä satunnaisvaihtelusta.

Näyttää ilmeiseltä, että kuorinäyte voidaan ilman systemaattisen virheen pelkoa ottaa mistä osasta kuormaa tahansa. Poikkeuksen muodostaa luonnollisesti kuorman pintakerros, josta peräisin olevia näytteitä ei sisällynyt varianssianalyysiaineistoon. Kuorman pinnalta poistuu kuljetuksen aikana ilmavirtojen mukana suhteellisesti eniten hakkeen hienoimpia jakeita, ja siitä syystä saattavat pintakerroksen palakokajakautuma ja kuoriprosentti poiketa koko kuorman keskiarvoista. Onkin vältettävä hakenäytteen ottamista kuorman pintakerroksesta, mutta ainakin jo 30 cm:n syvyydestä saadaan edustava näyte.

322. Näytteen koko

Näytteen optimikoko määräytyy kuoriprosentin tasaisuuden, vaaditun tarkkuuden sekä

mittauskustannusten perusteella. Mitä epäsäännöllisemmin kuoripitoisuus vaihtelee kuormassa ja mitä suurempaan tarkkuuteen pyritään, sitä kookkaampi näyte joudutaan ottamaan. Laboratoriotyön kustannukset kasvavat kuitenkin suoraan verrannollisesti hakenäytteen koon mukana.

Edellisessä luvussa kuvattu kolmen hakekuorman aineisto osoitti, että kuoriprosentti ei vaihtelee systemaattisesti kuorman eri osien välillä. Sama aineisto antaa mahdollisuuden tarkastella myös kuoriprosentin satunnaisvaihtelua hyvin kuoritussa hakeessa. Jokaisessa tapauksessa tutkittiin 54 kuorman eri osista otettua kahden litran näytettä.

Kuorman n:o	Kuoren kuivapainoprosentin		
	keskiarvo	hajonta	variaatiokerroin
1	0.15	0.098	65
2	0.03	0.039	133
3	0.12	0.096	80

Jos hakeessa on todella vähän kuorta, saattaa yksikin suurehko kuorenpalane merkittävästi vaikuttaa pienikokoisen näytteen kuoriprosenttiin. Siitä syystä kahden litran erien kuoriprosenttien hajonta on keskiarvoon verrattuna tässä tapauksessa korkea. Kun mittauksen tavoitteena on kuitenkin vain varmistua siitä, että kuoren määrä ei ylitä asetettua yhden prosentin rajaa, johtaa kuormasta umpimähkääisesti otettu kahden litran näyte kaikesta huolimatta erittäin suurella varmuudella oikeudenmukaiseen tulokseen. Esimerkkitapauksessa ensimmäisen ja kolmannen kuorman kuoriprosentti todetaan 95 %:n luotettavuudella pienemmäksi kuin 0.35 %, ja toisella kuormalla on vastaava raja vieläkin alempana. Hyvin vähän kuorta sisältävän hakekuorman kuoriprosentin määrittämiseksi kelpaa siis mistä tahansa kuorman osasta otettu pienikokoinen näyte. Esimerkkitapauksen kahden litran näyte on kooltaan riittävä.

Vastaavasti voidaan osoittaa, että jos kuoren määrä selvästi ylittää keittihakkeen hylkäämiseen johtavan 3 %:n enimmäisrajan, kuoriprosentti kyetään määrittämään riittävällä tarkkuudella pienestäkin näytteestä. Niinpä kuormassa, jonka keskimääräinen kuoriprosentti oli 4.4, saatiin yhden litran suuruisen kuorinäytteiden hajonnaksi 0.25 %. Tämän mukaan antaa 95 % näytteistä tässä tapauksessa kuoriprosentin suuruudeksi vähintään 3.9. Toisin sanoen mahdollisuus, että pieni, vain litran suuruisen näyte johtaisi virheellisesti massan

valmistukseen kelvottomaksi katsottavan hakkeen hyväksymiseen, on erittäin epätodennäköinen.

