

# ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 86, 1968

Sahaustuloksen määrä ja laatu havutukkien  
kenttäpyörösaauksessa  
The quantity and quality of the sawing yield  
in sawing coniferous logs with circular saws

Bror-Anton Granvik



SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

### **Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran kirjastolle, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

### **Publications of the Society of Forestry in Finland**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions and exchange inquiries can be addressed to the Library: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

### **SAHAUSTULOKSEN MÄÄRÄ JA LAATU HAVUTUKKIEN KENTTÄPYÖRÖSAHAUKSESSA**

*THE QUANTITY AND QUALITY OF THE SAWING YIELD  
IN SAWING CONIFEROUS LOGS WITH CIRCULAR SAWS*

BROR-ANTON GRANVIK

HELSINKI 1968

## ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimus muodostaa kolmannen osan siitä tutkimussarjasta, jonka TYÖTEHOSEURA ry. pani alulle selvittääkseen kenttäpyörösahaustuksen käyttömahdollisuuksia maassamme. Ensimmäinen osa (GRANVIK-LEVANTO 1952) käsittelee eräiden Puolan ja Englannin ratapölkkyrajien sahausta ja toinen on työtieteellinen tutkimus Suomessa tapahtuvasta kenttäpyörösahaustuksesta (GRANVIK 1967). Kolmas osa liittyy suoranaisesti toiseen sikäli, että molempien tutkimusten aineistot on kerätty samanaikaisesti samoilta sahoilta. Sen tehtävänä on selvittää kenttäpyörösahaustuksessa syntyneen sahaustuloksen määrä- ja laatukysymyksiä.

TYÖTEHOSEURA ry. on kustantanut kenttätyöt ja valtaosan aineiston käsittelystä. Seuralle sekä sen tutkimushenkilökunnalle ja laskuapulaisille esitän lämpimät kiitokseni. Samoin haluan kiitollisena muistaa niitä sahanomistajia, jotka avasivat laitoksensa tutkimuksen suorittamista varten. Erityisesti haluan kiittää professori KALLE PUTKISTOA ja professori VELJO HEISKASTA, joilta olen käsikirjoitusvaiheessa saanut arvokasta apua. Olen saanut työni päätökseen SUOMEN LUONNONVARAIN TUTKIMUSSÄÄTIÖN myöntämän taloudellisen avun turvin, ja SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA on ottanut sen julkaisusarjaansa. Tämän totean suuresti kiitollisena. Aineiston käsittelystä olen neuvotellut professori SAKARI MATILAN kanssa ja maisteri ESKO KOIVUSALO on tarkastanut käsikirjoituksen kieliasun. Metsänhoitaja KARL-JOHAN AHLSTED on kääntänyt englanninkielisen tiivistelmän. Heille kaikille lausun parhaat kiitokseni.

Helsingissä toukokuussa 1968

*Bror-Anton Granvik*

## SISÄLLYS

	Sivu
1 Johdanto .....	5
2 Tutkimusmenetelmät .....	7
21 Aineiston keruu .....	7
22 Aineiston käsittely .....	8
3 Tutkimusaineistot .....	9
4 Tutkimustulokset .....	10
41 Sydäntavaran sahaus .....	10
411 Yleistä .....	10
412 Sydäntavaran sahauksen hyötysuhde tukkien latvaläpimittaluokittain .....	11
413 Sydäntavaran sahauksen hyötysuhde puulajeittain ja tukkien laatuluokittain .....	12
414 Sydäntavaran pituus .....	13
42 Pintalautojen särmäys .....	15
421 Pintalautojen määrä ja laatu .....	15
422 Särmäyksen raaka-ainetase .....	20
43 Sahaustulos .....	20
431 Sahatavaradimensiot .....	20
432 Raaka-aineen käyttö .....	22
433 Sahatun tavaran laatu .....	25
44 Epämittaisuus .....	26
441 Yleistä .....	26
442 Syrjien epämittaisuus .....	26
443 Lappeiden epämittaisuus .....	29
444 Kiilamaisuus .....	31
445 Sahatavaran kuivumisesta aiheutuva epämittaisuus .....	33
446 Kehyssahatavaran epämittaisuus .....	34
45 Kenttäpyörösahauksen raaka-ainetase .....	35
5 Tiivistelmä .....	37
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i> .....	40
Käytetyt lyhenteet — <i>Abbreviations</i> .....	42
<i>Summary</i> .....	43
Liitteet — <i>Appendices</i> .....	46

## 1 JOHDANTO

Varsinaisen sahateollisuuden tuotteiden määrä- ja laatuksymystä on tutkittu sahateollisuusmaissa runsaasti, mutta kenttäpyörösahoilla valmistetun tavaran määrää ja laatua koskevia selvityksiä on vähän. Myös Suomessa, jossa kenttäpyörösahausta on yleistä ja taloudellisesti merkityksellistä, on sitä koskevia erikoistutkimuksia hyvin vähän (ks. GRANVIK 1967, s. 9—17).

Suomessa ERVASTI (1963) on maatalouslaskentojen tulosten ja puunkäyttö-tutkimusten aineistojen perusteella esittänyt arvioita teollisuustilaston ulkopuolelle jäävien kehys- ja halkaisupyörösahojen määrästä ja tuotoksesta (ks. ITKONEN 1966). Kenttäpyörösahojen määrästä sekä niiden päivä- ja vuosituotoksesta on myös GRANVIK (1957 a ja b sekä 1967) tehnyt laskelmia. Kenttäpyörösahauksen tuotoksesta ovat HELANDER (1922), AHO (1948) ja UUSISUO (1950) esittäneet sekä kokemuseräisiä että tutkimuksiin perustuvia tietoja. LEVANTO (1957 ja 1961) on kirjoituksissaan käsitellyt yleisiä tuotoskysymyksiä, ja HEIKINHEIMO (1964) on eri sahausmenetelmiä vertaillessaan sivunnut myös pyörösahausta. AHO (1948) on maassamme ensimmäisenä kiinnittänyt osaksi kokemusten, osaksi tutkimusten perusteella huomiota raaka-aineen käyttösuhteeseen. UUSISUO (1950) on tutkinut kenttäpyörösahauksen raaka-aineen käyttösuhdetta erikoistavaran osalta. Erikoissahausta käsittelee myös GRANVIKIN ja LEVANNON (1952) julkaisu, joka koskee eräiden ratapölkkyläjien sahausta ja sahaustuloksia. Samassa tutkimussarjassa on GRANVIK (1967) antanut kenttäpyörösahauksen työtieteellisen selvityksen yhteydessä tietoja myös sahaustuloksesta.

Epämittaisuus on erikoiskysymyksenä kiinnittänyt meillä tutkijain huomiota jo kenttäpyörösahauksen kehittämistyön alkuaikoina. KOIVULA (1941) ja AHO (1948) totesivat kenttämiehinä epämittaisuuden haittavaikutukset selvittämättä kuitenkin lähemmin tällaisen vikaisuuden todellista suuruusluokkaa (vrt. myös KOIVULA—LAKIO 1956). UUSISUON (1950) sekä GRANVIKIN ja LEVANNON (1952) tutkimuksissa analysoidaan kysymystä mittaustulosten valossa. LEVANTO (1952) on myöhemmin kosketellut kysymystä aikaisempien tutkimustulosten perusteella.

Ruotsissa KINNMAN totesi jo 1930 oppikirjassaan, että kenttäpyörösahalla valmistetun tavaran sahausjälki on huono, postaus heikko ja sahanpurumäärä suuri. Ruotsalaisissa käsikirjoissa on jo kauan ollut tietoja pyörösahauksen tuo-

toksesta, raaka-aineen käyttösuhteesta ja sahausken hyötysuhteesta (ks. PRAKTISK SKOGSHANDBOK 1931 ja 1962, LUNDBERG 1952). Jo 1950-luvun alkupuolella kenttäpyörösahat otettiin muiden sahalaitostyyppien rinnalla tutkimuksen kohteeksi. THUNELL julkaisi vuonna 1952 kirjoituksen, jossa käsitellään yksityiskohtaisesti eri sahatyyppien raaka-aineen ja sahaustuloksen välistä suhdetta. Vähän myöhemmin (1953) hän julkaisi Ruotsin sahausteollisuuden tuotanto-oloista laajan selvityksen, jossa kosketellaan myös kenttäpyörösahausta.

Norjassa kenttäpyörösahauksella on vanhat perinteet ja sen merkitys on suuri (ks. GRANVIK 1967, s. 4—15). Oppikirjoista mainittakoon SANDMONIN jo vuonna 1922 julkaisema kirja, josta myöhemmin on otettu useita painoksia. Myös KÅSAN ja MOENIN (1954) oppikirjassa käsitellään pyörösahauksen tuotoskysymyksiä. KLEM (1951) on tutkinut kenttäpyörösahatavaran laatua sekä KLEM ja KARLSEN (1951 a) sahaustulokseen vaikuttavia tekijöitä. Norjan sahausteollisuuden yleiskatsauksessa SKJELMERUD (1954) on käsitellyt myös pyörösahauksen tuotoskysymyksiä. Myöhemmin (1965) hän on tutkinut erityisesti pyörösahauksen taloudellisuutta ja kiinnittänyt tällöin huomiota raaka-aineen käyttösuhteeseen ja sahaustulokseen. Kenttäpyörösahan tuotteille ominaista epämittaisuutta on käsitelty seikkaperäisesti monissa tutkimuksissa, mm. THUNELL keskittyy tutkimuksissaan laajasti (1952 ja 1953) epämittaisuusprobleemiin. KLEM ja KARLSEN (1951 b) ovat tutkineet terien erilaisten kunnostusmenetelmien vaikutusta mm. sahatavaran laatuun ja mittavaihteluun sekä myöhemmin (KLEM—SEEM 1954) käsitelleet erityyppisillä sahoilla valmistetun tavaran epämittaisuutta. Myös SKJELMERUD (1954) on sivumennen puuttunut epämittaisuuteen Norjan sahausteollisuutta koskevassa kirjoituksessaan.

Muualla kenttäpyörösahauksen raaka-aine- sekä sahatavaran määrä- ja laatukysymystä on kosketeltu enimmäkseen sahausteollisuutta koskevien yleisten selvitysten yhteydessä. Näistä mainittakoon PEKLON (1963) julkaisu pyörösahauksesta Neuvostoliitossa. Saksassa kenttäpyörösahausta käsitellään sahausteollisuuden yhteydessä yleensä vain ohimennen (KOLLMAN 1936, ZODEL 1950 ja SCHROEDER 1960—61), samoin Englannissa (SERRY 1963).

Kanadassa on ANDREWS käsitellyt kenttäpyörösahauksen erikoiskysymyksiä, kuten eri tekijöiden vaikutusta sahaustulokseen (1955), sahatun tavaran laatutarkkuutta (1958 a ja b) jne. Yhdysvalloissa on TELFORD laajasti käsitellyt kenttäpyörösahaukseen liittyviä kysymyksiä ennen kaikkea käsikirjassaan (1952), jossa hän analysoi määrä- ja laatukysymystä hyvin tarkasti sekä omistaa luvun epämittaisuudelle. Tätä kysymystä hän on valaissut jo vuonna 1932 ilmestyneessä monisteessa. Myös HEIKINHEIMO (1953) on käsitellyt kenttäpyörösahauksen raaka-ainekysymystä sekä sahatavaran määrää ja laatua USA:n mekaanista puuteollisuutta esittelevässä teoksessaan.

Käsitykset raaka-aineen käyttösuhteesta sekä sahaustuloksen määrästä ja laadusta kenttäpyörösahauksessa ovat Suomessa vielä epäselviä ja ristiriitaisia. Tässä tutkimuksessa on kysymys otettu yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Sa-

haustuotteiden laadun osalta on kiinnitetty erityistä huomiota epämittaisuuteen, joka tunnetaan meillä yleisimpänä laatua heikentävänä tekijänä.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 21 AINEISTON KERUU

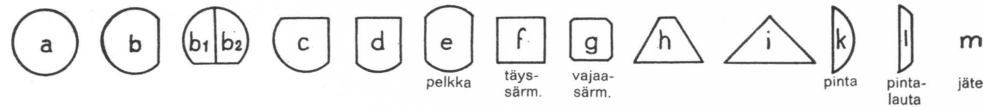
Tutkimusaineisto on kerätty samanaikaisesti ja samoista sahoista kun kenttäpyörösahausta koskevan tutkimussarjan ensimmäisen julkaisun aineisto (GRANVIK 1967).

Tutkimus on tukkikohtainen, mutta lisäksi on tutkimusyksikkönä käytetty työrupeamaa sahaustuloksen, ennen kaikkea pintalautojen särmäystuloksen, määrittämisessä. Aineiston keräsi kolmen henkilön työryhmä, johon kuuluivat aikatutkija, sahatavaran lajittelija, joka oli kolmen viikon erikoiskoulutuksen saanut metsänhoitaja, sekä apumies. Tutkimuksen päälomakkeena oli ns. määrä- ja laatulomake, johon myös päivittäin kirjattiin tiedot tukki- ja mittausluetteleista. Epämittaisuuden selvittämistä varten oli laadittu erityinen mittauslomake (ks. GRANVIK 1967, s. 18).

Sahaustuloksen määrä- ja laatulomakkeeseen merkittiin kunkin tukin sekä määrää ja laatua että jätetuloksen jakaantumista koskevat tiedot. Sydäntavaran ja pintalautojen koot sekä laatu merkittiin erikseen jokaisen tukin osalta. Särmäyksen osalta tiedot ovat sekä tukki- että rupeamakohtaisia. Tämä johtuu siitä, että eri latvaläpimittaluokkiin kuuluvien tukkien pinnat ja särmäämättömät pintalaudat kerättiin samaan kasaan ennen yhteissärmäystä. Sahatavaran tukkikohtaisen kokonaismäärän selvittämiseksi arvioitiin kuitenkin särmäämättömien pintalautojen perusteella saatavien pintalautojen koot, jotka sellaisenaan merkittiin määrä- ja laatulomakkeeseen. Todellinen pintalautamäärä tukkia kohti saatiin yhteissärmäyksen perusteella, mutta se jäi pintalautojen perusteella arvioitua määrää pienemmäksi, koska yhteissärmäyksessä kapein särmäämätön pintalauta määrää koko särmäyslatomuksen lautojen leveyden.

Sahausjätteen suhdetta sahaustulokseen on tutkittu mittaamalla pinta- ja rima- sekä sahanpurumäärät. Pinnat ja rimat mitattiin otosmaisesti yksittäisistä tukeista, minkä lisäksi niiden kokonaismäärät arvioitiin rupeamittain. Mittauksessa käytettiin erityisiä kehikoita, ja yksikkönä oli pinokuutiometri (p-m<sup>3</sup>). Yhdessä leikkauksessa syntyvä sahanpurumäärä mitattiin litranmitalla ja suuremmat määrät kerättiin tarkoitusta varten tehtyyn laatikkoon, jolla kuutiointi suoritettiin.

Epämittaisuuden selvittämistä varten mitattiin lautojen (paloitteiden) särmät ja lapheet mausermitalla 1/10 mm:n tarkkuudella. Mittauskohtia oli viisi: alku- (1) ja loppupää (5), 20 cm molemmista päistä (2 ja 4) sekä paloitteen keskikohta (3) (ks. GRANVIK 1967, s. 20).



Kuva 1. Sahattavan tukin ja erilaisten paloitteiden merkitsemisohjeet

Fig. 1. Instructions of the marking of logs to be sawn as well as that of pieces of different kinds (e = balk, f = full-edged, g = waney, k = surface, l = surface board, m = waste)

Tutkitut tukit numeroitiin päivittäin juoksevassa järjestyksessä sekä mitattiin ja luokiteltiin laadun mukaan. Kuusitukit luokiteltiin VUORISTON (1947, s. 233–237) mukaan kahteen laatuluokkaan ja mäntytukit METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN ja VALTION TEKNILLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN v. 1949 laatimien ohjeiden perusteella (HEISKANEN 1950, s. 286–288, vrt. myös SIIMES 1951, s. 74–75) kolmeen luokkaan. Sahattavan tukin *paloittumisen* seuraamista varten annettiin eri paloiteille sahauksen edistyessä omat merkintänsä, jotka selviävät kuvasta 1 (GRANVIK 1967, s. 22).

Sahattavaran *laatu lajiteltiin* PUUTEKNIIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS ry:n (1936, s. 7–34) julkaisemien pitkän sahattavaran lajitteluohjeiden pohjalla. Tällöin käytettiin seuraavia luokkia:

U/S .....	(I–IV)
kvintta .....	(V)
seksta .....	(VI)

Lisäksi tutkimuksessa esiintyy »epävirallinen» laatuluokka, ns. »kotimaan raakki». Tähän luokkaan kuuluvaa lautatavaraa nimitetään myös »kotimaan pintalaudaksi», soivotavaraa »vajaasärmäiseksi kotimaan laaduksi». Laatu-  
luokan vaatimuksena on, että terä on koskettanut sahattavaran kaikkia sivuja ja että paloitteessa ei ole kämmenen kokoa suurempia särmästä toiseen ulottuvia kuoriläikkiä (ks. GRANVIK 1967, s. 22–23).