Mittauksen tarkkuusvaatimukset ovat kuitenkin oleellisesti suuremmat liikuttaessa hinnoittelun kannalta kriittisellä alueella, kuoriprosenteissa 1–3 tai niiden lähituntumassa. Näytteeseen liittyvä kuoriprosenttivirhe näet kostautuu hakkeen hinnoittelussa nelinkertaisena. Kun sahanhakkeen keskimääräinen kuoriprosentti on vaikeimpana pakkaskautena 1.4, on mittauksilta tuolloin edellytettävä suurta tarkkuutta.

Esimerkkeinä pienikokoisen näytteen tarkkuudesta 1 %:n enimmäisraja lähestyttäessä esitettäköön seuraavat samasta kuormasta tehdyt mittaukset. Tässä tapauksessa otettiin neljästä eri kohdasta kuormaa kustakin 15 rinnakkaista litran näytettä. Ensinnäkin voitiin jälleen todeta, että kuorman eri osien välinen vaihtelu ei ollut merkitsevää.

Vaihtelulähde	Vapausasteet	Varianssi	F-arvo
Kuorman osien välinen	3	0.313	2.63
Näytteiden välinen	56	0.119	
Yhteensä	59		

Kuorman yhteensä 60 näytteen kuoriprosentin keskiarvo oli 0.89 ja hajonta 0.36 %. Voidaan päätellä, että kuorman keskimääräinen kuoriprosentti olisi 95 %:n luotettavuudella saatu litran suuruisen näytteen perusteella asettumaan välille 0.2–1.6, jolloin riski kuoriprosentin tuomitsemisesta virheellisesti sallitun yhden prosentin rajan (>1.05) ylittäväksi olisi ollut peräti 33 %.

Kooltaan vain litran suuruisen näyte ei näin ollen johda tyydyttävään tulokseen. Näytteiden välisen hajonnan perusteella voidaan nyt laskea, miten näytekoon suurentaminen lisää esimerkkitapauksessa mittauksien tarkkuutta, kun näyte koostetaan useista erillisistä litran kammuisista.

Näytteen koko,	Näytteiden välinen hajonta kuormassa, %	95 %:n luotettavuusrajat esimerkkitapauksessa, %
1	0.36	0.18 – 1.60
2	0.26	0.38 – 1.40
3	0.21	0.48 – 1.30
4	0.18	0.54 – 1.24
5	0.16	0.58 – 1.20
10	0.11	0.67 – 1.11
15	0.09	0.71 – 1.07

Mittausten luotettavuus kasvaa näytekoon mukana nopeasti 3–4 litraan saakka, mutta sen jälkeen litran lisäys näytteeseen kaventaa luotettavuusrajoja enää varsin vähän. Yksityistä kuormaa edustavan näytteen koon suurentaminen 3–4 litrasta tuskin vastaa tarkoitustaan.

On siis todettava, että kuoriprosentin ollessa joko hyvin pieni tai päin vastoin poikkeuksellisen korkea voidaan asianlaita riittävällä varmuudella osoittaa pienelläkin näytteellä. Kriittisellä vyöhykkeellä tarkkuusvaatimukset ovat kuitenkin suuremmat, koska jo 0.1 prosenttiyksikön virhemittaus kuoriprosentissa vaikuttaa

hakkeen hinnoittelussa nelinkertaisena. Tuoloin eivät suurimmatkaan nykyisin käytännössä esiintyvät näytekoot voi 5 %:n riskirajaa ylittämättä taata parempaa tarkkuutta kuin ± 0.2 prosenttiyksikköä, kuten seuraavat edellisestä esimerkistä johdetut lukusarjat osoittavat.

Näytteen koko, litraa						
1	2	3	4	5	10	15
Kuoriprosenttituloksen tarkkuus, prosenttiyksikköä						
0.71	0.51	0.41	0.35	0.31	0.22	0.18

4. KÄYTÄNNÖN JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Sahanhakkeen kuoriprosentti liikkuu erityisesti talvisaikana kriittisellä alueella, jolla vähäenkin mittausvirhe aiheuttaa muutoksen myös tavarann hinnassa. Jos jokaisen kuorman kuoripitoisuus pyrittäisiin määrittämään esimerkiksi 0.1 prosenttiyksikön tarkkuudella sallien enintään 5 %:n virheriski, jouduttaisiin käyttämään tavattoman suuria hakenäytteitä, mikä puolestaan merkitsisi hakkeen laaduntarkkailukustannusten huomattavaa nousua. Eri tehtailla käytettävistä näyteyksiköistä suurin, 15 litran näyte, antaa sekin vain 0.2 prosenttiyksikön mitaustarkkuuden.