## 22 AINEISTON KÄSITTELY

Epäsäännöllisen sahaustavan (postauksen) takia sahaustuloksen kuutiomäärä ja sahattavaran koot vaihtelevat hyvin paljon samassakin tukkien latvaläpimittaluokassa (taul. 6 s. 21). Erot tukkien eri latvaläpimittaluokkien kesken ovat näin ollen myös pienet ja epämääräiset. Havainnot on mikäli mahdollista pyritytty käsittelemään korrelaatiolaskentaa käyttäen. Korrelaatiotauluja on kerätty niin paljon, ettei niitä kaikkia ole voitu esittää sellaisinaan, vaan osasta on mainittu ainoastaan tärkeimmät tunnusluvut. Aineistoa säilytetään Työteho-seura ry:n arkistossa Helsingissä.

Tasointu korrelaatiotaulujen perusteella on suoritettu laskemalla regressio-suoran yhtälöt  $y = ax + b$ , jossa  $a$  = kulmakerroin (regressiokerroin). Lisäksi on laskettu Bravais-Pearsonin korrelaatiokerroin ( $r$ ) ja sen keskivirhe ( $s_r$ ).

Sahattavaran epämittaisuutta ja kiilamaisuutta on sekä syrjien että lappeitten osalta tutkittu seuraavia kaavoja käyttäen:

$$(1) \text{ Keskiarvo } \bar{X} = \frac{\sum n_v x_v}{\sum n_v}$$

$$(2) \text{ Keskihajonta } s = \sqrt{\frac{n \sum n_v x_v^2 - (\sum n_v x_v)^2}{n(n-1)}}$$

Epämittaisuuden testaus: (1) – (2); (2) – (3); (3) – (4); (4) – (5); (1) – (3); (3) – (5); (1) – (5)

Kiilamaisuuden testaus: (1) – (1); (2) – (2); (3) – (3); (4) – (4); (5) – (5)

$$(3) t_{1-2} = \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \cdot \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 \sum n_1 x_1^2 - (\sum n_1 x_1)^2}{n_1} + \frac{n_2 \sum n_2 x_2^2 - (\sum n_2 x_2)^2}{n_2}}}$$

Mittauskohdat: (1) = sahattavaran alkupää  
(2) = 20 cm alkupäästä  
(3) = keskikohta  
(4) = 20 cm loppupäästä  
(5) = loppupää.

Käytetyt suureet:  $n$  = mittausten lukumäärä  
 $x$  = mittaustulos, mm.

Lisäksi on kiinnitetty huomiota sahattavaran kuivumisesta aiheutuvaan epämittaisuuteen. Norjan mukaista sahausmittaa ( $m_{II}$ ) on verrattu kuivan sahaustavaran Englannin mittaan ( $m_I$ ). Millimetreinä ilmoitettujen mittojen keskiarvot on testattu seuraavaa kaavaa käyttäen (vrt. GRANVIK 1967, s. 49):

$$(4) t = \frac{\bar{X} - m}{s} \cdot \sqrt{n}$$

## 3 TUTKIMUSAINIESTOT

Sahaustuloksen määrä- ja laatuksymyksiä selvittelyä aineisto on kerätty ajanjaksoina 13. 2. – 16. 5. 1950 ja 28. 5. – 2. 6. 1951 neljästä ЕКА-50-sahasta. Tarkemmat tiedot sahoista, voimakoneista, pyörösahanteristä, sahaajista, työn

järjestelystä tutkimussahoilla ja sääsuhteista on saatavissa teoksesta »Havusahatavaran valmistus kenttäpyörösahalla» (GRANVIK 1967, s. 24–34). Kehyssahoilla sahatun tavaran epämittaisuutta koskeva erikoisaineisto on kerätty Oy AUG. EKLÖF Ab:n Hattulan sahasta.

Tämän tutkimuksen aineisto käsittää 1 690 tukkia. Keskipituus ja keski-latvaläpimita ovat 14.9<sup>1)</sup> vast. 6.9". Tukki keskikuutio on näin ollen 3.87 j<sup>3</sup>. Aineiston tukkien jakaantuminen latvaläpimitaluokkiin ja laadun mukaan ilmenee liitteistä 1 ja 2 (s. 47–48). Liitteestä 2 ilmenee, että sahatusta tukkimäärästä 83 % oli kuusi- ja 13 % mäntytukkeja ja 4 % sellaisia tukkeja, joiden osalta tiedot sekä puulajista että laadusta puuttuvat. Suurin osa näistä ei todennäköisesti täyttänyt alimman laaduluokan vaatimuksia. Kuusitukki laatu on hyvä, 91 % on I laaduluokkaa. Mäntytukit taas ovat laadultaan heikompia, laatuja kautuma on: I lk. 4 %, II lk. 26 % ja III lk. 70 % (vrt. GRANVIK, 1967 s. 35).

## 4 TUTKIMUSTULOKSET

### 41 SYDÄNTAVARAN SAHAUS

#### 411 Yleistä

Tässä tutkimuksessa tarkoitetaan sydäntavaralla kolmelta sivulta sahatusta pelkasta saatuja nelisahaussaisia sahatavaralajeja ja pintalautoilla pintakappaleista sahattua tavaraa, joka särmättiin joko latomuksina tai yksin kappalein tukin sydäntavaran sahaus yhteydessä. Sahaustulokseen on sisällytetty laaduluokat U/S (I–IV), V ja VI sekä »kotimaan raakki», jonka laatuvaatimukset olivat sellaiset, että niiden perusteella lajiteltu tavara täytti myyntikelpoisuuden vaatimukset (ks. s. 8).

Raaka-aineen käyttöä koskeva terminologia pyrkii soveltamaan viime aikoina yleiseen käyttöön tulleita käsitteitä. Termien »raaka-ainekulutus», »raaka-ainemenekki» tilalle on otettu käsite »raaka-aineen käyttösuhde», joka ilmoitetaan teknisinä kuutiojalkoina sahatavarastandardtia kohti (j<sup>3</sup>/std).<sup>2)</sup> Sahausten hyötysuhde korvaa sahaustulosprosentti-käsitteen. Tutkimuksessa on käytetty peruslukuna teknistä kuutiomäärää, ts. sahaustulos on esitetty prosentteina latvaläpimitan perusteella lasketun kuutiomäärän mukaan (HEISKANEN 1966, JUVONEN 1966, GRANVIK 1967).

<sup>1)</sup> Ellei erikseen mainita tässä samoin kuin jäljempänäkin

– jalka = Engl. jalka (')

– tuuma = Engl. tuuma (")

– kuutiojalka = tekn. kuutiojalka (j<sup>3</sup>).

<sup>2)</sup> Standartti = Pietarin standartti sahattua puutavaraa = 165 Engl. j<sup>3</sup> = 4.672 m<sup>3</sup> (std).

## 412 Sydäntavaran sahaus hyötysuhde tukkien latvaläpimitaluokittain

Tyypillistä kenttäpyörösahausselle on, ettei eri latvaläpimitaluokille käytetä vakiopaloitusta, vaan että sahaus suoritetaan tukki kohtaisesti, ts. tukista sahataan ne koot, jotka antavat mahdollisimman edullisen tuloksen tai joita kyseisenä ajankohtana tarvitaan. Tyypillisen kuvan tästä antaa taulukko 6, jossa on esitetty tutkimuksen alaisissa sahausissa valmistetun sahatavaran paksuudet tukkien latvaläpimitaluokittain.

Koko aineiston, 1 690 tukin sydäntavaran sahaus hyötysuhteet prosentteina latvakuutiosta tukkien latvaläpimitaluokittain ilmenevät taulukosta 1.

**Taulukko 1.** Sydäntavaran sahaus hyötysuhteet prosentteina latvakuutiosta tukkien latvaläpimitaluokittain

Table 1. The efficiency of centre-piece sawing in terms of per cents of the technical volume of logs by top-diameter classes

Latvaläpimita, Top diameter, in.	Kpl Number	Sydäntavaran hyötysuhde, % — Efficiency of centre-piece sawing, pct.					
		U/S Unsorted	V Fifths	VI Sixths	U/S–VI Unsorted-Sixths	Kotimaan raakki Domestic culls	Yht. Total
3	2	—	—	103.5	103.5	28.5	132.0
3 1/2	18	10.7	12.7	45.1	68.5	24.3	92.8
4	88	14.5	7.6	72.4	94.5	4.4	98.9
4 1/2	144	20.0	8.6	51.6	80.2	6.1	86.3
5	170	28.4	15.0	34.0	77.4	1.0	78.4
5 1/2	121	32.4	16.9	25.7	75.0	1.1	76.1
6	155	35.5	12.8	18.4	66.7	1.9	68.6
6 1/2	158	36.3	9.3	17.2	62.8	1.2	64.0
7	154	34.4	7.6	17.7	59.7	0.6	60.3
7 1/2	143	38.9	7.6	14.2	60.7	1.4	62.1
8	133	34.5	9.1	16.7	60.3	0.7	61.0
8 1/2	100	35.4	8.2	14.4	58.0	0.3	58.3
9	91	32.5	11.0	11.6	55.1	1.3	56.4
9 1/2	72	34.2	10.6	12.1	56.9	0.7	57.6
10	55	27.8	13.0	16.8	57.6	0.7	58.3
10 1/2	21	26.8	13.6	16.9	57.3	0	57.3
11	30	30.0	14.2	16.7	60.9	0.6	61.5
11 1/2	9	24.3	14.1	20.0	58.4	—	58.4
12	14	22.6	20.0	20.1	62.7	0.1	62.8
12 1/2	4	13.5	33.7	11.0	58.2	0.4	58.6
13	2	27.6	30.4	6.6	64.6	—	64.6
13 1/2	3	22.6	38.5	19.0	80.1	0.9	81.0
14	1	23.4	45.0	13.6	82.0	1.8	83.8
14 1/2	1	—	60.6	14.4	75.0	9.9	84.9
17	1	—	66.5	9.1	75.6	3.2	78.8
Yht. ja keskim. Total and aver.	1 690	32.1	11.5	19.1	62.7	1.2	63.9

U/S-tavaraa on siis keskimäärin saatu 32.1 %, kvinttaa 11.5 % ja sekstaa 19.1 % tukkien latvakuutiomäärän mukaan. Kun »kotimaan raakin» osuus 1.2 % otetaan lukuun, on myyntikelpoista sydäntavaraa kertynyt 63.9 % tukkien latvaläpimitan perusteella lasketusta kuutiomäärästä. Myyntikelpoisen sahatavaran sisäinen jakaantuminen on: U/S = 50 %, V = 18 %, VI = 30 % ja »kotimaan raakki» = 2 %. Tutkimuksen keskimääräinen laatu on ehkä I lk:n ja II lk:n välillä. SIIMEKSEN (1957, s. 851) tutkimuksissa vastaava laadun mukaan laskettu sarja olisi 7 1/2":n lautatavaran osalta: U/S = 39 %, V = 16 %, VI = 44 % ja »kotimaan raakki» = 1 %. Sydäntavaran jakaantuminen eri vientilaatuihin taas on: U/S = 89 %, V = 10 %, VI = 1 % ja »kotimaan raakki» jonkin verran. Koska kenttäpyörösahan sydäntavara on laadultaan kehys-sahatavaran sydäntavaran ja lautatavaran välillä, antanee keskiarvo karkean kuvan pyörösahan ja kehys-sahan keskinäisistä laatusuhteista. Näin laskettuna U/S-tavaran osuus olisi huomattavasti suurempi kehys-sahauksessa kuin pyörö-sahauksessa. Tähän kysymykseen palataan vielä myöhemmin (s. 25).

#### 413 Sydäntavaran sahauskeskiarvo puulajeittain ja tukkien laatuolosuhteiden mukaan

Pääaineiston 1 690 tukista oli 69 (4 %) sellaisia, joiden laatua ei voitu määrittää; suurimmaksi osaksi ne olivat niin heikkolaatuisia, etteivät täyttäneet edes III laatuolosuhteen vaatimuksia. Ns. laatuaineisto käsittää siis 1 621 tukkia, ja sydäntavaran sahauskeskiarvo esitetään taulukossa 2.

**Taulukko 2.** Sydäntavaran sahauskeskiarvo prosentteina latvakuutiosta puulajeittain ja laatuolosuhteiden mukaan

Table 2. The efficiency of centre-piece sawing in terms of per cents of the technical volume of logs by tree species and log grades

Puulaji ja laatuolosuhteet Tree species and log grade	Kuutiomäärä, j <sup>3</sup> Volume, cu. ft.	Sydäntavaran sahauskeskiarvo, % Efficiency of centre-piece sawing, pct.					
		U/S Unsorted	V Fifths	VI Sixths	U/S-VI Unsorted-Sixths	Kotim. raakit Domestic culls	Yht. Total
Mä I	27.45	32.0	—	18.8	50.8	0.5	51.3
Mä II	320.17	26.7	22.0	14.9	63.6	1.8	65.4
Mä III	600.53	13.2	29.7	18.3	61.2	0.9	62.1
Ku I	5 148.15	36.4	7.1	19.4	62.9	1.2	64.1
Ku II	616.88	25.1	23.6	18.5	67.2	1.8	69.0
Yht. ja keskim. Total and aver.	6 713.18	32.8	11.3	19.0	63.1	1.2	64.3

Keskimääräinen laatuolosuhteiden muuttuu hyvin vähän, vaikka laadultaan epäselvät tukit jätetään pois. U/S-tavaran osuus nousee 32.1 %:sta 32.8 %:iin ja myyntikelpoisen tavaran osuus latvakuutiomäärästä 63.9 %:sta 64.3 %:iin. Yleisenä suuntana voidaan pitää, että U/S-tavaran osuus laskee ja kvinttaprosentti nousee selvästi tukien laadun huonotessa. Kuusi antaa tämän tutkimuksen mukaan paremman hyötysuhteen kuin mänty, ja sydäntavaran sahauskeskiarvo näyttää kasvavan laadun huonotessa (vrt. GRANVIK 1967, s. 129). »Mä I»:n aineisto on kuitenkin siksi pieni, että tuloksiin on sen osalta suhtauduttava varovasti.

Verrattaessa tämän tutkimuksen hyötysuhdetta koskevia lukuja SIIMEKSEN (1957, s. 851) ilmoittamiin vastaaviin lukuihin todetaan, kuten jo edellä olevasta on käynyt ilmi, että tämän tutkimuksen U/S:n ja V:n osuudet ovat pienemmät kuin kehys-sahauksella sahatun tavaran. Sekstan ja »kotimaan raakin» osuudet ovat vastaavasti suuremmat. Lopullinen laatuolosuhteiden saadaan vasta sydäntavaran sahauskeskiarvo ja särmäyksen yhteistuloksena.

#### 414 Sydäntavaran pituus

On tunnettua, että sahatavara ja sydäntavarakin on aina keskimäärin jonkin verran lyhyempää kuin sahatukki (VUORISTO 1938, RONKANEN 1950). HEISKANEN (1950, s. 443) mainitsee, että sydäntavaran keskimääräinen lyheneminen on yli 1/2' (vrt. RONKANEN 1950, s. 10–16). Koska kenttäpyörösaahas eroaa sahausteknisesti hyvin paljon kehys-sahauksesta, on tämäkin kysymys otettu tutkimuksen kohteeksi. Tukien pituuden ja sydäntavaran pituuden välistä suhdetta on tutkittu korrelaatiolaskentaa käyttäen latvaläpimitalluokittain erikseen kuusesta ja männystä. Korrelaatiotauluihin on merkitty tukkien pituusluokittaiset keskiarvopisteet yhdistämällä saatu murtoviiva sekä regressiosuora. Korrelaatiotaulujen luokkakeskisarvojen perusteella voidaan todeta, että korrelaatio on lineaarinen, kuten kuvasta 2 ilmenee.

Kuvassa 2 esitetty latvaläpimitalluokka on valittu siksi, että se määrään nähden edustaa suurinta luokkaa. Muissakin luokissa regressiosuora kuvaa sydäntavaran pituuden ja tukien pituuden välistä riippuvuutta. Taulukossa 3 on esitetty sydäntavaran pituuden ja tukien pituuden välisen korrelaation tunnusluvut erikseen kuusesta ja männystä.

Taulukon 3 perusteella voidaan päätellä, että sydäntavaran pituuden ja tukien pituuden kesken vallitsee keskivahva tai vahva korrelaatio. Se on erittäin merkitsevä, kaikissa luokissa kolminkertaista keskivirhettä suurempi.