Edellisen vuoksi ei kuoriprosentin määrittämistä jatkuvasti kuormakohtaisena voida pitää tarkoituksenmukaisena. Eräitten tehtaiten jo omaksuma käytäntö, jossa kuormittaiset näytteet varastoidaan keräilyastiaan useata kuormaa edustavan keskiarvonäytteen ottamiseksi, johtanee halvemmin kustannuksin yhtä tasapuoliseen ratkaisuun. Kerrallaan laboratoriossa käsiteltävän erän suuruus jää riippumaan toisaalta hakekuormien saapumistiheydestä sekä toisaalta kysymyksessä olevan toimituserän oletetusta kuoripitoisuudesta. Esimerkiksi pakkaskaudella lie-nee paikallaan tyytyä lyhyempiin aikaväleihin, ja kesäaikana taas saattaa olla mahdollista harventaa näytteen kohteeksi valittavien kuormien lukua. Keskimäärin tulisi keräilynäytteen kuitenkin koostua vähintään kymmenestä kuormasta.

Massan laadun tasaisuuden kannalta on kohdalokasta, jos keittoerään joutuu haketta, jonka kuoriprosentti ylittää asetetun 3 %:n ehdottoman enimmäisrajan. Tämän mahdollisuuden estämiseksi tulee vastaanottajalla olla oikeus käsitellä silmävaraisesti poikkeuksellisen heikosti kuoritulta näyttävä hake-erä tarvittaessa keräilynäytteestä erillään. Mikäli hake ei tuolloin täytä keittohakkeen vaatimuksia, se hylätään. Näytteen vähimmäiskoon on tuolloin oltava 5 litraa, ja mikäli kuoriprosentti asettuu aivan sallitun enimmäisrajan tuntumaan, ei hakkeen hylkäämiseen johtavaa päätöstä ole syytä tehdä pienemmän kuin 10 litran näytteen perusteella. Jos kuoriprosentti ei kohoakaan yli sallitun rajan, voidaan kyseistä kuormaa edustava, kooltaan tavanomainen hakenäyte lisätä keräilyastiaan muitten näytteitten joukkoon.

Kuormasta otettavan, keräilyastiaan varastoitavan näytteen suuruudeksi riittää 3 litraa. Näytteenottoaikka voi muutoin sijaita missä tahansa kuormassa, mutta on kuitenkin vältettävä keräämästä näytettä aivan kuorman pinnalta. Ottamalla näyte ainakin 30 cm pintakerroksen alapuolelta vähennetään myös subjektiivisuuden mahdollisuutta. Kuorman sisällä esiintyvän satunnaisvaihtelun vaikutus tuloksiin heikentyy, jos 3 litran näyte koostuu useata eri paikasta otetusta osanäytteestä. Virhemahdollisuus pienenee näytteenotokustannusten silti oleellisesti muuttumatta.

Keräilyastiaan kertyneet kuormittaiset näytteet on sekoitettava huolellisesti, minkä jälkeen näin syntyneestä näytteestä otetaan laboratoriotutkimuksia varten 15–30 litraa haketta. Tätä pienempi lopullinen näyte tuntuu hyväksyttävältä vain silloin, kun kuoriprosentti näyttää aivan ilmeisesti jäävän asetetun yhden prosentin rajan alapuolelle. Laboratoriotutkimusten aikana riippuu haketoimitusten tiheydestä ja todennäköisestä kuoriprosentista. Suurimmilla toimittajilla se voi olla ehkä vain vuorokausi tai viikko, pienemmillä kuukausikin. Ositetun otannan periaatteen mukaan voidaan laskea, että esimerkiksi 10 kuormasta näin kerääntyvä yhteensä 30 litran näyte johtaa ± 0.10 – 0.15 kuoriprosenttiyksikön tarkkuuteen. Jos laboratorioskäsitelyyn viedään tästä vain 15 litraa, päästävien edelleenkin ainakin 0.2 prosenttiyksikön tarkkuuteen. Mikäli näytettä ei kerätä jokaisesta kuormasta, tarkkuus luonnollisesti heikkenee.