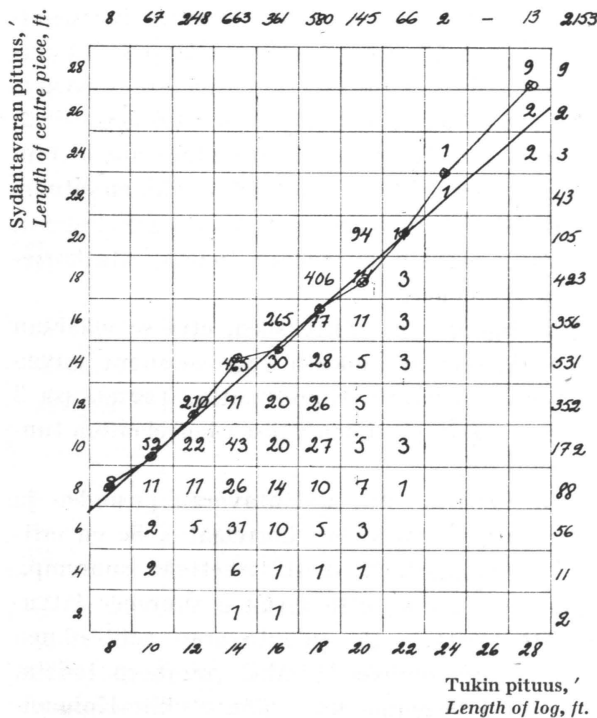
Molempien puulajien osalta on tendenssinä, että termi *a* suurenee latvaläpimitan kasvaessa. Tämä merkitsee sitä, että sydäntavaran suhteellinen pituus on suurempi järeissä tukeissa kuin ohuissa. Lisäksi voitaneen todeta, että kuusitukit ovat tässä suhteessa edullisempia kuin mänty-tukit. Kolman-



**Taulukko 3.** Kuusi- ja mäntytukkien pituuden ja sydäntavaran pituuden välisen korrelaation tunnusluvut tukkien latvaläpimittaluokittain

Table 3. Characteristics of the correlation between the length of spruce and pine logs and that of the centre pieces by top-diameter classes of the logs

Latvaläpim. luokka, Top-diameter class, in.	n	a	b	r	$s_r$	$\bar{x},'$	$\bar{y},'$	Tukkien pituus, Log length, ft.
Kuusi - Spruce								
3-4	505	0.588	3.622	0.496	0.034	15.1	12.5	10 ... 24
5-6	1 983	0.745	1.971	0.562	0.015	16.0	13.9	10 ... 24, 28
7-8	2 153	0.886	0.511	0.708	0.011	15.8	14.5	8 ... 24, 28
9-10	1 091	0.853	1.187	0.770	0.012	15.4	14.3	10 ... 22, 28
11-12	276	0.842	1.600	0.690	0.032	14.2	13.6	8 ... 18
Mänty - Pine								
3-4	100	0.562	4.478	0.425	0.082	16.2	13.6	10 ... 20
5-6	235	0.721	2.354	0.592	0.042	14.6	12.9	10 ... 20
7-8	281	0.752	2.455	0.560	0.041	14.2	13.2	12 ... 20
9-10	217	0.727	2.477	0.545	0.048	15.8	13.9	10 ... 22
11-12	73	0.770	1.700	0.671	0.064	13.1	11.8	6, 10 ... 16



Kuva 2. Sydäntavaran pituuden riippuvuus tukin pituudesta. Kuusi, 7"-8"

Fig. 2. Dependence of the length of the centre piece on the log length. Spruce, 7-8 in.

tena toteamuksena on, että termi *a* on sydäntavaran sahausessa suurempi kuin pintalautojen särmäyksessä, ts. tukin sydäntavarapaloitteet ovat pitempiä kuin pintalaudat. RONKASEN (1950, s. 14-15) ilmoittamat kehysahausta koskevat *a*-arvot ovat tämän tutkimuksen vastaavia arvoja ja paljon pienempiä, vaikka hänkin toteaa, että »kaikkien tuumaluokkien kohdalla on olemassa riippuvuus sydäntavaran lyhenemisen ja tukin pituuden välillä». Termi *b* on sydäntavaran osalta paljon säännöllisempi kuin pintalautojen särmäyksessä, mikä voitaneen tulkita siten, etteivät tukissa olevat vikaisuudet ja sahausvirheet vaikuta sydäntavaran pituuteen yhtä paljon kuin pintalautojen (ks. s. 19).

Tukin *laatu* saattaisi vaikuttaa sydäntavaran pituuteen. Asian selvittämiseksi on kuusen latvaläpimittaluokan 7-8" tukit laadun mukaan jaettu kahteen luokkaan (I ja II) ja korrelaatiolaskentaa käyttäen tutkittu sydäntavaran pituuden riippuvuutta tukin pituudesta kussakin laatuluokassa. Luokka »kuusi I» käsittää 2 035 tukkia ja luokka »kuusi II» 118 tukkia. Regressiosuoran yhtälöiksi on saatu:

$$(5) \quad \text{Kuusi I: } y = 0.888x + 0.478 \text{ ja}$$

$$(6) \quad \text{Kuusi II: } y = 0.877x + 0.778.$$

Korrelaatiokertoimet keskivirheineen ovat:

$$\text{Kuusi I: } r = 0.699 \pm 0.011 \text{ ja}$$

$$\text{Kuusi II: } r = 0.843 \pm 0.027.$$

Sydäntavaran pituuden riippuvuus tukin pituudesta on, kuten jo aikaisemmin on käynyt ilmi, todellinen, vieläpä vahva. Sen sijaan tukin laadulla ei näytä olevan vaikutusta sydäntavaran pituuteen. Molempien laatuluokkien regressiosuoran yhtälöiden *a*-arvot ovat melkein samansuuruiset, eivätkä *b*-termitkään eroa suuresti. Mikäli laatuluokkien välillä on eroa, voidaan tuloksista todeta, että laatuluokka I on edullisempi sydäntavaran pituuteen nähden. Todellisuudessa laatuluokat saattavat olla samanarvoiset.

## 42 PINTALAUTOJEN SÄRMÄYS

### 421 Pintalautojen määrä ja laatu

Taulukon 4 mukaan ohuiden ja järeiden tukkien (latvaläpimittaluokat 3" ja 3 1/2" sekä 14 1/2" ja 17") pintalautoja ei ole särmätty latomuksena. Pieniläpimittaisista tukeista ei yleensä saa pintalautoja, ja tämän tutkimuksen muuttaman järeän tukin pintalaudat on särmätty yksin kappalein heti sydäntavaran sahausyhteydessä. Osa latvaläpimittaluokkien 4", 4 1/2", 5", 11 1/2", ja 12 1/2" tukkien pintalautoista on särmätty latomuksena ja osa yksin kappalein. Tiedot yhteissärmäyksestä puuttuvat 52 tukin osalta. Yksin kappalein särmät-

tyjen pintalautojen osuus kokonaismäärästä on näin ollen n. 2 % (vrt. GRANVIK 1967. s. 100).

Kokonaistuloksen laskeminen on helppoa niiden tukkien osalta, joiden sivulaudat särmättiin yksin kappalein sydäntavaran sauhuksen yhteydessä; tulos saatiin tällöin suoraan tukkikohtaisena. Yhteissärmäyksessä syntyneen tavaran laskeminen tukkia kohti on paljon monimutkaisempaa. Tämä tehtiin siten, että *tukkia* kohti arvioitiin kunkin pintalaudan (1) määrä ja laatu, ja merkintä tästä tehtiin tukkikohtaiseen tutkimuslomakkeeseen. Osaksi todelliset särmäystulokset koottiin *koko rupeaman* käsittävistä särmäysluetteloista. Särmäystulokset eivät siten ole jaettavissa niiden yksittäisten tukkien kesken, joista kyseisen rupeaman aikana on muodostunut särmättävää tavaraa. Eri tavoin saadut särmäystulokset eivät ole yhtä suuria, koska toinen on arvioitu ja toinen todellinen, joten on ollut selvitettävä särmättäväksi merkityn tavaran suhde todelliseen särmäystulokseen.

Taulukosta 4 ilmenevät särmäyksen hyötysuhteet tukkien *latvaläpimitaluokittain* särmättäväksi merkityn kuutiomäärän mukaan.

**Taulukko 4.** Särmäyksen hyötysuhteet tukkien latvaläpimitaluokittain särmättäväksi merkityn kuutiomäärän mukaan

Table 4. Efficiency of trimming by top-diameter classes according to the volume marked for trimming

Latvaläpimita, Top diameter, in.	Kpl Number	Särmäyksen hyötysuhde, % Efficiency of trimming, pct.	Latvaläpimita, Top diameter, in.	Kpl Number	Särmäyksen hyötysuhde, % Efficiency of trimming, pct.
3	2	—	9 1/2	72	14.7
3 1/2	18	—	10	55	11.4
4	88	4.7	10 1/2	21	13.5
4 1/2	144	5.9	11	30	13.1
5	170	8.6	11 1/2	9	8.4
5 1/2	121	11.1	12	14	12.3
6	155	12.9	12 1/2	4	14.0
6 1/2	158	13.7	13	2	10.0
7	154	15.1	13 1/2	3	6.1
7 1/2	143	15.2	14	1	12.3
8	133	15.6	14 1/2	1	—
8 1/2	100	16.9	17	1	—
9	91	15.6	Yht. — Total	1 690	13.4

Vastaavat hyötysuhteet laskettuina tukkien *laadun* mukaan ovat:

Puulaji ja laatu luokka	Mä I	Mä II	Mä III	Ku I	Ku II	Keskim.
Särmäyksen hyötysuhde, %	18.0	11.8	13.2	13.8	12.0	13.5

Prosenttilukua 13.4 (13.5) voidaan pitää teoreettisesti mahdollisena särmäyksen keskimääräisenä hyötysuhteena särmättäessä pintalautoja yksin kappalein,

jolloin lautakohtainen kuutiomäärä on mahdollisimman suuri. Käytännössä hyötysuhde on huomattavasti epäedullisempi, koska yhteissärmäyksessä ei yksittäistä paloitetta oteta riittävän tarkasti huomioon laudan leveyttä määritettäessä.

Tutkimuksen alaisesta tukkikuutiomäärästä 7 053.45 j<sup>3</sup> saatiin yhteissärmäyksessä pintalautoja seuraavasti (vrt. GRANVIK 1967, s. 128):

Sahatavaran laatu	U/S	V	VI	Kotim. raakki	Yht.
Kuutiomäärä, j <sup>3</sup>	80.158	39.679	394.228	76.945	591.010
Särm. hyötysuhde, %	1.1	0.6	5.6	1.1	8.4
Osuus särmäystä tavarasta, %	13.6	6.7	66.7	13.0	100.0

Todellisen särmäystuloksen poikkeama on siis -5 % särmättäväksi merkityn tavaran kuutiomäärästä. Eron on katsottava aiheutuneen yhteissärmäyksestä, jossa särmättävän latomuksen kapein paloite määrää yhteisesti särmättävien lautojen lopullisen leveyden.

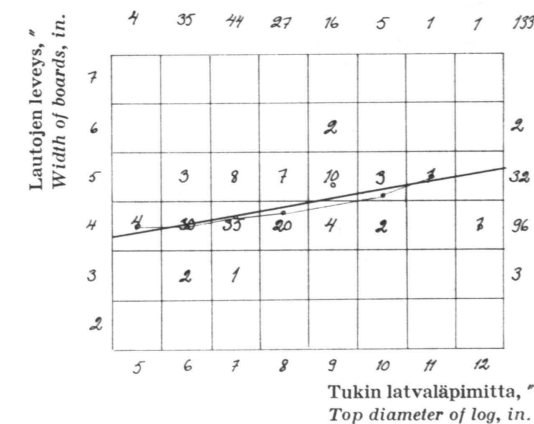
Yhteissärmäyksen hyötysuhteen epäedullisuuden selvittämiseksi on korrelaatiotaulun avulla tutkittu tukin latvaläpimitan ja yhteissärmäyksessä syntyneiden lautojen leveyden välistä suhdetta. Aineistona on 133 yhteissärmäystä. Tulokset ilmenevät kuvasta 3.

Korrelaatiotaulun perusteella on laskettu regressiosuoran yhtälö ja korrelaatiokerroin keskivirheineen, joiksi on saatu:

$$(7) \quad y = 0.172x + 2.995 \text{ ja} \\ r = 0.428 \pm 0.006.$$

Riippuvuus on todellinen ja voimakkuudeltaan keskivahva.

Regressiosuoran *a*-arvon perusteella voidaan päätellä, että tukin latvaläpimitan yhden tuuman kasvua vastaa 0.17":n suuruinen pintalaudan leveyden



Kuva 3. Yhteissärmäyksessä syntyneiden lautojen leveyden riippuvuus tukin latvaläpimitasta

Fig. 3. Dependence of the width of boards prepared in joint trimming on the top diameter of the logs

kasvu, jota on pidettävä sangen pienenä. Tukin latvaläpimitan ja sen eri pintojen leveyksien välisestä suhteista voidaan mainita, että tukin latvaläpimitan yhden tuuman kasvua vastaa keskimäärin 0.69":n suuruinen erottelemattomien pintojen leveyksien kasvu. Yhteissärmäys on raaka-ainetta haaskaava särmäystapa, ja sen haitallinen vaikutus kasvaa tukin latvaläpimitan suuretessa. Esim. 12":n tukkien pintoja särmättäessä saadaan vain n. 5":n pintalautoja, vaikka pintojen keskimääräinen leveys on 9...10" (GRANVIK 1967, s. 75). Yhteissärmäykseen, joka on ajanmenekkiin nähden edullista, on hyötysuhteen parantamiseksi kiinnitettävä entistä enemmän huomiota. Särmäyksen hyötysuhdetta voidaan parantaa keräämällä samanleveyiset pintalaudat samaan kasaan (loke-roon) ja särmäämällä ne leveysluokittain.

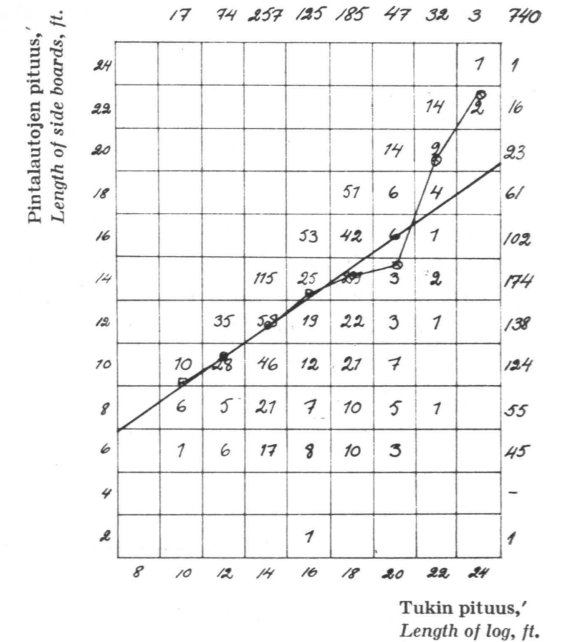
Sivulla 13 on jo todettu, että sydäntavara on sahatukkia lyhyempää. Koska on odotettavissa, että tukin kapeneminen lisäksi aiheuttaa pintalautojen lyhenemistä, on tutkittu tukin pituuden ja pintalautojen pituuden välistä suhdetta puulajeittain ja tukkien latvaläpimittaluokittain korrelaatiolaskentaa käyttäen. Latvaläpimittaluokkia on kuusen osalta viisi ja männyn neljä. Tässä yhteydessä tyydytään esittämään kuusiaineiston latvaläpimittaluokan 7–8" korrelaatiotaulu, joka edustaa tapausten määrään nähden aineiston suurinta luokkaa. Kuvassa 4 olevan korrelaatiotaulun luokkakeskiarvojen perusteella voidaan todeta, että regressiosuora pintalautojenkin osalta kuvaa tukin pituuden ja pintalautojen pituuden välistä lineaarista riippuvuutta.

Tukin ja pintalautojen pituuksien välisen korrelaation tunnusluvut ilme-nevät taulukosta 5.

**Taulukko 5.** Kuusi- ja mäntytukkien pituuden ja pintalautojen pituuksien välisen korrelaation tunnusluvut tukkien latvaläpimittaluokittain

Table 5. Characteristics of the correlation between the length of spruce and pine logs and that of side boards by top-diameter classes of the logs

Latvaläpimittaluokka, " Top-diameter class, in.	n	a	b	r	s <sub>r</sub>	$\bar{x}$ ,'	$\bar{y}$ ,'	Tukkien pituus, ' Log length, ft.
<i>Kuusi — Spruce</i>								
4	26	0.182	8.165	0.108	0.194	16.4	11.2	14...20
5–6	395	0.589	2.480	0.439	0.041	16.2	12.0	10...24, 28
7–8	740	0.703	1.871	0.525	0.027	15.8	13.0	10...24
9–10	318	0.771	1.366	0.528	0.040	15.7	13.5	8...22
11–12	70	0.505	5.231	0.355	0.104	14.2	12.4	8...18
<i>Mänty — Pine</i>								
5–6	63	0.563	3.256	0.474	0.098	15.5	11.9	10...20
7–8	76	0.218	8.098	0.151	0.112	15.0	11.4	10...18
9–10	90	0.786	0.563	0.486	0.080	14.7	12.1	10...20
11–12	26	0.591	3.805	0.349	0.172	14.0	12.1	10...16, 20



Kuva 4. Pintalautojen pituuksien riippuvuus tukkien pituudesta. Kuusi, 7"–8"

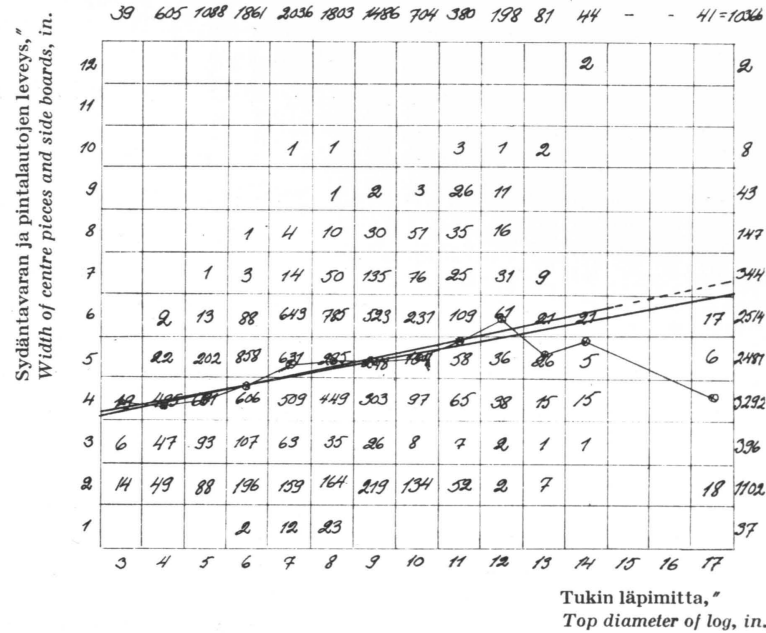
Fig. 4. Dependence of the length of side boards on the log length. Spruce, 7–8 in.

Korrelaatiotaulun perusteella voidaan todeta, että tukin ja pintalautojen pituuksien kesken vallitsee positiivinen korrelaatio, joka on voimakkuudeltaan keskivahva, paitsi luokissa kuusi 4" ja mänty 7–8", joissa se on heikko. Nämä latvaläpimittaluokat muodostavat muutenkin poikkeuksen. Edellisen luokan korrelaatiokerroin on keskivirhettään pienempi ja jälkimmäinen keskivirhettään vain vähän suurempi. Luokassa mänty 11–12" r on kaksinkertaista keskivirhettään jonkin verran suurempi, mutta muissa luokissa korrelaation merkitsevyys on kiistaton.

Korrelaation tunnuslukusarjat ovat, etenkin mäntytukkien osalta, heterogeenisempia kuin vastaavat sydäntavaran sahauksen tunnusluvut. Tendenssinä voitaneen kuitenkin todeta olevan, että a-arvo nousee latvaläpimitan kasvaessa, ts. pintalautojen suhteellinen pituus on suurempi järeissä tukeissa kuin latvaläpimitaltaan pienissä tukeissa. Termi a on kuitenkin pienempi kuin sydäntavaran sahauksessa (s. 14). Sydäntavaran pituus on siis samassa latvaläpimittaluokassa suurempi kuin vastaavien pintalautojen. Termi b vaihtelee hyvin paljon, mikä on todistuksena siitä, että tukissa olevat vikaisuudet ja sahauksen epätarkkuus (sahausvirheet) vaikuttavat tuntuvasti pintalautojen pituuteen.

Tukin laadun merkityksen selvittämiseksi on latvaläpimittaluokan 7–8" kuusitukit luokiteltu kahteen luokkaan joista, kummastakin on tutkittu tukin pituuden ja pintalautojen pituuksien välistä suhdetta. Edelliseen luokkaan kuuluu 689 ja jälkimmäiseen 51 tukkia. Regressiosuoran yhtälöt ovat:





Kuva 5. Sydäntavaran ja pintalautojen leveyden riippuvuus tukin latvaläpimitasta  
Fig. 5. Dependence of the width of centre pieces and side boards on the top diameter of the logs

Regressiosuoran yhtälöiksi on saatu

$$(10) \quad y = 0.193x + 3.207 \text{ ja}$$

korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.287 \pm 0.009.$$

Korrelaatio on heikko mutta todellinen, sillä se on kolminkertaista keski-virhettä suurempi.

Regressiosuoran yhtälön  $a$ -arvon perusteella voidaan päätellä, että paloitten leveyden lisäämiseksi ei käytetä tukkien järeyttä hyväksi läheskään riittävässä määrin. Syystä voidaan puhua jopa raaka-aineen haaskauksesta suuremmissa tukkien latvaläpimitaluokissa. Niinpä esim. 12":n tukin lautojen (paloitteiden) leveys on keskimäärin vain n. 5 1/2". Paloitteen leveyden kasvu on regressiosuoran yhtälön  $a$ -arvon mukaan vain n. 0.2" tukin jokaista latvaläpimitan tuumaa kohti.

#### 432 Raaka-aineen käyttö

Sahauksen hyötysuhteet tukkien latvaläpimitaluokittain riippuvat suuresti määrin siitä, miten tarkkaan pystytään mittaamaan tukkikohtainen särmäysmäärä. Tässä tutkimuksessa on, kuten sivuilla 7 on mainittu, arvioitu jokaisen

tukin pintalautamäärä sekä mitattu yhteissärmäyksessä valmistettu pintalautamäärä sahausrupeamittain. Jälkimmäisellä tavalla ei ole saatu tarkkaa tietoa tukkikohtaisesta särmäysmäärästä, minkä vuoksi kaikissa latvaläpimitaluokissa onkin käytetty keskimääräistä särmäysprosenttilukua 8.4, laskettuna raaka-aineen teknisestä kuutiomäärästä. Tätä määrää kutsutaan seuraavassa todelliseksi särmäysmääräksi ja tukeittain arvioitua kuutiomäärää teoreettiseksi särmäysmääräksi. Nimityksestään huolimatta tukeittain arvioitu määrä on oikeampi ja vastaa todellisuutta (mikäli kenttäpyörösahauksessa särmättäisiin pintalaudat yksin kappalein). Keskimääräisen särmäysprosentin käyttäminen antaa vääran tuloksen, sillä särmäysprosentti vaihtelee huomattavasti tukkien eri latvaläpimitaluokissa, kuten taulukosta 4 ilmenee. Näiden perusteiden nojalla saadut arvioidut ja todelliset sahauksen hyötysuhteet ja raaka-aineen käyttösuhteet on esitetty taulukossa 7.

Taulukon 7 mukaan tukeittain arvioitu särmäysmäärä on edullisempi kuin rupeamittain mitattu. Ero on keskimäärin 5 % (13.4 % ja 8.4 %). Vastaavat sahauksen hyötysuhteet ovat 77.3 ja 72.3 %, ja nämä vastaavat raaka-aineen käyttösuhteita 213 ja 228 j<sup>3</sup>/std. Hyvin suoritettun särmäyksen avulla voidaan siis parantaa raaka-aineen käyttösuhdetta 15 j<sup>3</sup>:lla standarttia kohti.

Huomio kiintyy siihen tosiasiaan, että raaka-aineen käyttösuhte on erityisen edullinen pienissä ja suurissa tukkien latvaläpimitaluokissa ja että se vaihtelee paljon ja epäsäännöllisesti (vrt. HEISKANEN 1966, s. 1–2). Latvaläpimitaltaan pienten tukkien raaka-aineen käyttösuhte on edullinen siitä syystä, että sahatavara jää hyvin vajaasärmäiseksi, mutta ei niin paljon, ettei se täyttäisi »kotimaan raakin» laatuvaatimuksia. Järeissä tukeissa taas tukkikohtainen sahaus pyörösahauksessa antaa enemmän sahatavaraa kartiokkaita tukkeja sahattaessa kuin »jäykkä» vakioasetteinen kehysaha.

Yleisesti voidaan todeta, että raaka-aineen käyttösuhte on edullinen, etenkin arvioitujen särmäystavaramäärien osalta. Myös UUSISUO (1950, s. 46) on esittänyt hyviä raaka-aineen käyttösuhdelukuja »ylipitkien» puiden sahausesta, joten tämän tutkimuksen antamia tuloksia ei voida pitää liian suotuisina, vaikka ne ei edustakaan kenttäpyörösahauksen todellista keskiarvoa.

HEISKANEN (1966, s. 2) esittää samoin alhaisia raaka-aineen käyttösuhteita kehysahojen osalta. Niinpä esim. eräällä sahalaitoksella latvaläpimitaltaan 5":n tukin raaka-aineen käyttösuhte on n. 180 j<sup>3</sup>/std, ja 4 1/2":n käyttösuhte on vielä n. 20 j<sup>3</sup> pienempi. Sahateollisuuden keskimääräinen raaka-aineen käyttösuhte on kuitenkin tämän tutkimuksen tulosta selvästi epäedullisempi. PÖNTYNEN (1956, s. 117) mainitsee, että sahatteollisuuden raaka-aineen käyttösuhte oli vuosina 1949–53 231 j<sup>3</sup>/std, mutta HEISKANEN (1959, s. 66) ja SIIMES (1959, s. 44) ilmoittavat määrän 235 j<sup>3</sup>/std (vrt. myös JUVONEN 1966 ja HEISKANEN 1966). Hakkeen saanto- ja laatu tutkimuksen yhteydessä suoritettu raaka-ainetutkimus antoi tulokseksi 226...230 j<sup>3</sup>/std premisseistä riippuen (ISOMÄKI 1966, s. 4). Koesahauksissa saadaan vieläkin edullisempia raaka-

**Taulukko 7.** Arvioidut ja todelliset sahauskuhyötysuhteet prosentteina tekn. kuutiomäärästä ja raaka-aineen käyttösuhteet tukkien latvaläpimittaluokittain

Table 7. Estimated and actual efficiency of sawing in terms of per cents of the technical volume and ratio of raw-wood consumption by top-diameter classes of the logs

Latvaläpimitta, <sup>7</sup> Top diameter, in.	Sahauksen hyötysuhde, % — Efficiency of sawing, pct.					Raaka-aineen käyttösuhte, j <sup>3</sup> /std Ratio of raw-wood consumption, cu.ft./std.	
	Sydäntav. sahaus Centre-piece sawing	Särmäys Trimming		Yhteensä Total		Arvioitu Estimated	Todellinen Actual
		Arvioitu Estimated	Todellinen Actual	Arvioitu Estimated	Todellinen Actual		
3	132.0	—	—	132.0	132.0	125	125
3 1/2	92.8	—	—	92.8	92.8	178	178
4	98.9	4.7	—	103.6	107.3	159	154
4 1/2	86.3	5.9	—	92.2	94.7	179	174
5	78.4	8.6	—	87.0	86.8	190	190
5 1/2	76.1	11.1	—	87.2	84.5	189	195
6	68.6	12.9	—	81.5	77.0	202	214
6 1/2	64.0	13.7	—	77.7	72.4	212	228
7	60.3	15.1	—	75.4	68.7	219	240
7 1/2	62.1	15.2	—	77.3	70.5	213	234
8	61.0	15.6	—	76.6	69.4	215	238
8 1/2	58.3	16.9	8.4	75.2	66.7	219	247
9	56.4	15.6	—	72.0	64.8	229	255
9 1/2	57.6	14.7	—	72.3	66.0	228	250
10	58.3	11.4	—	69.7	66.7	237	247
10 1/2	57.3	13.5	—	70.8	65.7	233	251
11	61.5	13.1	—	74.6	69.9	221	236
11 1/2	58.4	8.4	—	66.8	66.8	247	247
12	62.8	12.3	—	75.1	71.2	220	232
12 1/2	58.6	14.0	—	72.6	67.0	227	246
13	64.6	10.0	—	74.6	73.0	221	226
13 1/2	81.0	6.1	—	87.1	89.4	189	185
14	83.8	12.3	—	96.1	92.2	172	179
14 1/2	84.9	—	—	84.9	84.9	194	194
17	78.8	—	—	78.8	78.8	209	209
Yht. Total	63.9	13.4	8.4	77.3	72.3	213	228

aineen käyttösuhteita, kuten SIIMEKSEN (1962, s. 8—9) tutkimukset osoittavat. Kehyssahojen osalta voidaan raaka-aineen käyttösuhdetta pienentää tehostamalla sahausta ja käyttämällä ohuempia teriä. Kenttäpyörösahauksessa kartioterien käyttö tähtää samaan päämäärään.

Tämän tutkimuksen keskimääräiset sahauskuhyötysuhteet (72.3 ja 77.3 %) ovat n. 14...19 % korkeammat kuin ruotsalaisten ilmoittama luku (THUNELL 1953, s. 40). On kuitenkin otettava huomioon, että tukit on mitattu toista luokitusperiaatetta käyttäen ja että sahatavaran laatulajittelu on ollut ankarampi.

Norjassa KLEM ja KARLSEN (1951a, s. 19) ovat sahauskuhyötysuhteen osalta tulleet suurin piirtein samaan tulokseen kuin tässä tutkimuksessa saatiin.

### 433 Sahatun tavaran laatu

Sydäntavaran sahauskuhyötysuhteet puulajeittain ja laatuluokittain ilmevät taulukosta 2 ja yhteissärmäyksessä valmistettujen pintalautojen laatu-jakautuma sivulla 17 olevasta jaotelmasta. Olettamalla, että särmättäväksi merkittyjen pintalautojen määrä jaetaan laatuluokkiin samassa suhteessa kuin yhteissärmäyksessä saatu pintalautamäärä, saadaan koko aineiston mukaan seuraavat sahauskuhyötysuhteet sahatavaran laatuluokittain:

	U/S	V	VI	Kotim. raakki	Yhteensä
	Sahauksen hyötysuhde, %				
Sydäntavaran sahaus .....	32.1	11.5	19.1	1.2	63.9
Särmäys, todellinen .....	1.1	0.6	5.6	1.1	8.4
Yhteensä .....	33.2	12.1	24.7	2.3	72.3
Sydäntavaran sahaus .....	32.1	11.5	19.1	1.2	63.9
Särmäys, arvioitu .....	1.8	0.9	9.0	1.7	13.4
Yhteensä .....	33.9	12.4	28.1	2.9	77.3

Tämän tutkimuksen todellinen laatu-jakautuma on siis seuraavanlainen: U/S = 33.2 %, V = 12.1 %, VI = 24.7 % ja »kotimaan raakki» = 2.3 % sekä sahauskuhyötysuhde 72.3 %. Vastaavat arvioidut sahauskuhyötysuhteita esittävät prosenttiluvut ovat 33.9, 12.4, 28.1 ja 2.9 eli yhteensä 77.3 %.

Sahatavaran laatu riippuu ennen kaikkea raaka-aineen laadusta, mutta myös sahatuista tavaralajeista ja niiden lajittelusta. Tämän tutkimuksen kohteena ollut sahatavara oli valmistettu kotimaan myyntiä varten, mistä oli seurausena, että sekstan ja »kotimaan raakin» osuudet olivat kasvaneet U/S:n ja kvintan kustannuksella. Tästä taas seuraa, että kehyssahojen ja tämän tutkimuksen laatu-jakautumasarjat eivät ole vertailukelpoiset keskenään (vrt. s. 12 ja SIIMES 1957, s. 851).

Arvioidut ja todelliset sahauskuhyötysuhteet prosentteina teknisestä kuutiomäärästä ja raaka-aineen käyttösuhteet puulajeittain ja laatuluokittain ilmevät taulukosta 8. Koska pintalautojen laatu-jakautuminen tukkien laatuluokittain ei ole tiedossa, esitetään taulukossa 8 ainoastaan keskimääräiset myyntikelpoisen sahatavaran määrään perustuvat sahauskuhyötysuhteet (sydäntavaran ja pintalautojen) hyötysuhteet.

Taulukosta havaitaan, että kuusitukeilla on keskimäärin edullisempi sahauskuhyötysuhde eli pienempi puun menekki standarttia kohti kuin mänty-tukeilla. Tämä johtuu siitä, että kuusitukit ovat kartiokkaampia kuin mänty-tukit (vrt. SIIMES, s. 9). Eri puulajien laatuluokkien välisestä vertailusta ilmenee suuntana

**Taulukko 8.** Arvioidut ja todelliset sahausten hyötysuhteet prosentteina tekn. kuutiomäärästä ja raaka-aineen käyttösuhteet puulajeittain ja laatuluokittain

Table 8. Estimated and actual efficiency of sawing in terms of per cents of the technical volume and ratio of raw-wood consumption by tree species and log grades

Puulaji ja laatuluokka Tree species and log grade	Sahausten hyötysuhde, % Efficiency of sawing, pct.		Raaka-aineen käyttösuhte, j <sup>3</sup> /std Ratio of raw-wood consumption, cu.ft./std.	
	Arvioitu Estimated	Todellinen Actual	Arvioitu Estimated	Todellinen Actual
Mä I .....	64.7	59.7	255	276
Mä II .....	78.8	73.8	209	224
Mä III .....	75.5	70.5	219	234
Ku I .....	77.5	72.5	213	228
Ku II .....	82.4	77.4	200	213
Yhteensä Total .....	77.7	72.7	212	227

selvästi, että raaka-aineen käyttösuhte pienenee laadun huonotessa. Aineiston pienuuden takia on suhtauduttava varovasti tulokseen, joka koskee »Mä I»:n ja »Mä II»:n välistä suhdetta. Laadun vaikutus raaka-aineen käyttösuhteeseen kytkeytyy siihen, että III luokan tukki on kartiokkaampi kuin I luokan, minkä takia latvasta mittaaminen jättää tyvekkääseen tukkiin enemmän »ilmaista» puuta kuin tasaisesti kapenevaan (SIIMES, 1962, s. 6—7, vrt. myös GRANVIK 1967, s. 129). Samanlaisen toteamuksen ovat myös norjalaiset tutkijat tehneet (KLEM—KARLSEN 1951, s. 19).

#### 44 EPÄMITTAISUUS

##### 441 Yleistä

Kuten jo aineiston käsittelyä selostavassa luvussa (s. 9) on mainittu, epämittaisuutta selvittävät mittaukset on suoritettu paloitteen alku- (1) ja loppupäästä (5), 20 cm:n kohdalta alku- (2) ja loppupäästä (4) sekä paloitteen keskeltä (3). Vajaasärmäisistä kohdista ei mittauksia ole tehty. Paloitteen sivu on mittausta varten nimetty sen mukaan, missä asennossa paloite on sahaussessa ollut. Täten on saatu nimitykset, syrjä I, syrjä II, lape I ja lape II. Näistä syrjä I ja lape I tarkoittavat tukilevyn puoleista sahaussivua syrjää II särmättäessä tai lapetta II sahattaessa.

##### 442. Syrjien epämittaisuus

Molempien syrjien (I ja II) mittausaineistot ovat yhtä suuret (515 paloitetta), vaikka mittauskohtien ja siis mittausten määrä eri tuumaluokissa vaihtelee

vajaasärmäisyyden johdosta. Tutkittujen paloitteiden syrjien mittausten lukumäärät sekä mittalukemien keskiarvot paloitteiden paksuusluokittain ja mitauskohdittain on esitetty taulukossa 9.

Taulukosta 9 ilmenee, että syrjä I on sahattu vajaasärmäiseksi alkupäästään paksuusluokissa 5/8", 7/8" ja 1 1/4" sekä syrjä II sekä alku- että loppupäässä tuumaluokassa 5/8" ja yksinomaan alkupäästään luokassa 1 1/4". Näiden Englannin mittojen mukaan sahattujen paloitteiden syrjien vajaamittaisuuden todellisuus ilmenee kuivumisvarojen testaustuloksista, jotka esitetään taulukoissa 14 ja 15.

**Taulukko 9.** Paloitteiden syrjien mittausten lukumäärät sekä mittauslukemien keskiarvot paloitteiden paksuusluokittain ja mitauskohdittain

Table 9. The number of measurements of the edge width of pieces as well as the means obtained, ranked by thickness classes of the pieces and the points of measurement

Paloitteen paksuus Piece thickness	Syrjät I — Edges I										
	Mittausten — Measurements:										
	lukumäärä, kpl — Number					keskiarvo, mm — Mean, mm.					
	Mittauskohdat — Point of measurement										
~in.	mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5/8	15.9	4	4	4	4	4	14.50	14.75	17.00	16.50	16.00
3/4	19.1	125	125	119	119	119	19.13	19.53	21.24	20.39	20.25
7/8	22.2	153	155	157	158	157	21.94	22.40	23.71	23.14	23.04
1	25.4	34	34	35	35	35	25.88	26.24	27.40	26.51	26.57
1 1/4	31.8	40	40	41	41	41	30.68	31.18	32.37	32.37	32.39
1 1/2	38.1	40	40	40	40	40	39.93	40.58	42.73	41.33	41.28
1 3/4	44.5	10	10	11	11	11	46.20	46.30	47.36	46.36	46.00
2	50.8	57	60	63	64	64	50.93	51.53	53.75	52.97	52.94
2 1/2	63.5	15	16	16	16	16	66.53	67.25	69.50	68.56	68.44
3	76.2	8	8	8	8	8	77.75	78.13	79.25	77.38	77.38
4	101.6	12	13	13	13	13	102.83	103.31	106.38	105.15	104.92
Syrjät II — Edges II											
~in.	mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5/8		4	4	4	4	4	14.25	14.75	17.25	16.50	15.75
3/4		125	125	119	119	119	19.60	20.13	21.65	20.87	20.68
7/8		154	155	158	157	156	22.40	22.72	23.94	23.13	23.06
1		34	34	35	35	33	26.38	26.71	27.54	26.63	26.61
1 1/4		40	40	41	41	41	31.13	31.65	32.71	32.54	32.68
1 1/2		39	39	40	39	39	40.08	40.72	40.78	41.23	41.71
1 3/4		11	11	11	11	11	46.73	46.82	48.09	46.73	46.36
2		58	60	64	63	62	51.14	51.80	53.81	52.67	52.48
2 1/2		15	16	16	15	16	66.80	67.44	69.81	68.60	68.88
3		8	8	8	8	8	77.63	78.00	79.25	77.38	77.38
4		11	12	13	13	12	103.64	104.33	107.38	104.85	104.75

Paloitteiden syrjien (I ja II) mittojen keskiarvojen erotuksen testauksen tulokset on esitetty taulukossa 10.

Taulukon 10 perusteella voidaan yleisenä suuntana todeta, että paloitteen paksuus kasvaa alkupäästä keskikohtaan päin mentäessä, on paksuin keskikohdastaan ja ohenee taas loppupäätä kohden. Paloitteen loppupää (5) on paksumpi kuin sen alkupää (1). Paloitteen alkupään paksuuden kasvu keskikohtaa (3) kohden ja sen loppupään oheneminen keskikohdasta loppupäähän ovat todellisia, sillä keskiarvojen erotukset ovat erittäin merkitseviä molempien syrjien osalta. Alkupään paksuuden suhde loppupään paksuuteen ei ole kauttaaltaan yhtä kiinteä, sillä t:n arvo vaihtelee melko paljon. Testaustulokset eivät ilmaise todellista yli- tai vajaamittaisuutta.

**Taulukko 10.** Paloitteiden syrjien mittojen keskiarvojen erojen testaus paloitteiden paksuusluokittain ja mittauskohdittain

Table 10. Test of the differences in the means of the width of piece edges by thickness classes of the pieces and points of measurement

Paloitteen paksuus, " Piece thickness, in.	Syrjät I — Edges I						
	Mittauskohdat — Points of measurement						
	1-2	2-3	3-4	4-5	1-3	3-5	1-5
	t						
5/8	- 0.66	- 8.97	+ 1.74	+ 1.00	- 8.68	+ 2.44	- 2.99
3/4	- 2.07	- 9.86	+ 5.21	+ 0.77	- 11.75	+ 5.70	- 5.72
7/8	- 3.30	- 8.79	+ 3.72	+ 0.67	- 11.54	+ 4.23	- 7.35
1	- 0.87	- 3.13	+ 2.88	- 0.22	- 3.91	+ 2.58	- 1.89
1 1/4	- 0.68	- 1.56	± 0.00	- 0.03	- 2.26	- 0.03	- 2.34
1 1/2	- 1.70	- 6.40	+ 4.46	+ 0.15	- 7.43	+ 4.31	- 3.48
1 3/4	- 0.19	- 4.10	+ 2.18	+ 0.61	- 2.18	+ 2.88	+ 0.30
2	- 2.16	- 9.27	+ 3.36	+ 0.11	- 10.64	+ 3.17	- 6.89
2 1/2	- 1.23	- 3.83	+ 1.52	+ 0.19	- 4.70	+ 1.64	- 2.95
3	- 0.88	- 2.21	+ 3.57	± 0.00	- 3.38	+ 3.82	+ 0.91
4	- 0.56	- 4.96	+ 2.86	+ 0.40	- 5.28	+ 2.89	- 2.68
Syrjät II — Edges II							
5/8	- 1.42	- 7.11	+ 1.97	+ 1.97	- 8.53	+ 4.27	- 4.27
3/4	- 3.47	- 9.77	+ 4.88	+ 1.15	- 12.27	+ 5.53	- 6.28
7/8	- 2.25	- 7.60	+ 4.51	+ 0.38	- 9.16	+ 4.68	- 3.82
1	- 0.96	- 2.48	+ 2.81	+ 0.06	- 3.15	+ 2.59	- 0.62
1 1/4	- 0.70	- 1.34	+ 0.22	- 0.19	- 2.05	+ 0.04	- 2.12
1 1/2	- 1.76	- 6.28	+ 4.33	+ 0.05	- 7.10	+ 4.17	- 2.76
1 3/4	- 0.16	- 3.49	+ 3.45	+ 0.95	- 2.29	+ 4.34	+ 0.62
2	- 2.22	- 7.56	+ 3.84	+ 0.56	- 8.82	+ 4.20	- 3.86
2 1/2	- 0.82	- 2.75	+ 1.42	- 0.41	- 3.36	+ 1.04	- 2.80
3	- 0.99	- 3.04	+ 3.18	± 0.00	- 3.31	+ 3.82	+ 0.55
4	- 1.17	- 5.95	+ 5.07	+ 0.17	- 6.64	+ 4.49	- 1.68

### 443 Lappeiden epämittaisuus

Lappeiden epämittaisuusaineisto käsittää lape I:n osalta 498 ja lape II:n osalta 493 paloitetta. Lapemittausten lukumäärät sekä mittalukemien keskiarvot ilmenevät taulukosta 11.

Taulukosta 11 huomataan, että tutkittujen paloitteiden sahausleveydet ovat riittävät, ts. paloitteiden leveyksien vajaamittaisuus johtuu kuivumisesta eikä alunperin vääärstä sahausesta. Lappeiden sahaus eroaa tässä suhteessa jonkin verran syrjien sahausesta, jossa joidenkin paksuuksien osalta ilmeni vajaamittaisuutta jo sahausyhteydessä (taulukko 9). Sekä syrjien että lappeiden mit-

**Taulukko 11.** Paloitteiden lappeiden mittauksien lukumäärät sekä mittauslukemien keskiarvot paloitteiden leveysluokittain ja mittauskohdittain

Table 11. The number of measurements of the width of the flat side of pieces as well as the means obtained, ranked by width classes of the pieces and points of measurement

Paloitteen leveys Piece width	Lappeet I — Flat sides I										
	Mittauksien — Measurements:										
	lukumäärä, kpl — Number					keskiarvo, mm — Mean, mm.					
	Mittauskohdat — Point of measurement										
"-in.	mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 1/2	38.1	25	25	25	25	25	40.08	40.72	42.96	41.24	40.88
2	50.8	19	19	19	19	19	52.26	53.00	55.37	53.26	53.05
3	76.2	15	15	15	15	15	77.20	77.40	77.87	76.53	76.60
4	101.6	116	120	126	127	122	103.10	103.60	105.72	104.53	104.25
4 1/2	114.3	1	1	1	1	1	119.00	119.00	123.00	118.00	118.00
5	127.0	144	120	134	133	133	129.14	129.58	131.41	130.10	130.03
6	152.4	129	134	132	131	130	155.16	155.58	157.63	156.80	156.85
7	177.8	24	24	25	23	21	181.04	181.75	182.80	183.09	183.43
8	203.2	14	14	15	15	14	206.86	207.21	210.20	210.20	210.00
9	228.6	3	3	3	3	3	229.00	230.67	234.00	234.33	234.33
Lappeet II — Flat sides II											
"-in.	mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 1/2		25	25	25	25	25	40.00	40.64	43.00	41.28	40.84
2		19	19	19	18	18	52.32	52.95	55.26	53.39	53.22
3		15	15	15	15	15	77.60	77.67	78.00	76.73	76.80
4		120	124	122	126	124	103.23	103.86	106.19	104.68	104.41
4 1/2		1	1	1	1	1	119.00	119.00	122.00	118.00	119.00
5		112	120	132	133	133	129.34	129.69	131.63	130.36	130.26
6		127	128	131	133	131	155.10	155.57	157.79	157.02	157.02
7		23	24	23	23	21	181.52	181.96	183.26	183.35	183.57
8		11	12	13	14	14	207.18	207.75	210.46	210.86	211.07
9		3	3	3	3	3	229.33	231.00	234.33	234.67	234.67



taustulosten perusteella näyttää siltä, kuin paloite olisi sitä alttiimpi vajaamittaisuudelle, mitä pienemmästä dimensiosta on kysymys.

Lappeiden mittojen keskiarvojen erotuksen testaustulokset on esitetty taulukossa 12.

Lappeidenkin epämittaisuus noudattaa periaatteessa samoja pääsääntöjä kuin syrjien epämittaisuus, mutta ei ehkä yhtä selvästi. Lappeiden mittojen keskiarvojen erotuksen testaus vahvistaa kuitenkin syrjien mittauksien antamaa kuvaa kenttäpyörösahatavaran tyypillisestä muodosta: paloitteet ovat päistään ohuempia (kapeampia) kuin keskeltä (vrt. UUSISUO 1950, s. 18–36, GRANVIK—LEVANTO 1952, s. 72–74, TELFORD 1952, s. 100, THUNELL 1952, s. 106 ja THUNELL 1953, s. 44). Tämä tutkimus osoittaa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, että epämittaisuus on suurempi paloitteen alku- kuin loppupäässä (vrt. GRANVIK—LEVANTO 1952, s. 72).

**Taulukko 12.** Paloitteiden lappeiden mittojen keskiarvojen erojen testaus paloitteiden leveysluokittain ja mittauskohdittain

Table 12. Test of the differences in the means of the flat-side widths of the pieces by width classes of the pieces and points of measurement

Paloitteen leveys, " Piece width, in.	Lappeet I — Flat sides I						
	Mittauskohdat — Point of measurement						
	1-2	2-3	3-4	4-5	1-3	3-5	1-5
	t						
1 1/2	- 2.12	- 7.47	+ 4.85	+ 0.85	- 9.89	+ 5.63	- 2.16
2	- 3.25	- 11.54	+ 5.21	+ 0.36	- 11.70	+ 4.81	- 1.61
3	- 0.55	- 0.74	+ 1.67	- 0.09	- 1.00	+ 1.49	+ 0.89
4	- 2.34	- 7.70	+ 3.45	+ 0.77	- 9.11	+ 4.24	- 3.73
4 1/2	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00
5	- 2.35	- 10.03	+ 6.14	+ 0.28	- 11.51	+ 6.06	- 3.73
6	- 2.61	- 9.54	+ 3.31	+ 0.21	- 11.21	+ 3.12	- 8.27
7	- 2.28	- 1.84	- 0.35	- 0.35	- 3.00	- 0.71	- 3.29
8	- 0.76	- 6.85	- 0.56	+ 0.42	- 8.65	± 0.00	- 8.35
9	- 0.55	- 2.00	- 0.98	± 0.00	- 1.99	- 0.98	- 2.10
Lappeet II — Flat sides II							
1 1/2	- 2.32	- 8.55	+ 4.92	+ 1.03	- 10.60	+ 5.73	- 2.23
2	- 2.53	- 9.86	+ 4.75	+ 0.33	- 10.71	+ 5.06	- 2.18
3	- 0.17	- 0.48	+ 1.45	- 0.08	- 0.56	+ 1.36	+ 1.16
4	- 3.05	- 9.85	+ 4.84	+ 0.78	- 11.92	+ 5.62	- 3.98
4 1/2	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00
5	- 1.87	- 10.62	+ 5.99	+ 0.41	- 11.36	+ 6.06	- 3.87
6	- 2.86	- 10.45	+ 3.13	± 0.00	- 12.39	+ 3.20	- 13.10
7	- 1.45	- 2.28	- 0.10	- 0.21	- 2.97	- 0.33	- 2.64
8	- 1.19	- 6.19	- 0.76	- 0.34	- 7.87	- 1.17	- 6.78
9	- 0.52	- 2.13	- 0.72	± 0.00	- 1.74	- 0.72	- 1.86

#### 444 Kiilamaisuus

Jo taulukoiden 9 ja 11 perusteella näyttää siltä, että paloitteet eivät ole tasa-paksuisia ja -levyisiä, vaan että sekä paksuuden että leveyden osalta esiintyy ns. kiilamaisuutta. Kiilamaisuuden toteamiseksi on testaamalla verrattu syrjä I:n mittauksen keskiarvoja syrjä II:n vastaaviin keskiarvoihin mittauskohdittain. Vastaavanlainen testaus on suoritettu lappeidenkin osalta, ja tulokset on esitetty taulukossa 13.

Taulukon 13 perusteella voidaan pitää tendenssinä, että kenttäpyörösahatavara on kiilamaista. Eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta syrjä I on ohuempi kuin syrjä II sekä lape I kapeampi kuin lape II. »Poikkeuksien» osalta on otettava huomioon, että t on kauttaaltaan pienempi kuin 1.56, joten erotukset eivät ole merkitseviä. Yleensä keskiarvojen erotusten merkitsevyys on heikohko mutta kuitenkin niin ilmeinen, että mainittua tendenssiä voidaan pitää todellisena.

**Taulukko 13.** Paloitteiden kiilamaisuuden testaus

Table 13. Test of the degree of wedge-shape of pieces

Paloitteen paksuus, " Piece thickness, in.	Kiilamaisuus — Degree of wedge-shape				
	Syrjat I : II — Edges I : II				
	Mittauskohdat — Points of measurement				
	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5
t					
5/8	+ 0.66	± 0.00	- 1.00	± 0.00	+ 0.52
3/4	- 2.58	- 3.61	- 2.52	- 2.99	- 2.31
7/8	- 3.12	- 2.39	- 1.33	+ 0.06	- 0.11
1	- 1.24	- 1.33	- 0.42	- 0.44	- 0.12
1 1/4	- 0.63	- 0.62	- 0.43	- 0.23	- 0.39
1 1/2	- 0.36	- 0.42	- 0.15	+ 0.29	+ 0.18
1 3/4	- 0.73	- 1.87	- 2.09	- 0.75	- 0.71
2	- 0.66	- 1.06	- 0.24	+ 1.06	+ 1.44
2 1/2	- 0.39	- 0.27	- 0.37	- 0.07	- 0.62
3	+ 0.29	+ 0.33	± 0.00	± 0.00	± 0.00
4	- 1.09	- 1.46	- 2.35	+ 0.60	+ 0.26
Lappeet I : II — Flat sides I : II					
1 1/2	+ 0.28	+ 0.27	- 0.14	- 0.10	+ 0.09
2	- 0.21	+ 0.28	+ 0.43	- 0.26	- 0.29
3	- 0.92	- 0.82	- 0.15	- 0.25	- 0.23
4	- 0.58	- 1.32	- 1.54	- 0.43	- 0.45
4 1/2	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00	± 0.00
5	- 0.97	- 0.65	- 1.14	- 1.13	- 0.90
6	+ 0.36	+ 0.06	- 0.62	- 0.93	- 0.73
7	- 1.46	- 0.73	- 0.61	- 0.27	- 0.13
8	- 0.73	- 1.08	- 1.35	- 1.28	- 1.82
9	- 0.09	- 0.15	- 0.98	- 0.72	- 0.72

Tutkimuksen alaisissa sahausissa päämenetelmä on ollut sellainen (vrt. GRANVIK 1967, s. 32), että syrjien mitat (paloitteen paksuus) ovat määrättyneet lopullisesti lape II:n sahausn tuloksena. Sahatavaran mittatarkkuus riippuu hyvin paljon siitä miten huolellisesti vastinlevyä käytetään hyväksi, sekä toisaalta leikattavan paloitteen asemasta d-paloitteessa. Kuta lähemmäksi d-paloitteen pyöreätä pintaa tullaan, sitä huolellisemmin paloitetta on tuettava vastinlevyä vasten leikkauksen aikana (ks. kuva 1). Taulukossa 13 oleva syrjien sahausta koskeva testaustulosten heterogeenisyys saattaa johtua siitä, ettei paloitte ollut riittävän hyvin tuettu sahausn aikana. Tutkimustulosten perus-

**Taulukko 14.** Paloitteiden Engl. ja Norjan tuumamittojen mukaan sahattujen syrjien kuivumisvarojen testaus

Table 14. Test of the allowance of shrinkage in seasoning of edges in pieces sawn in terms of English and Norwegian inches

Paloitteen paksuus Piece thickness		Kuivumisvarat — Allowance of shrinkage										
		Syrjät I — Edges I					Syrjät II — Edges II					
		Mittauskohdat — Points of measurement					Mittauskohdat — Points of measurement					
Engl. in.	mm	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
		t										
5/8	15.9	- 4.86	+ 4.60	+ —	+ 2.08	+ 0.25	- 6.60	- 4.60	+ 5.40	+ 2.08	- 0.60	
3/4	19.1	+ 0.21	+ 3.23	+ 19.58	+ 10.64	+ 8.51	+ 4.32	+ 10.34	+ 21.22	+ 16.82	+ 12.40	
7/8	22.2	- 2.56	+ 2.10	+ 13.21	+ 9.17	+ 7.66	+ 1.88	+ 5.53	+ 13.43	+ 7.45	+ 6.32	
1	25.4	+ 1.57	- 3.03	+ 8.12	+ 6.01	+ 5.69	+ 3.67	+ 6.03	+ 8.43	+ 6.11	+ 4.77	
1 1/4	31.8	- 2.22	- 1.17	+ 1.03	+ 1.08	+ 1.12	- 1.31	- 0.28	+ 1.58	+ 1.40	+ 1.67	
1 1/2	38.1	+ 6.13	+ 10.12	+ 20.19	+ 14.92	+ 18.98	+ 6.77	+ 12.05	+ 19.14	+ 11.86	+ 10.82	
1 3/4	44.5	+ 3.32	+ 11.77	+ 14.07	+ 4.54	+ 3.53	+ 4.26	+ 10.25	+ 12.64	+ 8.18	+ 6.68	
2	50.8	+ 0.60	+ 4.09	+ 18.44	+ 12.91	+ 10.76	+ 1.44	+ 5.49	+ 15.62	+ 8.27	+ 6.64	
2 1/2	63.5	+ 6.79	+ 9.83	+ 13.44	+ 11.84	+ 10.62	+ 6.37	+ 6.82	+ 8.77	+ 11.73	+ 10.11	
3	76.2	+ 6.20	+ 5.52	+ 8.33	+ 3.15	+ 3.65	+ 4.42	+ 9.52	+ 8.33	+ 2.56	+ 3.65	
4	101.6	+ 1.89	+ 2.99	+ 19.84	+ 10.01	+ 7.47	+ 4.51	+ 7.26	+ 16.53	+ 9.17	+ 6.27	
		t										
Norj. in.	mm	t										
5/8	16.3	- 6.25	- 6.20	+ —	+ 0.69	- 0.74	- 7.12	- 6.20	+ 3.80	+ 0.69	- 2.20	
3/4	19.6	- 3.33	- 0.53	+ 15.01	+ 6.52	+ 4.81	+ 0.00	+ 5.32	+ 17.06	+ 12.07	+ 8.48	
7/8	22.9	- 9.44	- 5.24	+ 7.09	+ 2.34	+ 1.28	- 4.70	- 1.91	+ 8.03	+ 1.84	+ 1.18	
1	26.1	- 0.72	+ 0.51	+ 5.28	+ 2.22	+ 2.28	+ 1.05	+ 2.81	+ 5.67	+ 2.63	+ 2.01	
1 1/4	32.6	- 3.80	- 2.68	- 0.42	- 0.44	- 0.40	- 2.88	- 1.76	+ 0.19	- 0.11	+ 0.15	
1 1/2	39.2	+ 2.45	+ 5.63	+ 15.39	+ 9.84	+ 12.42	+ 3.01	+ 6.99	+ 14.64	+ 7.69	+ 6.99	
1 3/4	45.7	+ 0.98	+ 3.92	+ 8.17	+ 1.61	+ 0.71	+ 1.97	+ 4.95	+ 8.41	+ 3.78	+ 2.37	
2	52.3	- 6.37	- 4.31	+ 9.06	+ 3.99	+ 3.22	- 4.91	- 2.75	+ 7.84	+ 1.64	+ 0.71	
2 1/2	65.4	+ 2.53	+ 4.85	+ 9.18	+ 7.39	+ 6.54	+ 2.70	+ 3.53	+ 6.13	+ 7.36	+ 6.54	
3	78.4	- 2.60	- 0.77	+ 2.32	- 2.72	- 3.15	- 2.38	- 2.12	+ 2.32	- 2.21	- 3.15	
4	104.6	- 2.73	- 2.26	+ 7.39	+ 1.55	+ 0.72	- 2.12	- 0.72	+ 7.95	+ 0.71	+ 0.30	

teella voidaan tehdä se päätelmä, että ensimmäiseksi sahattu sivupari (syrjä I ja lape I) on tavallisesti »epämittäisempi» kuin toinen (syrjä II ja lape II), jonka sahausn aikana paloitetta tuetaan vastinlevyä käyttäen. Paloitteen kiinnittäminen sahausn ajaksi on epämittäisyyden haitallisen vaikutuksen pienentämiseksi hyvin tärkeä rationalisointitoimenpide kenttäpyörösahaustuksessa.

#### 445 Sahatavaran kuivumisesta aiheutuva epämittäisyys

Kuten edellä olevasta on käynyt ilmi, tavaraa ei ole muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta sahattu vajaamittäiseksi. Myös taulukoissa 14 ja 15 olevat testaustulokset vahvistavat tätä toteamusta.

**Taulukko 15.** Paloitteiden Engl. ja Norjan tuumamittojen mukaan sahattujen lappeiden kuivumisvarojen testaus

Table 15. Test of the allowance of shrinkage in seasoning of flat sides in pieces sawn in terms of English and Norwegian inches

Paloitteen paksuus Piece thickness		Lappeet I — Flat sides I					Lappeet II — Flat sides II				
		Mittauskohdat — Points of measurement					Mittauskohdat — Points of measurement				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		t									
Engl. in.	mm	t									
1 1/2	38.1	+ 9.54	+ 14.31	+ 23.81	+ 10.80	+ 9.06	+ 9.50	+ 13.34	+ 24.50	+ 11.13	+ 8.58
2	50.8	+ 7.30	+ 20.35	+ 26.19	+ 6.74	+ 5.02	+ 7.49	+ 15.09	+ 24.13	+ 7.30	+ 6.61
3	76.2	+ 3.38	+ 5.60	+ 2.77	+ 0.62	+ 0.66	+ 4.37	+ 5.84	+ 2.84	+ 0.87	+ 0.98
4	101.6	+ 9.29	+ 14.16	+ 17.72	+ 11.49	+ 10.28	+ 10.53	+ 16.43	+ 23.68	+ 12.91	+ 11.27
4 1/2	114.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	127.0	+ 14.89	+ 21.41	+ 32.68	+ 18.76	+ 16.48	+ 15.91	+ 22.87	+ 33.66	+ 20.87	+ 18.16
6	152.4	+ 23.54	+ 28.87	+ 28.19	+ 26.18	+ 26.61	+ 22.44	+ 28.34	+ 30.08	+ 27.49	+ 28.18
7	177.8	+ 13.67	+ 19.55	+ 9.50	+ 8.25	+ 7.71	+ 16.52	+ 20.38	+ 10.10	+ 7.99	+ 8.94
8	203.2	+ 12.44	+ 11.43	+ 31.14	+ 25.06	+ 17.34	+ 12.26	+ 12.97	+ 27.08	+ 17.31	+ 17.94
9	228.6	+ 0.16	+ 1.24	—	+ 17.19	+ 17.19	+ 2.56	+ 15.70	+ 17.19	+ 18.21	+ 18.21
		t									
Norj. in.	mm	t									
1 1/2	39.2	+ 4.24	+ 8.30	+ 18.42	+ 7.02	+ 5.48	- 4.00	+ 7.56	+ 19.00	+ 7.28	+ 5.13
2	52.3	- 0.20	+ 6.48	+ 17.59	+ 2.63	+ 1.67	+ 0.10	+ 4.56	+ 16.01	+ 3.07	+ 2.51
3	78.4	- 4.06	- 4.67	- 0.88	- 3.50	- 2.95	+ 2.50	- 2.90	- 0.63	- 2.76	- 2.62
4	104.6	- 9.29	- 7.08	+ 4.82	- 0.27	- 1.36	- 8.85	- 5.38	+ 8.20	+ 0.34	- 0.76
4 1/2	117.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	130.7	- 10.86	- 9.30	+ 5.26	- 3.63	- 3.64	- 9.25	- 8.59	+ 6.76	- 2.11	- 2.45
6	156.9	- 14.84	- 11.99	+ 3.93	- 0.60	- 0.30	- 14.96	- 11.89	+ 4.97	+ 0.71	+ 0.73
7	183.0	- 8.27	- 6.19	- 0.38	- 0.14	+ 0.59	- 6.57	- 5.10	+ 0.48	+ 0.50	+ 0.88
8	209.2	- 7.96	- 5.67	+ 3.66	+ 3.58	+ 2.04	- 6.22	- 4.13	+ 4.70	+ 3.75	+ 4.26
9	235.3	- 2.52	- 2.78	—	+ 2.91	- 2.91	- 20.95	- 28.12	- 2.91	- 1.89	- 1.89

Sahatavara kutistuu kuivuessaan, ja kutistuma vaihtelee puun eri osissa. Pintapuusta sahattu tavara kutistuu enemmän kuin sydänpuu, ja teoreettisena päätelmänä tästä on, että pintapuussa olisi käytettävä suurempaa kuivumisvaraa kuin sydänpuussa. Koska tämä kuitenkin tuottaa vaikeuksia, olisi käytettävä riittävän suurta keskimääräistä kuivumisvaraa tuoretta puuta sahtaessa. Koko maata käsittäviä ohjeita kuivumisvaran määrittämiseksi samansuuruisiksi ei liene mahdollista laatia, sillä eri oloissa käytetään erilaisia kuivumisvaroja (ks. LEVÓN 1928, s. 30, SUOMEN PUU 1949, s. 209–210). Kuivumisvaraa määritettäessä käytetään usein ns. norjanmittaa, joka on n. 3 % (2.95 %) suurempi kuin Englannin tuumamitta. Norjan tuuma takaa riittävän kuivumisvaran leveässä tavarassa, mutta pintapuusta sahatussa lautatavarassa se on riittämätön, jos tavara on täysin laivauskuivaa.

Kuivumisvarat on testattu sekä Englannin että Norjan tuumamittojen mukaan, ja tulokset esitetään taulukoissa 14 ja 15. Testaus osoittaa, että tutkimuksen alaiset paloitteet melkein poikkeuksetta olisivat jostakin kohdasta vajaamittaisia ajatellun kuivumisen jälkeen, mikä mittaushetkellä vastasi Norjan tuumamittoja. Keskiarvojen erotukset ovat suurimmaksi osaksi erittäin merkittäviä. Eräin poikkeuksin vajaamittaisuus on ylittänyt kuivumisvaran paloitteiden alkupäässä ja 20 cm:n kohdalla alkupäästä. Mittauskohdissa 4 ja 5 (20 cm loppupäästä ja loppupää) kenttäpyörösahatavara on kuivumisen jälkeen usein vajaamittaista, vaikka ylittaisuuttakin esiintyy. Paloitteiden keskikohdissa ylittaisuus on todellinen, sillä poikkeamat ovat käytännöllisesti katsoen erittäin merkittäviä. Tässäkin suhteessa kenttäpyörösahatavaran tyypillinen muoto käy selvästi ilmi.

#### 446 Kehyssahatavaran epämittaisuus

Edellä olevasta on käynyt ilmi, että kenttäpyörösahalla valmistettu tavara muotoonsa nähden noudattaa selvää lainmukaisuutta. Paloitteet ovat keskeltä paksumpia kuin päistään, ja lisäksi ne ovat kiilamaisia. Vaikkei kehysahatavaran epämittaisuuden selvittely kuulunut tutkimuksen piiriin, kerättiin pieni vertailuaineisto tämän erikoiskysymyksen valaisemiseksi. Aineisto käsittää vain 15 paloitetta, joiden särmät on mitattu, joten sen perusteella ei voi tehdä tieteellisesti pitäviä päätelmiä. Paloitteista on 4 kpl paksuudeltaan 5/8" ja 11 kpl 7/8".

Taulukon 16 testaustulosten perusteella on vaikea huomata tendenssiä epämittaisuuden suhteen. Lisäksi keskiarvojen erotuksien merkittävyydet ovat heikohkoja. Kuitenkin näyttää siltä, kuin paloitteiden alkupäät olisivat loppupäitä paksumpia ja ehkä myös alkupäät paksummat kuin keskikohdat. Aineiston pienuuden takia on testaustuloksiin kuitenkin suhtauduttava varovasti. THUNELLIN (1968, s. 131) mukaan epämittaisuus on pienin paloitteen keskellä, jonkin verran suurempi alkupäässä ja selvästi suurin loppupäässä.

Myös kehysahatavaran kiilamaisuutta on tutkittu, ja tulokset esitetään taulukossa 17. Siinä syrjä I tarkoittaa sahaushetkellä paloitteen alapuolella olevaa syrjää.

Taulukon 17 mukaan voidaan ehkä suuntana pitää, että kehysahatavarakin on kiilamaista. Syrjä I on ohuempi kuin syrjä II, mutta t on siksi pieni, että sen merkittävyys on kyseenalainen. Keskiarvojen erotus on merkitevin mittauskohdassa 3–3 5/8":n paloitteissa, mutta tässä syrjä I on paksumpi kuin syrjä II. Todistusarvoa taulukolla tuskin lienee.

**Taulukko 16.** Kehyssahatavaran paloitteiden syrjien mittojen keskiarvojen erojen testaus paloitteiden paksuusluokittain ja mittauskohdittain

Table 16. Test of the differences in the averages of the width of piece edges by thickness classes of the pieces and points of measurement in sawn goods prepared by frame saw

Paloitteen paksuus, " Piece thickness, in.	Syrjät I – Edges I						
	Mittauskohdat – Points of measurement						
	1–2	2–3	3–4	4–5	1–3	3–5	1–5
t							
5/8	+ 1.97	– 2.45	+ 1.97	± 0.00	– 0.65	+ 1.97	+ 1.42
7/8	+ 0.33	+ 1.92	+ 0.26	– 0.64	+ 1.46	– 0.48	+ 1.13
Syrjät II – Edges II							
5/8	+ 1.56	+ 1.73	– 1.00	± 0.00	+ 2.23	– 1.00	+ 1.19
7/8	+ 0.21	+ 0.91	+ 0.22	± 0.00	+ 0.77	+ 0.20	+ 0.84

**Taulukko 17.** Kehyssahatavaran kiilamaisuuden testaus

Table 17. Test of the degree of wedge-shape of sawn goods prepared by frame saw.

Paloitteen paksuus, " Piece thickness, in.	Syrjät I : II – Edges I : II				
	Mittauskohdat – Points of measurement				
	1–1	2–2	3–3	4–4	5–5
t					
5/8	– 0.92	– 1.73	+ 2.45	– 0.52	– 0.52
7/8	– 0.18	– 0.48	– 1.03	– 1.53	– 0.73

Kuivumisvarojen testausta ei ole suoritettu, mutta kaikki paloitteet olisivat kuivumisen jälkeen täyttäneet mittavaatimukset. — Kehyssahatavara näyttää edellä sanotun perusteella olevan edullisemmassa asemassa kuin kenttäpyörösahalla valmistettu tavara.

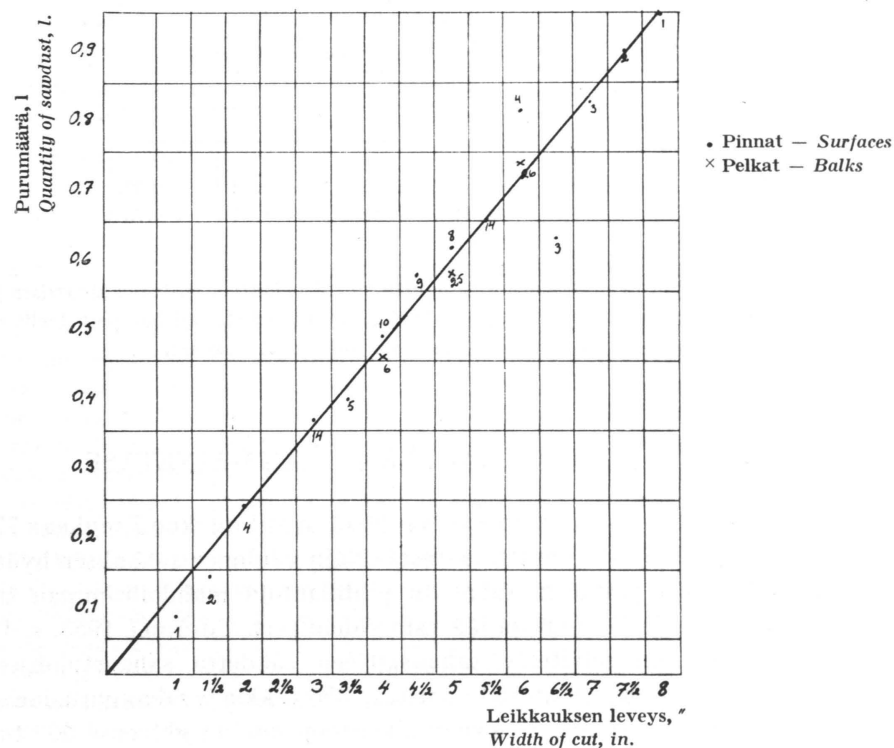
#### 45 KENTTÄPYÖRÖSAHAUKSEN RAAKA-AINETASE

Arvioidut ja todelliset sahauksen hyötysuhteet ovat taulukon 7 mukaan 77.3 ja 72.3 % tukkien teknisestä kuutiomäärästä. Näin edullinen sahauksen hyötysuhde edellyttää, että pinnoista sahataan pintalautoja mahdollisimman tarkasti, niin että rimoja ja jätepintoja jää vain vähän (vrt. THUNELL 1953, s. 41). Erikoistutkimuksella on selvitetty sahausjätteen suhdetta sahaustulokseen. Pinta- ja rimamäärää koskeva aineisto käsittää 350 tukkia ja sahanpuruaineisto 758 tukkia. Jättekysymystä selvittelevään aineistoon kuuluu yhteensä 802 tukkia (keskikuutiomäärä 3.83 j³) eli melkein puolet koko tutkimuksen alaisesta tukkimäärästä.

Rakokohtainen purututkimussarja tehtiin sahattaessa terällä, jonka paksuus oli 2.92 mm ja haritus 0.4 mm. Sahausraon leveys oli näin ollen 2.92 mm + (2 × 0.4 mm) = 3.72 mm. Sahanpurun kiintokuutiomäärä on tutkimuksen mukaan vaihdellut 21 %:sta 30 %:iin irtokuutiomäärästä. Keskimääräinen kiintomittaprosentti on 24 (kuva 6). Ruotsalaisissa tutkimuksissa (THUNELL 1952, s. 104) on haritettujen kehysahanterien osalta keskimääräiseksi sahanpurun kiintokuutiomääräprosentiksi saatu 26.7. Meillä sahateollisuuden vastaava prosenttiluku vaihtelee 27:n ja 30 %:n välillä. Eri tutkimustulosten väliset erot johtuvat lähinnä mittaustavoista, sillä jos puru mitataan suurissa astioissa, tiheys on suurempi kuin yhden litran kokoisia mittoja käytettäessä.

Tukkikohtaiset ja rupeamittain mitatut sahanpurumäärät on muunnettu kiintokuutiomääräksi kyseisiä prosenttilukuja käyttäen. Sahanpurun osuudeksi on näin laskettuna saatu keskimäärin 17.7 % teknisestä kuutiomäärästä; määrä vaihtelee 9.3 %:sta 20.7 %:iin. Tämä on keskimäärin 3.4 i-m<sup>3</sup> standartia kohti. — Vastaava pinta- ja rimamäärä on 3.0 p-m<sup>3</sup>.

Tutkimuksen kohteena olevan tukkimäärän (1 690 kpl) keskusläpimitan mukaan laskettu kuutiomäärä on 9 014.97 j<sup>3</sup>. Jos sahauksen hyötysuhde laske-



Kuva 6. Sahanpurumäärä leikkauksen leveyden funktiona juoksujalkaa kohti  
Fig. 6. The quantity of sawdust as a function of the width of the cut per running foot

taan todellisen kuutiomäärän perusteella, saadaan seuraava keskimääräinen raaka-ainetase tasauspätkät sekä ylimitta ja kuivumisvara poisluettuina.

	Arvioitu	Todellinen
Sahatavara .....	60 %	57 %
Sahanpuru .....	14 »	14 »
Pinnat ja rimat .....	26 »	29 »
Yhteensä .....	100 %	100 %

Verrattaessa näitä lukuja THUNELLIN (1952, s. 96 ja 1953, s. 40) ilmoittamiin vastaaviin taselukuihin huomataan, että tämän tutkimuksen tulokset ovat edullisempia, sahatavaran osuus on suurempi kuin Ruotsissa suoritetuissa tutkimuksissa. Syinä tähän ovat mittauksen erilaisuus (ks. GRANVIK 1967, s. 128) sekä sahatavaran lajitteluohjeet, jotka Ruotsissa koskivat vientitavaraa, tämän tutkimuksen ohjeet taas tarkoittavat kaikkea myyntikelpoista tavaraa. Verrattaessa tämän tutkimuksen raaka-ainetasetta SIIMEKSEN (1956, s. 2) sahateollisuutta koskevaan taseeseen ilmenee, että pyörösahaus tukkikohtaisen sahauksen (postauksen) ansiosta pystyy hyvin kilpailemaan sahateollisuuden kanssa. Tulokset ovat kuitenkin molemmissa sahauksissa samaa luokkaa.

## TIIVISTELMÄ

1. Tutkimuksen päätarkoituksena on selvittää kenttäpyörösahauksen raaka-aineen käyttösuhdetta sekä sahaustuloksen määrä- ja laaturakennetta.
2. Tutkimus on ollut tukkikohtainen, mutta aikayksikkönä on käytetty työrupeamaa, etenkin pintalautojen särmäystuloksen tarkastelussa. Tutkitut kuusitukit on luokiteltu VUORISTON (1947) mukaan kahteen luokkaan ja mäntytukit METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN ja VALTION TEKNILLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN v. 1949 laatimien ohjeiden perusteella kolmeen luokkaan. Sahatavara on laatulajiteltu PUUTEKNIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS ry:n (1936) julkaisemien pitkän sahatavaran lajitteluohjeiden pohjalla.
3. Tutkimuksen pääaineisto on kerätty neljästä EKA-50 -tyyppisestä sahasta vuosina 1950 ja 1951. Tiedot sahoista, voimakoneista, pyörösahanteristä, sahaajista ja sääsuhteista sekä tarkemmat tiedot työn järjestelystä tutkimusahoilla ovat teoksessa »Havusahatavaran valmistus kenttäpyörösahalla» (GRANVIK 1967). Kehyssahoilla sahatun tavaran epämittaisuutta koskeva erillisaaineisto kerättiin samanaikaisesti pääaineiston kanssa kenttäpyörösahojen lähellä olevasta vientisahasta.
4. Sahauksen päämenetelmä oli sellainen, että tukista ensiksi sahattiin kolme pintaa pois (d-paloite) ennen kuin sydäntavaran sahaus alkoi. Mikäli pinnat (k-paloite) olivat sahauskelpoiset, ne palautettiin vajaapintaisen tukin (b- tai c-paloite) mukana ja nostettiin sivuun pintalaudan (l-paloite) sahausta

tai särmäystä varten. Sydäntavara sahattiin ensimmäisen leikkauksen suuntaisesti. Pintalaudat särmättiin joko yksitellen tai latomuksina. Käytettyjen symbolien (kuva 1) avulla työntutkijat pystyivät seuraamaan sahauksen kulkua.

5. Tutkimuksen pääaineisto käsittää 1 690 tukkia, joiden kokonaiskuutiomäärä on 7 053.45 j<sup>3</sup>. Tukkiainekeskimääräinen latvaläpimita oli 6.9", pituus 14.9' ja kuutiosisältö 3.87 j<sup>3</sup>. Aineistosta oli 83 % (1 398 kpl) kuusitukkeja, joiden laatuajakautuma oli: I lk. 91 % ja II lk. 9 %. Mäntyukkeja oli 223 kpl (13 %) ja laatu seuraava: I lk. 4 %, II lk. 26 % ja III lk. 70 %. Lisäksi sahattiin 69 tukkia (4 %), joiden puutavaralaji- ja laatu-merkintä puuttuu.

6. Aineiston käsittelyssä on havainnot mikäli mahdollista käsitelty korrelaatioanalyysiä käyttäen. Tasoitus korrelaatiotaulujen perusteella on suoraviivaisen riippuvuuden ollessa kyseessä suoritettu laskemalla regressiosuoran yhtälöt. Lisäksi on laskettu Bravais – Pearsonin korrelaatiokerroin ja sen keskiarvo. Sahatavaran epämittaisuutta on tutkittu testaamalla mittauksen keskiarvojen erojen merkittävyyttä.

7. Sydäntavaralla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kolmelta sivulta sahata pelkasta saatuja nelisahauksisia sahatavaralajeja ja pintalautoilla pintakappaleista saattua tavaraa.

Sydäntavaran sahauksen hyötysuhde prosentteina latvakuutiosta on koko aineiston perusteella 63.9 %. U/S-tavaraa on keskimäärin 32.1 %, kvinttaa 11.5 %, sekstaa 19.1 % ja »kotimaan raakkia» 1.2 %. Keskimääräinen laatuajakautuma muuttuu hyvin vähän, vaikka laadultaan epäselvät tukit (69 kpl) jätetään pois. Se on silloin; U/S 32.8 %, kvintta 11.3 %, seksta 19.0% ja »kotimaan raakkia» 1.2 % eli yhteensä myyntikelpoista tavaraa 64.3 %. U/S-tavaran osuus laskee tukin laadun huonotessa ja kvinttaprosentti nousee. Kuusi antaa paremman hyötysuhteen kuin mänty ja sydäntavaran sahauksen hyötysuhde näyttää kasvavan laadun huonotessa.

Sydäntavaran suhteellinen pituus on suurempi järeissä tukeissa kuin ohuissa, ja tässä suhteessa kuusitukit ovat edullisempia kuin mäntytukit. Tukin laadulla ei näytä olevan vaikutusta sydäntavaran pituuteen.

8. Tutkimuksen alaisissa sahauksissa on pintalautoja särmätty yksin kappalein n. 2 % tukkiainekokonaismäärästä. Yhteissärmäyksessä syntyneen tavaran määrä on ilmoitettu kahdella tavalla, toinen lautakohtaisesti arvioituna ja toinen todellisenä.

Särmättäessä pintalautoja yksin kappalein on keskimääräinen teoreettisesti mahdollinen särmäyksen hyötysuhde 13.4 %. Todellinen särmäyksen hyötysuhde on 8.4 %, joten todellinen särmäystulos on 5 % särmättäväksi arvioitun tavaran kuutiomäärää pienempi.

Tukin latvaläpimitan yhden tuuman kasvua vastaa yhteissärmäyksessä 0.17":n suuruinen pintalaudan leveyden kasvu, joten yhteissärmäys on raakaainetta haaskaava särmäystapa. Pintalautojen suhteellinen pituus on suurempi järeissä tukeissa kuin latvaläpimitaltaan pienissä tukeissa, mutta suhde ei ole

yhtä selvä kuin sydäntavaran ollessa kyseessä. Pintalautojen pituus on samassa latvaläpimitaluokassa pienempi kuin vastaavassa sydäntavarassa. Pitkät tukit antavat pitempiä pintalautoja kuin lyhyet, tukin laadun vaikutus pintalautojen pituuteen on sen sijaan epäselvä.

Särmäyksessä saadaan sahatavaraa laskettuna särmäämättömien pintalautojen kuutiomäärästä 95.9 %, raakkia 3.4 % sekä rimoja ja sahanpurua 0.7 %. Yhteissärmäyksessä laatuajakautuma on U/S 1.1 %, kvintta 0.6 %, seksta 5.6 % ja »kotimaan raakkia» 1.1 % laskettuna tukkiainekokonaismäärästä.

9. Tutkimukseen sisältyneistä tukeista on sahattu yli 120 eri dimensiota. Paksaus vaihtelee 1/4":sta 7":aan ja leveyden vaihteluväli on 1/2" . . . 12". Paloitteen leveyden kasvu on vain n. 0.2" jokaista tukin latvaläpimitan tuumaa kohti.

Sahauksen hyöty- ja raaka-aineen käyttösuhteet on laskettu sekä arvioidun että todellisen särmäysmäärän perusteella. Sahauksen hyötysuhde on edellisessä tapauksessa 77.3 % ja jälkimmäisessä 72.3 %. Vastaavat raaka-aineen käyttösuhteet ovat 213 j<sup>3</sup>/std ja 228 j<sup>3</sup>/std. Hyvin suoritettu särmäys parantaa siis raaka-aineen käyttösuhdetta 15 j<sup>3</sup>:lla standarttia kohti. Raaka-aineen käyttösuhde on erikoisen edullinen pienissä ja suurissa tukkiainekokonaismääräluokissa, mutta se vaihtelee paljon ja epäsystemaattisesti.

Kenttäpyörösahauksen todellinen laatuajakautuma on; U/S 33.2 %, kvintta 12.1 %, seksta 24.7 % ja »kotimaan raakkia» 2.3 %. Vastaavat arvioidut sahauksen hyötysuhteita esittävät prosenttiluvut ovat 33.9, 12.4, 28.1 ja 2.9.

Kuusitukeilla on keskimäärin edullisempi sahauksen hyötysuhde eli pienempi puun kulutus standarttia kohti kuin mänty- ja sydäntukeilla. Raaka-aineen käyttösuhde pienenee laadun huonotessa.

10. Kenttäpyörösahatavara on tyypillinen muotonsa. Se on päistään ohuempaa (kapeampaa) kuin keskeltä, ja epämittaisuus on suurempi paloitteen alku- kuin loppupäässä. Lisäksi kenttäpyörösahalla valmistettu tavara on kiilamaista, sillä ensimmäiseksi sahattu sivu (syrjä I ja lape I) on ohuempi (kapeampi) kuin toinen (syrjä II ja lape II). Tässä tutkimuksessa on epämittaisuus erinäisin poikkeuksin ylittänyt kuivumisvaran paloitteiden alkupäässä ja 20 cm:n kohdalla alkupäästä. Loppupäästä ja 20 cm:n kohdalla loppupäästä tavara on kuivumisen jälkeen usein vajaamittaista, vaikka ylittämättäkin esiintyy. Paloitteiden keskikohdissa ylittämättä on todellinen.

Kehyssahatavara on vaikea huomata tendenssiä epämittaisuuden (kiilamaisuuden) suhteen. Kaikki paloitteet ovat kuivumisen jälkeen täyttäneet mittavaatimuksen.

11. Tutkimuksen raaka-ainetaset ovat tukkiainekokonaismääräisten kuutiomäärien perusteella laskettuina seuraavat:

	Arvioitu	Todellinen
Sahatavara .....	60 %	57 %
Sahanpuru .....	14 »	14 »
Pinnat ja rimat .....	26 »	29 »
Yhteensä .....	100 %	100 %

## KIRJALLISUUSLUETTELO

## REFERENCES

- AHO, ANTTI A. 1948. Kenttäsahaopas. Maatalousseurojen keskusliiton julk. 379. Helsinki.
- ANDREWS, G. 1955. Sawing wood with circular headsaws. Canada Department of Northern Affairs and National Resources. Forest Branch. Forest Products Laboratories of Canada. Ottawa.
- »— 1958 a. Controlling your sawmill production. Canada Department of Northern Affairs and National Resources. Forest Branch. Forest Products Laboratories of Canada. Ottawa.
- »— 1958 b. Your circular headrig. How to get the most from it. Canada Department of Northern Affairs and National Resources. Forest Branch. Forest Products Laboratories of Canada. Ottawa.
- ERVASTI, SEPO 1963. Suomen sahateollisuuden kausivaihtelu I. Aineiston hankinta ja käsittely sekä tulosten luotettavuus (Summary: Seasonal variation in the sawmill industry of Finland I. Collection and treatment of the material and reliability of the results. Eripainos. AFF 76. Helsinki.
- GRANVIK, BROR-ANTON 1957 a. Kenttäpyörösahauksesta. Metsäkäsikirja 2. Helsinki.
- »— 1957 b. Sahatavaratuotannostamme kenttäpyörösahoilla sahattuna n. 13 % v. 1950. Sirkkelisaha 1. Helsinki.
- »— 1967. Havusahatavaran valmistus kenttäpyörösahalla. Työtieteellinen tutkimus (Summary: On the preparation of coniferous sawn goods using circular saws. A work study). AFF 84. Helsinki.
- GRANVIK, BROR-ANTON ja LEVANTO, SEPO 1952. Tutkimuksia eräiden ratapölkkyajien sahauksesta kenttäsirkkelisahalla (Summary: Investigations into the field sawing of certain sleeper types with circular saw). TJ 66. Helsinki.
- HEIKINHEIMO, OLLI 1953. USA:n mekaaninen puuteollisuus. Helsinki.
- »— 1964. Mekaaninen puuteollisuus I. Suomen Puuteollisuusinsinöörien Yhdistys — Finlands Träindustriingenjörsförening r.y. Joensuu.
- HEISKANEN, VEIJO 1950. Uusi mäntysahatukkien laatuluokittelu. MA s. 286—288. Helsinki.
- »— 1957. Apteeraus. Metsäkäsikirja 2. Helsinki.
- »— 1966. Raaka-aineen käytön tehokkuus sahateollisuudessa. Puumies 12. Eripainos. Jyväskylä.
- HELANDER, A. BENJ. 1922. Kotitarvesahat. Metsänkäyttöoppi. Helsinki.
- ISOMÄKI, OLAVI 1966. Hakkeen saanto ja laatu sekä niiden riippuvuus eri tekijöistä. Sahateollisuuden sivutuoteyhdistys r.y. Tiedotus 2. Helsinki.
- ITKONEN, VEIKKO 1966. Suomen sahojen lukumäärä ja raaka-aineen käyttö. Metsäntutkimuslaitos. Ekonomian osasto. Moniste. Helsinki.
- JUVONEN, KAUKO 1966. Sahausten menetelmien vertailu. Moniste. Helsinki.
- KINNMAN, GUNNO 1930. Skogsteknologi. Svenska jordbrukets bok. Stockholm.
- KLEM, GUSTAV G. 1951. Fløtnings- og skurforsøk med barket og ubarket skurtømmer. Særtrykk av Norsk Skogindustri 11. Oslo.
- KLEM, GUSTAV G.—KARLSEN, OLE 1951 a. Skurutbyttets variasjon med skurordre, tømmerdi-mensjon og avsmalning med en moderne sirkelsag (Summary: Lumber recovery from a modern circular saw). Norsk Treteknisk Institutt. Meddelelse 1. Oslo.
- KLEM, GUSTAV G.—KARLSEN, OLE 1951 b. Sammenliknende skurforsøk mellom sirkelsagblad med viggete of stukete tenner (Summary: Comparative study of circular sawblades with savaged set and spring set teeth). Norsk Treteknisk Institutt. Meddelelse 2. Oslo.
- KLEM, GUSTAV G.—SEEM, MARTIN 1954. En undersøkelse av skurunøyaktigheten med forskjellige sagbrukstyper (Summary: Sawing precision of various types of sawmills). Norsk Treteknisk Institutt. Meddelelse 3. Oslo.
- KOIVULA, E. A. 1941. Sirkkeli-Kenttäsaha. Ohjeita sen rakentamisessa, asentamisessa ja terien kunnostamisessa. Porvoo.
- KOIVULA, E. A.—LAKIO, L. A. 1956. Kenttäsahaus. Metsäntuottajan opaskirjasia 4. Helsinki.
- KOLLMAN, F. 1936. Kreissägen und Trommelsägen. Technologie des Holzes. Berlin.
- KÄSA, JOHANNES—MOEN, KAI ROBERT 1954. Skogbrukslaere. Sagskur s. 226—236. Oslo.
- LEVANTO, SEPO 1952. Sirkkelisahatavaran virhemittaisuudesta. Teho 10—11. Helsinki.
- »— 1957. Kenttäsahaus. Maamiehen tietokirja. TJ 69. Helsinki.
- »— 1961. Kenttäsahaus. Maamiehen taitokirja. TJ 91. Helsinki.
- LEVÓN, MARTTI 1928. Puun keinotekoinen kuivaaminen. Helsinki.
- LUNDBERG, P. O. 1952. Sägverksboken. Sveriges Sägverksägares Riksförbund.
- PEKLO, M. J. 1963. Raspilovka drevesini tšistopešyšimi kruglimi pilami. Goslesbumizdat.
- PRAKTISK SKOGSHANDBOK 1931 ja 1962. Sägning. Norrlands skogsvårdsförbund. Stockholm.
- PUUTEKNIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS r.y. — GARANTIFÖRENINGEN FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING r.f. 1936. Vientisahatavaran lajitteluohjeet. Julk. 23. Helsinki.
- PÖNTYNEN, VIILHO 1956. Puun käyttö Suomessa. Metsäkäsikirja I. Rauma.
- RONKANEN, A. J. 1950. Tutkimuksia sahatukin pituuden, lenkouden ja kapenemisen vaikutuksesta sydäntavaran pituuteen ja leveyteen (Summary: Investigations into the effect of length, crooked growth and taper of saw log on the length and width of the most valuable lumber). MJ 23. Helsinki.
- SANDMO, J. K. 1922. Sirkelskur. Oslo.
- SCHROEDER, ROLAND 1960—61. Ergebnisse der Strukturuntersuchung bei den Schnittholz ergebenden Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland. Institut für Wirtschaftsforschung. München.
- SERRY, VICTOR 1963. British sawmilling practice. London.
- SIIMES, F. E. 1951. Sahatukkien laatuluokittelu sahatavarain käytön ja koesahausten valossa (Summary: Classification according to quality of sawlogs in the light of use, grading and sawing tests of sawn timber). SF 69. Helsinki.
- »— 1956. Finska undersökningar över sågutbyte. Trävaruindustrien 11. Särtryck. Stockholm.
- »— 1957. Suomen sahateollisuus. Metsäkäsikirja 2. Helsinki.
- »— 1959. Sahatavarat ja niiden valmistus. Tapion taskukirja. Neljästoista painos. Helsinki.
- »— 1962. Tukkien koon, muodon ja laadun sekä sahausasetteen vaikutus sahaustulokseen (Summary: The effect of log size, shape, and quality and the sawing schedule on the sawing result). Papper och Trä 1. Helsinki.
- SKJELMERUD, HALVOR 1954. Norges sågindustri och dess problem (Summary: The Norwegian sawmill industry and its problems). Papperi ja Puu — Papper och Trä 9. Helsingfors.
- »— 1965. Economics of manufacturing in circular sawmills. FAO — Economic Commission for Europe. Reports presented at the symposium of the economic aspects of and productivity in the sawmilling industry. Volume. I. Geneva.
- SUOMEN PUU 1949. Sahatavaran kuivumisvara. 19. Helsinki.
- TELFORD, C. J. 1932. Waste from variation in sawing precision. Small sawmill improveent. Practical pointers to field agencies. Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Washington.

- TELFORD, C. J. 1952. Small sawmill operator's manual. United States Department of Agriculture. Agriculture handbook No 27. Washington.
- THUNELL, BERTIL 1952. Sägverksindustrins virkesutnyttjning (Summary: Saw-mill industry's timber utilization. Paperi ja Puu — Papper och Trä 4. Helsingfors.
- »— 1953. Tekniska produktionsförhållanden inom sågverksindustrin. Svenska träforskningsinstitutet. Träteknik. Stockholm.
- »— 1968. Ramarna på 700 mm vinner i slaglängden. Sägverken 3. Gävle.
- UUSISUO, SANTERI 1950. Sirkkelisahatusta tavarasta. Tutkimus maatalous- ja metsätieteen kandidaatin tutkintoa varten. Moniste. Helsinki.
- VUORISTO, ILMARI 1938. Sahapuiden apteerauksesta. Metsätalous 5—7. Helsinki.
- »— 1947. Sahapuiden laatuokittelu. Tapion taskukirja. Helsinki.
- ZODEL, E. 1950. Neuzeitliche Sägewerkstechnik. Praktischer Ratgeber für die Betriebstechnik in Sägewerken. Wiesbaden.

#### KÄYTETYT LYHENTEET — ABBREVIATIONS

- AFF = Acta Forestalia Fennica  
 MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti  
 MJ = Metsätehon julkaisu  
 SF = Silva Fennica  
 TJ = Työtehoseuran julkaisu

#### THE QUANTITY AND QUALITY OF THE SAWING YIELD IN SAWING CONIFEROUS LOGS WITH CIRCULAR SAWS

##### Summary

1. The principal aim of the present study was to find out the ratio of raw-wood consumption and the quantity and quality of the sawing yield in sawing using circular saws.
2. The unit of study was one single log; however, the period of work was employed as unit time, especially in the examination of the results for trimming of side boards. The spruce logs of the study were divided into two grades according to Vuoristo (1947) and the pine logs correspondingly into three grades according to the procedures established in 1949 by the Finnish Forest Research Institute and the State Institute for Technical Research. The sawn goods were graded on the basis of instructions issued in 1936 by the Foundation for Forest Products Research in Finland.
3. The principal material of the study was collected in 1950—51 using four saws of type EKA-50. More detailed information on the saws and engines as well as circular saw blades used and on the sawyers as well as the weather conditions can be obtained from Granvik's work study: »On the preparation of coniferous sawn goods using circular saws» (1967). A special material for the study of the deviation from the correct measures of sawn goods prepared in frame saws was collected simultaneously with the principal material at an export sawmill located in the vicinity of the circular saws under study.
4. According to the main principle of sawing employed, three surfaces were first sawn off from the log before the centre piece was sawn from the remainder, or piece d. If the surfaces (piece k) were suited for sawing, they were returned together with the remainder (piece b or c) of the log and put aside for sawing of side boards (piece l) or for trimming. The centre piece was obtained by sawing in the direction of the first cut. The side boards obtained were trimmed either one by one or on top of one another. With the aid of the symbols used (Fig. 1) the work-study men could follow the progress of the sawing work.
5. The principal material of the study consisted of 1690 logs, the total volume of which was 7 053.45 cu.ft. The mean top diameter was 6.9 in., the mean length and volume being 14.9 ft. and 3.87 cu.ft. respectively. 83 per cent of the material consisted of spruce logs (1 398 logs), the grade distribution of which was as follows: Grade I, 91 per cent and Grade II, 9 per cent. The number of pine logs was 223 (13 per cent) and their grade distribution as follows: Grade I, 4 per cent; Grade II, 26 per cent; Grade III, 70 per cent. In addition, 69 logs were sawn (4 per cent) for which data concerning assortment and quality are lacking.
6. Whenever possible, the material was examined by means of correlation. In cases when the correlation took the shape of a straight line, fitting was done on the basis of correlation tables by calculating the equations of the regression

lines. In addition, Bravais-Pearson's correlation coefficient and its mean error were calculated. The deviation from the correct measures of sawn goods was studied by testing the statistical significance of the differences.

7. In this connection centre pieces refer to sawn-timber assortments obtained by square sawing balks that have been sawn on three sides, whereas side boards are goods obtained from surfaces.

On the basis of the whole material, the efficiency of centre-piece sawing was 63.9 per cent of the technical volume. On an average, 32.1 per cent was unsorted goods, 11.5 per cent, Fifths, 19.1 per cent, Sixths, and 1.2 per cent, domestic culls; this means that 64.3 per cent was sellable goods. With decreasing quality the proportion of unsorted goods also decreases, the proportion of Fifths accordingly increasing. For spruce, the efficiency is superior to that of pine, and, in sawing centre pieces, the efficiency seems to increase with decreasing quality.

The relative length of centre pieces is greater in large-sized logs than in smaller ones, and in this respect spruce logs are superior to pine logs. The log quality seems to have no influence on the length of centre pieces.

8. The volume of side boards trimmed in connection with the present study reached about two per cent of the total log volume. The volume of the goods obtained from joint trimming has been expressed here in two ways: as estimated per piece of board and, on the other hand, in terms of actual measure.

In trimming side boards one by one, the theoretically possible mean efficiency is 13.4 per cent. The actual efficiency, however, is 8.4 per cent, which means that the actual volume of trimmed goods is 5 per cent smaller than the volume of goods intended for trimming.

In joint trimming an increase of one inch in the top diameter of logs corresponds to an increase of 0.17 in. in the width of side boards; consequently, joint trimming is a method that wastes raw material. The relative length of side boards is greater for large-sized logs than in logs of smaller top diameter; however, this relationship is not as clear as for centre pieces. The length of side boards in each diameter class is smaller than that of centre pieces in the same classes. Logs of great length yield longer side boards than short logs; the influence of the log grade on the length of side boards, however, is unclear. From untrimmed side boards, trimming yields 95.9 per cent sawn goods, 3.4 cent culls and 0.7 per cent edgings and sawdust. In joint trimming the grade distribution is as follows: Unsorted, 1.1 per cent; Fifths, 0.6 per cent; Sixths, 5.6 per cent; and domestic culls, 1.1 per cent from the technical volume of logs.

9. More than 120 dimensions were sawn from the logs of the present material. The thickness varied between 1/4 in. and 7 in., whereas the width ranged from 1/2 to 12 in. The increase in the width of pieces was only about 0.2 in. corresponding to an increase of one inch in top diameter of logs.

The efficiency of sawing and the ratio of raw-wood consumption were calculated both on the basis of the estimated and actual volume of trimmed goods. In the former case the efficiency of sawing was 77.3 per cent and in the latter, 72.3 per cent. The corresponding ratios of raw-wood consumption were 213 cu.ft./std. and 228 cu.ft./std. respectively. Thus, a well-performed trimming increases the ratio of raw-wood consumption by 15 cu.ft./std. The ratio of raw-wood consumption is particularly good in logs of small and large top-diameter even if it shows a large and irregular variation.

The actual grade distribution obtained in sawing using circular saws is as

follows: Unsorted, 33.2 per cent; Fifths, 12.1 per cent; Sixths, 24.7 per cent; and domestic culls, 2.3 per cent. The corresponding figures indicating the efficiency of sawing are 33.9, 12.4, 28.1 and 2.9 per cent.

On an average, spruce logs show a better efficiency of sawing than pine, i.e., the consumption of raw wood for preparation of one standard of sawn goods is smaller in spruce than in pine. The ratio of raw-wood consumption decreases with decreasing log quality.

10. Goods sawn using circular saws have a characteristic shape of their own. They are thinner (narrower) at the ends than in the middle parts, and the deviation from the correct measure is larger in the first than in the last end of the pieces. In addition, goods sawn by circular saws are wedge-shaped because the first piece sawn (edge I and flat side I) is thinner (narrower) than the second one (edge II and flat side II). In the present study the deviation from the correct measure exceeded — with a few exceptions only — the allowance for shrinking in seasoning in the first end of the pieces and 20 cm. from this point. In the far end of the pieces and 20 cm. from that point, the goods are often under-sized even if surplus measure occurs. In the middle part of the pieces the surplus is real.

In goods sawn using frame saws it was difficult to discover any deviation from the correct measures (wedge-shapedness). All the pieces measured filled the requirements of measure after seasoning.

11. Calculated on the basis of the actual volume of the logs, the raw-wood balance is as follows:

	<i>Estimated</i>	<i>Actual</i>
Sawn goods .....	60 % .....	57 %
Sawdust .....	14 » .....	14 »
Surfaces and edgings .....	26 » .....	29 »
	Total 100 %	100 %



## Liite 1. Päättökimpuksen tukkiaineisto.

Appendix 1. The material of logs of the main investigation.

Latva- läpimitta, <i>Top dia- meter, in.</i>	Tukkeja, kpl <i>Number of logs</i>	Keski- pituus, <i>Average length, ft.</i>	Kuutio- määrä, <i>Volume, cu. ft.</i>	Latva- läpimitta, <i>Top dia- meter, in.</i>	Tukkeja, kpl <i>Number of logs</i>	Keski- pituus, <i>Average length, ft.</i>	Kuutio- määrä, <i>Volume, cu. ft.</i>
3	2	18.0	1.77	10	55	14.9	447.24
3 1/2	18	13.5	16.24	10 1/2	21	14.6	184.01
4	88	14.0	107.57	11	30	14.2	281.82
4 1/2	144	15.0	237.67	11 1/2	9	13.3	86.57
5	170	14.9	351.40	12	14	12.6	139.02
5 1/2	121	15.5	308.75	12 1/2	4	14.0	47.72
6	155	14.7	447.77	13	2	15.5	28.57
6 1/2	158	14.8	539.32	13 1/2	3	16.0	47.72
7	154	15.1	620.73	14	1	17.0	18.17
7 1/2	143	15.4	677.32	14 1/1	1	15.0	17.20
8	133	14.8	686.77	17	1	15.0	23.64
8 1/2	100	15.2	599.02	Yht. Total	1 690		7 053.45
9	91	15.1	608.78		Latva- läpim. <i>Top dia- meter, in.</i>		
9 1/2	72	14.9	528.66	Keskim. Average	6.9	14.9	3.87

LIITTEET — APPENDICES

Liite 2. Sahattujen kuusi- ja mäntytukkien laatujaikutuma latvaläpimittaluokittain

Appendix 2. Grade division by top diameter of sawn spruce and pine logs

Latvaläpimitta, Top diameter, in.	Kuusi — Spruce			Mänty — Pine				Laatuluokka ei tied. Grade not known	Yht. Total
	Laatuluokka Grade		Yht. Total	Laatuluokka Grade			Yht. Total		
	I	II		I	II	III			
3	2	—	2	—	—	—	—	—	2
3 1/2	9	2	11	—	2	5	7	—	18
4	63	10	73	2	2	11	15	—	88
4 1/2	121	5	126	—	4	11	15	3	144
5	148	3	151	—	3	11	14	5	170
5 1/2	89	10	99	—	2	16	18	4	121
6	116	14	130	—	4	18	22	3	155
6 1/2	113	18	131	1	5	13	19	8	158
7	121	9	130	—	4	10	14	10	154
7 1/2	119	6	125	2	1	11	14	4	143
8	94	9	103	2	6	11	19	11	133
8 1/2	80	8	88	1	3	5	9	3	100
9	63	10	73	—	6	12	18	—	91
9 1/2	50	5	55	—	3	9	12	5	72
10	35	4	39	—	4	8	12	4	55
10 1/2	10	3	13	—	4	—	4	4	21
11	22	4	26	—	2	—	2	2	30
11 1/2	5	1	6	—	—	1	1	2	9
12	6	2	8	—	2	3	5	1	14
12 1/2	2	1	3	—	—	1	1	—	4
13	1	1	2	—	—	—	—	—	2
13 1/2	1	—	1	—	2	—	2	—	3
14	—	1	1	—	—	—	—	—	1
14 1/2	—	1	1	—	—	—	—	—	1
17	—	1	1	—	—	—	—	—	1
Yht. - Total	1 270	128	1 398	8	59	156	223	69	1 690
%	75	8	83	0	4	9	13	4	100
	91	9	100	4	26	70	100	—	—

## ACTA FORESTALIA FENNICA

## EDELISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

VOL. 85, 1968. JOUKO MÄKELÄ.

Puunkorjuun tuottavuuteen vaikuttavat tekijät maatilametsätalou-  
dessa. Summary: Factors Affecting Logging Productivity in Farm  
Forests.