Kun kuori erotetaan hakkeesta todella huolellisesti, muodostuu näytteen käsittely hitaaksi. Mitä enemmän kuorta on, sitä kalliimmaksi käy laboratoriotyö. Tässä tutkimuksessa kului kuoren erottamiseen 10 minuuttia hakelitraa kohti, kun kuorta oli runsas prosentti hakkeen kuivapainosta.

Ruotsissa (APPERT 1970) ja paikoin meilläkin on käytössä menetelmä, jossa kuoreen ei lueta hakepalasessa kiinni olevaa nilaa, mikäli siinä ei ole mukana myös ulkokuorta. Näin

voidaan näytteen käsittelyä nopeuttaa, sillä juuri edellä mainittu osa kuoresta hidastaa työtä tuntuvasti. Tämän periaatteen omaksuminen merkitsee itse asiassa myös sallitun kuorimäärän lisääntymistä, mutta ainakin sulfaattimassateollisuus, sahanhakkeen pääasiallinen käyttäjä, voinee tarkoituksenmukaisuussyistä hyväksyä pienen lisäyksen nimenomaan nilakuoren määrässä. Sulfiittimassateollisuudessa vaatimukset ovat toisaalta ankarammat, joten sen osalta muutos lienee vaikeammin toteutettavissa.

Kuoriprosentti tulee aina laskea hakkeen kuivapainosta. Vain kuivapainot antavat todellisen kuvan kuoren osuudesta ja sen aiheuttaman haitan suuruudesta.

Esitetty ehdotus sahanhakkeen kuoriprosentin määrittämiseksi noudattelee pääkohdiltaan Oy Keskuslaboratorion suositusta (vrt. SAUKKONEN 1971), jota laadittaessa käsillä olevien tulosten ennakkotiedot ovat olleet jo käytettävissä. Tärkein ero on keräilyastian käyttö, johon tässä on päädytty toisaalta kustannussyistä sekä toisaalta siksi, että esimerkiksi 3 litran näyte johtaa vain 0.4 prosenttiyksikön tarkkuuteen. Tätä taas ei voida pitää riittävänä, eikä kuormakohtaisen tiedon tavoittelu johda kuitenkaan toivottuun tulokseen. Keräilyastiamenetelmällä on mahdollista saavuttaa pienemmin kustannuksin tyydyttävä tarkkuus pitemmän ajanjakson keskiarvoille.

KIRJALLISUUTTA

- APPERT, E. 1970. Sahanhakkeen kauppa ja laatuvaatimukset sekä ostajan ja myyjän välisen yhteistyön kauppa Ruotsissa. Sahamies n:o 1.
- Haketutkimustoimikunta. 1969. Sahanhake ja paperipuu hake massan raaka-aineena. Sahamies n:o 1.
- HUTTUNEN, TERHO. 1970. Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1968–1970. Folia Forestalia 90.
- Mechanical system takes chip samples. World Wood. March 1969.
- Sahateollisuuden Sivutuote yhdistys r.y. Kierto-
kirje n:o 5/1971.
- SAUKKONEN, M. Hakkeen näytteenotto- ja laatuanalyysimenetelmät. Oy Keskuslaboratorio. Seloste 1045. Ei julkaistu.
- UUSVAARA, OLLI. 1969. Sahanhakkeen tiheys ja paino. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 67.3.
- UUSVAARA, OLLI. 1972. Tutkimuksia sahanhakkeen ominaisuudesta. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 75.4.

- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 **Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.**
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentään (Hylobius abietis L.) tuhoilta.
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätilastollinen vuosikirja 1970.
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 **Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.**
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 **Aarne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.**
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 137 **Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.**
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää