

HAVUSAHATAVARAN VALMISTUS KENTTÄPYÖRÖSAHALLA

TYÖTIETEELLINEN TUTKIMUS

BROR-ANTON GRANVIK

SUMMARY:
*ON THE PREPARATION OF
CONIFEROUS SAWN GOODS USING
CIRCULAR SAWS*

A WORK STUDY

*Esitetään Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan
suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi 9. joulukuuta 1967 klo 12
Metsätalon luentosalissa I, Unioninkatu 40 B, Helsinki*

HELSINKI 1967

Alkusanat

Kenttäpyörösahauksella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sahausta yksiteräisellä, helposti siirrettävällä sahalla, joka voi toimia myös kiinteänä sahalaitoksena. Koska maassamme harjoitetaan kenttäpyörösahausta siinä laajuudessa, että se muodostaa merkittävän osan sahatavaratuotannostamme, sitä koskevat selvitelty otettiin jo aikaisessa vaiheessa Työtehoseura ry:n ohjelmaan. Selvittääkseen kenttäpyörösahaukseen liittyviä kysymyksiä seura pani alulle tutkimussarjan, josta ratapölkkysehausta käsittelevä osa julkaistiin vuonna 1952 (GRANVIK—LEVANTO) ja josta käsillä oleva tutkimus muodostaa toisen osan.

TYÖTEHOSEURA RY. on kustantanut tämän tutkimuksen kenttätyöt, pääosan aineiston laskutyöstä ja osan painatuksesta. Tästä olen suuressa kiitollisuudenvelassa seuran johtokunnalle ja sen toimitusjohtajalle, maat. ja metsät. tri MARTTI SIPILÄLLE. Haluan myös kiittää Työtehoseuran metsäosaston päällikköä, maat. ja metsät. tri MIKKO KANTOLAA, joka tutkimuksen pitkistä valmistusajasta huolimatta aina on ollut valmis auttamaan minua.

Kenttätyön suunnittelun ja aineiston käsittelyvaiheen aikana olen saanut arvokasta apua entisiltä opettajiltani, prof. Th. WEGELIUKSELTA, MATTI JALAVALTA ja PAAVO AROLTA. Erikoisesti haluan kiittää myös professori KALLE PUTKISTOA, joka sekä aineiston pitkän käsittelyvaiheen aikana että tutkimuksen tarkastuksen yhteydessä rohkaisullaan ja hyvillä neuvoillaan on ratkaisevasti auttanut minua. Tämä koskee myös suuressa määrin prof. VEIJO HEISKASTA. Myös entisiä työtovereitani, maat. ja metsät. kand. OLAVI PUOSKARIA ja metsänhoitaja ARVI MAKKOSTA haluan kiittää monista kenttäpyörösahausta koskevissa keskusteluissa saaduista hyvistä neuvoista.

Aineiston käsittely ja käsikirjoituksen laatiminen ovat käyneet mahdollisiksi minulle myönnettyjen virkavapauksien turvin. Tästä kiitän entisiä esimiehiäni CENTRALSKOGSSÄLLSKAPET SKOGSKULTURISSA sekä nykyisiä METSÄHALLITUKSESSA ja sen kenttäorganisaatioissa.

Tämänlaatuista työtä en olisi saanut päätökseen ilman taloudellista tukea, etenkin kun suureksi osaksi olen joutunut tekemään käsikirjoituksen vapaa-aikanani. Tässä mielessä olen saanut ratkaisevaa apua SUOMEN LUONNONVÄRIN TUTKIMUSSÄÄTIÖLTÄ, jonka hallitusta ja sen silloista puheenjohtajaa, prof. N. A. OSARAA haluan kiittää. Lisäksi olen suuressa kiitollisuudenvelassa SVENSKA VETENSKAPLIGA CENTRALRÅDETILLE, VASA NATIONILLE, TYÖVÄLINE

Oy:lle ja KYÖSTI HAATAJAN TUTKIMUSSÄÄTTÖLLE, joiden myöntämien stipendien turvin olen voinut syventyä tutkimukseeni. Kiitollisuudella totean, että SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA ja TYÖTEHOSEURA ry. ovat tukeneet työtäni ottamalla sen julkaisusarjoihinsa.

Metsänhoitaja TAPIO LAHTI ja työntutkija ENSIO EKHOLM ovat suorittaneet pääosan kenttätutkimuksesta edesmenneen johtaja E. A. KOIVULAN omistamalla ja suunnittelemissa sahoilla. Kiitollisuudella muistan heidän panostaan tutkimuksen hyväksi. Lisäksi esitän vilpittömät kiitokseni niille silloisen KENTTÄSIRKKELISAHAAJAIN YHDISTYS ry:n jäsenille, jotka auliisti jättivät tietoja tutkimukseni tukiaineistoa varten.

Aineiston käsittelyyn osallistuneille TYÖTEHOSEURA ry:n laskuapulaisille esitän parhaat kiitokseni pitkäaikaisesta, tunnollisesta työstä. Matemaattisissa kysymyksissä olen saanut tarvittavaa apua prof. SAKARI MATTILALTA, jota tällä tavalla kiitän.

Fil.maist. ESKO KOIVUSALO on tarkastanut tutkimuksen kieliasua sekä fil.maist. SAGA GUSTAFSSON ja metsänhoitaja KARL-JOHAN AHLSTVED ovat kääntäneet englanninkielisen tiivistelmän, jonka Mr. ROBERT GOEBEL on tarkastanut. Tästä esitän parhaat kiitokseni.

Vaimolleni ja lapsilleni olen suuressa kiitollisuudenvelassa siitä ymmärtämyksestä, jota he ovat osoittaneet tutkimuksen pitkänä valmistumisaikana.

Tammisaarella toukokuussa 1967.

Bror-Anton Granvik

Sisällys

| | Sivu |
|--|------|
| 1 Johdanto | 9 |
| 11 Katsaus kenttäpyörösahausta koskevaan kirjallisuuteen | 11 |
| 12 Tutkimuksen tarkoitus | 17 |
| 2 Tutkimusmenetelmät | 18 |
| 21 Aineiston keruu | 18 |
| 211 Yleistä | 18 |
| 212 Työajan jaottelu | 20 |
| 213 Tukkien mittaaminen ja laatuluokitus | 20 |
| 214 Sahattavan tukin ja sen erilaisten paloitteiden merkitseminen | 22 |
| 215 Sahatavaran laatulajittelu | 22 |
| 22 Aineiston käsittely | 23 |
| 3 Tutkimusaineistot | 24 |
| 31 Yleistä | 24 |
| 32 Tutkimussahat | 24 |
| 33 Voimakoneet | 26 |
| 34 Pyörösahanterät | 27 |
| 35 Sahaajat | 31 |
| 36 Työn järjestely tutkimussahoilla | 32 |
| 37 Sääsuhteet | 33 |
| 38 Sahattu tukkimäärä | 34 |
| 39 Tukiaineisto | 35 |
| 4 Tutkimustulokset | 37 |
| 41 Työmaa-ajan jakaantuminen sahausten suoritusaikaan ja vältettävään hukka-aikaan | 37 |
| 42 Varsinaisen sahausajan, keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan vertailu | 38 |
| 43 Varsinaisen sahausajan ja keskeytysten osuudet sahausten suoritusaikasta | 40 |
| 44 Varsinaiseen sahausaikaan vaikuttavat perustekijät | 41 |
| 441 Latvaläpimitta ja vuodenaika | 41 |
| 442 Puulaji ja laatuluokka | 44 |
| 45 Varsinainen sahausaika | 53 |
| 451 Varsinaisen sahausajan keskimääräinen jakaantuminen | 53 |
| 452 Siirtämisaika | 55 |
| 452.1 Tukkien järjestäminen aluspuille | 55 |
| 452.2 Tukkien vierittäminen aluspuita pitkin syöttöpöydän viereen | 57 |
| 453 Järjestelyaika | 59 |
| 453.1 Tukkihohtainen järjestely | 59 |
| 453.2 Vierityslojujen asettaminen ja poistaminen | 61 |
| 453.3 Tukin vieminen syöttöpöydälle | 62 |
| 453.31 Tukin vierittäminen lojuja pitkin | 62 |
| 453.32 Tukin nostaminen | 63 |
| 453.33 Tukin nostamisen ja vierittämisen vertailu | 64 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 454 | Perusaika | 67 |
| 454.1 | Valmistava aika | 67 |
| 454.11 | Sahattavan paloitteen asettaminen syöttöpöydälle | 67 |
| 454.12 | Sahattavan paloitteen kiinnittäminen syöttöpöytäan | 71 |
| 454.13 | Asetteen säätäminen | 72 |
| 454.2 | Pääaika | 73 |
| 454.21 | Sahaus | 73 |
| 454.211 | Pintojen sahaus | 73 |
| 454.212 | Sydäntavaran sahaus | 83 |
| 454.213 | Yhdistetty pintojen ja sydäntavaran sahaus | 89 |
| 454.214 | Pintojen sahaus pintalaudoiksi | 94 |
| 454.22 | Syöttöpöydän palautus | 96 |
| 454.23 | Pintalautojen särmäys | 100 |
| 454.3 | Apuaika | 109 |
| 454.31 | Pintojen siirtäminen | 111 |
| 454.32 | Valmiin sahatavaran poistaminen syöttöpöydältä | 112 |
| 454.33 | Jätteen poistaminen syöttöpöydältä | 113 |
| 455 | Varsinaisen sahausajan yhdistelmä | 114 |
| 46 | Keskeytykset | 116 |
| 47 | Sahauksen suoritus aika | 119 |
| 5 | Tulosten luotettavuuden tarkastelu | 123 |
| 6 | Tiivistelmä | 133 |
| | Kirjallisuusluettelo — <i>References</i> | 142 |
| | Muut lähteet — <i>Other sources</i> | 146 |
| | Käytetyt lyhenteet — <i>Abbreviations</i> | 146 |
| | <i>Summary</i> | 147 |
| | Liitteet — <i>Appendices</i> | 155 |

1 Johdanto

Maamme kenttäpyörösahauksen yleisyyttä on vaikea määrittää, koska yhteisiä tietoja pyörösahauksesta elinkeinomuotona ei ole saatavissa. Yleiseen maatalouslaskentaan on neljästi sisältynyt tietoja kehä- ja pyörösahoista. Tiedot teollisuustilaston ulkopuolelle jäävistä sahoista voisivat niin ikään antaa kuvan pyörösahaustoiminnan laajuudesta, jos tilastoinnissa olisi erotettu kehäsahat pyörösahoista. Ne muodostavat kuitenkin yhteisen ryhmän. Liikeyrityslaskenta on kolmas mahdollinen lähde pyörösahojen yleisyyden arvioinnissa. Tulos jää kuitenkin senkin perusteella summittaisten oletusten varaan.

YLEISEN MAATALOUSTIEDUSTELUN (1933, s. 31) mukaan oli v. 1929-30 kehä- ja halkaisupyörösahoja kaikkiaan 3 610 kpl. YLEINEN MAATALOUSLASKENTA v. 1941 (1945, s. 21) erotti kehäsahat halkaisupyörösahoista: edellisiä oli 939 kpl ja jälkimmäisiä 2 459 kpl (vrt. ERVASTI, 1963, s. 17).

Voidaan olettaa, että suurin osa pyörösahoilla valmistetusta tavarasta ennen sotia, sotien aikana ja sotien jälkeisenäkin aikana käytettiin maaseudun rakennustoimintaan. UUSISUO (1950, s. 14) ilmoittaa, että Pohjois-Suomen jälleerakennustyössä lienee käytetty kaikkiaan n. 90 000 std*) pyörösahatavaraa. Saman lähteen (s. 14) mukaan »siirtoväen asutustoiminnassa on Maatalousseurojen Keskusliiton asutusvaliokunnan tietojen mukaan vuodesta 1946 vuoden 1949 loppuun mennessä sahattu sirkkelillä lähes 400 000 std rakennustavaraa».

Vuoden 1950 yleisen maatalouslaskennan mukaan (YLEINEN MAATALOUSLASKENTA v. 1950, 1954, s. 174) oli kehäsahojen maassamme 810 kpl ja halkaisupyörösahojen 11 416 kpl. Halkaisupyörösahoista oli yli 2 ha:n tiloilla 10 444 ja alle 2 ha:n viljelmillä (asuntotilat ja tontit mukaan luettuina) 972 kpl. Kevätkautena (1. 1.—15. 6) 1950 sahattiin halkaisupyörösahoilla 7 001 507 tukkia, näistä n. 25 % omaa tarvetta varten. Sahaa kohti on sahattu 622 tukkia (s. 231—232). ERVASTI (1963, s. 18) on tutkinut sahauskautenvaihtelua ja todennut, että n. 70 % pienten sahajien tuotoksesta keskittyy vuoden alkupuoliskoon (vrt. s. 123), joten kyseisillä sahoilla olisi käsitelty n. 850 tukkia vuodessa sahaa kohti. Hän viittaa allekirjoittaneen suorittamaan arvioon (GRAN-

*) standartti = Pictarin standartti sahattua puutavaraa = 165 Engl. j³ = 4.672 m³ (std)

vik 1957, s. 835), jonka mukaan keskitukki olisi $7'' \times 16'$ eli n. 4.25 j^3 , mikä kuitenkin tämän tutkimuksen mukaan (s. 35) lienee liian suuri. Jos standartin valmistukseen käytetään 230 j^3 , saadaan sahojen vuotuisiksi keskituotokseksi n. 15.5 std . Halkaisupyörösahojen tuotos olisi tämän mukaan laskettuna ($11\,416 \times 15.5$) n. $177\,000 \text{ std}$. Sahateollisuuden kokonaistuotos oli v. 1950 n. $1\,026\,000 \text{ std}$.

Vuosina 1959—60 suoritettu maatalouslaskenta antaa sahojen määrästä tarkemman kuvan kuin v:n 1950 laskenta, mutta on puutteellisempi sikäli, että se ei sisällä tietoja sahatusta tukkimäärästä eikä kehä- ja halkaisupyörösahojen määrien suhteesta.

Vuosien 1959—60 maatalouslaskennan mukaan kehä- ja halkaisupyörösahoja oli $16\,107 \text{ kpl}$ (MAATALOUDEN VUOSITILASTO JA YLEISEN MAATALOUSLASKENNAN OTANTALASKENTA v. 1960, 1963, s. 131 ja 135 sekä ERVASTI 1963, s. 17). Koska tiedot sahattujen tukkien määrästä sekä kehä- ja halkaisupyörösahojen määrien suhteesta puuttuvat, on turvauduttava edellisen laskennan vastaaviin lukuihin. Vuonna 1950 kehäsahoja oli 6.6% ja halkaisupyörösahoja 93.4% . Jos suhde vuosina 1959—60 olisi sama, olisi tuolloin suoritettujen maatalouslaskennan mukaan ollut $1\,063$ kehäsahaa ja $15\,044$ halkaisupyörösahaa, joihin on laskettu myös katkaisupyörösahoja. Pyörösahojen osuus on kuitenkin luultavasti suurentunut edellisestä laskennasta, koska koko 1950-luku oli pyörösahauksen vilkasta kehitys- ja toiminta-aikaa. Lisäksi on otettava huomioon, että laskelmien tarkkuudessa on melkoisia eroja. V:n 1950 maatalouslaskennan mukaista raaka-aineen käyttösuhdetta ja sahakohtaista tuotosta lähtökohtina käyttäen saadaan pyörösahojen tuotokseksi v. 1960 ($15\,044 \times 15.5$) n. $233\,000 \text{ std}$. Teollisuustilastoon sisältyvien sahojen tuotos oli samana vuonna n. $1\,406\,000 \text{ std}$.

Puunkäyttötutkimukseen, jonka aineisto on ajanjaksolta 1. 8. 1964 — 31. 7. 1965, sisältyy myös pyörösahoja koskevia tietoja, joita ERVASTI on antanut ennakolta käyttööni. Tämän tutkimuksen mukaan kehä- ja halkaisupyörösahoja oli tutkimusajanjaksona n. $14\,100$ ($14\,138$), joista n. $11\,400$ ($11\,446$) käynnissä olevia ja n. $2\,700$ ($2\,692$) käyttämättömiä. Jos käytetään maatalouslaskentojen mukaista kehä- ja pyörösahojen määrien suhdetta, saadaan halkaisupyörösahojen määräksi n. $13\,200$ ($13\,205$) ja kehäsahojen n. 950 (933) kpl. Pyörösahojen lukumäärä on pienentynyt 1960-luvun alkupuolella huomattavasti. Huomioon otettava seikka on, että kaikkiaan $2\,692$ sahaa oli pysähdyksissä (vrt. ITKONEN 1966). Puunkäyttötutkimuksen mukainen sahojen raaka-aineen määrä on ollut n. 2.44 milj. k-m^3 . Olettaen, että $1 \text{ k-m}^3 = 24 \text{ j}^3$, raaka-aineen määräksi saadaan $58\,600\,000 \text{ j}^3$, mikä jaettuna oletetulla keskimääräisellä std:a vastaavalla raaka-aineen kuutiojalkaluvulla (230 j^3) antaa kokonaistuotokseksi $255\,000 \text{ std/v}$.

*) Tässä samoin kuin jäljempänäkin on
— jalka = Engl. jalka (')
— tuuma = Engl. tuuma ('')
— kuutiojalka = tekn. kuutiojalka (j^3)

Teollisuustilaston ulkopuolella olevien sahojen vuosituotos oli siis n. $255\,000 \text{ std}$ eli n. 18 std sahaa kohti. Sahakohtainen vuosituotos oli tämän mukaan jonkin verran kasvanut. Jos pysähdyksissä olevat sahat jätetään laskusta pois, on sahaakohtainen vuosituotos vieläkin suurempi, n. 22 std .

Halkaisupyörösahojen tuotos oli puunkäyttötutkimuksen aineiston mukaan ($13\,205 \times 18.0$) n. $238\,000 \text{ std}$. Se on siis samaa suuruusluokkaa kuin v:n 1960 maatalouslaskennan perusteella laskettu tuotos, vaikka sahojen määrä on vuosina 1960—65 tuntuvasti vähentynyt. Tehostettu sahaus on korvannut lukumäärän pienenemisen aiheuttaman menetyksen. Teollisuustilaston mukainen sahatavaran tuotos v. 1964 oli n. $1\,208\,000 \text{ std}$.

Pyörösahojen tuotos oli vuosina 1950 ja 1960 n. 17% sekä vuonna 1964 n. 20% teollisuustilastoon sisältyvien sahojen tuotoksesta. Koko maan sahatavaratuotoksesta puuttuvat vielä muilla teollisuustilaston ulkopuolelle jäävillä sahoilla valmistetut määrät, joita ei myöskään tässä tutkimuksessa ole otettu huomioon. Kuten edellä esitetystä käy ilmi, kenttäpyörösahauksen asema maamme talouselämässä on siksi huomattava, että sen kehittämiseen on aihetta kiinnittää huomiota.

Suurin osa pyörösahojen tuotoksesta on mennyt ja menee edelleenkin kotimaiseen käyttöön. Vientiä on harjoitettu kauan mutta pienessä mittakaavassa. Korean sota merkitsi tässä suhteessa käännekohtaa sikäli, että pyörösahalla sahatun tavaran vienti kasvoi, mikä antoi uutta uskoa tämän sahatteollisuusmuodon tuotteiden markkinoimismahdollisuuksista. HALLBERGIN (1967) arvion mukaan pyörösahatavaran vienti on mainitusta ajankohdasta lähtien ollut n. $10\,000 \dots 15\,000 \text{ std}$ vuodessa. Vuodesta 1962 vienti on supistunut hyvin jyrkästi: tällä hetkellä se on arviolta vajaan $5\,000 \text{ std}$ vuodessa.

11 KATSAUS KENTTÄPYÖRÖSAHAUSTA KOSKEVAAN KIRJALLISUUTEEN

Kenttäpyörösahausta koskevia erikoistutkimuksia on Suomessa suoritettu hyvin vähän. Käytännön miesten näkemyksiä ja kokemuksia on julkaistu päivä- ja ammattilehdissä sekä pienten kokeilujen tuloksia, kenttäpyörösahojen rakennetta, terien kunnostusta ja huoltoa sekä sahauksen teknistä suoritusta koskevia tietoja alan opaskirjoissa. Sahauksen palkkausperusteetkin ovat pohjautuneet kentällä toimivien ammattimiesten arviointeihin ja kokemuksiin eivätkä tutkimuksiin.

Metsäteknologian oppikirjakirjallisuudessa käsiteltiin pyörösahakysymyksiä jo itsenäisyytemme alkuaikoina (HELANDER 1922, s. 419—427). Päähuomion hän kiinnittää sahanteriin ja niiden hoitoon, kierroslukuun yms., mutta hän esittää myös tuotoslukuja (s. 426). Hän mainitsee, että kymmenessä tunnissa voidaan

sahata keskimäärin 70 tukkia eli n. 1 std päivässä. Kehitystä on puolen vuosisadan aikana tapahtunut, mutta hitaasti. Tuotosluvut ovat vieläkin samaa luokkaa. Oppikirjoista voidaan vielä mainita KÄVYN (1927) neliosainen »Sahateknologia», joka varsinaisen sahateollisuuden lisäksi sisältää tietoja myös pyörösahauksesta.

LEVÓNIN (1934, s. 17—20) mukaan pyörösahan keksi MILLER vuonna 1777. Muuten Levón tyytyy kauan oppikirjana käytetyssä teoksessaan pyörösahojen osalta historiikkiin ja teknisen kehityksen selostamiseen puuttumatta lainkaan sahauksen mahdollisuuksiin.

KOIVULA (1941), joka hyvin aktiivisesti on ollut mukana kenttäpyörösahauksen kehittämistyössä, on opaskirjassaan selvittänyt sahojen rakennetta ja käyttöä, teriä ja niiden hoitoa sekä esittänyt omia kokemuksia sahausvirheistä ja niiden välttämisestä. Lopussa on lyhyt katsaus sahateollisuuden kehitysvaiheisiin. Suppeata erikoisalaa käsittelee FORSBERGIN (1943) opaskirja sahanasettajille. Vaikka kirja on tarkoitettu kouliintuneemmalle ammattimiesryhmälle kuin kenttäpyörösahamiehet yleensä ovat, sillä on kuitenkin ollut suuri merkitys myös aloittelijoille. Laajaan kenttäkokemukseen perustuu AHON (1948) julkaisu, joka sisältää tietoutta sahalaitoksista ja niiden erikoiskoneista, sahanteristä ja niiden kunnostamisesta sekä kenttäpyörösahauksesta. Tämä työ on ansiokas siinäkin mielessä, että se sisältää konkreettisia tietoja mm. raaka-aineen käyttösuhteesta. Tuotoksesta hän mainitsee (s. 57), että suuritehoisimmat yksiteräiset sahat ovat tuottaneet jatkuvassa sahauksessa kahdeksaa todellista tuntia kohden n. 2 std; hän toteaa kuitenkin, että keskitulos lienee n. 1.7 std tätä aikaa kohti. Erityistä huomiota hän kiinnittää sekä sahatukkien että sahatavaran ja sahausjätteiden käsittelyyn. Myös tapaturmantorjunta saa huomiota osakseen. UUSISUO (1950) on tutkielmassaan kohdistanut huomionsa ennen kaikkea pyörösahoilla sahatun tavaran pakisuuden ja leveyden vaihteluihin sekä sahatavaran laatuun. Hän on tutkinut kahden koesahaussarjan avulla raaka-aineen käyttösuhdetta, tehnyt kirjallisuustietojen perusteella johtopäätöksiä työsaavutuksista ja laatinut yhden sahan toiminnan perusteella laskelman sahauskustannuksista. Raaka-aineen käyttösuhteesta hän esittää hyvinkin edullisia tuloksia, joita tuskin kuitenkaan voidaan pitää normaalioloissa tapahtuvaa sahausta edustavina.

Kenttäpyörösahausta otettiin jo 1940-luvun lopulla TYÖTEHOSEURA ry:n tutkimusohjelmaan. Ensimmäinen sitä koskeva julkaisu käsitteli eräiden ratapölkkyajien sahausta (GRANVIK-LEVANTO 1952). Tässä tutkimuksessa, joka suoritettiin SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYKSEN tukemana, seurattiin kuuden Puolassa ja kolmen Englannissa käytettävän ratapölkkyajin sahausta sekä sahaus-tuloksen että ajanmenekin kannalta. Sahaustuloksen osalta tutkittiin ratapölkyn, sivulautojen ja sahausjätteen rakennetta.

LEVANTO (1961, s. 113—120) käsittelee kenttäpyörösahausta lähinnä maamiesten näkökannalta. Tuotoksesta hän mainitsee (s. 119), että kahdeksassa tunnissa pystytään sahaamaan n. 2.5 std myyntikelpoista tavaraa, edellyttäen, että käyttö-

voima on riittävä (vrt. myös LEVANTO 1954 b). KOIVULAN JA LAKION (1956) julkaisema opaskirja on lähinnä tarkoitettu käsikirjaksi kentällä toimiville myyntitavaraa tuottaville sahaajille, mutta vasta-alkajakin voi hyötyä kirjasta sen helppotajuisuuden ansiosta. Oppaassa selostetaan sahauskaluston hoitoa ja kunnostusta ja kiinnitetään huomiota sahaukseen ja puutavaran käsittelyyn. Tietoja raaka-aineen käyttösuhteesta ja tuotoksesta ei sen sijaan esitetä. VIRTANEN (1956, s. 539—540) on käsitellyt pyörösahausta, tosin hyvin suppeasti. Hän toteaa, »että sirkkelisahausta muuna kuin kotitarvesahausta puoltaa paikkaansa siellä, missä tukkien kuljetus kaukana sijaitseville jalostuslaitoksille on hankalaa ja kallista, mutta valmiin tavaran kuljetus käy helpommin päinsä».

Tämän kirjoittaja on esittänyt omiin tutkimuksiinsa (GRANVIK 1957a ja b) perustuvia tietoja kenttäpyörösahauksen tuotoksesta, joka 1950 oli arvion mukaan n. 150 000 std. Metsämiehiä varten on esitetty tietoja sahajien rakenteesta, voimakoneista, teristä ja niiden kunnostamisesta. Kirjoituksessa on käsitelty lisäksi maksuperusteita sekä kenttäpyörösahoilla sahatun tavaran määrä- ja laatuajakautumaa. Jälkimmäinen kirjoitus sisältää tilastotietoja sahoista, voimakoneista, sahauskauden jakautumisesta, raaka-aineen käyttösuhteesta, tuotoksesta jne.

HEIKINHEIMO (1964, s. 169—174) käsittelee laajassa oppikirjassaan myös pyörösahausta, mutta suomalaista sahausmenetelmää vain ohimennen. Hän vertaa tavallista pyörösahausta ruotsalaiseen »Ari»-sahausmenetelmään ja ns. Bruzaholmsin systeemiin. Viimeksi mainittu on pyörö- ja vannesahauksen yhdistelmä. Tämä menetelmä puolustaa hyvin paikkaansa vuosituotoksen ollessa 2 500 . . . 3 500 std. Jos sahan tuotos on pienempi, Ari-menetelmä on parempi, ja jos tuotos on yli 3 500 std kehäsahausta on hänen mukaansa edullisin.

Päivä- ja aikakauslehdissä olleista lukuisista kenttäpyörösahausta koskevista kirjoituksista mainittakoon esim. LEVANNON (1952, s. 511—514) artikkeli virheittaisuudesta ja EKHOLMIN (1953, s. 27—30) kirjoitus, joka koskee kenttäpyörösahauksen työtekniikkaa. Uusista kenttäpyörösahakeksinnöistä on tehnyt selkoa LEVANTO (1957 a, s. 10—12), joka toteaa mm., että »Pari»-nimisellä kaksiteräsahalla on sahattu 2/5 std tunnissa, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsin yksinkertaisten kenttäpyörösahojen päivätuotos. SIRKKELISAHA-lehdessä on usein esitetty kenttämiesten näkemyksiä ja kokemuksia kenttäpyörösahauksen eri puolista. Lehdessä julkaistaan myös sahausta koskevia ohjetaksoja.

R u o t s i n klassilliset metsäteknologian oppikirjat (EKMAN 1908, s. 157—172 ja HANDBOK I SKOGSTEKNOLOGI 1922, s. 417—456) eivät käsittele kenttäpyörösahausta. KINNMAN (1930, s. 310—312) sen sijaan on muutamalla sivulla selostanut kenttäpyörösahausta eli ns. »klingsåga». Hän esittää piirroksen kaksiteräisen pyörösahan asennuksesta ja toteaa, että sahajien tekninen taso on alhainen, sahanpurumäärä suuri, sahausjälki huono ja postaus heikko. Myös pyörösahauksen kustannuksista esitetään tietoja, mutta mitään mainintaa ei ole raaka-aineen käyttösuhteesta eikä sahaustuotoksesta. LINDBERGIN (1952) toimittamassa »Sågverksboken» nimisessä kirjassa on tietoja (s. 83—89) pyörösahauksen laajuudesta, sahaustekniikasta, voiman tarpeesta, tuotoksesta jne.

Ruotsalainen metsäkäsikirja sisältää nykyään niin ikään tietoja pyörösahauksesta, sahojen rakenteesta, sahausmenetelmistä, raaka-aineen käyttösuhteesta, tuotoksesta jne. (PRAKTISK SKOGSHANDBOK 1931, s. 170—190 ja 1962, s. 269—286). THUNELL (1953) on tehnyt laajan ja seikkaperäisen selvityksen Ruotsin sahaiteollisuuden tuotanto-oloista. Tavalliset kenttäpyörösahat (enkla cirkelsågverk) ovat siinä joutuneet yhtä perusteellisen tarkastelun kohteeksi kuin kehäsahat (ramsågverk) ja täydelliset kenttäpyörösahat (komplett cirkelsågverk). Hän toteaa (s. 20), että tavallisen kenttäpyörösahan tuotos on 3.0 std kahdeksassa tunnissa ja että vuosituotos oletettujen työpäivien (150) mukaan on 450 std sahaa kohti. Käytännössä se on vain keskimäärin 130 std vuodessa (s. 52). Tutkimuksessa vertaillaan seikkaperäisesti mainittuja sahatyyppejä ja kiinnitetään huomiota myös eri sahatyypin taloudelliseen edullisuuteen.

Thunellin työtä edelsi sahaiteollisuuden puuraaka-ainetta kosketeleva laaja kirjoitus, jossa käsitellään yksityiskohtaisesti raaka-aineen ja sahaustuloksen välistä suhdetta (THUNELL 1952). Vuoden 1950 laskennan mukaan oli Ruotsissa n. 8 700 sahaa, kotitarvesahat mukaan luettuina (s. 100)*. Vain 15 %:lla sahalaitoksesta oli suurempi vuosituotanto kuin 300 std, ja 3 759 sahan vuotuinen tuotos ylitti 60 std, joka on kaupallisten sahojen tuotoksen alaraja. Näin ollen jää ns. kotitarvesahojen määräksi 4 941. Tuotosryhmä 60...500 std/v käsittää 3 424 sahaa, joista suurin osa on todennäköisesti yksinkertaisia pyörösahojia. Jos varovasti laskee pyörösahojen määrän 2 000:ksi, ne muodostavat yhdessä kotitarvesahojen kanssa n. 7 000 sahan ryhmän. THUNELL (1953, s. 53) arvioi kenttäpyörösahojen todelliseksi keskimääräiseksi vuosituotokseksi 130 std, joten kokonaistuotos v. 1950 olisi ollut 2 000 sahan perusteella n. 260 000 std ja kotitarvesahojen osalta, kun vuosituotanto oletetaan samaksi kuin meillä (15 std), n. 75 000 std. Yksinkertaisten pyörösahojen kokonaistuotos olisi siis näin laskien yhteensä n. 335 000 std, joka on n. 30 % Ruotsin v:n 1950 sahatavaratuotoksesta. Vuoden 1965 sahalaitosinventoinnin mukaan 86 % Ruotsin käytössä olevista sahoista on pyörösahojia. Näistä on noin puolet tavallisia kenttäpyörösahojia (SANDAHL 1966, 22—23).

Ruotsissa on kiinnitetty paljon huomiota myös pyöröterien kunnostukseen ja hoitoon sekä yleiseen saha- ja sahaustekniseen tietouteen. Esimerkkinä tästä voidaan mainita SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG'in julkaisema opas (1950). Vastaavanlaisia oppaita on Ruotsissa ilmestynyt useita.

Norjassa pyörösahausta on harjoitettu viime vuosisadan puolivälistä lähtien, ensin kotitarvesahauksena, myöhemmin huomattavassa määrin myös liikesahauksena (KÅSA-MOEN 1954, s. 226). Osoituksena pyörösahauksen (sirkelskur) keskeisestä asemasta on kenttäpyörösahausta koskevan oppikirjan ilmestyminen jo vuonna 1922 (SANDMO). Siitä on otettu useita painoksia, joista viimeinen lienee vuodelta 1943. Se on erittäin perusteellinen. Sahaustulosta SANDMO pitää

*) Sahaustuloslaskentoja on Ruotsissa suoritettu v. 1945, 1946, 1948, 1953 ja 1958.

tydyttävänä, jos tuotos on keskimäärin n. 2.5 tolattia (tylft) työtuntia kohti (1 toltti = 31.5 Engl. kuutiojalkaa).

Myös KÅSA ja MOEN (1954, s. 235) ilmoittavat päivätuotoksen olevan n. 2.5 tolattia tukkeja tunnissa, mikä merkitsee 25...30 k-m³:n päivätuotosta.

Terien erilaisten kunnostusmenetelmien vaikutusta voiman tarpeeseen, sahatavaran mittavaihteluihin ja laatuun valaisevat KLEMIN ja KARLSENIN (1951 b) tutkimukset. Samat tutkijat ovat (1954) käsitelleet myös erityyppisillä sahoilla tuotetun tavaran epämittaisuutta. KLEM (1951, s. 5) on lisäksi seurannut kuorittujen ja kuorimattomien uittotukkien sahausta ja todennut, että kuorituista tukeista sahatun tavaran laatu heikkenee uittovahinkojen takia. KLEM ja KARLSEN (1951 a) ovat tutkineet myös sitä, miten pyörösahojen sahaustulos muuttuu sahausohjeen, sahatukien latvaläpimitan ja kapenemisen mukaan.

Norjan sahaiteollisuutta koskevassa yleiskatsauksessa SKJELMERUD (1954, s. 344—348) mainitsee, että Norjan sahatavaran tuotos oli vuonna 1870 n. 500 000 std, mutta nyt se on vain n. 300 000 std. Vuosina 1960 ja 1963 vastaavat luvut olivat 335 900 ja 345 800 std (SKOGSINDUSTRIENE I TALL 1965). Sahojen määräksi hän ilmoittaa n. 7 000; näistä on n. 4 000 yksinkertaisia pyörösahojia, joiden vuosituotos on 50 000...100 000 std. Yksinkertaisten kenttäpyörösahojen osuus koko maan sahatavaratuotoksesta on vaihdellut 17 %:sta 33 %:iin (SKJELMERUD 1954, s. 345). Norjan sahaiteollisuudelle ovat muuten ominaisia pienet pyörösahausyhdistelmiin perustuvat sahayksiköt. SKJELMERUD (1954, s. 347) mainitsee, että n. 80 % Norjan koko sahatavaratuotoksesta on sahattu pyörösahoilla tai niiden erilaisilla yhdistelmillä. Hänen selostuksestaan eri saha-yhdistelmistä ja sahausmenetelmistä käy ilmi, että päivätuotos vaihtelee 5:stä 16 std:iin kahdeksassa tunnissa ja sahaushenkilökunta 7:stä 11 mieheen. Myös sahatavaran laatuun ja epämittaisuuteen kiinnitetään kirjoituksessa huomiota. Vuonna 1965 pidetyssä sahaiteollisuuden taloudellisuutta ja tuotantoa koskevassa symposiumissa SKJELMERUD (1965, s. 201—221) käsiteli pyörösahauksen taloudellisuutta. Laajan yleiskatsauksen ja rationalisointimahdollisuuksien esittelyn jälkeen hän antoi uusia tietoja mm. pyörösahojen entistä edullisemmasta raaka-aineen käyttösuhteesta ja sahaustuloksesta.

Neuvostoliiton runsaassa sahaiteollisuutta käsittelevässä kirjallisuudessa käsittelee PEKLON (1963) julkaisu pyörösahausta. Hän selostaa laajasti sahajan rakennetta, teriä ja niiden kunnostamista ja sahaustyötä sekä sahaustulosta ja sahatun tavaran laatua. AKSENOV (1963) käsittelee sahausta yleensä, raaka-ainetta, koneita, sahausmenetelmiä, sahatun tavaran laatua ja käsittelyä. Hän kiinnittää huomiota tietenkin myös pyörösahauksen vastaaviin kysymyksiin.

Saksan sahaiteollisuutta koskeva kirjallisuus on sekä laaja että perusteellinen, mutta puhtaasti pyörösahausta käsitteleviä julkaisuja on vähän. Suomessakin oppikirjana käytetty KOLLMANIN (1936) teos sisältää pyörösahausta koskevan luvun (s. 471—478). Siinä käsitellään pyörösahauksen yleistä taustaa, sahalaitoksia ja pyöröteriä. ZODEL'illa (1950) on yleiskatsaus sahoista ja sahaiteollisuudesta.

Pyörösahoja ja -sahausta hän käsittelee vain ohimennen. Puuntyöstökoneiden yleisen esittelyn yhteydessä KOPKE (1956) esittää suppeasti eräitä pyörösahausta koskevia tietoja. SCHROEDERIN (1960—61) suuressa sahateollisuuden rakenne-tutkimuksessa käsitellään niin ikään pyörösahausta vain ylimalkaisesti.

Englannin sahateollisuutta esittelevässä SERRYN (1963) teoksessa on käsitelty jonkin verran myös pyörösahausta (s. 20—30), mm. Ari-menetelmää. Teriä käsittelevässä osassa hän selostaa myös pyöröteriä ja niiden kunnostamista (s. 81—87).

Kanadassa on julkaistu pyörösahausta koskevaa kirjallisuutta runsaasti. Sikäläiset sahat ja sahausmenetelmät eroavat kuitenkin suuresti meillä käytetyistä, minkä vuoksi tässä yhteydessä ei puututa niihin enemmälti. Mainittakoon kuitenkin, että ANDREWS on käsitellyt julkaisuissaan useita pyörösahauksen erikoiskysymyksiä, mm. sahattavan puun, hampaiden muodon ja terän kunnostuksen vaikutusta sahaustulokseen (1955), säätölaitteita (1957), sahatun tavaran laatu-tarkkailua (1958 a) ja sahojen tarkkuuslaitteita (1958 b).

Yhdysvalloissa TELFORD näyttää kirjallisuustietojen perusteella olevan pienten sahojen (small sawmills) erikoistuntija. Jo vuonna 1932 hän julkaisi sahatavaran epämittaisuutta koskevan monisteen, jossa analysoidaan osuvasti pyörösahoilla sahatun tavaran epämittaisuustekijöitä. V. 1951 ilmestyivät postaus-malleina hänen lehtipuita koskevat sahausohjeensa, jotka ottivat huomioon myös puun vikaisuudet. Hyvin täydellisessä käsikirjassaan (1952) hän tekee selkoa paitsi eri sahatyypeistä ja niiden asentamisesta, teristä ja lisälaitteista myös sahausmenetelmistä eri oloissa. Kirjassa esitetään taulukkojen ja piirrosten muodossa ohjeita sahaajille oikeista postauksista erilaista raaka-ainetta sahattaessa. Määrä- ja laatuksymykseen kiinnitetään niin ikään runsaasti huomiota, ja esitys on tältä osin taloudellisella pohjalla. Taskukirjassaan (1954 a) hän kiinnittää huomiota sahojen rakenteeseen ja niiden asentamiseen sekä varsinaiseen sahaukseen, mutta sivuuttaa siinä määrä- ja laatuksymykset. TELFORD (1954 b) on myös verrannut eri sahatyyppien ja sahausmenetelmien tuloksia toisiinsa (s. 14). Esimerkkinä siirrettävän kenttäpyörösahan keskimääräisestä tuotoksesta hän esittää n. 0.45 std/t.

USA:n mekaanista puuteollisuutta esittelevässä teoksessaan HEIKINHEIMO (1953) koskettelee myös pyörösahausta (s. 49—50 ja 119—182). Hän toteaa mm., että sahatukien koko pienenee jatkuvasti ja että pienet siirrettävät laitokset usein kuljetetaan seuduille, joista suuret tehtaot ovat luopuneet. USA:ssa on hänen mukaansa yli 65 000 sahalaitosta (s. 119). Ratkaistaessa kannattavuus-kysymystä vanne- tai pyörösahauksen välillä on otettava huomioon toiminta-ajan pituus ja tuotannon suuruus. Myös puutavaran laatu saattaa ratkaista valinnan. Jos raaka-aineen laatu on heikko, sahausraon suuruudella ei ole merkitystä, mutta jos raaka-aine on arvokasta, pienikin puun säästö voi olla ratkaiseva margi-naalinen tekijä. Sahatavaran epämittaisuudella on lisäksi suuri merkitys sahausta-van valinnassa.

Yhdistyneiden Kansakuntien toimesta kiinnitettiin jo vuonna 1940 (SIMMONS) huomiota pyörösahaukseen. Tällöin todettiin, että työskentely hyvin kunnoste-tuilla terillä ei vaadi sanottavaa tottumusta eikä ammattitaitoa! Parhaiten pyörö-saha soveltuu huonolaatuisten puiden sahaukseen.

Eräässä FAO:n tiedotteessa (1954, D 3) esitetään amerikkalainen, kuorma-auton perävaunuun sijoitettu pyörösaha, joka voidaan asentaa sahauskuntoon puolella tunnissa. Laite on lähinnä tarkoitettu pienten ja hajallaan olevien tuk-kierien sahaukseen. Samassa tiedotteessa selostetaan myös sahatyyppiä, jossa syöttö tapahtuu sahapenkin molemmilta puolilta.

12. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Kuten kirjallisuuskatsauksesta käy ilmi, kenttäpyörösahausta harjoitetaan maassamme siinä laajuudessa, että sillä on varteenotettava taloudellinen merkitys. Siitä huolimatta tätä sahaustoimintaa on tutkittu hyvin vähän. Sahaustaksat vaihtelevat vielä eri puolilla maata, vaikka tässä suhteessa on pyritty saamaan aikaan parannusta. Käsitukset raaka-aineen käyttösuhteesta sekä sahaustuloksen määrästä ja laadusta ovat kuitenkin edelleen ristiriitaisia.

Tämän tutkimuksen päätarkoituksena on selvittää

- 1) kentällä tapahtuvan pyörösahauksen työajan rakenne,
- 2) eri tekijöiden vaikutus sahausaikaan ja sen rakenteeseen,
- 3) keskimääräinen sahausaika raaka-aine- ja sahatavarayksikköä kohti sekä
- 4) pohjan luominen sahausmenetelmien oikeudenmukaisten maksuperusteiden määrittämiseksi.

Tutkimustehtävä on selvitetty yksityiskohtaisemmin tutkimusmenetelmiä käsittelevässä luvussa (ks. s. 18).

Detaljoitu selvitys sahaustuloksen määrästä ja laadusta sekä lopullinen maksuperuste-ehdotus eivät kuitenkaan kuulu tämän tutkimuksen piiriin, vaan ne julkaistaan erikseen.

Kaikkia maassamme käytettäviä eri sahamerkkejä ja -tyyppejä on niiden suuren lukumäärän takia käytännössä mahdoton sisällyttää samaan tutkimukseen. Sahojen valinnassa ei ole käytetty otantamenetelmää, vaan havaintojen kohteeksi on katsottu aiheelliseksi ottaa sahatyyppi, joka sekä rakenteeltaan että käyttökunnoltaan edustaa hyvää suomalaista kenttäpyörösahaa. Vaikka työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksessa kohteena olleet sahatyypit edustavat maamme silloisen sahakannan keskitasoa parempaa tyyppiä, antanee tutkimuksen tulos kuitenkin kuvan siitä, mitä ammattitaitoiset sahaajat voivat saada aikaan halparakenteisilla mutta hyvin hoidetuilla kotimaisilla kenttäpyörösahoilla.

2 Tutkimusmenetelmät

21 AINEISTON KERUU

211 Yleistä

Tutkimusyksiköksi valittiin yksittäinen tukki. Sen käsittely ja työstö on osa suurempaa kokonaisuutta, tutkimusrupeamaa. Tutkimusrupeamalla tarkoitetaan niitä tutkimuksen alaisia yhtäjaksoisina pidettäviä töitä, jotka tavallisesti kestävät työpäivän alkamisesta päivällistaukoon (aamurupeama) ja iltapäivällä työn alkamisesta työpäivän loppuun (iltarupeama). Tässä työssä tutkimusrupeama ei kuitenkaan aina käsitä täyttä aamu- tai iltarupeamaa, vaan kohteeksi on valittu lyhyempiäkin, työn edistymisen kannalta katsottuna itsenäisiä aikakokonaisuuksia. Havainnot suoritettua työstä ovat siis tiedossa sekä yksittäisen tukin osalta että työrupeamittain, minkä lisäksi rupeamaa on käytetty yksikkönä sekä kokonaisajan että sahaustuloksen tarkastelussa.

Tällainen tutkimusmenetelmä valittiin sen tähden, että sahauksen tarkka seuraaminen olisi muulla tavoin ollut vaikeasti toteutettavissa. Kenttäoloissa ei samana työrupeamana sahata vain yhteen latvaläpimittaluokkaan kuuluvia tukkeja, vaan tukit otetaan sahattaviksi siinä järjestyksessä, missä ne ovat tukkivaraston aluspuilla. Lisäksi asete vaihtelee suuresti samankin latvaläpimittaluokan tukkeja sahattaessa. Näin ollen oli edullisinta tutkia yksittäisen tukin käsittelyä. Tukki-kohtaisesta tutkimusmenetelmästä on vielä se etu, että sitä sovellettaessa voidaan seurata sekä eri tekijöiden vaikutusta sahausaikaan että sahaustuloksen vaihtelua paremmin kuin tutkittaessa työtä yksinomaan rupeamittain.

Työntutkimusaineiston keräsi kolmen miehen ryhmä, nimittäin aikatutkija, sahatavaran lajittelija ja apumies. Apumies mittasi pintojen, rimojen ja sahanpurun määrän. Aikatutkija oli suorittanut Työntutkijain Killan hyväksymän kisällintutkinnon ja sahatavaran lajittelijana toimi Oy Aug. Eklöf Ab:n Hattulan sahalla kolmen viikon erikoiskoulutuksen saanut metsänhoitaja.

Havainnot merkittiin erityislomakkeisiin, joita oli neljää tyyppiä: yleislomake, kaksi aikatutkimuslomaketta sekä sahaustuloksen määrä- ja laatulomake. Yleislomakkeeseen merkittiin tiedot sahoista, voimakoneista, teristä, sahaajista, sahaustavoista, tukkien kosteudesta, sääsuhteista, kunnostus- ja huoltoajoista, sahauksen kuluneesta rupeaman kokonaispituudesta ja osa-aikojen summasta sekä rupeaman sahaustuloksesta. Näiden lisäksi laadittiin päivittäin tukkiluettelo ja mittausluettelo, joista tiedot vietiin päivittäin sahaustuloksen määrä- ja laatulomakkeeseen. Vielä merkittiin tiedot epämittaisuuslomakkeeseen ja tilasto-sahojen kyselylomakkeeseen (tukiaineisto).

A j a n m i t t a u k s e s s a käytettiin kahta kelloa. Tavallisella taskukellolla määrättiin tutkimusrupeaman kokonaisaika tasausaika huomioon ottaen. Aikatutkimuskellolla taas mitattiin sahauksen osatöihin kulunut aika 1/100 minuttin (cmin) tarkkuudella palautusmenetelmää käyttäen.

Aikatutkimuksella seurattiin ainoastaan etu- ja apusahaajien työtä. Etusahaaja työskentelee tukin teränpuoleisessa päässä ja määrää saha-asetteen. Valmiin tavaran ja sahausjätteiden jatkokäsittelyyn kuluneeseen aikaan ei siis tämän tutkimuksen yhteydessä kiinnitetty huomiota (vt. GRANVIK—LEVANTO 1952). Syynä tähän oli se, että nykyisin käytössä olevat ohjetaksat on tarkoitettu sahauskseen, jonka suorittavat etu- ja apusahaajat (SIRKKELISAHA 1950, GRANVIK 1957, s. 843).



Kuva 1. Sahaus siirrettävällä kenttäpyörösahalla. Oikealla apusahaaja, keskellä etusahaaja sekä vasemmalla valmiin sahatavaran ja sahausjätteen poistaja

Fig. 1. Sawing using a portable field circular saw. To the right the sawyer's help, in the middle the sawyer, and to the left the man who takes away the goods sawn and the waste

Pääosa aineistosta on kerätty ns. *työvaihetutkimusmenetelmää* käyttäen. Menetelmässä seurataan työn edistymistä niiden työvaiheiden osalta, jotka suoritetaan mahdollisimman samanaikaisesti ja jotka vievät sahaustyötä olennaisesti eteenpäin. Vaikka tämä menetelmä kuvaakin vain tärkeimpien työosien ajankäyttöä, se kuitenkin antaa kuvan sahaustyön suorituksesta ja sisäisestä rakenteesta. Kun lisäksi voitiin esitutkimusten perusteella todeta, että parittain työskentelevät sahaajat suorittivat eri osatöitä hyvin yhtäaikaisesti, katsottiin, että kyseinen menetelmä antaisi tarpeeksi luotettavan kuvan sahaustyön kulusta. Jotta saataisiin käsitys myös sahan ja sahaajien työajan rakenteesta, suoritettiin 28.—31. 5. ja 1.—2. 6. 1951 välisenä aikana aikatutkimuksia käyttäen PUTKISTON (1953, s. 11 ja 1954) kehittämää *ryhmätyöntutkimusmenetelmää*, jonka avulla koko työryhmän (sahaajien ja sahan) toimintaa voitiin seurata hyvin tarkasti. PUTKISTON (1956, s. 65) mukaan »tälle menetelmälle, joka tavallaan yhdistää menetelmätutkimuksen ja aikatutkimuksen ns. hukka-aikatutkimus mukaan luettuna samanaikaisesti tapahtuviksi, on luonteenomaista mm. symbolien käyttö työvaiheiden nimitysten sijasta».

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. Särmyserien osalta tiedot eivät ole tukkiikohtaisia, koska eri tukkien, siis myös eri latvaläpimittaluokkaisten, pinnat ja särmäämättömät pintalaudat kerättiin yhteen kasaan ennen särmäystä. Sahatavaran tukkiikohtaisen kokonaismäärän selvittämiseksi arvioitiin kuitenkin särmäämättömien pintakappaleiden perusteella saatavien pintalautojen koot, jotka sellaisinaan merkittiin lomakkeeseen. Todellinen pintalautamäärä tukkia kohti jäi siten arvioitua pienemmäksi, koska yhteissärmäyksessä kapein pintalauta määrää koko särmäyserän leveyden. *Sydäntavaralla* tarkoitetaan tässä tutkimuksessa kolmelta sivulta sahatusta pelkasta saatuja nelisahausisia sahatavaralajeja ja *pintalandoilla* pintakappaleista sahattua tavaraa.

Sahausjätteen suhdetta sahaustulokseen tutkittiin mittaamalla pinta-, rima- sekä sahanpurumäärät. Pinnat ja rimat mitattiin pistokokeina yksityisistä tukeista, minkä lisäksi niiden kokonaismäärät arvioitiin rupeamittain. Mittaus tapahtui pinokuutiometreinä erityisiä kehikoita käyttäen. Sahanpurumäärät leikkausta kohden mitattiin litranmitalla ja suuremmat määrät kerättiin tarkoitusta varten tehtyyn laatikkoon, jossa ne kuutioitiin. Epämittaisuuden vaihtelut selvitettiin erikoistutkimuksella.

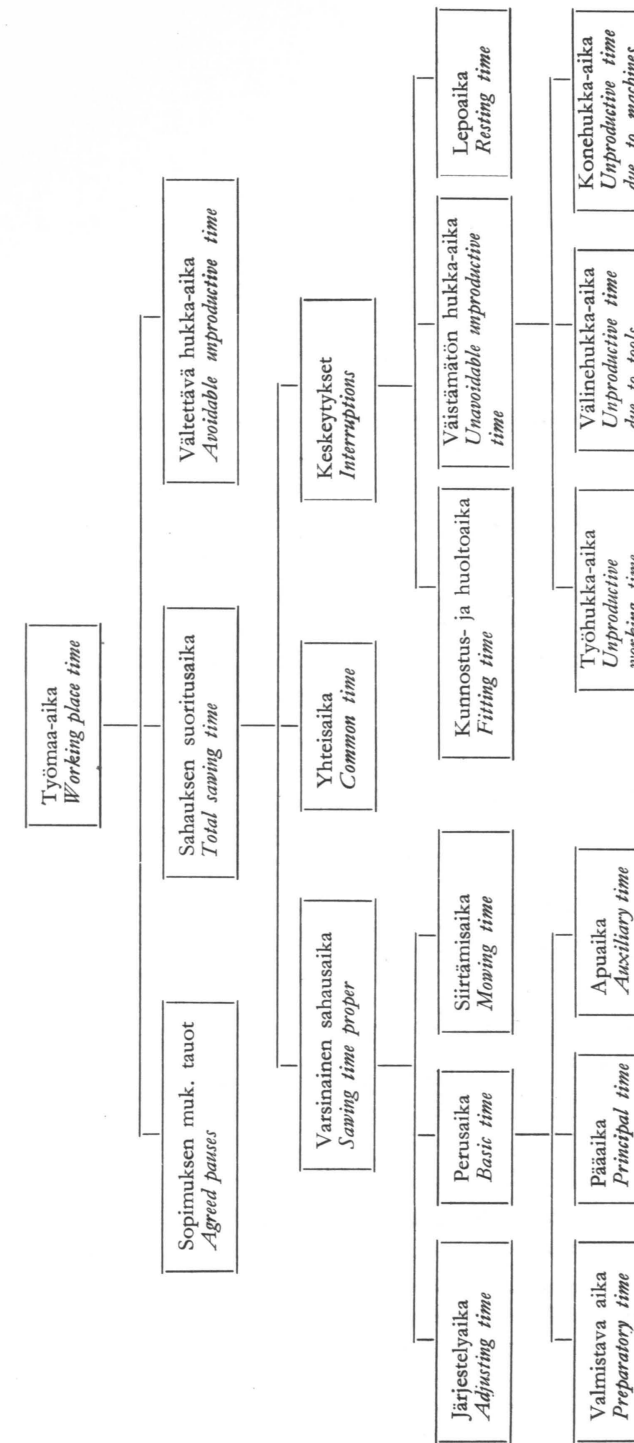
Tukiaineistona on käytetty suoritettujen kyselyjen perusteella saatuja sahoja ja sahausta koskevia tietoja. Vastauksia on saatu 70:ltä KENTTÄSAHAT RY:n jäsenahalta, ja ne perustuvat yhden vuoden (1954) sahaustilastoon.

212 Työajan jaottelu

Tutkimuksessa on pyritty soveltamaan Työtehoseurassa kehitettyä työajan jaottelua (GRANVIK 1949, s. 12—15, GRANVIK—LEVANTO 1952, s. 12—15, KANTOLA 1954, s. 28—32), joka puolestaan perustuu osaksi ARON (1945 ja 1954) kehittämään jaotteluun (vrt. myös NENZELL 1945), osaksi teollisuuden ja maatalouden tutkimuksissa käytettyihin työajan jakoperusteisiin (SÄLLFORS 1945, SIPILÄ 1946, SVENSKA LANTARBETSGIVAREFÖRENINGEN 1948). Työajan jaottelu ilmenee kuvasta 2 ja liitteestä 1.

213 Tukkien mittaus ja laatu luokitus

Kaikki tutkitut tukit on mitattu, luokiteltu laadun mukaan ja numeroitu päivittäin juoksevassa järjestyksessä sahatavaran lajittelijan ja aikatutkijan toimesta. Tukin pituudeksi otettiin latvapäähän merkitty jalkamäärä. Tasausvara kontrolloitiin pistokokein. Tukin paksuus mitattiin sekä latvasta (tasausvara pois luettuna) että keskeltä eteen sattuvalta puolelta kuoren alta, pyöritykset alaspäin 1/2":n luokkiin. Tukkien tekninen kuutiomäärä on laskettu latvaläpimitan ja pituuden sekä todellinen kuutiomäärä keskusläpimitan ja pituuden perusteella. Koska havusahatukit käytännössä kuutioidaan erottelemattomien havusahauspuiden kuutioimistaulukoita käyttäen, mänty- ja kuusitukkeja ei ole



Kuva 2. Työajan jaottelu — Fig. 2. Time division used

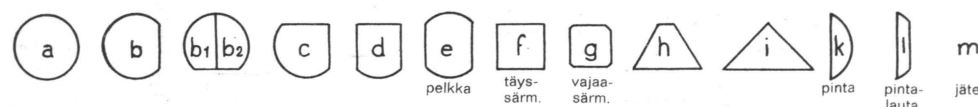
myöskään tässä tutkimuksessa kuutioitu erikseen. Todellisia kuutiomääriä laskehtaessa on kuitenkin otettu huomioon läpimitan pyörityksestä aiheutuvat korjaukset.

K u u s i t u k i t on luokiteltu VUORISTON (1949 s. 233—237) mukaan kahteen luokkaan.

M ä n t y t u k k i e n laatuluokituksen pohjana on käytetty METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JA VALTION TEKNILLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN v. 1949 laatimia ohjeita (HEISKANEN 1950 s. 286—288, vrt. myös SIIMES 1951 s. 74—75, vrt. myös GRANVIK ja LEVANTO 1952 s. 13—15), joiden mukaan tukit jaetaan kolmeen luokkaan.

214 Sahattavan tukin ja sen erilaisten paloitteiden merkitseminen

Jo vuonna 1947 MAKKOSEN johdolla aloitetut esitutkimukset osoittivat, että sahausta on erittäin vaikea tutkia riittävän tarkasti, ellei sahattavan tukin paloittumista voida seurata yksinkertaisella tavalla. Sen takia annettiin sahattavan tukin eri paloitusmuodoille eli paloitteille sahauksen edistyessä omat merkintänsä, joiden avulla sekä aikatutkija että satahavaran lajittelija helposti pystyisivät seuraamaan sahauksen kulkua ja tekemään tarpeelliset muistiinpanot eri paloitteista. Seuraavia merkintöjä on käytetty sahattavan kappaleen erilaisista paloitteista:



Kuva 3. Sahattavan tukin ja erilaisten paloitteiden merkitsemiohjeet

Fig. 3. Instructions for the marking of logs to be sawn as well as that of pieces of different kinds (c = balk, f = full-edged, g = waney, k = surface, l = surface board, m = waste)

Tukin sahauksessa kappaleen muoto on pyöreä (= a) ja ensimmäisen leikkauksen jälkeen on tukista (a) saatu kaksi osaa k ja b ($a = k + b$). Seuraavassa sahauksessa on lähtömuoto b, josta asetteen mukaan syntyy kuvan 3 esittämiä erimuotoisia paloitteita.

215 Sahatavaran laatulajittelu

Sahatavaran laatulajittelu on suoritettu PUUTEKNIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS ry:n (1936, s. 7—34) julkaisemien pitkän sahatavaran lajitteluohjeiden pohjalla. Näiden ohjeiden mukaan pitkä sahatavara lajitellaan seuraaviin luokkiin:

| | |
|---------|--------|
| U/S | (I—IV) |
| kvintta | (V) |
| seksta | (VI) |

Lisäksi tutkimuksessa esiintyy »epävirallinen» laatuluokka, ns. »kotimaan raakki», johon kuuluvaa lautatavaraa nimitetään myös »kotimaan pintalaudaksi», lankkutavaraa »vajaasärmäiseksi kotimaan laaduksi». Tämän laatuluokan vaatimuksena on, että terä on koskettanut sahatavaran kaikkia sivuja, mutta kuitenkin särmästä toiseen ulottuviakin kämmenen kokoisia kuoriläikkiä sallitaan.

22 AINEISTON KÄSITTELY

Aikahavainnot työn eri osista on mikäli mahdollista pyritty käsittelemään korrelaatiolaskentaa käyttäen. Korrelaatiotaulukoita on täten kertynyt toista sataa. Kaikkia niitä ei ole voitu sisällyttää lopulliseen esitykseen, vaan on tyydytty esittämään vain tyypillisimmät ja tulosten kannalta keskeisimmät. Loput korrelaatiotaulukoista, joista on esitetty vain tärkeimmät tunnusluvut, ovat nähtävissä Työtehoseuran arkistossa Helsingissä.

Kenttäpyörösahtauksen eri työvaiheet ovat yleensä lyhyitä, joten aikaerot ovat suuresta hajonnasta huolimatta pieniä. Tästä syystä katsottiin, etteivät pelkät korrelaatiotaulukoiden luokkakeskisarvojen perusteella silmävaraisesti piirretyt kuvaajat ole tyydyttäviä, ja on turvauduttu mekaanisiin tasoitusmenetelmiin (vrt. LÖNNROTH 1925, LINDBERG 1927, ss. 174—179, PUTKISTO 1956, s. 68). Jos riippuvuussuhde luokkakeskisarvojen perusteella tarkasteltuna on ollut suora, on laskettu regressiosuorien yhtälöt. Epäselvissä tapauksissa on lisäksi testattu aika-arvojen erot. Käyräviivaisena kuvautuvan riippuvuuden ollessa kyseessä on tärkeimpien työnosien aikahavainnoista laadittu puolilogaritmisia korrelaatiogrammeja, joissa y-akseli on logaritmisen. Tasoitus on suoritettu laskemalla regressiosuorien yhtälöt. Muutamissa vähemmän tärkeissä tapauksissa käyrät on piirretty silmävaraisesti. Lisäksi on laskettu Bravais-Pearsonin korrelaatiokerroin ja sen keskivirhe. Latvaläpimitan mukaiset varsinaiset sahausajat on laskettu regressioanalyysia käyttäen. Mikäli jonkin työnosan ajanmenekkiin on vaikuttanut monta tekijää, aineisto on jaettu luokkiin siten, että kunkin tekijän vaikutus on voitu tutkia erikseen. Samoin on menetelty silloin, kun saman tekijän tärkeysvaihtelut ovat pakottaneet käyttämään luokitusta. Sen jälkeen kun havaintosarjat eri luokissa on saatu lasketuiksi, ne on kerätty samaan koordinaatistoon, jossa pienet poikkeamat on korjattu nojautumalla tapausmäärältään »varmojen» luokkien kuvaajiin.

Keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan osuuksia ei ole voitu laskea tukki-kohtaisina, vaan ne on esitetty sadanneksina työmaa-ajasta. Tämä johtuu siitä, etteivät keskeytykset ja hukkatyöt aina ole yhden tukin aiheuttamia, vaan yleensä useampien tukkien aikaansaamia.

Aikahavaintojen saattamiseksi luotettavalle pohjalle on tarkasteluun hyväksytty mukaan ainoastaan ne rupeamat, joiden aikatutkimuskellolla otettujen osaa-aikojen summan ja tavallisella kellolla mitatun kokonaisajan ero on ollut pienempi kuin 3 % (vrt. ARO 1937).

3 Tutkimusaineistot

31. YLEISTÄ

Tutkimustehtävän ratkaisemiseksi kerätty aineisto jakaantuu kahteen pääryhmään, *pääaineistoon* ja *tukiaineistoon*.

Pääaineisto

Sitä pääaineiston osaa, joka koskee sahausta talviolioissa, nimitetään seuraavassa *talviaineistoksi*. Se kerättiin 13. 2.—22. 3. 1950 EKA-50 sahoista, jotka olivat sijoittuneet Porvoon maalaiskunnan Saksalan ja Vanhan-Moision kyliin, sekä Rajamäen Matkun kartanossa olevasta samanmerkkisestä sahasta.

Näillä sahoilla kesällä 15. 4.—16. 5. 1950 tapahtunutta sahausta koskeva aineisto (varsinainen kesäaineisto) sekä vuonna 1951 ryhmätyöntutkimusmenetelmää käyttäen kerätty aineisto muodostavat *kesäaineiston*.

Kesäsahausta koskeva erikoisaineisto, jonka keruussa käytettiin ryhmätyöntutkimusmenetelmää ja jonka ensisijaisena tarkoituksena on ollut valaista työryhmän jäsenten ajankäytön rakennetta toisiinsa verrattuna, on kerätty 28. 5.—2. 6. 1951 mainitusta Saksalan kylässä sijaitsevasta sahasta. Tätä aineistoa nimitetään *ryhmätyöntutkimusaineistoksi*.

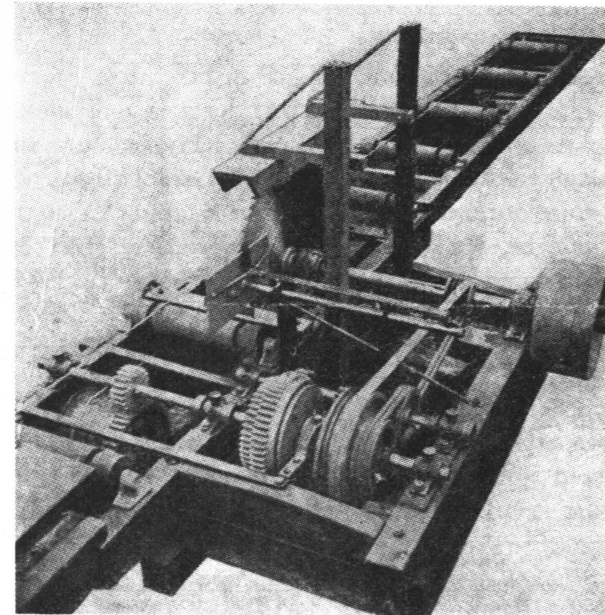
Talvi- ja kesäsahauksen välinen raja määritettiin lämpötilan mukaan siten, että kesäsahaukseksi on katsottu kuuluvaksi se osa tutkimusajasta, jolloin lämpötila pysyvästi on ollut nollan yläpuolella. Talvikausi käsitti vuonna 1950 27 ja kesäkausi 9 päivää. Lisäksi tutkittiin kesäsahausta ryhmätyöntutkimusta käyttäen vuonna 1951 kuuden päivän aikana, joten varsinaisten tutkimuspäivien kokonaismäärä on 42. Näiden päivien lisäksi on viisi ns. hukka-aikatutkimuspäivää (ks. s. 40), joihin tutkittiin yksinomaan varsinaisen sahausajan sekä keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan välistä suhdetta.

Tukiaineisto

Tukiaineiston avulla on pyritty analysoimaan, miten edellä mainitut aika-tutkimusaineistot edustavat käytännön kenttäpyörösahaustoimintaa.

32. TUTKIMUSSAHAT

Pääaineistona olevat neljä EKA-50-tyyppistä sahaa on suunnitellut ja valmistanut KENTTÄSAHAHUOLTO E. A. KOIVULA. Sahoista yksi oli kiinteä ja muut tilapäisesti maastoon asennettuja. Kiinteän sahan työtä seurattiin ainoastaan yksi päivä, joten aineiston voidaan kokonaisuudessaan katsoa edustavan *kenttäoloissa* tapahtuvaa pyörösahaustoimintaa.



Kuva 4. EKA-50 kenttäpyörösahan rakenne

Fig. 4. The construction of EKA-50 field circular saw

EKA-50:n puusta tehty, kolmiosainen *sahauspénkki* on n. 17 m pitkä ja varustettu puisilla, laakeroiduilla syöttöpöydän *kannatusrullilla*. Sahauspénkki on asennettu vaakasuoraan, ja työkenttelykorkeus on 80...90 cm. *Syöttöpöydän* pituus on n. 11 m. Se on tehty kapeista n. 2":n paksuisista listoista, jotka on yhdistetty toisiinsa rautapulteilla. Sahattavan kappaleen luisumisen ja syöttöpöydän tarpeettoman kulumisen estämiseksi pöytään on kiinnitetty n. 1...2 m:n välimatkoin poikkittaisrautoja, jotka on takareunoistaan upotettu puuhun ja ruuvattu kiinni. Terän takana olevaan pystytelineeseen kiinnitetty puinen *teränsuojus* on sillä tavoin saranoitu, että se voidaan tarvittaessa nostaa ylös. Yläpäästään vinoksi hammastettu rakoveitsi on säädettävissä terän koon mukaan, mutta sen sijaan terän *ohjaustapit* ovat kiinteät.

Syöttö tapahtuu rummulle kelautuvan teräsköyden avulla, joka on molemmista päistään kiinnitetty syöttöpöytään. Syöttönopeuksia on neljä eteen- ja kaksi taaksepäin, ja ne vastaavat teoreettisesti laskettuna nopeuksia 21...50 m/min eteenpäin ja 78...100 m/min taaksepäin. *Kytinjärjestelmä* on ns. hankauskénkätyyppiä (periaate on sama kuin auton jarruissa), minkä ansiosta syöttöpöydän kulkusuuntaa voidaan muuttaa polvella ohjattavalla vaihdetangolla. Tällöin molemmat kädet ovat vapaina tukin käsittelyyn, vahvuuden säätämiseen yms. Vastinlevyillä varustettu, mekaaninen *vahvuudensäätäjä* on pitkävartista hakalista-asetemallia, ja sen asteikko on Englannin tuumia.

Teräkseli, jonka läpimitta on 55 mm, on kuulalaakereilla laakeroitu penkin keskiosaan. Välivaiheakselit on laakeroitu liukulaakereilla, ja välivaihteessa on yksi standardimittainen kiilahihna. Teräkselin keskimääräiseksi kierrosluvuksi on ilmoitettu 950 r/min ja terän suurimmaksi läpimitaksi 1050 mm. Sahan paino on täydellisenä n. 850 kg.

Purun poistamiseksi sahalla käytettiin EKA-purukourua. Kouru kiinnitettiin terän alle siten, että se ohjaa purut niiden sahauskessa saamaa alkunopeutta hyväksi käyttäen 4...10 m:n päähän sahasta, kun terän kierros-luku on normaali.

Tukin kiinnittämisessä syöttöpöytään käytettiin kahta pöydän reunaan asetettavaa kiinnityshakaa, pokaraa ja erilaisia puisia ohjausvipuja.

33 VOIMAKONEET

Voiman tarve kenttäpyörösahauksessa riippuu mm. sahan rakenteesta, terän koosta, hammastuksesta ja kunnosta, sahaajan ammattitaidosta, vuodenajasta ja sahattavan puun ominaisuuksista, joten sen tarkka määrittäminen kussakin yksityistapauksessa voi tuottaa vaikeuksia. Lienee edullista käyttää jonkin verran vahvempaa voimamoottoria kuin normaalioloissa on välttämätöntä. Yleensä pidetään 25...30 hv:aa*) riittävänä, sähkömoottoreita käytettäessä ehkä 35 hv:aa (LEVANTO 1954, s. 122, GRANVIK 1957, s. 837, ks. myös KOIVULA 1941, s. 14, AHO 1948, s. 23, SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 65)

Tutkimuksessa käytetyt moottorit on esitetty taulukossa 1, josta käyvät ilmi myös saavutetut teräkselin kierrosluvut.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyt voimakoneet ja niillä saavutetut teräkselin kierrosluvut

Table 1. Engines used in the investigation and the rotation speed of their cutter axle

| Voimakone — Engine | Hv-määrä Output, hp. | Käyttöpäivien määrä Number of days of use | Teräkselin keskim. kierrosluku, r/min Average number of revolutions of cutter axle, r./min. |
|--|-------------------------|--|---|
| Talvisahaus <i>Winter sawing</i> | | | |
| Dister Diesel | 45 | 6 | 950 |
| Sähkömoottori | 30 | 11 | 946 |
| <i>Electric engine</i> | | | |
| Dodge autonmoottori | 68 | 10 | 969 |
| <i>Dodge car engine</i> | | | |
| Kesäsahaus <i>Summer sawing</i> | | | |
| Steyr dieseltraktori | 26 | 1 | 818 |
| <i>Steyr diesel tractor</i> | | | |
| Dister Diesel | 45 | 2 | 1 110 |
| Dodge autonmoottori | 68 | 2 | 992 |
| <i>Dodge car engine</i> | | | |
| Buick autonmoottori | 95 | 10 | 975 |
| <i>Buick car engine</i> | | | |

*) Tarkoittaa seuraavassa SAE-hevosvoimamäärää moottorin tietyllä kierrosluvulla, joka ei eri voimakoneiden osalta ole tiedossa.

Autonmoottorit oli muutettu petroolikäyttöisiksi, ja niiden hevosvoimamäärä oli varsin suuri. Niiden käytöstä voimakoneina kenttäpyörösahauksessa on otettava huomioon, että niiden hevosvoimamäärä on laskettu korkeita kierroslukuja silmälläpitäen, joten ehkä vain n. 1/3 ilmoitetusta hevosvoimamäärästä voidaan käyttää hyväksi. Dodge-autonmoottorin hevosvoimamääräksi saadaan näin ollen 20...25 hv ja Buick-moottorin n. 30 hv. Jos eri moottoreiden hv-määrä painotetaan käyttöpäivien luvulla, saadaan moottoreiden keskimääräiseksi tehoksi sekä talvi-että kesäsahauksessa n. 31 hv, mikä edellä esitetyn perusteella lienee ollut riittävä.

Teräkselin kierrosluku minuutissa on mitattu pistokokein kierroslukumittarilla, ja niiden perusteella on laskettu keskimääräinen kierrosluku voimakonetta kohti. Meillä yleisesti käytössä olevan läpimitaltaan 950 mm:n terän kierrosluku on 950 r/min (SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 68, KOIVULA —LAKIO 1956, s. 25, GRANVIK 1957, s. 838), mutta yleensä se vaihtelee terän koon mukaan. Taulukon 1 perusteella voitaneen päätellä, että teräkselin kierrosluku suurin piirtein vastaa asetettuja vaatimuksia, vaikka se keskimäärin onkin ehkä hieman liian pieni. Ilmoitetut hevosvoimamäärät ja kierrosluvut eivät kuitenkaan aina anna täydellistä kuvaa moottorin sopivuudesta voimakoneeksi, vaan myös moottorin vääntömomentin pieniä kierroslukuja käytettäessä tulisi olla mahdollisimman suuri. Buick-moottori oli ehkä suuresta hevosvoimamäärästään huolimatta sopimattomin voimakoneeksi, joten se on voinut käyttöpäivien suuren määrän johdosta vaikuttaa epäedullisesti kesäsahauksen tulokseen. Tämä epäkohta ei kuitenkaan sanottavasti vaikuta varsinaisiin sahausaikoihin, vaan lähinnä keskeytyksiin.

34 PYÖRÖSAHANTERÄT

Tutkimuksen aikana sahausissa käytettiin 12:ta hyvin hoidettua ja kunnostettua terää, jotka kaikki olivat kotimaista valmistetta. Terien jakautuminen läpimitta- ja paksuusluokittain sekä hampaiden määrä ilmenee taulukosta 2. Taulukkoon on lisäksi merkitty terien todennäköiset läpimitat uusina sekä näitä läpimittoja vastaavat terän paksuudet SF-standardien mukaan (SUOMEN STANDARDISOIMISLAUTAKUNTA 1952 a, ks. myös SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 68, GRANVIK 1957, s. 838).

Terien keskiläpimitta oli talvisahauksessa 866 mm ja kesäsahauksessa 881 mm eli keskimäärin 872 mm. Uusina terien todennäköinen keskiläpimitta oli 900 mm.

Talvisahauksessa käytettyjen terien paksuus oli keskimäärin 3.2 mm ja kesäsahauksessa 3.1 mm; koko tutkimuskauden keskiarvo oli 3.1 mm. Vaikka pyörösahanterien paksuutta ei ollut vielä standardoitu aineiston keruun aikoihin, paksuudet kuitenkin suurin piirtein vastaavat vuonna 1952 vahvistettuja standardeja, joiden mukaan esim. 850 mm:n terän paksuus on 3.0 mm ja 900 mm:n 3.2 mm.

Taulukko 2. Tutkimuksen aikana käytetyt pyörösahanterät
 Table 2. Discs of circular saws used during the time of investigation

| Terän n:o Number of disc | Käyttö- päivien määrä Number of days of use | Läpimitta, mm Diameter, mm. | Paksuus, mm Thickness, mm. | Hampaiden luku, kpl Number of teeth | Läpimitta uutena, mm Diameter when new, mm. | Paksuus SF- stand. mukaan, mm Thickness according to the SF-standards, mm. |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 903 | 3.2 | 54 | 950 | 3.2 |
| 2 | 2 | 870 | 3.2 | 64 | 900 | 3.2 |
| 3 | 8 | 828 | 3.2 | 64 | 850 | 3.0 |
| 4 | 8 | 802 | 3.0 | 64 | 850 | 3.0 |
| 5 | 1 | 960 | 3.2 | 58 | 1 000 | 3.2 |
| 6 | 5 | 788 | 3.1 | 64 | 800 | 3.0 (2.8) |
| 7 | 1 | 909 | 3.2 | 54 | 950 | 3.2 |
| Talvi Winter | 27 | 866 | 3.2 | 60 | 900 | |
| 8 | 1 | 893 | 3.2 | 64 | 900 | 3.2 |
| 9 | 2 | 970 | 3.2 | 58 | 1 000 | 3.2 |
| 10 | 2 | 780 | 2.9 | 56 | 800 | 3.0 (2.8) |
| 11 | 4 | 946 | 3.2 | 54 | 950 | 3.2 |
| 12 | 6 | 818 | 2.9 | 58 | 850 | 3.0 |
| Kesä Summer | 15 | 881 | 3.1 | 58 | 900 | |
| Yht. Total | 42 | 872 | 3.1 | 59 | 900 | |

Terien keskimääräinen hammasluku on 59, mutta se vaihtelee 54:n ja 64:n välillä. Suomalaisessa standardissa suositellaan hammaslukua 60 (SUOMEN STANDARDISOIMISLAUTAKUNTA 1952), vaikka se käytännössä vaihtelee vielä paljon (GRANVIK 1957, s. 838). Talvisahauksessa käytettyjen terien hammasluku on suurempi kuin kesäsahauksessa käytettyjen, mitä on pidettävä oikeana suuntana, sillä kova puu vaatii yleensä suurempaa hammaslukua kuin pehmeä (ks. SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 20, GRANVIK 1957, s. 838).

Tietyn kehänopeuden saavuttamiseksi tarvittava kierros-luku riippuu terän koosta. Taulukossa 3 on esitetty terän kierros-luvut laskettuina todellisten ja uusien terien todennäköisten läpimittojen perusteella.

Taulukkoa tarkasteltaessa huomataan, että terien todelliset kierros-luvut ovat olleet liian pieniä. Kierros-luvut on ilmeisesti laskettu alkuperäisten terien läpimittojen mukaan, mutta niitä ei ole lisätty sitä mukaa kuin terät ovat kuluneet. Kuitenkaan kierros-luvut eivät ole olleet riittävän suuria alkuperäisille läpimitoille, kuten taulukosta ilmenee. Ainoastaan viidessä tapauksessa kierros-luku oli sopiva.

Kahden erisuuruisen terän kehänopeus ei tietenkään ole sama, vaikka niiden kierros-luku olisikin yhtä suuri. Tämän takia on katsottu aiheelliseksi laskea ke-

Taulukko 3. Todellisten ja uusien terien todennäköisten läpimittojen perusteella lasketut terien kierros-luvut
 Table 4. Number of revolutions of actual and new discs calculated on the basis of the probable diameters

| Terän n:o Number of disc | Todellinen — Actual | | Todennäköinen — Probable | |
|-----------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|---|
| | läpimitta, mm diameter, mm. | kierr. luku, r/min number of revolutions, r./min. | läpimitta, mm diameter, mm. | kierr. luku, r/min number of revolutions, r./min. |
| 1 | 903 | 950 | 950 | 950 |
| 2 | 870 | 950 | 900 | 1 000 |
| 3 | 828 | 950 | 850 | 1 050 |
| 4 | 802* | 946 | 850 | 1 050 |
| 5 | 960 | 950 | 1 000 | 900 |
| 6 | 802* | 969 | 850 | 1 050 |
| 7 | 788 | 969 | 800 | 1 100 |
| 8 | 909 | 969 | 950 | 950 |
| 9 | 893 | 818 | 900 | 1 000 |
| 10 | 970 | 1 110 | 1 000 | 900 |
| 11 | 780 | 992 | 800 | 1 100 |
| 12 | 946 | 1 065 | 950 | 950 |
| 13 | 818 | 884 | 850 | 1 050 |

* Sama terä eri voimakoneiden käyttämänä
 The same disc with various engines

Taulukko 4. Tutkimuksessa käytettyjen terien kierros-luvut ja kehänopeudet eri voimakoneita käytettäessä

Table 4. The number of revolutions and peripheral speed of discs used with different engines

| Voimakone — Engine | Terän | | |
|-------------------------------------|--|---|---|
| | läpimitta, mm Diameter of disc, mm. | kierr. luku, r/min Number of revolutions of disc, r./min. | kehänopeus, m/sek Peripheral speed, m./sec. |
| Talvisahaus Winter sawing | | | |
| Dister Diesel | 903 | 950 | 45 |
| » | 870 | 950 | 43 |
| » | 828* | 950 | 41 |
| Sähkömoottori | 828* | 946 | 41 |
| Electric engine | | | |
| » | 802** | 946 | 39 |
| Dister Diesel | 960 | 950 | 47 |
| Dodge autonmoottori | 802** | 969 | 40 |
| Dodge car engine | | | |
| » | 788 | 969 | 40 |
| » | 909 | 969 | 46 |
| Kesäsahaus Summer sawing | | | |
| Steyr dieseltraktori | 893 | 818 | 38 |
| Steyr diesel tractor | | | |
| Dister Diesel | 970 | 1 110 | 56 |
| Dodge autonmoottori | 780 | 992 | 40 |
| Dodge car engine | | | |
| Buick autonmoottori | 946 | 1 065 | 52 |
| Buick car engine | | | |
| » | 818 | 884 | 38 |

* ja ** Samat terät eri voimamoottoreilla.
 * and ** The same disc used with different engines.

hänopeudet kaikille terille erilaisia voimakoneita käytettäessä. Tutkimuksessa käytetyillä voimakoneilla saavutettujen kierroslukujen ja terien todellisten läpimittojen perusteella on laskettu kehänopeudet alla olevaa kaavaa käyttäen, ja tulokset on esitetty taulukossa 4 (SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 71, KOIVULA—LAKIO 1956, s. 25, GRANVIK 1957, s. 838).

- (1) $C = L \times n \times 0.052$, jossa
 C = terän kehänopeus, m/s
 L = terän läpimitta, m
 n = teräkselin kierrosluku, r/min

Yleensä pyritään sahaamaan kehänopeudella 47 m/s eli 2820 m/min (ks. SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 65, KOIVULA—LAKIO 1956, s. 25, GRANVIK 1957, s. 837). Taulukosta ilmenee, että tämä kehänopeus on saavutettu ainoastaan Dister Diesel -koneella käytettäessä 960:n ja 970 mm:n teriä ja Buick -automoottorilla 946 mm:n terällä. Buick- moottorilla saavutettu pieni kehänopeus käytettäessä 818 mm:n terää saattaa vaikuttaa kesäsahauksen sahausaikoihin, koska tämän moottorin käyttöaika on 2/3 koko sahausajasta. Sen sijaan sähkömoottorin, — käytettäessä 802 mm:n terää (4 päivää) —, ja etenkin Steyr -traktorin antamat pienet kehänopeudet (1 päivä) eivät vaikuttane sahausaikoihin.

Painotettaessa kehänopeudet käyttöpäivien luvulla saadaan eri sahauskautsille seuraavat keskimääräiset kehänopeudet:

| | |
|-------------------------------|--------|
| Talvisahaus | 42 m/s |
| Kesäsahaus | 45 » |
| Talvi- ja kesäsahaus yhteensä | 43 » |

Kehänopeus on siis kesäsahauksessa ollut suurempi kuin talvisahauksessa. Optimaalista kehänopeutta ei kuitenkaan ole kesälläkään täysin saavutettu.

Talvella käytettiin 0.4...0.5 mm:n *baritusta* ja kesällä 0.4...0.6 mm:n (vrt. AHO 1948, s. 40, SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 27, LEVANTO 1954, s. 123, KOIVULA—LAKIO 1956, s. 23, GRANVIK 1957, s. 840). Hampaiden *kumaruus* oli vähäisempi talvisahauksessa kuin kesäsahauksessa. Talvisahaukseen tarkoitettujen terien hampaiden kumaruus määritettiin siten, että terään piirrettiin ympyrä, jonka säde oli puolet terän säteestä: ympyrää sivuava tangentti osoitti tällöin hampaan etureunan kumaruuden. Kesäsahausta varten kumaruus määritettiin 2...3 cm pitemmällä säteellä piirrettyä ympyrää sivuavan tangentin perusteella (vrt. KOIVULA 1941, s. 17, AHO 1948, s. 39, SANDVIKENS JERNVERK 1950, s. 13—22, SUOMEN STANDARDISOIMISLAUTAKUNTA 1952, KOIVULA—LAKIO 1956, s. 17, GRANVIK 1957, s. 838).

35 SAHAAJAT

Tutkimuksessa seurattiin ainoastaan sahaajan ja apusahaajan työtä, kuten jo aikaisemmin mainittiin. Koska tutkimussahoja oli neljä, sahaushenkilöstö käsitti kahdeksan miestä. He kaikki olivat tottuneita työntekijöitä ja suorittivat työnsä urakkapalkalla.

Pyörösahaustyö vaatii suurta ammattitaitoa. Työntekijäin soveltuvuuden selvittämiseksi on työntutkija merkinnyt päivittäin muistiin sahaajien ja apusahaajien arvioidun *joutuisuuden* (ks. von ALFTHAN 1938, s. 37—55 ja PELTONEN 1944, s. 69—72) ja *ammattitaidon*. Sahaajien työaikoja ei kuitenkaan ole muunneltu joutuisuusarvioiden perusteella, vaan tarkoituksena on ollut saada pelkääntään yleiskuva sahaajien suoritusnopeudesta (vrt. KANTOLA 1954, s. 45). Aineisto on pyritty saamaan niin laajaksi, että se kestää eri menetelmin suoritettujen tilastollis-matemaattisen kontrolloinnin (ks. VÖRY 1954, s. 13—14 ja 17).

Teollisuudessa tunnetaan joutuisuuden arvioinnin heikkoudet ja ollaan eri mieltä sen tarkkuudesta. PELTOSEN (1944, s. 70—71) mukaan tottuneiden aikatutkijoiden arvioinnit eroavat toisistaan vain vähän, korkeintaan 3 %. Bedaux-menetelmän kehittäjä ROCHAU (1939) esittää mielipiteenään, että tottunut työntutkija ei erehdy enempää kuin 5 % joutuisuuden arvioinnissa, vaikka hän joutuisi tutkimaan tuntematontakin alaa. Re'än piirissä ollaan varovaisempia ja esitetään, että työntutkija, joka säännöllisesti työskentelee määrälalalla, voi saavuttaa 5 %:n tarkkuuden (vrt. von ALFTHAN 1938, s. 48). Koska teollisuudessakin, jossa yleensä tutkitaan pysyväisolissa lyhyitä ja yksinkertaisia töitä, esiintyy suuria virhemahdollisuuksia, on kenttäpyörö-sahauksen joutuisuutta kuvaaviin lukuihin ymmärrettävästi suhtauduttava varoen.

Työntutkijan arvioinnin mukaan etu- ja apusahaajien joutuisuus on vaihdellut seuraavasti:

| Sahauskausi | Etusahaajat | Apusahaajat |
|---------------|-------------------|------------------|
| Talvi | 100 .. 113 .. 120 | 95 .. 108 .. 120 |
| Kesä | 100 .. 116 .. 120 | 90 .. 97 .. 100 |
| Talvi ja kesä | 114 | 101 |
| Keskimäärin | 108 | |

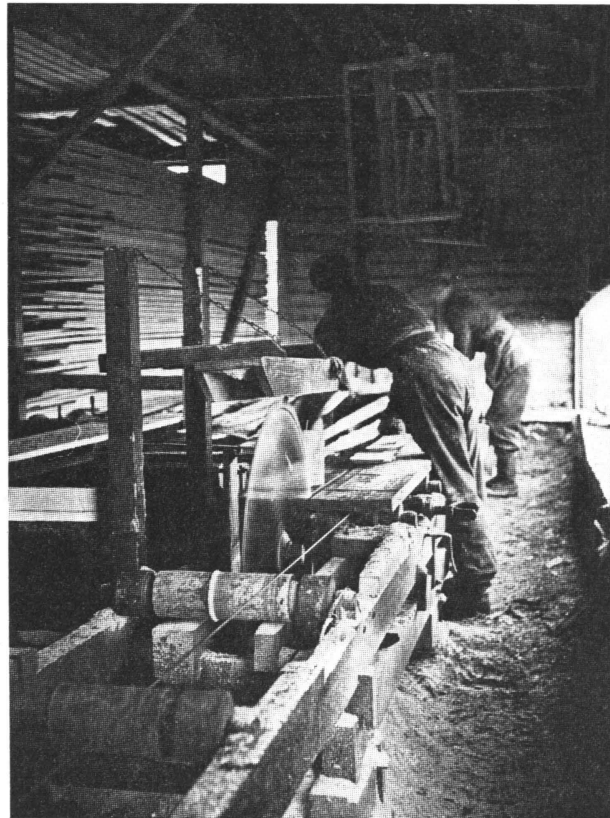
Etusahaajien joutuisuus oli siis tämän mukaan huomattavasti suurempi kuin apusahaajien. Koska sahaajat joutuvat työskentelemään parina, yhteinen joutuisuus voi määräytyä huonomman mukaan. Sen vuoksi on laskettu myös yhteinen joutuisuus, joka on 108, ts. työ on suoritettu n. 8 % »normaalia» nopeammin.

Ammattitaitoa kuvaavia luokkia on kolme, nimittäin hyvä, keskinkertainen ja huono. Etusahaajista kolme on ammattitaidoltaan ollut hyviä ja yksi keskinkertainen. Apusahaajista kolme edustaa keskinkertaista tasoa ja yksi on ammattitaidoltaan hyvä. Sekä joutuisuuden että ammattitaidon perusteella tarkastellen voidaan päätellä, että sahaajat edustavat keskimääräistä parempaa ammattitaitotasoa.

36. TYÖN JÄRJESTELY TUTKIMUSSAHOILLA

Sahauspaikalle tuotaessa tukit kasattiin kiinteille aluspuille lähelle pyörösahaa. Ennen sahausrupeaman alkua etu- ja apusahaaja järjestivät yhteisvoimin tukit sahaan päin jonkin verran vietäville aluspuille ja vierittivät ne sahauspöydän vierustalle. Tukit saatettiin syöttöpöydälle joko vierittämällä tukkivaraston aluspuiden ja sahauspenkin väliin asetettuja joluja pitkin tai nostamalla. Kun tukki oli pöydällä, sahaajat suunnittelivat sahausken ottamalla huomioon mm. edullisimmat sahausrivut. Tukki kiinnitettiin syöttöpöytänsä eri välineitä käyttäen (ks. s. 25), minkä jälkeen pyöreästä tukista sahattiin ensimmäinen pinta pois vastinlevyä käyttämättä. Mikäli pinta (k-paloite) katsottiin edelleen sahauskelpoiseksi, palautettiin se tukin (b-paloite) mukana ja nostettiin sivuun. Sen jälkeen käännettiin tukin sahattu puoli alaspäin ja tehtiin uudet leikkaukset molemmille sivuille siten, että syntyi kolmelta sivulta sahattu pelkka (d-paloite). Tämä käännettiin pöydällä siten, että sydäntavaran sahaus alkoi ensimmäisen leikkauksen puolelta. Jokaisen leikkauksen ja syöttöpöydän palautuksen jälkeen sahattava paloite oli uudestaan asetettava syöttöpöydälle ja asete säädettävä seuraavaa leikkausta varten.

Edellä selostettua sahaustapaa sanotaan *neli- eli pelkeasahaukseksi*. *Läpisahausta*, jossa tukki sahataan samassa asennossa suoraan eri sahatavaralajeiksi, jotka vasta sen jälkeen särmätään, ei tutkimuksen aikana suoritettu.



Kuva 5. Särmäystä kiinteällä EKA-50 pyörösahalla. Edessä etusahaaja, takana apusahaaja

Fig. 5. Trimming using a stationary EKA-50 circular saw. In the foreground the sawyer, in the background the sawyer's help

Sydäntavaran sahausken jälkeen nostettiin pinnat yksitellen syöttöpöydälle ja niistä sahattiin pintalautoja (1-paloitteita), jotka tavallisesti särmäämättöminä nostettiin sivulle. Näin syntyneet särmäämättömät pintalaudat voitiin särmätä tukittain yksin kappalein heti sydäntavaran sahausken jälkeen, mutta tavallisesti ne särmättiin suurempina erinä, päällekkäin ladottuna, ts. särmäykseen ryhdyttiin vasta sen jälkeen, kun tietty määrä tukkeja oli sahattu.

Valmiin sahatavaran ja jätteiden poistaminen syöttöpöydältä ei kuulunut sahaajien varsinaisiin tehtäviin. Kun sahaajat poikkeuksellisesti joutuivat suorittamaan näitä töitä tai odottamaan, kun muu henkilökunta ne teki, asianomaisesta työstä tehtiin merkintä.

Päällekkäislatomusten särmäys tapahtui siten, että sahaajat nostivat särmäämättömät pintalaudat syöttöpöydälle ja asettivat ne sillä tavoin päällekkäin, että särmäystuloksesta tulisi sekä määrältään että laadultaan mahdollisimman edullinen. Ensimmäinen leikkaus tehtiin ilman vastinlevyä, mutta toista syrjää sahattaessa sitä käytettiin. Koko latomuksen särmäysleveys määräytyi näin ollen erän kapeimman pintalaudan mukaan, joten tietyistä leveyshukasta ei voitu välttyä leveiden pintalautojen osalta. Toisaalta erän lautojen leveyttä ei voitu ottaa kovin suureksi, koska kapeiden pintalautojen laatu olisi siitä kärsinyt. Yksin kappalein särmättäessä tätä vaikeutta ei ole: kustakin pintalaudasta voidaan sahata mahdollisimman leveä lauta, laatuvaatimukset tietenkin huomioon ottaen.

37 SÄÄSUHTEET

Sääsuhteet vaikuttavat hyvin paljon kenttäoloissa tapahtuvan sahausken työajan rakenteeseen ja sahaustulokseen. Koska kenttäpyörösahausta suoritetaan vaihtelevissa sääoloissa, usein ilman minkäänlaista sateen- tai tuulensuojaa, on katsottu välttämättömäksi esittää tietoja tutkimuksien aikana vallinneesta säästä.

Vuodenajalla on ratkaiseva merkitys, koska työolosuhteet vaihtelevat niiden mukaan. Talvisin sekä tukkien että sahatun tavarankäsittely on hankalampaa kuin kesällä, minkä lisäksi sahaus vaikeutuu puun jäätymisen takia. Lumisateet, tuiskut ja kovat pakkaset haittaavat sekä sahaajien työskentelyä että voimakoneen ja sahan toimintaa. Kesällä rankkasateet ja ukonilmat voivat pakottaa keskeyttämään työn määräajaksi tai kokonaan. Myös kovin lämmin ilma voi muodostua hankalaksi sahaustoiminnalle.

Säätilasta tehtiin joka päivä lyhyt merkintä. Tiedot tutkimuksen aikana vallinneesta säätilasta on yhdistetty taulukkoon 5. Taulukon sääsarakeissa esiintyvät viivat (—) kuvaavat säätilan muuttumista päivän aikana. Esim. 17. 2. 50 tehty merkintä ilmaisee, että aamurupeama oli pilvinen ja tuulinen, mutta iltarupeaman aikana oli lumipyry. Ellei sää päivän aikana sanottavasti muuttunut, esiintyy vain yksi merkintä. Ilman lämpötila merkittiin klo 8.00, 12.00 ja 16.00. Taulukossa esitetyt lämpöasteet ovat näiden mittausten keskiarvoja. Taulukosta 5 ilmenee, että sää vaihtelivat suuresti tutkimuksien aikana. Voitaneen todeta, ettei sää tutkimuksen aikana ollut poikkeuksellisen hyvä, joten tutkimuksia ei ole tässä suhteessa suoritettu ainakaan liian edullisissa oloissa.

Taulukko 5. Sääsuhteet tutkimuksen aikana
Table 5. Weather conditions during the time of investigation

| Päivämäärä Date | Sää *) Weather | Lämpötila, Temperature, C° | Päivämäärä Date | Sää Weather | Lämpötila, Temperature, C° |
|--------------------|---|----------------------------------|--------------------|---|----------------------------------|
| | Talvisahaus <i>Winter sawing</i> | | | | |
| 13. 2. 50 | Aur.-Sun | — 5 | 13. 3. 50 | Pilv.-Overcast | — 7 |
| 15. 2. 50 | Aur.-Sun | — 5 | 14. 3. 50 | Aur.-Sun | —13 |
| 16. 2. 50 | Pilv.-Overcast | — 9 | 16. 3. 50 | Aur.-Sun | — 9 |
| 17. 2. 50 | Pilv., tuul. — lu. pyry- Overcast, wind—blizz. | — 8 | 17. 3. 50 | Pilv., tuul.-Overcast, wind | — 5 |
| 18. 2. 50 | Pilv.—rä.sade-Over- cast—wet snow | — 3 | 20. 3. 50 | Pilv.—ve. sade-Over- cast-rain | + 4 |
| 20. 2. 50 | Pilv., suoja-Overcast, tbaw | — 1 | 21. 3. 50 | Pilv.—ti. sade-Over- cast-drizzle | + 2 |
| 21. 2. 50 | Pilv., suoja-Overcast, tbaw | + 3 | 22. 3. 50 | Aur.-Sun | ± 0 |
| 22. 2. 50 | Pilv.—tuul.-Overcast- wind | — 4 | | Kesäsahaus <i>Summer sawing</i> | |
| 23. 2. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | — 5 | 15. 4. 50 | Ve.sade-Rain | + 4 |
| 24. 2. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | — 4 | 18. 4. 50 | Ve.sade-Rain | + 4 |
| 1. 3. 50 | Aur.-Sun | —12 | 19. 4. 50 | Aur.-Sun | + 6 |
| 2. 3. 50 | Pilv.—rä.sade-Over- cast-wet snow | — 7 | 27. 4. 50 | Ve.sade-Rain | + 7 |
| 3. 3. 50 | Pilv., tuul., sumu - Overcast, wind, fog | — 6 | 28. 4. 50 | Ve.sade-Rain | + 5 |
| 4. 3. 50 | Lu. pyry-Blizzard | — 2 | 12. 5. 50 | Aur.-Sun | +14 |
| 6. 3. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | + 4 | 13. 5. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | + 8 |
| 7. 3. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | ± 0 | 15. 5. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | + 8 |
| 8. 3. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | — 3 | 16. 5. 50 | Aur., tuul.-Sun, wind | + 5 |
| 9. 3. 50 | Pilv., tuul.-Overcast, wind | — 8 | 28. 5. 51 | P.pilv.-Half overcast | +14 |
| 10. 3. 50 | Aur.-Sun | —10 | 29. 5. 51 | P.pilv.-Half overcast | +11 |
| 11. 3. 50 | Aur.-Sun | —22 | 30. 5. 51 | Ti.sade-Drizzle | + 9 |
| | | | 31. 5. 51 | P.pilv.-Half overcast | +17 |
| | | | 1. 6. 51 | P.pilv.-Half overcast | +24 |
| | | | 2. 6. 51 | Aur.-Sun | +31 |

*) Käytetyt lyhennykset:

| | | | |
|---------|-----------------|----------|-------------|
| Aur. | = aurinkoinen | Ve. sade | = vesisade |
| P.pilv. | = puolipilvinen | Rä.sade | = räntäsade |
| Pilv. | = pilvinen | Lu.sade | = lumisade |
| Tuul. | = tuulinen | Lu. pyry | = lumipyry |
| Ti.sade | = tiikusade | | |

38. SAHATTU TUKKIMÄÄRÄ

Pääaineiston tukkien jakautuminen latvaläpimittaluokkiin ilmenee liitteestä 2. Talviaineisto käsittää 1 159 tukkia, joiden keskipituus on 15.0', ja kesäaineisto 538 tukkia, keskipituus 14.9'. Koko pääaineiston tukkien keskipituus on 14.9'. Järeystensä puolesta aineistot eroavat toisistaan enemmän. Kesäkauden aikana sahattujen tukkien keskiläpimitta latvasta (kuoren alta) on 7.3", mutta talvisahausten tukkien vain 6.7". Koko sahatun tukkimäärän keskiläpimitta on 6.9", mikä on huomattavasti pienempi kuin maamme sahateollisuudessa sahattujen tukkien keskiläpimitta, joka PÖNTYSEN mukaan (1956, s. 116) on latvasta kuoren alta n. 7 1/4... 7 1/2", jos tukkien pituudeksi oletetaan 16'... 17'.

PÖNTYSEN (1956, s. 116—117) ilmoittaa kotimaisten havupuutukkiin keski-
koon olleen vuosina 1950—53 4.90 j³. Lisäksi hän toteaa, että »näyttää siltä niin-
kuin keskitukki meillä olisi asettunut pysyvästi 4.8—4.9 kuutiojalan paikkeille»
(ks. myös PÖNTYSEN 1949, s. 105—106). Tämän tutkimuksen aineiston tukit
ovat maan keskiarvoa huomattavasti pienikokoisempia, sillä talvisahauksessa
keskikuutiomäärä oli 3.67 j³ ja kesäsahauksessa 4.33 j³ (keskiarvo 3.87 j³). Tuki-
aineiston keskitukin koko oli 3.97 j³. Tämä on n. 1 j³:n (n. 20 %) pienempi kuin
sahateollisuuden keskitukin koko.

Kuusi- ja mäntytukkien laatuajakautuma nähdään liitteistä 3 ja 4. Jos laadultaan
epäselvät tukit jätetään pois, huomataan, että kuusen laatu oli parempi talvella
kuin kesällä (I lk. 90 % vast. 80 %). Keskimäärin I luokan tukkeja on ollut
88 % ja II 12 % koko sahatusta määrästä. Voidaan siis todeta, että kuusituk-
kien laatu oli hyvä, sillä ILVESSALON mukaan (1956, s. 112) Etelä-Suomen kuusi-
tukkien laatuajakautuma oli keskimäärin seuraava: I lk. 76 %, II lk. 24 %. Tutkitut
tukit oli hankittu Helsingin metsänhoitolautakunnan alueelta, jonka kuusitu-
tukeista kuuluu ILVESSALON mukaan (1957, s. 71) I laatuluokkaan 68 % ja II
32 %. On kuitenkin otettava huomioon, että tämän tutkimuksen aikana sahatut
kuusitukit oli hankittu tyypilliseltä kuusialueelta, joten niiden laatu on voinut
olla sekä Helsingin metsänhoitolautakunnan että koko Etelä-Suomen kuusi-
tukkien keskilaatua huomattavasti parempi.

Mäntyaineisto on liian pieni, jotta laatua riittäväällä varmuudella voitaisiin ver-
rata ILVESSALON esittämään laatuajakautumaan. Valtakunnan metsien kolmannen
inventoinnin mukaan (ILVESSALO 1956, s. 109) mäntytukkien laatuajakautuma on
Etelä-Suomessa keskimäärin ollut seuraava: I lk. 16 %, II lk. 36 % ja III lk. 48 %;
kuuden tuuman luokassa, joka lähinnä vastaa tämän tutkimuksen keskiläpimit-
taa, I laatuluokka käsittää vain 7 %, II lk. 31 % ja III lk. 62 %. Tutkimuksen
kohteina olleet tukit ovat laadultaan viimeksi mainittuja jonkin verran huonom-
pia: I lk. 5 %, II lk. 25 % ja III lk. 70 %. Laatuun nähden ei ole suurta eroa talvi-
ja kesäaineiston kesken, joskin kesäaineisto on ehkä laadultaan talviaineistoa
hieman parempi.

39. TUKIAINEISTO

Tukiaineistossa oli edusteilla 11 kotimaista sahamerkkiä. Vallitsevina oli 2—3
jo yleisesti käytössä olevaa kotimaista merkkiä, mutta myös uusiin periaatteisiin
pohjautuvia sahoja oli useita. Huomioon otettava seikka oli myös, että omate-
koisten sahojen ryhmä oli toiseksi suurin, se käsitti n. 23 % tilastoon sisältyvistä
sahoista. Nämä sahat erosivat toisistaan paljon sekä teholtaan että toimintaperi-
aatteeltaan. Sahojen ikä oli odotettua alhaisempi. Yhtä v. 1924 valmistunutta sa-
haa lukuun ottamatta tukiaineiston sahat oli rakennettu 1940- ja 1950-luvulla,
ja ne jakaantuivat valmistumisvuosittain seuraavasti:

| Valm. vuosi | 1940 tai aikaisempi | —44 | —45 | —46 | —47 | —48 | —49 | —50 | —51 | —52 | —53 | —54 | —55 | Yht. |
|-------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| % | 2 | 3 | 5 | 8 | 6 | 13 | 14 | 8 | 6 | 6 | 11 | 13 | 5 | 100 |

Viimeisenä aineiston keräysvuonna yli 10 vuotta vanhojen sahojen osuus oli vain 10 % koko määrästä. Todellisuudessa Suomen kenttäpyörösahojen keskiikä lienee huomattavasti korkeampi. Tukiaineiston sahat eivät siis edusta kenttäpyörösahojen vanhaa vuosimallitasoa, vaan kuten varsinaiset tutkimussahatkin, keskinkertaista parempia sahatyyppejä.

Syöttöpöydän *vetojärjestelmänä* oli hammastankoveto 75 %:ssa, mutta myös vaijeriveto oli jo yleistynyt siinä määrin, että sen osuus oli 21 %. Vaijeri-ketjuvedon ja ketjuvedon osuudet olivat hyvin pienet, 3 ja 1 %.

Yleisin *kytkinjärjestelmä* oli kitkapyöräkytkin (76 % koko määrästä). Uudet tyypit olivat tässäkin suhteessa edusteilla hyvin: kartiokytkimiä oli 12 % ja hankauskenkäkytkimiä 10 %. Hammas- ja nestekytkimien osuus oli kummankin 1 %. Syöttöpöydän *pituus* oli keskimäärin 10.0 m ja *paksuus* 1 7/8". Syöttöpöytä kantavat 55.5 cm pitkät ja 10.7 cm paksut *pöytäruulat*, jotka 60 tapauksessa sadasta olivat puuta, 38 %:ssa kannattimina käytettiin rautakiekköjä ja 2 %:ssa rautaputkista tehtyjä rullia.

Syöttö tapahtui tukiaineiston sahoilla valtaosaksi (89 %) oikealta ja ainoastaan 11 tapauksessa sadasta vasemmalta. *Syöttönopeus* sahattaessa oli keskimäärin 19.3 m/min ja syöttöpöydän palautusnopeus 29.7 m/min.

Suomalaisen kenttäpyörösahan suurimpia heikkouksia on sahattavan paloiteen huono *kiinnitys* sahauksen ajaksi. Yhtenäistä menetelmää ei tähän tarkoitukseen ole kehitetty. Tukiaineistossa käytettiin seuraavia kiinnityskoneita:

| | |
|---|-------|
| — perärauta ja -haka sekä syöttörauta | 49 % |
| — tukkisakset | 23 » |
| — syöttöpöytään kiinnitettävä koukku tai haka | 18 » |
| — nostokoukku | 5 » |
| — kirves | 5 » |
| Yhteensä | 100 % |

Nostokoukku ja ennen kaikkea kirves edustavat tässä suhteessa hyvin alkeellista tasoa.

Tiedustelun mukaan erilaisia *voimakoneita* käytettiin seuraavasti:

| | |
|-----------------------|-------|
| — sähkömoottoreita | 40 % |
| — petrolimoottoreita | 28 » |
| — dieselmoottoreita | 26 » |
| — bensiinimoottoreita | 6 » |
| Yhteensä | 100 % |

Sähkömoottoreiden teho vaihteli 11 kW:sta 35 kW:iin ja polttomoottoreiden 15 hv:sta 46 hv:aan. Kentällä vallitsevan yleisen käsityksen mukaan voitaneen keskimääräisenä voimantarpeena pitää 25—30 hv:aa (vrt. s. 26), sähkömoottoreiden osalta ehkä 35 hv:aa. Tukiaineiston sahojen sähkömoottoreiden teho oli keskimäärin 23.2 kW (31.6 hv) ja polttomoottoreiden 30.5 hv. Voimakoneiden teho oli näin ollen riittävä. Koko maata koskeva keskiarvo lienee huomattavasti epäedullisempi.

Voimansiirtobibnoista 98 % oli laattahihnoja ja vain 2 % kiilahihnoja. Laattahihnojen keskileveys oli 5.7". Akselietäisyys oli keskimäärin 6.6 m. *Välihibnoista* oli kiilahihnoja n. 15 % ja laattahihnoja n. 85 %. *Terien* alkuperä pystyttiin selvittämään vain 34 tapauksessa sadasta. Merkiltään tunnetuista teristä oli 87 % kotimaisia, 7 % ruotsalaisia, 4 % saksalaisia ja 2 % amerikkalaisia. Terien *keskiläpimitta* oli n. 900 mm, mutta vaihteli paljon, kuten seuraavasta jaotelmasta käy ilmi:

| Terien läpim. mm | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | Yht. |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| % | 1 | 1 | 3 | 5 | 14 | 9 | 28 | 21 | 14 | 3 | 1 | 100 |

Hampaista terissä oli 48—65 kpl, keskiarvo 55. Tämä hammasmäärä on liian pieni, sillä on osoittautunut, että halkaisuterissä hammasluku 60 antaa parhaan tuloksen sekä sahausjälkeen että voimankulutukseen katsoen (vrt. s. 28). Sopivin kierrosluku käytettäessä erikoisteriä saadaan taulukoista (esim. SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, 1950, s. 68). Sahanterien keskimääräinen läpimitta, 900 mm, edellyttäisi 1000 kierrosta minuutissa. Tukiaineiston mukaan se on vaihdellut 600:sta 1350:een; keskiarvo on 899 r/min, joten sahattiin jonkin verran liian pienellä kierrosluvulla. Edellä esitettyjen arvojen perusteella laskettu kehänopeus on (SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, 1950, s. 71).

$$890 \times 899 \times 0.052 = 41.6 \text{ m/s.}$$

Myös kehänopeus on näin ollen ollut jonkin verran liian pieni. *Haritusta* käytettiin tukiaineistossa talvisahauksessa 0.5 ja kesäsahauksessa 0.6 mm, mikä on ehkä liian paljon. Tutkimussahoilla vastaavat haritussuuruudet olivat 0.4... 0.5 mm ja 0.4... 0.6 mm (s. 30).

4 Tutkimustulokset

41 TYÖMAA-AJAN JAKAANTUMINEN SAHAUKSEN SUORITUS-AIKAAN JA VÄLTETTÄVÄÄN HUKKA-AIKAAN

Työmaa-aikana pidettyjä sopimuksen mukaisia taukoja ei esiintynyt, vaan työn lomassa pidetyt kahvi-, tupakka- yms. tauot on sisällytetty keskeytyksiin. Vältettävä hukka-aika on otettu huomioon, mutta sitä ei voida laskea sallittuun

aikaan kuuluvaksi esim. maksuperusteita määritettäessä. Sen sijaan sellaiset keskeytykset, jotka luonteeltaan ovat väistämättömiä, esim. hukkatöitä, kunnostus- ja huoltotöitä sekä lepoa, on sisällytetty sahauksen suoritusajaksi eli aikaan joka korvataan työntekijälle. Tutkimuksen mukaan työmaa-aika jakaantuu sahauksen suoritusajan ja vältettävän hukka-ajan kesken taulukon 6 osoittamalla tavalla.

Vältettävää hukkatyötä on siis tutkimustyömailla tehty keskimäärin 3 % työmaa-ajasta. Talvisahauksen aikana vältettävän hukka-ajan osuus (3.9 %) on huomattavasti suurempi kuin kesällä (0.9 %), mikä johtuu ehkä suurimmaksi osaksi pakkasesta. GRANVIKIN ja LEVANNON mukaan (1952, s. 82) vältettävän hukka-ajan osuus työmaa-ajasta ratapölkkyjen sahauksessa kesän aikana oli 0.9 %, joka siis on sama kuin tämän tutkimuksen vältettävä hukka-aika kesäsahauksessa.

Kuten jo tutkimusmenetelmiä käsittelevässä luvussa on mainittu, suoritettiin aikatutkimuksia myös PUTKISTON (1953 ja 1954) menetelmää käyttäen. Niiden tarkoituksena oli selvittää lähinnä etusahaajan ja apusahaajan työn sisäistä rakennetta. Lisäksi pyrittiin saamaan kuva sahan toiminnasta työmaa-aikana. Ryhmätyöntutkimuksen mukaan sahauksen suoritusajan ja vältettävän hukka-ajan välinen suhde oli taulukon 7 mukainen.

Taulukko 7 osoittaa, että apusahaaja on pääasiallisin vältettävän hukka-ajan aiheuttaja; hänen osaltaan vältettävän hukka-ajan osuus työmaa-ajasta on 1.3 %, kun taas etusahaajan osuus on vain 0.2 %. Apusahaaja voisi tehdä »hyödyllistä» työtä silloin kun etusahaaja joutuu ahertamaan väistämättömien hukkatöiden kanssa. Tämä käy selvästi ilmi tarkasteltaessa taulukkoa 7, joka valaisee työmaa-ajan jakautumista varsinaiseen sahausaikaan, keskeytyksiin ja vältettävään hukka-aikaan.

42. VARSINAISEN SAHAUSAJAN, KESKEYTYSTEN JA VÄLTETTÄVÄN HUKKA-AJAN VERTAILU

Työmaa-ajan jakaantuminen varsinaisen sahausajan, keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan kesken ilmenee taulukosta 6.

Taulukosta ilmenee, että varsinaisen sahausajan osuus työmaa-ajasta on kesäsahauksessa paljon suurempi (76.7 %) kuin talvisahauksessa (65.0 %). Tämä antaa aiheen käsitellä talvi- ja kesäaineistoja erikseen, sillä ero, 11.7 %, on niin suuri, ettei voida käyttää talvi- ja kesäaineistojen keskimääräisiä tuloksia. Koko työvaihetutkimusaineiston keskimääräisen varsinaisen sahausajan osuus työmaa-ajasta on 68.3%.

Keskeytykset, joihin luetaan väistämättömät hukka-ajat, kunnostus- ja huoltoajat sekä lepoajat, vaihtelevat myös huomattavasti vuodenajan mukaan. Talvisahauksessa niiden osuus on 31.1 % ja kesäsahauksessa 22.4 % työmaa-ajasta.

Taulukko 6. Työmaa-ajan keskimääräinen jakaantuminen varsinaiseen sahausaikaan, keskeytyksiin ja vältettävään hukka-aikaan. Työvaihetutkimus
Table 6. Average distribution of the working place time on sawing time proper, interruptions, and avoidable unproductive time. Operation investigation

| Työn osa Part of the work | Talvisahaus Winter sawing | | Kesäsahaus Summer sawing | | Talvi- ja kesäsahaus Winter and summer sawing | |
|--|------------------------------|-------|-----------------------------|-------|--|-------|
| | Aika, min Time, min. | % | Aika, min Time, min. | % | Aika, min Time, min. | % |
| Varsinainen sahausaika Sawing time proper | 4 829.13 | 65.0 | 2 194.61 | 76.7 | 7 023.74 | 68.3 |
| Keskeytykset Interruptions | 2 307.02 | 31.1 | 642.45 | 22.4 | 2 949.47 | 28.7 |
| Vältettävä hukka-aika Avoidable unproductive time | 288.28 | 3.9 | 24.49 | 0.9 | 312.77 | 3.0 |
| Työmaa-aika Working place time | 7 424.43 | 100.0 | 2 861.55 | 100.0 | 10 285.98 | 100.0 |

Keskimäärin keskeytysprosentti on 28.7, jota on pidettävä korkeana. Talvisahaus on tässä suhteessa huomattavasti epäedullisempää kuin kesäsahaus. Kenttäpyörösahauksessa tuottamaton työaika on siis hyvin suuri.

Ryhmätyöntutkimuksen mukaan sahaajien työmaa-aika jakaantuu varsinaiseen sahausaikaan, keskeytyksiin ja vältettävään hukka-aikaan taulukon 7 osoittamalla tavalla.

Taulukko 7. Sahaajien työmaa-ajan keskimääräinen jakaantuminen varsinaiseen sahausaikaan, keskeytyksiin ja vältettävään hukka-aikaan. Ryhmätyöntutkimus

Table 7. Average distribution of the sawyers' working place time on sawing time proper, interruptions, and avoidable unproductive time. Team work investigation

| Työn osa Part of the work | Etusahaaja Sawyer | | Apusahaaja Sawyer's help | |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | Aika, min Time, min. | % | Aika, min Time, min. | % |
| Varsinainen sahausaika - Sawing time proper | 1 003.54 | 76.0 | 1 003.54 | 76.0 |
| Keskeytykset - Interruptions | 315.32 | 23.8 | 300.21 | 22.7 |
| Vältettävä hukka-aika - Avoidable unproductive time | 2.06 | 0.2 | 17.17 | 1.3 |
| Työmaa-aika - Working place time | 1 320.92 | 100.0 | 1 320.92 | 100.0 |

Taulukon perusteella voidaan päätellä, että molemmat sahaajat ottavat yhtä paljon osaa kaikkiin varsinaisiin sahaustöihin (76 %) mutta että keskeytykset ja vältettävä hukka-aika vaihtelevat. Etusahaajan keskeytysprosentti työmaa-ajasta on 23.8 ja apusahaajan 22.7, joten eroa on 1.2 %. Tämä ero tulee näkyviin vältettävän hukka-ajan kohdalla. Apusahaaja voisi, kuten edellä jo todettiin, paremmin käyttää hyväksi sen ajan, jolloin etusahaaja syystä tai toisesta joutuu keskeyttämään sahaustyönsä.

Työmaa-ajasta keskeytykset ja vältettävä hukka-aika muodostavat yhteensä 24 %. Loput eli 76 % on varsinaista sahausaikaa. Vältettävä hukka-aika ei sisälly sahausajan suoritusajasta, jonka perusteella palkka määrätään. Työmaa-ajasta on näin ollen etusahaajan osalta sellaista aikaa (sahaajan suoritusajasta), josta maksetaan palkkaa, 99.8 % ja apusahaajan osalta 98.7 %.

Varsinaisen aikatutkimuksen lisäksi tehtiin erityisiä hukka-aika tutkimuksia, kuten aikaisemmin on mainittu (ks. s.24). Talvikautena nämä suoritettiin kokopäivätutkimuksina 28. 2., 15. 3. ja 26. 3. 1950 sekä kevät- ja kesä kautena 5. 5. 1951 koko päivän ja 2. 6. 1951 aamupäivän kestävinä. Talvisahaussessa keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan osuus varsinaisesta sahausajasta oli 37.7 %. Ero aika- ja hukkatutkimusten tulosten välillä johtuu ennen kaikkea siitä, että 28. 2. ja 15. 3. jouduttiin työskentelemään -18° :n pakkasessa, mikä tuotti suuria hankaluuksia. Kyseisinä päivinä sahaajien oli pakko käydä lämmittelemässä sahauspaikan viereen sytytetyllä nuotiolla, mitä ei normaalioloissa tapahdu. Viimeisenä talvikauden hukka-aikatutkimuspäivänä lämpötila oli nollan yläpuolella. — Kesäsahausajan hukka-aikatutkimuksessa vastaava keskeytysprosentti oli 24.1. Tässä yhteydessä on mainittava, että lämpötila 2.6. 51 oli $+31^{\circ}$ (ks. taulukko 5 s. 34), joten tällöin häiritseviä sahausta helle.

Voimakoneina käytettiin 28. 2. 1950 sähkömoottoria sekä 15. 3. ja 26. 3. 1950 Dodge-autonmoottoria. Kesäkauden hukka-aikatutkimuspäivänä toimi voimälähteenä Buick-autonmoottori.

43 VARSINAISEN SAHAUSAJAN JA KESKEYTYSTEN OSUUDET SAHAUKSEN SUORITUSAJASTA

Sahaajan suoritusajan prosenttinen jakaantuminen varsinaisen sahausajan ja keskeytysten kesken ilmenee taulukosta 8.

Taulukko 8. Sahaajan suoritusajan keskimääräinen jakaantuminen varsinaiseen sahausajasta ja keskeytyksiin. Työvaihetutkimus

Table 8. Average distribution of the total sawing time on sawing time proper and interruptions. Operation investigation

| Työn osa Part of the work | Talvisahaus Winter sawing % | Kesäsahaus Summer sawing % | Talvi- ja kesä- sahaus Winter and summer sawing % |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| Varsinainen sahausajasta | 67.7 | 77.4 | 70.4 |
| Sahaajan suoritusajan Sawing time proper | | | |
| Keskeytykset | 32.3 | 22.6 | 29.6 |
| Interruptions | | | |
| Sahaajan suoritusajasta | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Total sawing time | | | |

Taulukon mukaan keskeytyksiä on talvisahaussessa 32.3 % ja kesäsahausajasta 22.6 %, joten ero on n. 10 %. Keskimäärin keskeytysten osuus on 29.6 % sahausajan suoritusajasta. Prosenttilukua 10 voitaneen tämän tutkimuksen mukaan pitää keskeytysaikojen suhteellisenä erona talvi- ja kesäsahausajasta kenttäpyörösahalla.

Sahaajan suoritusajan jakaantuminen ryhmätyöntutkimuksen mukaan varsinaiseen sahausajasta ja keskeytyksiin selviää taulukosta 9.

Taulukko 9. Sahaajien sahausajan suoritusajan keskimääräinen jakaantuminen varsinaiseen sahausajasta ja keskeytyksiin. Ryhmätyöntutkimus

Table 9. Average distribution of the sawyers' total sawing time on sawing time proper and interruptions. Team work investigation

| Työn osa Part of the work | Etusahaaja Sawyer | | Apusahaaja Sawyer's help | |
|---|-------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | Aika, min Time, min. | % | Aika, min Time, min. | % |
| Varsinainen sahausajasta | 1 003.54 | 76.1 | 1 003.54 | 77.0 |
| Sahaajan suoritusajan Sawing time proper | | | | |
| Keskeytykset | 315.32 | 23.9 | 300.21 | 23.0 |
| Interruptions | | | | |
| Sahaajan suoritusajasta | 1 318.86 | 100.0 | 1 303.75 | 100.0 |
| Total sawing time | | | | |

Ratapolkkysahaussessa etusahaajan keskeytysprosentti oli 20.0 % ja apusahaajan 20.4 %, siis jonkin verran pienempi kuin tämän tutkimuksen (GRANVIK—LEVANTO 1952, s. 74). Tällöin on otettava huomioon, että ratapolkkytutkimus suoritettiin kiinteillä sahoilla, joilla toiminta on tehokkaampaa kuin siirrettävillä sahoilla.

44 VARSINAISEEN SAHAUSAJASTA VAIKUTTAVAT PERUSTEKIJÄT

441 Latvaläpimita ja vuodenaika

SIIMEKSEN (1932, s. 10—12) mukaan kehäsahojen sahausnopeus pienenee tukin vahvuuden kasvaessa, kuten seuraavasta jaotelmasta käy ilmi. Jaotelmassa on nopeudet ilmoitettu prosentteina merkitsemällä 6":n tukinvahvuutta vastaava sahausnopeus 100 prosentiksi.

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Tuumaluokka | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" |
| Subt. nopeus | 108 | 100 | 89 | 79 | 70 | 59 | 53 | 48 |

Toisaalta SIIMES toteaa (s. 14), että mitä vahvempia tukkeja sahataan, sitä enemmän saadaan tavaraa valmiiksi aikayksikköä kohti. Jos esim. sahataan 10":n tukkeja, tuotos on 65 % suurempi kuin 6":n tukkeja sahattaessa.

Sahausnopeus on tietenkin kasvanut vuoden 1932 jälkeen. HEIKINHEIMO (1964) mainitsee, että kehäsahoilla, joiden iskupituus oli 500 mm, tuntituotos oli alle 1 std:n mutta sahoilla, joiden iskupituus oli 700 mm, tuntituotos oli n. 4 std. MÄNTYSAHATUKKIEN ARVOSUHTEET JA HINNOITTELUPERUSTEET POHJOIS-SUOMESSA (1956, taul. 11) tutkimuksen mukaan suhteelliset sahausnopeudet (kpl/tunti) ovat Pohjois-Suomen kolmen suursahan keskiarvoina seuraavat:

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Tuumaluokka | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" |
| Subt. nopeus | 103 | 100 | 94 | 86 | 75 | 68 | 63 | 60 |

Kenttäpyörösahausta koskevissa tutkimuksissa ei ole tarkkoja tietoja tukin järeyden vaikutuksesta sahausnopeuteen. KENTTÄSAHAT ry:n toimesta on julkaistu käytännön kokemuksiin perustuvia ohjetaksoja, kuten aikaisemmin on mainittu. Ne on laadittu latvaläpimitajaotuksen perusteella. Niiden mukaan (SIRKKELISAHA 1952, s. 8—9) suhteelliset sahaustaksat tukkijuoksumetriä kohti ovat lankkuja ja lautoja sahattaessa seuraavat (vrt. myös taul. 56. s. 130):

| | | | | | | | | |
|-----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Latvaläpimita | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" |
| Subt. sabaushinnat .. | 84 | 100 | 124 | 153 | 188 | 229 | 274 | 327 |

Otso 700-kehäsahan sahausnopeuden hinnoittelun suhdeluvut tukin latvaläpimitan funktiona ovat tukkiuutijalkaa kohti (HEIKINHEIMO 1964, s. 120) seuraavat:

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|-----|----|----|----|-----|---------|
| Latvaläpimita | 5"—5 1/2" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11"—12" |
| Subt. sabaushinnat .. | 123 | 100 | 78 | 67 | 57 | 53 | 49 |

Jaotelmassa olevat suhdeluvut eivät ole sellaisinaan verrattavissa toisiinsa, koska vertailuyksikkö ei ole sama, mutta ne osoittavat kuitenkin selvästi, että kenttäpyörösaha on herkempi tukin järeyden vaihtelulle kuin kehäsaha.

Sahateollisuudessa sahausteho vaihtelee (SIIMES 1932, s. 17) melkoisesti vuoden eri kuukausina. Pienimmillään sahausteho on talvikuukausina. Syynä tähän ovat SIIMEKSEN mukaan pakkasen ja tukkien jäisyys. Myös kenttäpyörösahaajien keskuudessa ollaan selvillä siitä, että talvisahaus on kesäsahausta hitaampaa, mutta tätä ei ole otettu huomioon taksoissa.

Tutkittaessa eri tekijöiden vaikutusta sahausnopeuteen ei voida aina ottaa lähtökohdaksi kokonaisaikaa sahattua tukkia kohti, koska samankokoisia tukkeja voidaan sahata monenlaisia »asetteita» käyttäen. Siksi on tutkittu kahta olennaista tyonosaa: 1) tukin saattamista syöttöpöydälle ensimmäistä leikkausta varten (kiinteät työt) ja 2) itse sahausta. Ryhmään 1 kuuluvat sellaiset työt,

jotka ovat riippumattomat sahaustuloksesta (asetteesta), kuten tukin kuljetus tukkikasan aluspuita pitkin, jolujen asetus ja poisto sekä tukin vieritys joluja pitkin tai sen nosto suoraan syöttöpöydälle, tukin asettaminen syöttöpöydälle ja sen kiinnitys siihen sekä kaikki järjestelyt näiden töiden yhteydessä. Sahauksella (ryhmä 2) tarkoitetaan tässä sydäntavaran sahausta. Siihen eivät siis kuulu pintojen leikkaaminen eikä särmäyssahaus. Kiinteät ajat on ilmoitettu tukkien latvaläpimitaluokittain ja sahaus aika leikkauksen leveysluokittain juoksujalkaa kohti. Taulukossa 10 esitetään latvaläpimitan ja vuodenajan vaikutus kiinteisiin aikoihin ja taulukossa 11 leikkausleveyden ja vuodenajan vaikutus sahaus aikaan.

Taulukko 10. Latvaläpimitan ja vuodenajan vaikutus kiinteisiin aikoihin
Table 10. Influence of the top diameter and season on the constant time

| Latvaläpimita, " Top diameter, in. | Talvisahaus Winter sawing | | | Kesäsahaus Summer sawing | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|
| | Kpl Number of logs | Keskkipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru. ft., cmin. | Kpl Number of logs | Keskkipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru. ft., cmin. |
| 3 | 11 | 14.1 | 3.6 | 9 | 13.8 | 1.6 |
| 4 | 177 | 14.2 | 3.5 | 46 | 15.5 | 2.0 |
| 5 | 205 | 15.3 | 3.6 | 44 | 14.8 | 2.1 |
| 6 | 243 | 14.8 | 4.1 | 46 | 14.0 | 2.7 |
| 7 | 211 | 15.4 | 4.9 | 46 | 15.8 | 3.1 |
| 8 | 145 | 15.1 | 5.9 | 51 | 14.2 | 3.8 |
| 9 | 96 | 15.5 | 6.5 | 41 | 14.0 | 4.5 |
| 10 | 31 | 14.4 | 8.6 | 25 | 14.3 | 4.9 |
| 11 | 22 | 13.8 | 9.1 | 11 | 14.4 | 5.9 |
| 12 | 12 | 12.3 | 11.4 | 5 | 14.2 | 7.8 |
| 13 | 3 | 17.3 | 22.4 | 2 | 13.5 | 9.3 |
| 14 | 2 | 16.0 | 25.9 | | | |
| 17 | 1 | 15.0 | 35.9 | | | |

Taulukon 10 perusteella voidaan päätellä, että juoksujalkaa kohti lasketut kiinteät ajat kasvavat latvaläpimitan suuretessa. Kasvu on hyvin vähäistä 6":aan saakka, mutta sen jälkeen aika kasvaa jyrkemmin latvaläpimitan suuretessa. Talvi- ja kesäsahausten vertailusta käy ilmi, että talvisahaus on kesäsahausta selvästi hitaampaa ja että ero on hyvin säännönmukainen. Silmävaraisesti tasoitettuina kiinteät ajat juoksujalkaa kohti vaihtelevat latvaläpimitan ja vuodenajan mukaan seuraavasti:

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Latvaläpimita .. | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" |
| | Kiinteät ajat, cmin/jj | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 15 |
| Kesäsahaus | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 |

Taulukko 11. Leikkauksen leveyden ja vuodenajan vaikutus sahausaikaan.
Table 11. The influence of the width of the surface cut and the season on the sawing times

| Leikk. leveys, " Width of surface cut, in. | Talvisaha Winter sawing | | | Kesäsaha Summer sawing | | |
|---|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. |
| 1 | 221 | 15.3 | 0.9 | 142 | 14.2 | 0.9 |
| 2 | 343 | 16.2 | 0.8 | 108 | 14.3 | 0.9 |
| 3 | 91 | 15.5 | 0.8 | 66 | 16.2 | 0.9 |
| 4 | 699 | 14.8 | 0.8 | 375 | 14.6 | 0.8 |
| 5 | 1 133 | 14.6 | 0.9 | 402 | 15.3 | 0.9 |
| 6 | 1 333 | 15.3 | 1.0 | 766 | 14.7 | 1.0 |
| 7 | 114 | 15.9 | 1.2 | 197 | 15.1 | 1.2 |
| 8 | 104 | 13.7 | 1.3 | 18 | 13.9 | 1.7 |
| 9 | 24 | 12.4 | 1.4 | 20 | 15.2 | 1.3 |

Taulukon 11 perusteella voitaneen todeta, että sahausaika juoksujalkaa kohti on kutakuinkin vakio, kun leikkauksen leveys*) on pienempi kuin 5". Jos leikkauksen leveys on suurempi, sahausaika kasvaa yhtä tapausta lukuun ottamatta tasaisesti. Leikkauksen leveys ei suoranaisesti kuvasta latvaläpimittaa, mutta se suurenee latvaläpimitan kasvaessa. Näin ollen voidaan todeta, että latvaläpimitan kasvu aiheuttaa sahausajan pidentymisen.

Talvi- ja kesäsahausten kesken ei ole tässä suhteessa selvää eroa. Sahattaessa kapeaa, alle 4":n tavaraa, kesäsahausta näyttää olevan talvisahausta hitaampaa, mutta leveysluokissa 4" . . . 7" vuodenajalla ei näytä olevan merkitystä. Tätä suurempien luokkien aineisto on niin pieni, ettei johtopäätöksiä voi varmasti tehdä; 9":n luokan perusteella näyttäisi kuitenkin siltä, että kesäsahausta olisi talvisahausta nopeampaa. Erot ovat kuitenkin kauttaaltaan niin pieniä, ettei luotettavia johtopäätöksiä voi tehdä. Vuodenajan vaikutuksen tilastollinen testaus suoritetaan myöhemmin pintojen ja sydäntavaran sahausajan selvittelyn yhteydessä (taulukot 25 s. 79 ja 29 s. 85)

Vaikka vuodenajan vaikutusta sahausaikaan ei voida kvantitatiivisesti tarkoin määrittää, voidaan kuitenkin edellä esitetyn perusteella todeta, että latvaläpimita ja vuoden aika vaikuttavat kiinteisiin aikoihin ja sahausaikaan. Tämän vuoksi on tarpeellista analysoida aineistoa yksityiskohtaisemmin näiden perustekijöiden kannalta.

442 Puulaji ja laatuluokka

Useilla sahoilla sahaustariffit ovat samat kuuselle ja männylle. Joillakin sahoilla maksetaan kuitenkin kuusien sahaamisesta 3 . . . 8 % korkeampi palkkio kuin mäntyjen sahaamisesta (SIIMES 1932, s. 18). SIIMES arvelee tämän johtuvan paitsi kuusen sitkeydestä ja tiheästä asetteesta myös siitä, että kuusitukkien keskipituus

*) Leikkauksen leveys tarkoittaa sahatun paloiteen sahauspinnan keskim. leveyttä.

on pienempi kuin mäntytukkien. Kenttäpyörösahausten ohjetaksat eivät tässä suhteessa anna minkäänlaisia suosituksia, vaikka useat sahaajat väittävät, että kuusisahausta on mäntysahausta hankalampaa.

Taulukko 12. Puulajin ja laatuluokan vaikutus kiinteisiin aikoihin talvi- ja kesäsahaustuksessa
Table 12. Influence of the tree species and log grade on the constant times in winter and summer sawing

| Latva läpimitta, " Top diameter, in. | Puulaji ja laatuluokka Tree species and grade | Talvisaha Winter sawing | | | Kesäsaha Summer sawing | | |
|---|--|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. |
| 3 | ku I *) | 9 | 13.6 | 3.6 | 2 | 14.5 | 2.0 |
| | ku II | 2 | 16.5 | 3.6 | 1 | 13.0 | 1.7 |
| | mä II **) | 5 | 14.4 | 1.5 | 5 | 14.4 | 1.5 |
| 4 | ku I | 158 | 14.2 | 3.1 | 20 | 16.6 | 2.3 |
| | ku II | 13 | 15.4 | 4.5 | 3 | 13.3 | 1.2 |
| | mä II | 2 | 17.5 | 2.7 | 19 | 15.6 | 1.7 |
| 5 | mä III | 3 | 13.7 | 3.4 | 3 | 10.3 | 1.5 |
| | ku I | 185 | 15.2 | 3.5 | 16 | 16.1 | 2.2 |
| | ku II | 8 | 15.0 | 4.1 | 2 | 16.5 | 2.1 |
| 6 | mä II | 8 | 16.5 | 3.3 | 3 | 10.3 | 1.5 |
| | mä III | 2 | 16.3 | 3.6 | 16 | 14.9 | 1.9 |
| | ku I | 202 | 14.9 | 4.0 | 14 | 15.6 | 2.4 |
| 7 | ku II | 25 | 14.9 | 4.4 | 1 | 11.0 | 3.7 |
| | mä II | 5 | 13.4 | 5.0 | 5 | 13.0 | 2.1 |
| | mä III | 9 | 13.1 | 5.4 | 16 | 14.7 | 2.6 |
| 8 | ku I | 182 | 15.4 | 4.6 | 27 | 15.4 | 3.5 |
| | ku II | 11 | 15.5 | 5.0 | 3 | 16.3 | 2.3 |
| | mä II | 1 | 17.0 | 4.1 | 9 | 13.8 | 2.2 |
| 9 | mä III | 9 | 15.8 | 8.0 | 7 | 13.6 | 2.9 |
| | ku I | 122 | 15.2 | 5.7 | 25 | 14.0 | 3.9 |
| | ku II | 10 | 14.9 | 6.4 | 4 | 15.3 | 4.1 |
| 10 | mä II | 2 | 14.5 | 4.8 | 5 | 14.6 | 3.6 |
| | mä III | 4 | 16.0 | 7.3 | 7 | 13.6 | 2.9 |
| | ku I | 72 | 15.8 | 6.4 | 20 | 14.4 | 4.3 |
| 11 | ku II | 10 | 13.2 | 8.4 | 3 | 14.0 | 4.3 |
| | mä II | 3 | 14.7 | 7.2 | 4 | 14.3 | 4.6 |
| | mä III | 9 | 15.9 | 7.4 | 11 | 13.2 | 5.0 |
| 12 | ku I | 17 | 14.1 | 8.7 | 14 | 14.9 | 4.5 |
| | ku II | 6 | 15.2 | 9.3 | 5 | 14.6 | 4.6 |
| | mä II | 3 | 12.0 | 7.9 | 1 | 14.5 | 5.9 |
| 13 | mä III | 5 | 15.8 | 8.1 | 10 | 14.5 | 5.9 |
| | ku I | 14 | 13.6 | 8.3 | 1 | 16.0 | 6.2 |
| | ku II | 5 | 15.2 | 9.9 | 1 | 16.0 | 11.6 |
| 14 | mä II | 2 | 12.5 | 11.8 | 1 | 16.0 | 11.6 |
| | mä III | 1 | 13.0 | 9.5 | 2 | 13.0 | 9.2 |
| | ku I | 8 | 12.6 | 11.8 | 1 | 16.0 | 6.2 |
| 15 | ku II | 1 | 8.0 | 11.5 | 1 | 16.0 | 11.6 |
| | mä II | 1 | 14.0 | 9.4 | 1 | 16.0 | 11.6 |
| | mä III | 2 | 12.5 | 12.7 | 2 | 13.0 | 9.2 |

*) ku = spruce.

**) mä = pine.

Puulajin ja laatuluokan vaikutus *kiinteisiin aikoihin* on esitetty taulukossa 12. Tapausten vähälukuisuuden takia laatuluokka »mä I» on jätetty pois vertailusta.

Jotta kuusi- ja mäntytukkeja voitaisiin verrata toisiinsa, on tässä tutkimuksessa oletettu, että kuusitukkien laatuluokka II vastaa mäntytukkien luokkaa III (vrt. VUORISTO 1936, s. 232—247). Tältä pohjalta verrattaessa huomataan, että talviaiheiston »ku II» kiinteän ajan juoksujalkaa kohti ovat »mä III» vastaavia aikoja suurempia viidessä ja pienempiä neljässä luokassa. Kesäsahausten vastaavat suhteet ovat kolme ja yksi. Kuusitukkien keskipituus on mäntytukkien keskipituutta jonkin verran pienempi, mutta kuitenkin samaa suuruusluokkaa. Taulukon perusteella näyttää siltä, että kuusisahausta olisi kiinteiden aikojen osalta mäntysahausta hitaampaa, mutta ero on epäsäännöllinen.

Talvisahauksessa laatuluokalla on sekä kuusi- että mäntytukkeja sahattaessa ilmeinen merkitys sikäli, että huonompi laatu vaatii enemmän aikaa kiinteiden töiden suorittamiseen. Poikkeukset yleisestä suunnasta luokissa 3", 11" ja 12" johtunevat aineiston pienuudesta, minkä lisäksi tukin lyhyys voi vaikuttaa luokan »ku II» pieneen aikamäärään.

Kesäaineistosta puuttuvat ryhmätutkimuksen aikana sahatut tukit, koska ryhmätutkimus on suunniteltu jonkin verran toisin perustein kuin varsinainen tutkimussarja. Tämän johdosta ei kiinteitä aikoja ole voitu riittävän tarkasti määrittää. Koska aineisto on pieni, taulukossa esitettyihin tuloksiin on tältä osin suhtauduttava varovasti. Kuitenkin voidaan katsoa, että myös kesäsahauksessa huono laatu pidentää kiinteiden töiden suorittamiseen tarvittavaa aikaa. Tuntuu kuitenkin siltä, kuin laadulla olisi kesäsahauksessa pienempi merkitys kuin talvisahauksessa.

Yhteenvedon voidaan lyhyesti todeta, ettei puulaji sanottavasti vaikuta kiinteiden aikojen suuruuteen, mutta että puulajin laatuluokan merkitys sen sijaan on ilmeinen, etenkin talvisahauksessa. Koska puulaji käytännössä kuitenkin on tärkeämpi jakoperuste kuin laatuluokka, on katsottu tarpeettomaksi seuraavassa käsitellä aineistoa yksinomaan laatuluokkien kannalta.

Taulukko 13 sisältää tietoja puulajin ja laatuluokan vaikutuksesta *sahausaikaan*. Sahausaika juoksujalkaa kohti ei ole esitetty tukkien latvaläpimittaluokkittain vaan leikkauksen leveysluokkien mukaan, koska latvaläpimitta, kuten jo edellä on mainittu, ei eri sahausmahdollisuuksien takia anna oikeata lähtökohtaa näiden tekijöiden vaikutuksen tutkimiselle. Ryhmätyöntutkimuksen yhteydessä suoritettavat sahauskset sisältyvät taulukossa esitettyihin lukuihin.

Taulukosta 13 huomataan, että puulajien ja laatuluokkien välinen ero on pieni ja epäsäännöllinen kaikissa leveysluokissa. Seitsemässä luokassa »ku I» sahausseen kulunut aika on pienempi kuin »ku II» vaatima aika, ja samoin seitsemässä luokassa kuusisahausta on mäntysahausta hitaampi. Neljässä luokassa »mä II» sahaus on »mä III» sahausta nopeampi.

Koska edellä esitetty vertailu ei ole antanut tyydyttävää tulosta puulajin ja laatuluokan vaikutuksesta sahaus aikaan, on katsottu aiheelliseksi tutkia riippu-

Taulukko 13. Puulajin ja laatuluokan vaikutus sahaus aikaan talvi- ja kesäsahauksessa
Table 13. Influence of the tree species and log grade on the sawing time in winter and summer sawing

| Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. | Puulaji ja laatuluokka Tree species and grade | Talvisahaus Winter sawing | | | Kesäsahaus Summer sawing | | |
|---|---|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. | Kpl Number of logs | Keskipituus, ' Average length, ft. | Aika/jj, cmin Time/ru.ft., cmin. |
| 1 | ku I | 211 | 15.6 | 0.9 | 73 | 14.5 | 1.0 |
| | ku II | | | | 3 | 16.0 | 0.8 |
| | mä II | | | | 16 | 13.7 | 0.9 |
| | mä III | | | | 12 | 16.0 | 0.7 |
| 2 | ku I | 257 | 16.3 | 0.8 | 45 | 15.8 | 0.9 |
| | ku II | 37 | 15.3 | 0.8 | | | |
| | mä II | 29 | 16.4 | 0.7 | 17 | 14.5 | 0.9 |
| | mä III | 3 | 18.0 | 0.8 | 19 | 13.6 | 1.0 |
| 3 | ku I | 74 | 15.5 | 0.8 | 55 | 16.7 | 0.8 |
| | ku II | 10 | 14.8 | 0.9 | 3 | 14.3 | 0.9 |
| | mä II | | | | 1 | 13.0 | 0.7 |
| | mä III | 5 | 17.0 | 0.8 | 5 | 13.8 | 0.9 |
| 4 | ku I | 559 | 14.6 | 0.8 | 175 | 15.1 | 0.8 |
| | ku II | 90 | 15.6 | 0.8 | 19 | 13.3 | 0.9 |
| | mä II | 12 | 15.8 | 0.8 | 47 | 14.3 | 0.8 |
| | mä III | 35 | 15.2 | 0.8 | 85 | 15.1 | 0.8 |
| 5 | ku I | 915 | 14.7 | 0.9 | 261 | 15.9 | 0.9 |
| | ku II | 125 | 14.7 | 0.8 | 30 | 15.6 | 1.0 |
| | mä II | 19 | 14.8 | 0.9 | 25 | 14.7 | 0.8 |
| | mä III | 47 | 13.6 | 0.9 | 63 | 13.6 | 0.9 |
| 6 | ku I | 1 050 | 15.4 | 1.0 | 521 | 14.8 | 1.0 |
| | ku II | 150 | 15.1 | 0.9 | 70 | 16.0 | 1.0 |
| | mä II | 23 | 14.0 | 1.1 | 20 | 13.1 | 0.9 |
| | mä III | 78 | 15.4 | 1.0 | 75 | 13.9 | 0.9 |
| 7 | ku I | 84 | 16.3 | 1.2 | 97 | 16.0 | 1.2 |
| | ku II | 8 | 13.3 | 1.4 | | | |
| | mä II | 11 | 14.3 | 1.2 | 26 | 15.0 | 1.1 |
| | mä III | 11 | 16.4 | 1.0 | 35 | 13.5 | 1.1 |
| 8 | ku I | 84 | 13.9 | 1.3 | 18 | 13.9 | 1.7 |
| | ku II | 10 | 12.9 | 1.4 | | | |
| | mä II | 3 | 10.0 | 1.6 | | | |
| | mä III | 7 | 13.4 | 1.4 | | | |
| 9 | ku I | 11 | 15.8 | 1.2 | 14 | 15.6 | 1.3 |
| | ku II | 4 | 8.0 | 1.7 | 5 | 14.0 | 1.3 |
| | mä III | 5 | 10.2 | 1.6 | | | |

vuussuhteita toisin perustein. Ensiksi on laadittu eri puulajien ja laatuluokkien sahausajan ja tukin pituuden välistä riippuvuutta esittäviä korrelaatiotauluja, joihin on laskettu tukkien pituusluokittaiset keskiarvopisteet ja määritetty sahausajan lineaarinen regressio tukin pituuden suhteen. Sen jälkeen on kunkin puulajin eri laatuluokkien tukkien sahausseen kuluneiden aikojen keskiarvojen eroja testattu sekä tiettyjä tukkien pituusluokkia (esim. 14') että suurempia pituusryhmiä (esim. 12' . . . 18') kohti tarkoituksena selvittää, onko keskiarvojen

välillä puulajista ja laadusta johtuvia merkitseviä eroja. Lopuksi testaus on kohdistettu puulajien välisiin eroihin vertaamalla kuusen II laatuluokkaa mäntyluokkaan III.

Tutkittujen erilaatuisten kuusi- ja mäntytukkien sahausajan kuluneen ajan ja sahauspituuden välisen regressiosuoran parametrien estimaatit leikkauksen leveysluokittain on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Erilaatuisten kuusi- ja mäntytukkien sahausajan ja tukin pituuden välisen regressiosuoran parametrien estimaatit leikkauksen leveysluokittain ($y = ax + b$). Talvi- ja kesäsahaus
Table 14. Terms of regression between sawing time and log length for spruce and pine logs of different quality by width classes ($y = ax + b$). Winter and summer sawing

| Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. | Puulaji ja laatuluokka Tree species and quality class | n* | a | b | \bar{x} , ft. | \bar{y} , cmin. | Tukkien pituus, ' Length of logs, ft. |
|---|---|-------|--------|--------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|
| Talvisahaus Winter sawing | | | | | | | |
| 2 | ku I | 245 | 0.572 | 4.17 | 17.1 | 14.0 | 12...22 |
| | ku II | 37 | 0.527 | 4.11 | 15.9 | 12.5 | 12...22 |
| 4 | ku I | 555 | 0.528 | 4.11 | 15.0 | 12.1 | 10...22 |
| | ku II | 90 | 0.504 | 4.76 | 16.2 | 12.9 | 10...22 |
| | mä II | 12 | 0.400 | 7.00 | 16.7 | 13.7 | 10...18 |
| | mä III | 28 | 0.200 | 9.42 | 15.0 | 12.4 | 12...18 |
| 6 | ku I | 1 001 | 0.427 | 8.46 | 15.7 | 15.2 | 10...20 |
| | ku II | 150 | 1.055 | -2.22 | 15.7 | 14.3 | 10...20 |
| | mä II | 23 | 3.691 | -36.04 | 14.2 | 16.3 | 14...16 |
| | mä III | 61 | 0.959 | -0.39 | 15.9 | 14.9 | 14...18 |
| 8 | ku I | 54 | -0.549 | 25.25 | 13.9 | 17.6 | 12...14 |
| | ku II | 10 | 3.625 | -30.50 | 13.6 | 18.8 | 12...14 |
| Kesäsahaus Summer sawing | | | | | | | |
| 4 | ku I | 45 | 0.664 | 1.39 | 14.3 | 10.9 | 12...16 |
| | ku II | 7 | 1.875 | -14.75 | 14.6 | 12.6 | 12...16 |
| | mä II | 39 | 1.050 | -3.57 | 15.0 | 12.2 | 10...18 |
| | mä III | 64 | 0.768 | 0.12 | 14.8 | 11.5 | 10...18 |
| 6 | ku I | 152 | 1.791 | -13.93 | 16.5 | 15.7 | 14...18 |
| | ku II | 21 | 1.647 | -11.21 | 15.7 | 14.7 | 14...18 |
| | mä II | 20 | 0.644 | 3.71 | 13.8 | 12.6 | 12...16 |
| | mä III | 64 | 0.534 | 4.72 | 14.3 | 12.4 | 12...18 |

Ajankäyttöä osoittavien regressiosuorien perusteella on vaikea tehdä tarkkoja johtopäätöksiä laatuluokan vaikutuksesta sahausaikaan. Sahausaika kasvaa yhtä tapausta lukuun ottamatta sahauspituuden suuretessa, mutta koko sarjaan

*) n = tapausten lukumäärä

a = regressiosuoran $y = ax + b$ = kulmakerroin (regressiokerroin).

nähdessä hyvin epäsäännöllisesti leikkauksen eri leveysluokissa ja puulajien laatuluokissa. Leikkauksen leveysluokissa »talvi 6», »talvi 8» ja »kesä 4» kuusitukkien osalta regressiosuorat leikkaavat toisensa, mikä johtuu paitsi aineiston pienuudesta myös tukkien epätasaisesta pituusjakautumasta. Kuusisahauskassa talvella laatuluokka I vaatii enemmän aikaa otettaessa 2":n leikkauksia kuin luokka II, mutta leikkauksen leveyden ollessa 4" suhde on päinvastainen. Sahattaessa mäntyjä talvella leveyksiin 4" ja 6" laatuluokka II on ajanmenekkiin nähden epäedullisempi kuin luokka III. Kesäsahauskassa I luokan kuusitukkien sahaus vaatii vähemmän aikaa kuin II luokan sahaus, mutta männyn suhteen III laatuluokkaan kuuluvien tukkien sahaus on nopeampaa kuin II luokkaan kuuluvien tukkien sahaus, kun leikkauksen leveys on 6".

Eri puulajeihin ja laatuluokkiin kuuluvien tukkien sahausajan kuluneiden aikojen keskiarvojen erojen testaus on suoritettu paitsi tukkien pituusryhmiä myös tiettyjä pituusluokkia kohti, koska keskipituus voi vaihdella samassakin pituusryhmässä, mistä on luonnollisena seurauksena sahausajan muuttuminen. Pituusluokittain suoritettujen testauksien heikkoutena on, että ajanmenekkiä osoittavien kuvaajien leikatessa toisiaan — mikä taulukon 14 mukaan todella tapahtuu —, valittu pituusluokka ei aina tukkien vakiopituudesta huolimatta kuvaa todellista aikaeroa, mikä vaikuttaa myös testaustulokseen. Pituusryhmän aika-keskiarvo antaa näin ollen luotettavamman kuvan suhteista, edellyttäen että keskipituus on sama.

Keskiarvojen erotuksen keskivirheet on laskettu allaolevaa kaavaa käyttäen (CRAMÉR 1949, s. 186—188, vrt. myös MATTILA 1954, s. 92—95):

$$(2) s_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2} = \sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}; \text{ jossa}$$

\bar{y}_1 = toisen puulajin tai laatuluokan y-arvojen keskiarvo
 \bar{y}_2 = » » » » »
 n_1 = » » » » tapausten lukumäärä
 n_2 = » » » » »

$$s^2 = \frac{\Sigma y_1^2 + \Sigma y_2^2 - \bar{y}_1 (\Sigma y_1) - \bar{y}_2 (\Sigma y_2)}{n_1 + n_2 - 2}$$

Sen jälkeen muodostetaan merkitsevyyssosamäärä (t-arvo)

$$(3) t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{s_{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}}$$

ja verrataan saadun t-arvon itseisarvoa ennakoitua valittua merkitsevyytstasoa α vastaavaan teoreettiseen arvoon t_α . Siinä tapauksessa, että n_1 ja n_2 ovat suurehkoja lukuja, esim. $n_1 + n_2 > 50$, saadaan t_α -arvot normaalisen jakautuman taulukosta. Keskiarvojen erotus on (vrt. myös MATTILA 1954, liite 7):

mahdollisesti merkitsevä, jos $t > t_{10\%} = 1,64$
 merkitsevä, jos $t > t_{5\%} = 1,96$
 erittäin merkitsevä, jos $t > t_{1\%} = 2,58$

Talvi- ja kesäoloissa tapahtuneeseen eri puulajien sahauksen kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaustulokset on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Kuusi- ja mäntytukkien sahauksen kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaus leikkauksen leveysluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
 Table 15. Testing of average differences in time consumed for sawing spruce and pine logs by width classes of the cut. Winter and summer sawing

| Puulaji ja laatu- luokka Tree species and quality class | Talvisahaus Winter sawing | | Kesäsahaus Summer sawing | | | |
|---|------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------|-------|
| | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | |
| | 4" | 6" | 4" | 6" | 4" | 6" |
| Pituusryhmä Length class | 14' ... 20' | 14' ... 20' | 12' ... 16' | 12' ... 18' | 14' | 14' |
| n ₁ , kpl, ku II number, spruce | 77 | 133 | 19 | 55 | 3 | 9 |
| n ₂ , kpl, mä III number, pine | 31 | 70 | 59 | 75 | 30 | 42 |
| y ₁ , cmin, ku II cmin., spruce | 13.2 | 15.0 | 12.6 | 15.4 | 10.0 | 12.9 |
| y ₂ , cmin, mä III cmin., pine | 13.2 | 15.3 | 11.2 | 12.7 | 10.7 | 12.1 |
| t | ±0 | -0.56 | +2.64 | +6.00 | -0.86 | +1.57 |

Talvisahausta koskevan testaustuloksen perusteella voidaan päätellä, ettei puulajilla ole merkitystä sahausaikaan, sillä jos pidetään kiinni 1 %:n merkitsevyystasosta, ei »ku II» ja »mä III» sahauksen kuluneiden aikojen keskiarvojen välillä ole eroa. Tukkien keskipituus on riittävän tarkasti sama eli leikkauksen leveysluokassa 4" »ku II» kohdalta 16.6' ja »mä III» 16.5' sekä luokassa 6" vastaavasti 16.4' ja 16.5'.

Kesäsahauksessa suhde ei ole aivan yhtä selvä. Tukkien pituusryhmittäin suoritettujen testaus tulokset on saatu, että keskiarvojen välinen ero on erittäin merkitsevä ($|t| > 2.58$) siten, että kuusitukkien sahaus vaatii enemmän aikaa kuin mäntytukkien. Keskipituus on leveysluokassa 4" molemmilla puulajeilla sama (14.1'), mutta luokassa 6" kuusella 15.6' ja männyllä 14.3'. Näin ollen jälkimmäisen luokan ero ei ole niin suuri kuin testaustulos osoittaa. Pituusluokassa 14' ei ole ajanmenekkiin nähden olennaista eroa kuusi- ja mäntysahauksen kesken.

Loppupäätelmänä voidaan todeta, ettei puulajilla ole niin suurta vaikutusta sahausaikaan, että kuusen ja männyn toisistaan erottaminen olisi välttämätöntä aineiston jatkokäsittelyssä. Jos olennaista eroa on, kuusisahaus on ehkä mäntysahausta hieman hitaampaa.

Erilaatuisten kuusi- ja mäntytukkien sahauksen kuluneiden aikojen testaus-tulokset ilmenevät taulukosta 16.

Taulukko 16. Erilaatuisten kuusi- ja mäntytukkien sahauksen kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaus leikkauksen leveysluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
 Table 16. Testing of average differences in time consumed for sawing spruce and pine logs of different quality by width classes of the cut. Winter and summer sawing

| Puulaji ja laatu- luokka Tree species and quality class | Talvisahaus Winter sawing | | | | Kesäsahaus Summer sawing | |
|--|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | |
| | 2" | 4" | 6" | 8" | 4" | 6" |
| Kuusi, pituusryhmä Spruce, length class | 12' ... 22' | 10' ... 22' | 10' ... 20' | 12' ... 14' | 12' ... 16' | 12' ... 20' |
| n ₁ , kpl, ku I number, spruce | 119 | 500 | 938 | 54 | 127 | 521 |
| n ₂ , kpl, ku II number, spruce | 37 | 90 | 150 | 10 | 19 | 70 |
| y ₁ , cmin, ku I cmin., spruce | 14.0 | 12.3 | 15.3 | 17.6 | 12.4 | 14.9 |
| y ₂ , cmin, ku II cmin., spruce | 16.3 | 12.9 | 14.3 | 18.8 | 12.6 | 15.9 |
| t | -2.84 | -2.00 | +3.03 | -1.04 | -0.39 | -2.50 |
| Kuusi, pituusluokka Spruce, length class | 16' | 16' | 16' | 14' | 14' | 14' |
| n ₁ , kpl, ku I number, spruce | 45 | 136 | 213 | 51 | 26 | 37 |
| n ₂ , kpl, ku II number, spruce | 25 | 37 | 29 | 8 | 3 | 9 |
| y ₁ , cmin, ku I cmin., spruce | 13.6 | 12.4 | 16.1 | 17.6 | 10.8 | 11.5 |
| y ₂ , cmin, ku II cmin., spruce | 12.2 | 13.0 | 14.7 | 20.3 | 10.0 | 12.9 |
| t | +2.86 | -1.46 | +1.87 | -2.33 | +0.86 | -2.03 |
| Mänty, pituusryhmä Pine, length class | | 14' ... 18' | 14' ... 16' | | 10' ... 18' | 12' ... 16' |
| n ₁ , kpl, mä II number, pine | | 11 | 23 | | 47 | 20 |
| n ₂ , kpl, mä III number, pine | | 24 | 37 | | 78 | 73 |
| y ₁ , cmin, mä II cmin., pine | | 13.8 | 16.3 | | 12.0 | 12.6 |
| y ₂ , cmin, mä III cmin., pine | | 12.7 | 13.4 | | 11.6 | 12.7 |
| t | | +1.28 | +3.58 | | +0.83 | -0.2 |
| Mänty, pituusluokka Pine, length class | 18' | 18' | 14' | 10' | 16' | 14' |
| n ₁ , kpl, mä II number, pine | 26 | 8 | 21 | 3 | 27 | 8 |
| n ₂ , kpl, mä III number, pine | 3 | 5 | 26 | 3 | 13 | 42 |
| y ₁ , cmin, mä II cmin., pine | 13.2 | 14.5 | 15.6 | 16.7 | 13.5 | 13.3 |
| y ₂ , cmin, mä III cmin., pine | 15.3 | 12.8 | 13.3 | 12.7 | 12.5 | 12.1 |
| t | -1.91 | +0.92 | +2.47 | +1.50 | +1.72 | +2.55 |

Kuten jo aikaisemmin sivulla 50 on mainittu, pituusryhmittäin suoritettu vertailu ei ilmaise todellisia erotuksia, jos pituusryhmien keskipituus vaihtelee paljon. Siksi on laskettu pituusryhmien keskipituudet, jotka *kuusitukkien* osalta ovat:

| Leikkauksen leveysluokka | Talvisahaus | | | | Kesäsahaus | |
|--------------------------|-----------------------|------|------|------|------------|------|
| | 2" | 4" | 6" | 8" | 4" | 6" |
| | <i>Keskipituus, '</i> | | | | | |
| <i>ku I</i> | 17.6 | 15.4 | 15.9 | 13.9 | 14.4 | 15.3 |
| <i>ku II</i> | 15.9 | 16.2 | 15.7 | 13.6 | 14.1 | 16.5 |

Pituusryhmittäinen testaus (taulukko 16) osoittaa, että ero »ku I» ja »ku II» talvisahauksen välillä on erittäin merkitsevä leikkauksen leveysluokissa 2" (—2.84) ja 6" (+ 3.03). Keskipituudet huomioon ottaen voidaan todeta, että »ku I» sahaus leveysluokassa 2" on nopeampaa kuin »ku II» mutta luokassa 6" hitaampaa. Talvisahauksen leveysluokassa 4" ja kesäsahauksen leveysluokassa 6" ero on merkitsevä siten, että »ku II» on ajanmenekkiin nähden epäedullisempi kuin »ku I». Koska keskipituus molemmissa leveysluokissa kuitenkin »ku II» osalta on suurempi kuin »ku I», todellinen ero jäänee merkityksettömäksi. Muissa luokissa ei ole olennaista eroa keskiarvojen välillä.

Pituusluokittain suoritettujen testauksen mukaan ero on erittäin merkitsevä leveysluokissa 2" ja päinvastainen pituusryhmittäisen testauksen vastaavaan tulokseen nähden: siis parempi laatuluokka on ajanmenekin suhteen epäedullisempi. Talvisahauksen leveysluokassa 8" ja kesäsahauksen 6" ero on merkitsevä ja negatiivinen, eli huonon laadun seurauksena on pitkä sahausaika. Kun leikkauksen leveys talvisahauksessa on 6", ero on mahdollisesti merkitsevä ja positiivinen, mutta muissa luokissa ei voida havaita olennaista eroa sahausaikojen keskiarvoissa.

Kuusisahauksessa laatuluokan vaikutus sahausaikaan on epäselvä ja vaihtelee huomattavasti. Tuntuu kuitenkin siltä, että »ku II» sahaus vaatisi jonkin verran enemmän aikaa kuin »ku I», mutta ero on pieni ja epäsystemaattinen.

Mäntytukkien keskipituudet eri pituusryhmissä ovat seuraavat:

| Leikkauksen leveysluokka | Talvisahaus | | Kesäsahaus | |
|--------------------------|-----------------------|------|------------|------|
| | 4" | 6" | 4" | 6" |
| | <i>Keskipituus, '</i> | | | |
| <i>mä II</i> | 17.3 | 14.2 | 14.6 | 13.8 |
| <i>mä III</i> | 15.5 | 14.6 | 13.5 | 14.2 |

Testaustulosten perusteella havaitaan, että mäntytukkien laadun aiheuttamat sahausaikojen erot ovat pienemmät kuin kuusitukkien. Niinpä viidessä tutkituista

leikkauksen leveysluokista ei voida osoittaa laadusta aiheutuvaa olennaista eroa sahausaikojen keskiarvoissa.

Niissä pituusryhmissä, joissa keskiarvojen välillä ei ole olennaista eroa, suhde ei muutu merkitsevyydeltään, vaikka ryhmien tukkien keskipituudet otetaankin huomioon. Erittäin merkitsevä ero leveysluokassa »talvi 6"» ei muuttuisi, vaikka keskipituus olisi sama, mutta merkitsevä ero luokassa »kesä 4"» hävinnee kokonaan, jos keskipituudet ovat samat.

Pituusluokittaisen testauksen tulosten perusteella käy ilmi, ettei »mä II» ja »mä III» talvisahauksen kesken ole olennaisia eroja, kun leikkauksen leveydet ovat 4", 6" ja 8". Yleissuunta näissä luokissa on, että »mä II» vaatii enemmän aikaa kuin »mä III». Sama suunta on havaittavissa kesäsahauksessakin, jossa ero on leveysluokassa 6" merkitsevä ja luokassa 4" mahdollisesti merkitsevä. Myös talvisahauksen 2":n luokassa ero on mahdollisesti merkitsevä mutta negatiivinen, ts. huono laatu pidentää sahausaikaa.

Kaikesta huolimatta voitaneen kuitenkin pitää todistettuna, ettei mäntysahauksessa huono laatu vaikuta ainakaan pidentävästi sahausaikaan, ehkä pikemminkin päinvastoin.

Laatuluokan vaikutus sahausaikaan on niin pieni, ettei sen käyttämistä jakoperusteena aineiston jatkokäsittelyssä ole katsottu aiheelliseksi. *Varsinaiseen sahausaikaan vaikuttavista perustekijöistä puulaji ja laatuluokka voidaan siis jättää huomioon ottamatta.* Ne tekijät, joiden varaan tutkimus seuraavassa rakentuu, ovat näin ollen latvaläpimitta ja vuodenaika.

Yhtenä syynä puulajin ja laatuluokan merkityksen vähäisyyteen on epäilemättä se, että syöttönopeus normaalioloissa on siksi pieni, että aina on varaa lisätä sitä pienten sahausken lisävastusten voittamiseksi.

45. VARSINAINEN SAHAUSAIKA

451 Varsinaisen sahausajan keskimääräinen jakaantuminen

Kuten taulukosta 8 ilmenee, varsinaisen sahausajan osuus sahausken suoritusajasta on talvisahauksessa 67.7 % ja kesäsahauksessa 77.4 % eli keskimäärin 70.4 %. Varsinaisen sahausajan rakenne ilmenee taulukosta 17.

Työvaihetutkimuksen yhteydessä kerätty ns. varsinainen kesäaineisto, joka tarkastelussa edustaa kesäoloissa tapahtuvaa sahausta (vrt. ryhmätyöntutkimusaineisto s. 24), ei perustu koko kesäaineistoon, mutta talvisahausta koskevat tiedot perustuvat koko talviaineistoon. Paitsi prosentista jakaantumista eri työvaiheista on esitetty myös keskimääräiset ajat juoksujalkaa kohti. Ajat tukkia ja juoksujalkaa kohti tukkien latvaläpimittaluokittain esitetään myöhemmin detailikäsittelyn yhteydessä.

Taulukko 17. Varsinaisen sahausajan keskimääräinen jakaantuminen
Table 17. Average distribution of the sawing time proper

| Vuodenaika Season | Tukkeja, kpl Number of logs | Järjestelyaika Adjusting time | | Perusaika — Basic time | | | | | | | | Siirtämisäika Moring time | | Vars. sahausäika yhteensä Sawing time proper in total | |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|-----|---|-----------------------------|------|-----------------------------|-----|-----------------------------|------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|--|
| | | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | Valmistava aika Preparatory time | Pääaika Principal time | | Apu-aika Auxiliary time | | Yhteensä Total | | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | |
| | | | | | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | cmin/jj cmin./ ru.ft. | % | | | | | |
| Talvi Winter | 1 159 | 1.6 | 5.7 | 5.7 | 17.1 | 61.7 | 2.3 | 8.2 | 25.1 | 90.7 | 1.0 | 3.6 | 27.7 | 100.0 | |
| Kesä Summer | 326 | 1.3 | 5.4 | 4.8 | 16.4 | 65.2 | 2.2 | 8.6 | 23.4 | 92.8 | 0.5 | 1.8 | 25.2 | 100.0 | |
| Talvi ja kesä . . . Winter and summer | 1 485 | 1.6 | 5.8 | 5.6 | 16.9 | 62.1 | 2.3 | 8.4 | 24.8 | 90.8 | 0.9 | 3.4 | 27.3 | 100.0 | |

Perusaikaan kuuluva pääaika muodostaa melkein 2/3 koko varsinaisesta sahausajasta. Valmistavan ja apujan vastaavat prosenttiluvut ovat n. 20 ja 8. Pääaika, joka koostuu sahauksesta, syöttöpöydän palautuksesta ja särmäyksestä samoin kuin valmistava ja apuaika, ovat tukin juoksujalkaa kohti laskettuna pitempiä talvi- kuin kesäsahauksessa. Prosenttisesti taas perusaika muodostaa kesäsahauksessa suuremman osan varsinaisesta sahausajasta kuin talvisahauksessa. Järjestely- ja siirtämisajat ovat sekä määrällisesti että prosenttisesti suuremmat talvi- kuin kesäsahauksessa. Taulukosta 17 käy myös ilmi, että varsinainen sahausäika tukin juoksujalkaa kohti on talvisahauksessa 28 cmin ja kesällä 25 cmin.

Tukkiaineiston tukkien keskipituutta (n. 15 jalkaa) kohti laskettuna varsinainen sahausäika on talvella lähes 50 cmin pitempi kuin kesällä. Keskimäärin on varsinaiseen sahaukseen kulunut aikaa 27 cmin/jj eli n. 4 min tukkia kohti. Sahauksen suoritusajaksi tähän on vielä lisättävä keskeytysaika, joka on keskimäärin 29.6 % sahauksen suoritusajasta (ks. taul. 8 s. 40).

452 Siirtämisäika

Kun tukit ajetaan varastoalueelle, niitä ei voida aina telata sahan viereen, vaan ne on tilapäisesti varastoitava. Siirtämisäikaan kuuluvat tukkien järjestämisen aluspuille ja niiden vierittäminen aluspuita pitkin syöttöpöydän viereen. Siirtämisäika vaihtelee suuresti varastoalueen suuruuden ja yleisen järjestelyn mukaan. Siirtämisajan osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin vain 3.4 %, josta 2.3 % tulee järjestämisen ja 1.1 % vierittämisen osalle. Näiden aikojen prosenttinen osuus varsinaisesta sahausajasta suurenee ilmeisesti jonkin verran latvaläpimitan kasvaessa. Sen sijaan tukkien aluspuille järjestämiseen kuluva aika laskettuna sekä tukkia että juoksujalkaa kohti suurenee selvästi tukkien järeyden kasvaessa. Vierityksen osalta tendenssi on sama, mutta ajan lisääntyminen on vähäinen ja epäselvä. Tukkien järjestäminen aluspuille vaatii keskimäärin n. 9 cmin ja vierittäminen n. 4 cmin/tukki.

Keskimääräisten ja tukkiakohtaisten aikojen välinen ero on selitettävissä siten, ettei kaikkia tukkeja järjestetä eikä vieritetä, joten koko tukkimäärän keskiarvo jää korrelaatiotaulujen tasoitettuja tukkiakohtaisia aika-arvoja pienemmäksi. Keskimäärin siirtämisäika on 13 cmin/tukki eli n. 1 cmin/jj.

452.1 Tukkien järjestäminen aluspuille

Kuten jo edellä mainittiin, tukit on ennen sahausta järjestettävä aluspuille ja vieritettävä niitä pitkin syöttöpöydän viereen sahaajien ulottuville. Tämä työ tehdään tavallisesti sahausrupeaman alussa koko rupeaman sahausta varten.

Tukin latvaläpimitan ja järjestämiseen kuluvan ajan välistä suhdetta talvisahauksessa on tutkittu korrelaatiotaulun perusteella. Korrelaatiokertoimen ar-

Taulukko 18. Siirtämisaian keskimääräinen jakaantuminen talvi- ja kesäsaunauksessa
Table 18. Average distribution of moving time in winter and summer sawing

| Latvaläpimitta, Top diameter, in. | Tukkeja, kpl Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. | Tukkien järjestäminen aluspuille Adjusting logs on foundation timber | | | Tukkien vierittäminen syöttöpöydän viereen Rolling logs to the roller table | | | Siirtämisaika yhteensä Moving time in total | | |
|---|--------------------------------------|--|---|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
| | | | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru.ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru.ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru.ft. |
| 3 | 2 | 18.0 | 0.8 | 2 | 0.1 | — | — | 0.8 | 2 | 0.1 | |
| 3 1/2 | 18 | 13.5 | 3.7 | 6 | 0.4 | — | — | 3.7 | 6 | 0.4 | |
| 4 | 84 | 13.9 | 3.8 | 6 | 0.5 | — | — | 5.0 | 8 | 0.6 | |
| 4 1/2 | 139 | 14.9 | 3.3 | 7 | 0.4 | 1.2 | 0.1 | 4.7 | 10 | 0.6 | |
| 5 | 146 | 15.0 | 2.8 | 7 | 0.4 | 1.4 | 0.2 | 3.8 | 9 | 0.6 | |
| 5 1/2 | 103 | 15.3 | 3.1 | 9 | 0.6 | 1.0 | 0.2 | 4.1 | 12 | 0.8 | |
| 6 | 137 | 14.6 | 2.2 | 7 | 0.5 | 1.2 | 0.3 | 3.4 | 11 | 0.8 | |
| 6 1/2 | 152 | 14.8 | 2.4 | 9 | 0.6 | 1.2 | 0.3 | 3.6 | 14 | 0.9 | |
| 7 | 135 | 15.2 | 2.1 | 9 | 0.6 | 1.1 | 0.3 | 3.2 | 14 | 0.9 | |
| 7 1/2 | 122 | 15.5 | 2.3 | 11 | 0.7 | 1.5 | 0.4 | 3.8 | 18 | 1.1 | |
| 8 | 112 | 14.7 | 2.1 | 10 | 0.7 | 1.2 | 0.4 | 3.3 | 16 | 1.1 | |
| 8 1/2 | 84 | 15.1 | 2.1 | 11 | 0.8 | 1.1 | 0.4 | 3.2 | 17 | 1.1 | |
| 9 | 79 | 15.2 | 1.9 | 11 | 0.7 | 0.8 | 0.3 | 2.7 | 16 | 1.0 | |
| 9 1/2 | 58 | 14.8 | 1.8 | 12 | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 2.6 | 17 | 1.2 | |
| 10 | 40 | 14.7 | 1.8 | 13 | 0.9 | 0.7 | 0.3 | 2.5 | 18 | 1.2 | |
| 10 1/2 | 16 | 14.3 | 1.5 | 11 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 2.0 | 15 | 1.0 | |
| 11 | 26 | 14.2 | 1.6 | 13 | 0.9 | 0.7 | 0.4 | 2.3 | 19 | 1.3 | |
| 11 1/2 | 7 | 13.3 | 2.1 | 15 | 1.1 | 1.3 | 0.7 | 3.4 | 24 | 1.8 | |
| 12 | 13 | 12.5 | 1.8 | 13 | 1.1 | 0.7 | 0.4 | 2.5 | 18 | 1.5 | |
| 12 1/2 | 4 | 14.0 | 3.8 | 41 | 2.9 | 1.4 | 1.1 | 5.2 | 56 | 4.0 | |
| 13 | 2 | 15.5 | 2.4 | 38 | 5.9 | — | — | 2.4 | 38 | 2.4 | |
| 13 1/2 | 3 | 16.0 | 5.1 | 94 | 17.0 | — | — | 5.1 | 94 | 5.9 | |
| 14 | 1 | 15.0 | 4.2 | 75 | 5.0 | 0.9 | 1.1 | 6.2 | 154 | 9.0 | |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | 3.1 | 79 | 5.3 | 2.0 | 3.5 | 5.1 | 131 | 5.3 | |
| | 1 485 | 14.9 | 2.3 | 9 | 0.6 | 1.1 | 0.3 | 3.4 | 13 | 0.9 | |

voksi on saatu $r = 0.372$, joten siis tukin latvaläpimitan ja sen järjestämiseen kuluneen ajan välillä vallitsee keskinkertainen korrelaatio.

Aineiston koko tukkimäärän perusteella laskettu keskimääräinen järjestely-aika on 9 cmin/tukki, ne tukit mukaan luettuina, joita ei tarvinnut lainkaan järjestellä. Kuten jo aikaisemmasta ilmeni, korrelaatiotaulun järjestämisaikaa osoittavan käyrän mukaan eri latvaläpimitaisten tukkien järjestäminen aluspuille on vaatinut aikaa seuraavasti (liite 5):

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Latvaläpimita | | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" | 14" |
| | | Järjestämisaika, cmin/tukki | | | | | | | | | | | |
| Aika | | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 24 | 27 | 29 |

Jaotelma sisältää vain niitä tukkeja koskevan aineiston, jotka todella järjestettiin aluspuille.

452.2 Tukkien vierittäminen aluspuita pitkin syöttöpöydän viereen

Tukin vierittämisaian ja -matkan välisen regressiosuoran ja korrelaatiokertoimen estimaatit erivahvuisia tukkeja vieritettäessä on esitetty taulukossa 19.

Taulukko 19. Vierittämisaian ja -matkan välisen regression ja korrelaation tunnusluvut talvi-sahauksessa

Table 19. Terms of correlation between time and distance of rolling in winter sawing

| Vieritysmatka, m Rolling distance, m. | n | a | b | r *) | s _r *) (±) | \bar{x}_n in. | \bar{y}_n cmin |
|--|-----|-------|--------|-------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| 1 | 124 | 0.182 | 9.032 | 0.169 | 0.089 | 7.9 | 10.5 |
| 2 | 209 | 0.675 | 10.624 | 0.244 | 0.067 | 7.5 | 15.7 |
| 3 | 50 | 0.442 | 17.028 | 0.211 | 0.138 | 7.1 | 20.2 |

Korrelaatiokertoimet osoittavat, että tukin latvaläpimitan ja vieritysaian välillä vallitsee havaittava korrelaatio tarkastetuilla vieritysmatkoilla. Kun vieritysmatka on 2 m, r:n arvo on suurempi kolminkertaista keskivirhettään, mutta kun vieritysmatka on 1 m tai 3 m, kolminkertaista keskivirhettään pienempi, mutta keskivirhettään suurempi, joten vieritysaikojen ero jälkimmäisissä matkaluokissa saattaa olla muista syistä kuin tukin latvaläpimitasta aiheutuva. Yhtenä syynä tähän lienevät tukkien erilaiset pituudet eri latvaläpimitaluokissa, joten kuutiomäärän ja vieritysaian välinen korrelaatio saattaa olla selvempi kuin latvaläpimitan ja vieritysaian.

*) r = Bravais - Pearsonin korrelaatiokerroin ja

s_r = korrelaatiokertoimen keskivirhe.

Termi b kasvaa selvästi vieritysmatkan pidetessä. Tämä on odotuksenmukaista, koska tukit on aina asetettava aluspuille huolellisemmin kun vieritysmatka on pitkä (vrt. MAKKONEN 1956, s. 28). Termin a perusteella voidaan päätellä, että latvaläpimitan vaikutus vieritysaikaan on erilainen eri vieritysmatkoilla. Yhden metrin matkalla tukin latvaläpimitan merkitys on hyvin vähäinen. Matka on siksi lyhyt, että tukki voidaan siirtää yhdellä nykäisyllä tai sen vierittämistä seurata paikalla pysyen. Jo kahden metrin matkalla joudutaan siirtymään tai nykäisemään useampia kertoja, jolloin tukin järeyys vaikuttaa enemmän ajankäyttöön kuin yhden metrin matkalla. Kolmen metrin matkalla jo tukin vieriminen vaikuttaa ajankäyttöön sikäli, että läpimitaltaan suuret tukit vierivät nopeammin kuin pienet.

Kesäoloissa on tutkittu vierittämistä ainoastaan yhden ja kahden metrin matkoilla; tulokseksi saatiin seuraavat tunnuksat:

| Vieritysmatka, <i>m</i> | \bar{x} , " | \bar{y} , cmin |
|----------------------------|------------------|---------------------|
| 1 | 7.4 | 8 |
| 2 | 7.0 | 15 |

Nämä arvot eivät suurestikaan eroa talvisahauksen vastaavista luvuista. Lumi ei yleensä haittaa vieritystä, sillä se on varastoalueella tavallisesti kovaksi tallautunutta ja lisäksi vieritys tapahtuu aluspuita pitkin. *Vierittämisaajan osalta voitaneen siis käyttää samoja arvoja sekä talvi- että kesäsahauksessa.*

Tukkien vieritys kuuluu sahauksen ohjetaksojen mukaan sahaushenkilökunnan tehtäviin, joten vieritysmatkaa ei käytännössä oteta huomioon. Tästä syystä voidaan lähtökohdaksi ottaa kulloinkin kysymykseen tulevat keskimääräiset vieritysmatkat. Tällä tavoin laskien on saatu regressiosuoran yhtälöksi

$$(4) \quad y = 0.232x + 12.94$$

ja korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.071.$$

Korrelaatiokertoimen r perusteella voidaan päätellä, että tukin latvaläpimitan ja vieritysaajan välinen korrelaatio on olematon. Tästä syystä ei ole laskettu keskivirhettäkään. Vieritysaajan kasvu tukin latvaläpimitan suuressa on tämän aineiston mukaan hyvin hidasta. Syynä tähän saattaa olla, että vieritysmatkan ja tukkien kuutiomäärän vaihtelut vaikuttavat eri suuntiin vaikeuttaen oikean suhteen löytämistä. Käytännölliseksi ohjeeksi vieritysaajan vaihtelusta tukin latvaläpimitan mukaan tulos kuitenkin kelvanee.

Korrelaatiotaulun regressiosuoran perusteella laskettuna eri latvaläpimitaisten tukkien vierittämiseen on kulunut aikaa seuraavasti (liite 6):

| Latvaläpimita | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" | 14" |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Vierittämisaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aika</i> | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 |

Jokaista tukkia ei kuitenkaan vieritetä erikseen, vaan tämän aineiston mukaan n. 2/3 tukeista on siirtynyt joukkokäsittelyssä. Keskimääräinen vieritysaika on 4 cmin tukkia kohti. Kun perustaksi otetaan erikseen vieritettyjen tukkien osuus koko sahatusta tukkimäärästä, saadaan jaotelmassa ilmoitettujen vieritysaikojen keskimääräiseksi eroksi 1 cmin latvaläpimitaluokissa 3" ... 14".

453 Järjestelyaika

Sahausta edeltäviin järjestelytoihin on luettu *tukkikohtainen järjestely, jolujen asettaminen ja poistaminen* sekä *tukin vieminen syöttöpöydälle* joko joluja pitkin vierittämällä tai suoraan nostoen. Järjestelyajan osuus varsinaisesta sahausajasta on 5.8 % ja aika 24 cmin/tukki eli vajaa 2 cmin juoksujalkaa kohti. Järjestelyaika kasvaa tukin latvaläpimitan suuressa.

Tukkikohtainen järjestely, johon kuuluvat kaikki yhtä tukkia koskevat järjestelytoimet, on järjestelytoiden lyhin työvaihe ja käsittää ainoastaan 1%:n varsinaisesta sahausajasta eli 4 cmin tukkia kohti.

Jolujen asettaminen ja poistaminen on vaatinut jonkin verran enemmän aikaa (1.4 % ja 6 cmin/tukki), mutta tämäkään työvaihe ei näytä selvästi suurenevan latvaläpimitan kasvaessa. Sen sijaan aika, joka kuluu *tukin viemiseen syöttöpöydälle*, kasvaa tukin järeyden lisääntyessä. Keskimäärin tukin vieminen syöttöpöydälle on ottanut aikaa 14 cmin/tukki eli n. 1 cmin:n juoksujalkaa kohti. Tämä aika on 3.4 % varsinaisesta sahausajasta. Jolujen asettamiseen ja poistamiseen sekä tukin syöttöpöydälle saamiseen kuluneiden aikojen riippuvuutta tukin latvaläpimitasta ja kuutiomäärästä on seuraavassa tutkittu korrelaatiolaskentaa käyttäen.

453.1 Tukkikohtainen järjestely

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, tukkikohtaiseen järjestelyaikaan on luettu sahattavana olevaan tukkiin kohdistuvat järjestelytyöt, mm. d-paloitteen siirto sivulle jonkin toisen työn suorittamisen ajaksi ja sen ottaminen uudelleen esille. Viimeksi mainittu työ käsittää lähes puolet tukkikohtaisesta järjestelystä. Kesäsahauksessa tukkikohtainen järjestely vaatii aikaa 3 ja talvisahauksessa 4 cmin/tukki; keskiarvo on 4 cmin/tukki. Taulukon 20 perusteella ei tukkikohtaisen järjestelyajan ja tukin latvaläpimitan kesken näytä olevan riippuvuutta.

Taulukko 20. Järjestelyajan keskimääräinen jakaantuminen talvi- ja kesäsaunauksessa
Table 20. Average distribution of adjusting time in winter and summer sawing

| Latvaläpimita, Top dia- meter, in. | Tukkeja, kpl Number of logs | Keski- pituus, Average length, ft. | Tukkipohjainen järjestely Adjustment per log | | | Jolujen asettaminen ja poistaminen Placing and removing of spars | | | Tukin vieminen syöttö- pöydälle Transfer of logs onto the roller table | | | Järjestelyaika yhteensä Adjusting time in total | | |
|---|--------------------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. |
| 3 | 2 | 18.0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3 1/2 | 18 | 13.5 | 2.2 | 3 | 0.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | 84 | 13.9 | 1.2 | 2 | 0.1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 1/2 | 139 | 14.9 | 1.4 | 3 | 0.2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 | 146 | 15.0 | 0.5 | 1 | 0.6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 1/2 | 103 | 15.3 | 0.3 | 1 | 0.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 137 | 14.6 | 0.6 | 2 | 0.1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 1/2 | 152 | 14.8 | 0.9 | 4 | 0.2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7 | 135 | 15.2 | 0.7 | 3 | 0.2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7 1/2 | 122 | 15.5 | 1.1 | 5 | 0.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 | 112 | 14.7 | 0.7 | 4 | 0.2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8 1/2 | 84 | 15.1 | 0.9 | 5 | 0.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 9 | 79 | 15.2 | 0.8 | 4 | 0.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 9 1/2 | 58 | 14.8 | 1.0 | 6 | 0.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10 | 40 | 14.7 | 4.4 | 30 | 2.0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10 1/2 | 16 | 14.3 | 1.0 | 6 | 0.5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 11 | 26 | 14.2 | 1.0 | 9 | 0.6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 11 1/2 | 7 | 13.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | 13 | 12.5 | 0.6 | 5 | 0.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 1/2 | 4 | 14.0 | 0.5 | 5 | 0.4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | 2 | 15.5 | 0.7 | 11 | 0.7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 1/2 | 3 | 16.0 | 0.1 | 2 | 0.1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14 | 1 | 17.0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 17 | 1 | 15.0 | 3.2 | 84 | 5.6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 1 485 | 14.9 | 1.0 | 4 | 0.3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | | | | | 1.4 | 6 | 0.4 | 3.4 | 14 | 0.9 | 5.8 | 24 | 1.6 |

453.2 Vieritysjolujen asettaminen ja poistaminen

Vieritysjolujen asettamisen ja poistamisen osuus varsinaisesta sahausajasta on taulukon 20 mukaan keskimäärin 1.4 %. Työ on keskimäärin vaatinut 6 cmin/tukki eli 0.4 cmin./jj.

Vieritysjolujen käyttö riippuu tukin painosta. Kevyet tukit nostetaan, mutta painavia tukkeja käsiteltäessä otetaan käyttöön vieritysjolut. Tukin latvaläpimitalla ei näytä olevan selvää vaikutusta tämän ajan pituuteen, mikä ilmenee myös taulukosta 20. Tästä syystä kyseistä ajanmenekkiä ei ole seuraavassa selvitetty tukin latvaläpimitan vaan kuutiomäärän funktiona.

Vieritysjolujen asettamisen ja poistamisen riippuvuutta tukin suuruudesta on tutkittu talvisahausten osalta 345:n ja kesäsaunauksen osalta 92 tukin aineistolla. Talvisahausta edustavan aineiston korrelaatiokertoimeksi saatiin

$$r = 0.080 \pm 0.054. *)$$

Vieritysjolujen asettamiseen ja poistamiseen kulunut aika ei siis osoita riippuvuutta tukin suuruudestaan. Korrelaatiotaulun perusteella on kuitenkin vielä laskettu regressiosuoran yhtälö, joka on

$$(5) \quad y = 0.178x + 19.378,$$

jossa y on jolujen asettamiseen ja poistamiseen käytetty aika cmin:ina ja x tukin suuruus kuutiojalkoina.

Kesäaineiston perusteella on saatu korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.278 \pm 0.096.$$

Kesäaineiston perusteella on siis havaittavissa heikko korrelaatio jolujen asettamisen ja poistamisen sekä tukin suuruuden välillä. Korrelaatiokerroin on kolminkertaista keskivirhettä vain hiukan pienempi. Myös kesäaineiston perusteella on laskettu regressiosuoran yhtälö, joksi saatiin

$$(6) \quad y = 0.731x + 11.5.$$

Koska talvi- ja kesäaineistojen välillä näyttää olevan ristiriitaisuutta, on todellisen riippuvuuden selvittämiseksi talviaineistosta jätetty pois tuumaluokat 16...24 (supistettu kesäaineisto). Tällöin talviaineiston \bar{x} (aineiston tukkien keskiuus) on 6.3 j³ ja kesäaineiston 6.2 j³. Supistetun talviaineiston (338 tukkia) korrelaatiokertoimeksi saatiin

$$r = 0.144$$

ja regressiosuoran yhtälöksi

$$(7) \quad y = 0.399x + 18.0.$$

*) Korrelaatiokertoimen merkitsevyyttä testattaessa ei niitä tässä esityksessä muunneta vastaaviksi z-arvoiksi, koska korrelaatiokertoimen ollessa pieni (≤ 0.4) se vastaa z:n arvoa ja koska korkeat korrelaatiokertoimet yleensä ovat moninkertaisia keskivirheisiinsä verrattuina.

Voitaneen siis päätellä, että tämän työvaiheajan ja tukin suuruuden kesken ei ole merkittävää riippuvuutta.

Ero varsinaisen ja supistetun talviaineiston välillä johtuu ennen kaikkea siitä, että tukkien suuruusluokissa 16...24 j³ on vähän havaintoja, joten koko työvaiheelle ominainen suuri hajonta vaikuttaa regressiosuoran kulmakertoimeen.

Yksittäisten tukkien osalta tehtyjen havaintojen perusteella on jolujen asettamiseen ja poistamiseen kulunut aikaa keskimäärin seuraavasti:

| | |
|-------------------------|---------------|
| Molemmat talviaineistot | 21 cmin/tukki |
| Kesäaineisto | 16 cmin/tukki |

Koska kaikkien tukkien syöttöpöydälle viemistä varten ei ole asetettu vieritys-joluja, asettamis- ja poistamisaika on aineiston koko tukkimäärää kohden keskimäärin 6 cmin/tukki, kuten sivulla 61 jo mainittiin.

453.3 Tukin vieminen syöttöpöydälle

Sahattavat tukit siis viedään syöttöpöydälle joko *vierittämällä* joluja pitkin tai *nostamalla*. Taulukon 20 mukaan tukin syöttöpöydälle viemisen osuus varsinaisesta sahausajasta on 3.4 %. Keskimäärin tukin saattaminen syöttöpöydälle kestää 14 cmin/tukki eli 1 cmin/jj. Koska tukin kuutiomäärällä on hyvin keskeinen vaikutus sekä vieritys- että nostoajan pituuteen, on sen ja ajanmenekin välistä suhdetta seuraavassa analysoitu eri tavoin.

453.31 Tukin vierittäminen joluja pitkin

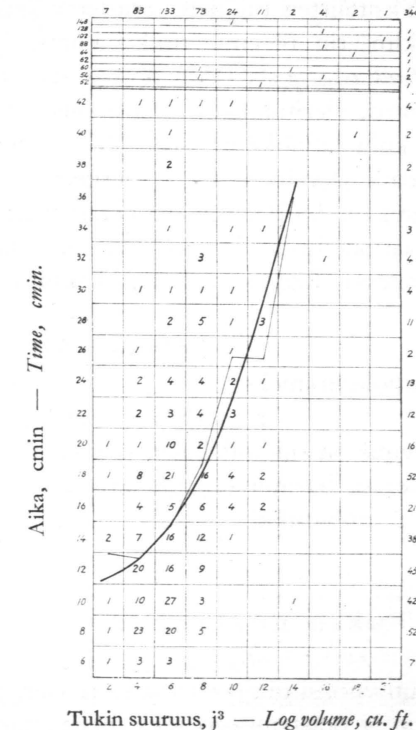
Tukin vierityksen riippuvuutta sen suuruudesta on *talvioloissa* tutkittu kuvassa 6 esitetyn korrelaatiotaulun perusteella. Aineistona on 340 havaintoa. Korrelaatiotaulusta käy ilmi, ettei vieritysaika kasva suoraviivaisesti tukin koon suurenessa, vaan se nousee jyrkästi yli 8 j³:n tukkeja vieritettäessä.

Korrelaatiotaulun perusteella saatiin korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.557 \pm 0.037.$$

Tämä osoittaa, että tukin syöttöpöydälle vierittämisajan ja tukin suuruuden välillä vallitsee keskivahva korrelaatio. Yksittäisiin tukkeihin kohdistuneiden havaintojen mukaan vieritykseen on kulunut keskimäärin 16 cmin tukkia kohti \bar{x} :n ollessa 6.2 j³.

Kesäoloissa tapahtuvan vierityksen ajanmenekin riippuvuutta tukin suuruudesta ei ole tutkittu erikseen jolujen asettamisen ja poistamisen sekä tukin joluja pitkin vierittämisen yhteydessä (kuva 7).



Kuva 6. Tukkien vieritys joluja pitkin.
Talvisahaus

Fig. 6. Rolling of logs on skids. Winter sawing

Tukin suuruus, j³ — Log volume, cu. ft.

453.32 Tukin nostaminen

Talviaineiston tukkien määrästä on 70.7 % vieritetty ja loput nostettu syöttöpöydälle. Korrelaatiotaulun perusteella voidaan päätellä, että yhtä tapausta lukuun ottamatta kaikki 8 j³:aa suuremmat tukit on vieritetty syöttöpöydälle. Nostamalla syöttöpöydälle vietyjen tukkien keskisuuruus (\bar{x}) on korrelaatiotaulun perusteella 3.0 j³ ja vieritettyjen tukkien 6.2 j³. Tukin suuruuden kannalta ei voida vetää ehdotonta rajaa nostamisen ja vierittämisen välille. Suuruusluokissa 4...6 j³ on n. 40 % tukeista nostettu ja n. 60 % vieritetty. Yleissääntönä voidaan sanoa, että pienet tukit nostetaan ja suuret vieritetään.

Korrelaatiotaulun perusteella voidaan todeta, ettei nostoaikakaan kasva suoraviivaisesti tukin suuruuden lisääntyessä. Aineiston 820 havainnon perusteella laskettu korrelaatiokerroin on

$$r = 0.288 \pm 0.033.$$

Tukin syöttöpöydälle nostoajan ja tukin suuruuden välillä vallitsee siis heikko korrelaatio. Se on kuitenkin ilmeinen, kuten korrelaatiokertoimen keskivirhe

osoittaa. Yksittäisten tukkien perusteella laskettuna tukin nosto syöttöpöydälle vaatii keskimäärin 14 cmin tukkia kohti.

Kesäsahauksessa, josta tukin nostoa syöttöpöydälle koskeva aineisto käsittää 231 havaintoa, vierittämisen ja nostamisen välinen suhde on kutakuinkin päinvastainen kuin talvioloissa, sillä 71.7 % tutkitusta tukkimäärästä on nostettu syöttöpöydälle ja vain n. 30 % vieritetty. Kesäsahauksessa nostettujen tukkien keskisuuruus oli 3.9 j³ ja talvella nostettujen tukkien 3.0 j³.

Korrelaatiotaulusta ilmenee, että nostoaika kasvaa suoraviivaisesti tukin koon suuretessa. Regressiosuoran yhtälöksi saatiin

$$(8) \quad y = 1.513x + 6.536$$

ja korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.596 \pm 0.042.$$

Riippuvuus on siis todellinen ja voimakkuudeltaan keskivahva. Korrelaatiotaulussa olevien havaintojen mukaan tukin nostoon syöttöpöydälle kuluu keskimäärin 12 cmin/tukki.

453.33 Tukin nostamisen ja vierittämisen vertailu

Vertailun vuoksi tukin nostoaika ja vieritysaika, (johon tässä luetaan jolujen asettamiseen ja poistamiseen sekä vierittämiseen joluja pitkin kulunut aika) on yhdistetty kuvassa 7. Jolujen asettamisen ja poistamisen sekä tukin vierittämisen riippuvuutta tukin suuruudesta on tutkittu korrelaatiotaulujen perusteella. Talviaineistoon sisältyvien 345 havainnon perusteella on saatu korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.535 \pm 0.038.$$

Korrelaatiotaulun mukaan tämän työvaiheen ja tukin suuruuden välillä vallitsee keskivahva korrelaatio, jota korrelaatiokertoimen keskivirhekin vahvistaa.

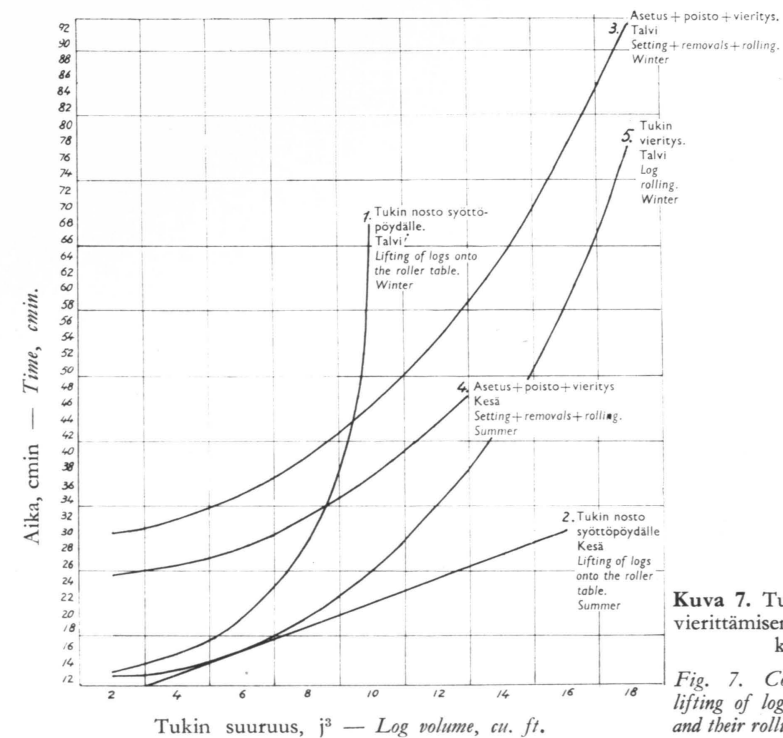
Kuvasta 7 ilmenee, että ajanmenekin kannalta tukin nosto on vierittämistä edullisempää 8...9 j³:aan asti, mutta suurempien tukkien ollessa kysymyksessä vierittäminen on suositeltavaa.

Kesäsahauksen osalta vastaavaa ajanmenekkiä on tutkittu 91 havainnon perusteella. Korrelaatiokertoimeksi saatiin tällöin

$$r = 0.398 \pm 0.088.$$

Korrelaatio on siis keskivahva.

Kesäsahauksessa on ainakin 12 j³:aa pienemmät tukit ajanmenekin kannalta edullisempi nostaa kuin vierittää syöttöpöydälle. Syynä tähän lienee pienempi käsittelyhankaluus kesällä. Talvella tukkiin tarttunut lumi- ja jääkerros hidastaa käsittelyä. Lisäksi talvioloissa on otettava tukin suurempi paino huomioon: samansuuruinen tukki on painavampi talvella kuin kesällä.



Kuva 7. Tukkien nostamisen ja vierittämisen vertailu. Talvi- ja kesäsahaus
Fig. 7. Comparison between the lifting of logs onto the roller table and their rolling. Winter and summer sawing

Verrattaessa kesä- ja talvisahauksessa jolujen asettamista ja poistamista sekä vierittämistä (yhteisaikaa) toisiinsa huomataan kuvan 7 mukaan, että nämä työt ovat hitaampia talvella kuin kesällä. Ajanmenekkiä osoittavat käyrät kulkevat suurin piirtein samansuuntaisina ainakin 12 j³:n suuruusluokkaan asti, joka on kesäaineiston suurin kuutiojalkaluokka.

Tukin nostokin vaatii vähemmän aikaa kesällä kuin talvella. Ero on pieni suuruusluokissa 2...4 j³, mutta kasvaa tukin koon suuretessa. Syinä tähän lienevät edellä mainitut tukin liukkaudesta, lumesta ja suuremmasta painosta aiheutuneet käsittelyhankaluudet.

Käytännön sahuksessa ei ole ratkaiseva yksikkö tukin kuutiomäärä vaan latvaläpimita. Tästä syystä on tutkittu myös tukin latvaläpimitan ja tukin syöttöpöydälle vientiin kuluvan ajan välistä riippuvuutta, erikseen talvi- ja kesäsahauksessa. Talviaineisto käsittää 1 157 ja kesäaineisto 321 tukkia (vars. kesäaineisto), ja aika käsittää paitsi varsinaisen vierittämisen joluja pitkin myös noston syöttöpöydälle, ts. tukin viemisen syöttöpöydälle.

Tukin viemiseen syöttöpöydälle kuluvan ajan riippuvuutta tukin latvaläpimitasta talvisahauksessa kuvaa korrelaatiotaulu liitteessä 7. Kesäsahauksen vastaavaa korrelaatiotaulua ei ole esitetty, vaan talvi- ja kesäsahauksia edustavat käyrät on yhdistetty samaan koordinaatistoon (liite 8).

Taulukko 21. Valmistavan ajan keskimääräinen jakaantuminen talvi- ja kesäsahauksessa
Table 21. Average distribution of preparatory time in winter and summer sawing

| Latvaläpimitta, " Top diameter, in. | Tukkeja, kpl Number of logs | Keskipituus, ft. Average length, ft. | Asettaminen syöttöpöydälle Placing on roller table | | | Kiinnittäminen syöttöpöytäan Fastening to roller table | | | Asetteen säätäminen Sawblade setting | | | Valmistava aika yhteensä Preparatory time in total | | |
|--|--------------------------------|---|---|-------------------------|--------------------------|---|-------------------------|--------------------------|---|-------------------------|--------------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| | | | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru. ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru. ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru. ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin/tukki cmin./log | cmin/jj cmin./ru. ft. |
| 3 | 2 | 18.0 | 24.9 | 44 | 2.4 | 5.1 | 9 | 0.5 | 2.0 | 4 | 0.2 | 32.0 | 57 | 3.1 |
| 3 1/2 | 18 | 13.5 | 22.4 | 34 | 2.5 | 3.5 | 5 | 0.4 | 1.5 | 2 | 0.2 | 27.4 | 41 | 3.1 |
| 4 | 84 | 13.9 | 19.6 | 33 | 2.4 | 3.7 | 6 | 0.4 | 1.0 | 2 | 0.1 | 24.3 | 41 | 2.9 |
| 4 1/2 | 139 | 14.9 | 17.6 | 36 | 2.4 | 3.5 | 7 | 0.5 | 1.0 | 2 | 0.1 | 22.1 | 45 | 3.0 |
| 5 | 146 | 15.0 | 17.3 | 42 | 2.8 | 3.0 | 7 | 0.5 | 0.9 | 2 | 0.1 | 21.2 | 51 | 3.4 |
| 5 1/2 | 103 | 15.3 | 16.9 | 47 | 3.1 | 2.9 | 8 | 0.5 | 0.8 | 2 | 0.2 | 20.6 | 57 | 3.8 |
| 6 | 137 | 14.6 | 16.2 | 53 | 3.6 | 2.5 | 8 | 0.6 | 1.0 | 3 | 0.2 | 19.7 | 64 | 4.4 |
| 6 1/2 | 152 | 14.8 | 14.8 | 57 | 3.8 | 2.1 | 8 | 0.5 | 0.8 | 3 | 0.2 | 17.7 | 68 | 4.5 |
| 7 | 135 | 15.2 | 15.2 | 63 | 4.2 | 2.1 | 9 | 0.6 | 0.8 | 4 | 0.2 | 18.1 | 76 | 5.0 |
| 7 1/2 | 122 | 15.5 | 16.4 | 76 | 4.9 | 1.8 | 8 | 0.5 | 0.7 | 3 | 0.2 | 18.9 | 87 | 5.6 |
| 8 | 112 | 14.7 | 16.5 | 80 | 5.5 | 1.8 | 9 | 0.6 | 0.8 | 4 | 0.3 | 12.1 | 93 | 6.4 |
| 8 1/2 | 84 | 15.1 | 16.0 | 89 | 5.6 | 1.7 | 9 | 0.6 | 0.7 | 4 | 0.3 | 18.4 | 102 | 6.5 |
| 9 | 79 | 15.2 | 17.6 | 102 | 6.7 | 1.6 | 9 | 0.6 | 0.8 | 5 | 0.3 | 20.0 | 116 | 7.6 |
| 9 1/2 | 58 | 14.8 | 18.2 | 116 | 7.9 | 1.5 | 10 | 0.7 | 0.8 | 5 | 0.3 | 20.4 | 131 | 8.9 |
| 10 | 40 | 14.7 | 18.0 | 124 | 8.4 | 1.6 | 11 | 0.8 | 0.8 | 6 | 0.4 | 20.4 | 141 | 9.6 |
| 10 1/2 | 16 | 14.3 | 20.8 | 147 | 10.3 | 1.3 | 9 | 0.6 | 0.8 | 6 | 0.4 | 22.9 | 162 | 11.3 |
| 11 | 26 | 14.2 | 19.9 | 160 | 11.3 | 1.4 | 11 | 0.8 | 0.9 | 7 | 0.5 | 22.2 | 178 | 12.6 |
| 11 1/2 | 7 | 13.3 | 20.0 | 139 | 10.5 | 1.7 | 12 | 0.9 | 1.4 | 9 | 0.7 | 23.1 | 160 | 12.1 |
| 12 | 13 | 12.5 | 23.9 | 176 | 14.0 | 1.9 | 14 | 1.1 | 1.1 | 8 | 0.6 | 26.9 | 198 | 15.7 |
| 12 1/2 | 4 | 14.0 | 23.1 | 248 | 17.7 | 1.7 | 19 | 1.3 | 1.0 | 10 | 0.7 | 25.8 | 277 | 19.7 |
| 13 | 2 | 15.5 | 26.0 | 407 | 26.3 | 1.9 | 15 | 0.9 | 1.1 | 17 | 1.1 | 28.0 | 439 | 28.3 |
| 13 1/2 | 3 | 16.0 | 34.0 | 621 | 38.8 | 1.6 | 30 | 1.9 | 2.1 | 38 | 2.4 | 37.7 | 689 | 43.1 |
| 14 | 1 | 17.0 | 32.3 | 798 | 46.9 | 1.1 | 27 | 1.6 | 0.5 | 12 | 0.7 | 33.9 | 837 | 49.2 |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | 36.3 | 652 | 43.5 | 2.2 | 39 | 2.6 | 1.7 | 31 | 2.1 | 40.2 | 722 | 48.2 |
| 17 | 1 | 15.0 | 33.6 | 867 | 57.8 | — | — | — | 0.9 | 24 | 1.6 | 34.5 | 891 | 59.4 |
| | 1485 | 14.9 | 17.4 | 71 | 4.8 | 2.1 | 8 | 0.6 | 0.8 | 3 | 0.2 | 20.3 | 82 | 5.6 |

Korrelaatiotaulujen perusteella saadut aika-arvot ovat seuraavat:

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Latvaläpimitta | | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" | 14" |
| | | <i>Tukin vieminen syöttöpöydälle, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 16 | 18 | 21 | 25 | 29 | 33 | 38 |
| Kesäsahaus | | 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | — |

Jaotelman perusteella voidaan päätellä, että tukin vieminen syöttöpöydälle on kesällä nopeampaa kuin talvella. Ero on 2 cmin tuumaluokissa 6" ... 9", mutta suurenee sen jälkeen latvaläpimitan kasvaessa. Hyvin pienten tukkien (latvaläpimitta 3" ... 5") vieminen syöttöpöydälle vaatii kesällä selvästi vähemmän aikaa kuin talvella. Syitä tähän on jo käsitelty aikaisemmin tukin suuruuden ja ajan välisen riippuvuuden selvittelyn yhteydessä, joten niihin ei ole tämän yhteydessä syytä puuttua.

454 Perusaika

Perusaika jakaantuu valmistavaan aikaan, pääaikaan ja apuaikaan. Näistä pääaika on pisin; sen osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 62.1 %. Valmistavan ajan ja apujan vastaavat osuudet ovat 20.3 ja 8.4 %. Perusaika on siis yli 9/10 varsinaisesta sahausajasta, ja sen osuus on n. 2 % suurempi kesällä kuin talvella. Laskettuna tukin pituusjalkaa kohti perusaika on keskimäärin 25 cmin (talvisahauksessa 25 ja kesäsahauksessa 23 cmin).

454.1 Valmistava aika

Kenttäpyörösahauksessa pääajalla kuvatus työn valmisteluun kuuluvat aluksi pyöreän tukin ja sahausajan edistyessä erimuotoisten paloitteiden *asettaminen* syöttöpöydälle, tukin *kiinnittäminen* syöttöpöytäan ensimmäistä leikkausta varten sekä *asetteen säätäminen*. Valmistavan ajan osuus on keskimäärin 20.3 %, talvella 20.8 % ja kesällä 19.0 %, varsinaisesta sahausajasta. Keskimääräisesti valmistavien töiden suorittamiseen on kulunut 82 cmin/tukki eli n. 6 cmin/jj. Valmistava aika juoksujalkaa kohti on n. 1 cmin:n lyhyempi kesäsahauksessa kuin talvisahauksessa.

Valmistava aika pitenee selvästi tukin latvaläpimitan kasvaessa.

454.11 Sahattavan paloitteiden asettaminen syöttöpöydälle

Sen jälkeen kun tukki on viety syöttöpöydälle, se käännetään ja asetetaan niin, että ensimmäinen leikkaus on sahaustuloksen kannalta mahdollisimman

edullinen. Jokaista uutta leikkausta varten sahattava paloite on asetettava uudelleen. Tästä johtuu, että tämän työvaiheajan osuus varsinaisesta sahausajasta on suurehko, nimittäin 17.4 %. Keskimäärin työ on vaatinut 71 cmin/tukki eli n. 5 cmin/jj.

Kuten jo aikaisemmin sivulla 32 on mainittu, tapahtuu ensimmäisen leikkauksen suunnittelu jo tukin asettelun yhteydessä. Asetteluaika voi vaihdella huomattavasti tukin ominaisuuksien mukaan. Molemmille aineistoille ominainen hajonta on tämän perusteella selitettävissä. Tukin syöttöpöydälle asettamiseen kulunut aika vaihtelee suuresti, sillä ensimmäisen leikkauksen oikea suorittaminen on usein ratkaiseva mahdollisimman suuren sahaustuloksen saamiseksi.

Kuten niin ikään jo aikaisemmin mainittiin, tukin ensimmäisen pinnan sahausuksen jälkeen asetettiin näin syntyneen b-paloitteen sahattu pinta syöttöpöytää vasten ja toinen pinta sahattiin irti, jolloin muodostui ns. c-paloite. Kolmannen pinnan sahaamiseksi c-paloite oli asetettava syöttöpöydälle siten, että sahattavan tavarankorkeus tulisi määräsuuruisiksi. c-paloitteen sahausessa d-paloitteeksi käytettiin avuksi asetteen säätölaitteen tukilevyä. Tällöin syntyi kaksi yhden-suuntaista pintaa, jotka muodostivat sahattavan tavarankorkeuden lappeat.

Talviaineistosta tukin asetteluaajan riippuvuutta latvaläpimitasta on tutkittu 1 067 havainnon ja kesäaineistosta 325 havainnon perusteella. Molemmat aineistot antavat tulokseksi, että asetteluaikaa esittävä kuvaaja nousee käyrän muotoisesti latvaläpimitan kasvaessa. Aineistojen korrelaatiokertoimet keskivirheineen ovat

$$\begin{aligned} \text{talvisahauksessa } r &= 0.435 \pm 0.028 \text{ ja} \\ \text{kesäsausageissa } r &= 0.624 \pm 0.044 \text{ sekä} \end{aligned}$$

regressiosuoran yhtälöt

$$\begin{aligned} (9) \quad & \text{talvisahauksessa } y = 2.99x + 4.35 \text{ ja} \\ (10) \quad & \text{kesäsausageissa } y = 3.71x - 8.15. \end{aligned}$$

Asetteluaajan ja tukin latvaläpimitan välinen korrelaatio on keskivahva ja keskivirheestä päätellen todellinen. Talvi- ja kesäsausageksen kesken on olemassa selvä aikaero siten, että sahattavan paloitteen asettaminen syöttöpöydälle on kesällä joutuisampaa kuin talvella. Ero pienenee kuitenkin latvaläpimitan kasvaessa. Eron pienentyminen voi ainakin osaksi johtua kesäaineiston pienyydestä.

Aineisto, joka käsittää *b-paloitteen* asetteluaajan, on talvisahauksessa 1 296 tukkia ja kesäsausageksessa 385 tukkia käsittävä. Myös b-paloitteen asetteluaajan kuvaaja kasvaa käyrän muotoisesti latvaläpimitan suuretessa kutakuinkin samalla tavoin kuin pyöreän tukin asetteluaikaa kuvaava käyrä. Nousu on kuitenkin jonkin verran loivempi, mikä johtunee pienemmästä käsittelyhankaluudesta (yksi pinta sahattu pois). Korrelaatio on tässäkin tapauksessa todellinen, kuten seuraavista korrelaatiokertoimista käy ilmi:

$$\begin{aligned} \text{Talvisahaus } r &= 0.513 \pm 0.024 \\ \text{Kesäsausage } r &= 0.552 \pm 0.043 \end{aligned}$$

Regressiosuoran yhtälöt ovat

$$\begin{aligned} (11) \quad & \text{talvisahauksessa } y = 2.49x - 3.14 \text{ ja} \\ (12) \quad & \text{kesäsausageksessa } y = 2.38x - 4.20. \end{aligned}$$

Nousukulma on melkein sama molemmissa tapauksissa, joten aika kasvaa suurin piirtein samalla tavoin latvaläpimitan suuretessa. Todellista eroa talvi- ja kesäsausageksien kesken on tässäkin tapauksessa, mutta se ei ole samaa suuruusluokkaa kuin pyöreän tukin asettelun ollessa kyseessä.

c ja *d-paloitteiden* asettelussa huomataan jo muodoltaan säännöllisen kappaleen edut. Sen jälkeen kun kaksi pintaa on leikattu, tukin alkuperäinen latvaläpimita vaikuttaa asetteluaikaan suurin piirtein samalla tavoin kuin jos kolme pintaa olisi poissa. Tukin alkuperäinen latvaläpimita vaikuttaa ajanmenekkiin edelleenkin, mutta ei yhtä selvästi kuin edellisissä tapauksissa, kuten seuraavat regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet osoittavat.

Talvisahaus

$$\begin{aligned} (13) \quad & \text{c-paloite } y = 1.33x + 0.077 \quad r = 0.516 \pm 0.033 \\ (14) \quad & \text{d-paloite } y = 1.38x - 0.313 \quad r = 0.415 \pm 0.028 \end{aligned}$$

Kesäsausage

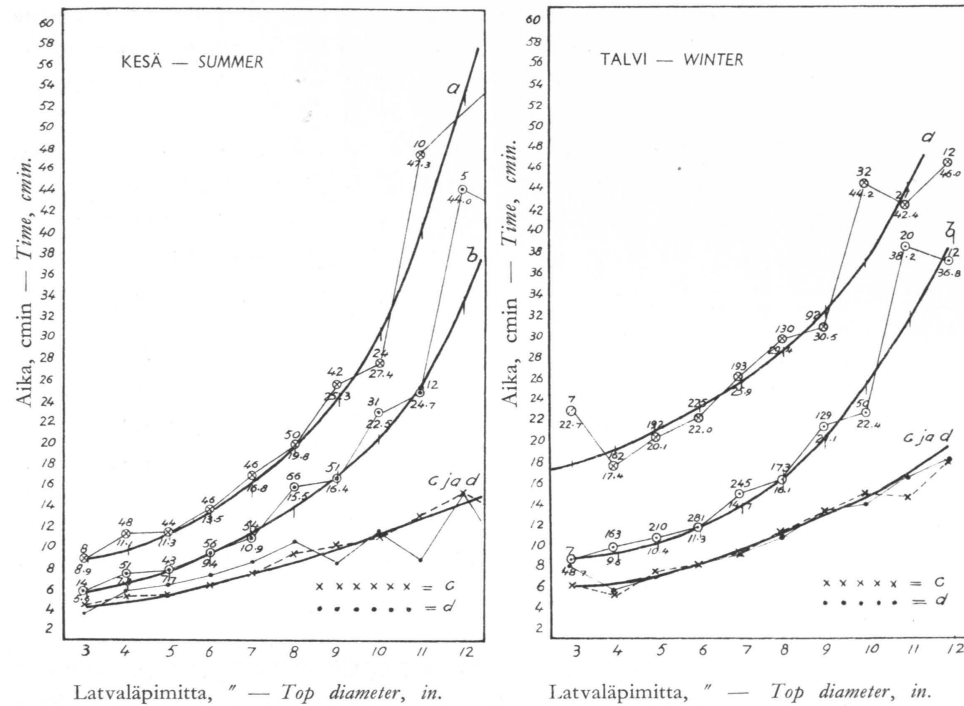
$$\begin{aligned} (15) \quad & \text{c-paloite } y = 1.08x + 0.152 \quad r = 0.492 \pm 0.063 \\ (16) \quad & \text{d-paloite } y = 0.694x + 3.38 \quad r = 0.274 \pm 0.057 \end{aligned}$$

Etenkin talviaineiston perusteella voidaan päätellä, että c- ja d-paloitteiden asetteluaajat ovat niin samansuuruiset, että niitä voidaan pitää yhteisinä molemmille sahattavien paloitteiden muodoille. Suorat ovat melkein samansuuntaiset ja aikaerot hyvin pienet. Kesäaineistossa esiintyy tosin lievä poikkeama, mutta tendenssi on kuitenkin sama kuin talviaineistossa. Poikkeama voi myös johtua kesäaineiston pienyydestä.

Voitaneen siis todeta, että *c- ja d-paloitteiden syöttöpöydälle asettamisajat ovat käytännöllisesti katsoen samat*. Sen sijaan näiden paloitteiden asettaminen talvella vaatii enemmän aikaa kuin kesällä.

Korrelaatiotaulujen ryhmäkeskiarvojen perusteella on yhdistetty tukin b- ja c-paloitteiden asettamisajojen riippuvuutta tukin latvaläpimitasta esittävät kuvaajat erikseen talvi- ja kesäsausageksessa (kuva 8). Näissä on tukin ja b-paloitteen osalta esitetty luokakeskiarvot ja tapausten määrät kussakin luokassa. Pienten aikaerojen takia c- ja d-paloitteiden osalta ei vastaavaa yhdistelyä ole tehty. Luokakeskiarvojen perusteella on silmävaraisesti piirretty ajankäyttöä osoittavat kuvaajat, erikseen pyöreälle tukille ja b-paloitteelle, mutta yhteinen c- ja d-paloitteille.

Koska tukin *kuutiolisällöllä* on merkitystä syöttöpöydälle asettamiseen kuluneeseen aikaan, on tämän suhteen selvittämiseksi laskettu regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet keskivirheineen. Talviaineisto käsittää 1 167 ja kesäaineisto 328 tukkia. Regressiosuorat on kerätty liitteessä 9 esitettyyn koordinaatistoon. Liitettä tarkasteltaessa voidaan päätellä, että erimuotoiset asetettavat paloitteet muodostavat asettamisen ajanmenekkiin nähden kolme selvää ryhmää siten, että tukin asettaminen vaatii eniten aikaa ja c-paloitteen vähiten. Sahauskau-



Kuva 8. Sahattavan paloiteen asettaminen syöttöpöydälle. Talvi ja kesäsahaus
Fig. 8. Setting of the piece to be sawn on the roller table. Winter and summer sawing

den vaikutus on myös ilmeinen, sillä asettaminen on talvella selvästi hitaampaa kuin kesällä.

Huomio kiintyy myös siihen, että regressioyhtälöissä c-paloitteen termi b on noin kaksi kertaa niin suuri kuin b-paloitteen. Tämä johtuu siitä, että c-paloitteen asettamisen yhteydessä määrätään varsinaisen sahatavaran lopullinen leveys, mikä aina vaatii suunnittelua.

Tukin syöttöpöydälle asettamisajan ja tukin kuutiosisällön välillä vallitsevat seuraavat korrelaatiot:

| Sahattava paloite | Talvisahaus | Kesäsahaus |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tukki | $r = 0.616 \pm 0.023$ | $r = 0.712 \pm 0.039$ |
| b | $r = 0.707 \pm 0.015$ | $r = 0.711 \pm 0.028$ |
| c | $r = 0.542 \pm 0.031$ | $r = 0.509 \pm 0.054$ |

Tukin syöttöpöydälle asettamisajan ja sen suuruuden välillä vallitsee siis vahva todellinen korrelaatio.

454.12 Sahattavan paloiteen kiinnittäminen syöttöpöytään

Tukin liikkumisen estämiseksi ensimmäistä pintaa sahattaessa apumies löi kiinnitysraudan tukin peräpäähän, minkä jälkeen sahaus alkoi. Sen jälkeen kun ensimmäinen pinta oli sahattu irti, tukki (b-paloite) käännettiin sahattu pinta syöttöpöytää vasten, jolloin se toisen pinnan sahausksessa pysyi paikallaan ilman kiinnittämistä.

Koska kiinnittäminen näin ollen rajoittui yhteen ainoaan kertaan tukkia kohti, on myös ajanmenekki pieni. Varsinaisesta sahausajasta tukin kiinnittämisen osuus on 2.1 % ja sen vaatima aika 8 cmin/tukki eli vähemmän kuin 1 cmin/jj.

Tukin syöttöpöytään kiinnitysajan riippuvuutta tukin kuutiosisällöstä on tutkittu talvisahauksessa 1 141:n ja kesäsahauksessa 307 tukin perusteella. Tällöin on regressiosuorien yhtälöiksi saatu

$$(17) \quad \text{talvisahauksessa} \quad y = 0.993x + 6.074 \text{ ja}$$

$$(18) \quad \text{kesäsahauksessa} \quad y = 0.343x + 3.833 \text{ sekä}$$

korrelaatiokertoimiksi

$$\text{talvisahauksessa} \quad r = 0.490 \pm 0.026 \text{ ja}$$

$$\text{kesäsahauksessa} \quad r = 0.383 \pm 0.053.$$

Sekä talvi- että kesäsahauksessa vallitsee kiinnittämisaajan ja tukin kuutiosisällön välillä keskivahva korrelaatio. Lisäksi huomataan, että tukin kiinnittäminen on hitaampaa talvella kuin kesällä ja että ero suurenee tukin kuutiosisällön kasvaessa. Lumisen ja jäisen tukin käsittely usein hyvinkin liukkaalla syöttöpöydällä on aikaa vievää, ja lisäksi on otettava huomioon, että kiinnitysraudan lyönti jäätyneeseen puuhun on hankalampaa kuin sulaan. Kerroin b kuvaa lähinnä tukin yleistä käsittelyhankaluutta, ja kuten nähdään, se on suurempi talvi- kuin kesäsahauksessa.

Syöttöpöytään kiinnittämisaajan riippuvuutta tukin latvaläpimitasta on talvisahauksen osalta tutkittu 1 139:n ja kesäsahauksessa 305 tukin perusteella. Tällöin on korrelaatiokertoimiksi saatu

$$\text{talvisahauksessa} \quad r = 0.401 \pm 0.027 \text{ ja}$$

$$\text{kesäsahauksessa} \quad r = 0.360 \pm 0.053.$$

Voidaan siis todeta, että myös tukin latvaläpimitan ja kiinnittämisaajan välillä vallitsee keskivahva todellinen korrelaatio.

Regressiosuoran yhtälöt ovat

$$(19) \quad \text{talvisahauksessa} \quad y = 1.026x + 3.44 \text{ ja}$$

$$(20) \quad \text{kesäsahauksessa} \quad y = 0.391x + 2.689.$$

Talviaineiston perusteella näyttää siltä, kuin ajanmenekkiä osoittava kuvaaja ei olisi suora vaan käyrä. Jos siitä huolimatta lasketaan y:n arvot korrelaatiotaulun regressiosuoran perusteella, saadaan seuraavat tukin kiinnittämisaajat:

| Latvaläpimita | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" | 14" |
|---------------|----|----|----|-------------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | <i>Kiinnittämisaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Kesäsahaus | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | — |

454.13 Asetteen säätäminen

Asetteen säätämisen osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin vain 0.8 %, joten sen merkitys kokonaisajan kannalta on pieni. Aikahavainnot olivat usein niin lyhyitä, ettei niitä aina ole voitu merkitä aikatutkimuslomakkeeseen. Jokaista tukkia kohti ei ole aina saatu aikamerkintää asetteen säätämistä koskevia merkintöjä. Tätä taustaa vasten on selitettävissä korrelaatiotaulujen perusteella saatujen aikojen ja asetteen säätämiseen kuluneiden keskimääräisten aikojen välinen ero. Keskimääräinen aika perustuu kaikkiin tukkeihin, kun taas korrelaatiotaulun perusteella saadut aika-arvot koskevat yksittäisiä tukkeja.

Talviaineistoon pohjautuvan korrelaatiotaulun mukaan asetteen säätämistä osoittava kuvaaja ei nouse suoraviivaisesti vaan käyrästi. Kasvu on pieni noin kuuteen tuumaan asti, mutta nousee sen jälkeen jyrkästi. On kuitenkin havaittavissa selvää riippuvuutta säätämisaajan ja tukin latvaläpimitan kesken, sillä

$$r = 0.478 \pm 0.031.$$

Kesäaineiston korrelaatiotaulun aikakuvaaja taas nousee kutakuinkin suoraviivaisesti tukin latvaläpimitan kasvaessa. Tämä voi osaksi johtua kesäaineiston pienuudesta. Korrelaatiokerroin keskivirheineen on

$$r = 0.36 \pm 0.08.$$

Kesäsahaussakin asetteen säätämisaajan ja tukin latvaläpimitan välinen korrelaatio on keskivahva.

Sekä talvi- että kesäsahausten aikahavaintojen perusteella on laskettu regressiosuoran yhtälöt, jotka ovat

$$(21) \quad \text{talvisahaussessa } y = 1.126x - 1.425 \text{ ja}$$

$$(22) \quad \text{kesäsahaussessa } y = 0.309x + 2.766.$$

Regressiosuorien perusteella lasketut asetteen säätämisaajat ovat:

| Latvaläpimita | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" |
|---------------|----|----|----|--|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | <i>Asetteen säätämisaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | |
| Talvisahaus | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 |
| Kesäsahaus | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Ero on suurin 12":n ja 13":n luokissa, mutta supistuu läpimitan pienetessä niin, ettei enää 3":n ja 4":n luokissa ole eroa talvi- ja kesäsahausten kesken. Suurten tukkien sahausessa asetteen säätäminen toistuu useasti, joten pienetkin erot tulevat näkyviin.

454.2 Pääaika

Pääaikaan kuuluvat ne toiminnot, jotka suoranaisesti edistävät sahaustuloksen saavuttamista, kuten sahaus, syöttöpöydän palautus ja särmäys. Sahaus käsittää pintojen irtisahausten ja niiden sahaamisen pintalautoiksi sekä sydäntavaran sahaus. Pääajan osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 62.1 %, ja se on talvisahaussessa 61.7 % ja kesäsahaussessa 65.2 %. Pääajan keskimääräinen pituus on 252 cmin/tukki eli 17 cmin/jj. Juoksujalkaa kohti laskettuna pääaika on talvella n. 1 cmin:n pitempi kuin kesällä.

Pääaika kasvaa selvästi latvaläpimitan suuretessa. Pääajan toimista sahaus vaatii eniten työtä; sen osuus varsinaisesta sahausajasta on 32.6 %, mikä vastaa 9 cmin/jj. Palautusajan osuus on 20.7 % ja särmäyksen 8.8 % eli vastaavasti 6 ja 2 cmin/jj. Pääajan keskimääräinen jakautuminen selviää taulukosta 22.

454.21 Sahaus

454.211 Pintojen sahaus

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, sahataan tukista tavallisesti ensiksi kolme pintaa, ennen kuin siten syntyneestä pelkasta eli d-paloitteesta (ks. s. 32) ruvetaan sahaamaan varsinaista sahatavaraa. Sellaiset pinnat, joista saadaan pintalautoja, nostetaan sivuun ja sahataan pintalautoiksi d-paloitteen sahaus päättyttyä. Pintalaudat särmätään myöhemmin joko yksin kappalein tai latomuksina yhteissärmäyksessä.

Oli oletettavissa, että leikkauksen leveys ja sen asema tukissa vaikuttavat sahaus aikaan. Siksi leikkauksen leveyden vaikutusta sahauskuluneeseen aikaan on tutkittu tukin pituusluokittain erikseen pintojen ja sydäntavaran osalta. Pintakappaleiden sahausleveys vaihtelee tukin kapenemisen johdosta myös samassa latvaläpimitaluokassa, joten sahausajoja on vaikea ilmoittaa tukkien latvaläpimitaluokittain. Lähtökohdaksi on sen vuoksi valittu kunkin leikkauksen *keskimääräinen leveys* yhden tuuman tarkkuudella, minkä perusteella on laadittu korrelaatiotauluja tukin latvaläpimita- ja leikkauksen leveysluokittain. Sydäntavaran sahausessa taas on otettu luokittelun perustaksi sahatun tavaran leveys.

Kun kuitenkin oli todennäköistä, että pintojen keskimääräiset leveydet vaihtelevat tukin latvaläpimitan muuttuessa, asiaa tutkittiin lähemmin. Tukista (a-paloitteesta) sahattua pintaa nimitetään seuraavassa I-pinnaksi, b-paloitteesta sahattua II-pinnaksi ja c-paloitteesta sahattua pintaa III-pinnaksi. Eri pintaryhmien leikkauksen leveyden riippuvuutta tukin latvaläpimitasta on selvitetty korrelaatiolaskentaa käyttäen kunkin pintaryhmän osalta. Aineisto käsittää 1 152 tukkia, joista kaikista on sahattu I-pinta, 1 133 tukista myös II-pinta (n. 98 %) ja 933 tukista kokomäärästä III-pinta (n. 90 %). Menetelmä, jossa kolme pintaa

Taulukko 22. Pääajan keskimääräinen jakaantuminen talvi- ja kesäsaahauksessa
Table 22. Average distribution of principal time in winter and summer sawing

| Latvaläpimitta, Top diameter, in. | Tukkeja, kpl Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. | Sahaus Sawing | | | Syöttöpöydän palautus Returning of the roller table | | | Särmäys Trimming | | | Pääaika yhteensä Principal time in total | | |
|---|--------------------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. | % vars. sahaus- ajasta % of sawing time proper | cmin/ tukki cmin./log | cmin./j cmin./ru. ft. |
| 3 | 2 | 18.0 | 30.4 | 54 | 3.0 | 25.8 | 46 | 2.5 | — | — | 56.2 | 100 | 5.5 | |
| 3 1/2 | 18 | 13.5 | 31.8 | 48 | 3.6 | 25.7 | 39 | 2.9 | — | — | 57.5 | 87 | 6.5 | |
| 4 | 84 | 13.9 | 33.7 | 57 | 4.0 | 25.8 | 44 | 3.1 | 0.9 | 0.1 | 60.4 | 103 | 7.2 | |
| 4 1/2 | 139 | 14.9 | 33.9 | 68 | 4.6 | 24.6 | 50 | 3.3 | 4.1 | 0.6 | 62.6 | 126 | 8.5 | |
| 5 | 146 | 15.0 | 32.4 | 78 | 5.2 | 23.6 | 57 | 3.8 | 7.8 | 1.3 | 63.8 | 154 | 10.3 | |
| 5 1/2 | 103 | 15.3 | 31.8 | 88 | 5.8 | 22.2 | 61 | 4.0 | 9.1 | 1.6 | 63.1 | 174 | 11.4 | |
| 6 | 137 | 14.6 | 32.5 | 105 | 7.2 | 22.6 | 74 | 5.0 | 9.8 | 2.2 | 64.9 | 211 | 14.4 | |
| 6 1/2 | 152 | 14.8 | 33.9 | 130 | 8.8 | 22.2 | 85 | 5.7 | 9.9 | 2.6 | 66.0 | 253 | 17.1 | |
| 7 | 135 | 15.2 | 33.7 | 140 | 9.2 | 21.4 | 89 | 5.8 | 10.0 | 2.7 | 65.1 | 271 | 17.7 | |
| 7 1/2 | 122 | 15.5 | 33.1 | 152 | 9.8 | 19.8 | 91 | 6.0 | 9.8 | 2.9 | 62.7 | 288 | 18.7 | |
| 8 | 112 | 14.7 | 31.5 | 154 | 10.5 | 19.3 | 94 | 6.4 | 11.0 | 3.7 | 61.8 | 302 | 20.6 | |
| 8 1/2 | 84 | 15.1 | 32.8 | 182 | 12.0 | 18.7 | 104 | 6.8 | 11.3 | 4.2 | 62.8 | 349 | 23.0 | |
| 9 | 79 | 15.2 | 32.1 | 186 | 12.2 | 18.2 | 106 | 6.9 | 10.5 | 4.0 | 60.8 | 353 | 23.1 | |
| 9 1/2 | 58 | 14.8 | 33.4 | 213 | 14.4 | 19.6 | 125 | 8.5 | 7.4 | 3.2 | 60.4 | 385 | 26.1 | |
| 10 | 40 | 14.7 | 32.9 | 227 | 15.4 | 18.8 | 130 | 8.8 | 6.9 | 3.2 | 58.6 | 404 | 27.4 | |
| 10 1/2 | 16 | 14.3 | 31.7 | 224 | 15.6 | 18.8 | 133 | 9.3 | 8.8 | 4.4 | 59.3 | 419 | 29.3 | |
| 11 | 26 | 14.2 | 32.9 | 263 | 18.4 | 18.4 | 147 | 10.4 | 8.4 | 4.7 | 59.7 | 477 | 33.6 | |
| 11 1/2 | 7 | 13.3 | 31.5 | 219 | 16.5 | 19.8 | 138 | 10.4 | 8.5 | 4.4 | 59.8 | 416 | 31.3 | |
| 12 | 13 | 12.5 | 29.9 | 220 | 17.5 | 18.0 | 133 | 10.6 | 8.1 | 4.7 | 56.0 | 412 | 32.8 | |
| 12 1/2 | 4 | 14.0 | 30.6 | 328 | 20.2 | 20.2 | 216 | 15.4 | 4.4 | 3.4 | 55.2 | 592 | 42.2 | |
| 13 | 2 | 15.5 | 25.9 | 466 | 30.1 | 17.9 | 281 | 18.1 | 4.9 | 5.0 | 52.6 | 821 | 53.2 | |
| 13 1/2 | 3 | 16.0 | 25.9 | 471 | 29.5 | 17.4 | 318 | 19.9 | 1.5 | 1.7 | 44.8 | 816 | 51.1 | |
| 14 | 1 | 17.0 | 31.7 | 784 | 46.1 | 16.8 | 415 | 24.4 | — | — | 48.5 | 1 199 | 70.5 | |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | 26.6 | 475 | 31.7 | 17.5 | 314 | 20.9 | — | — | 44.1 | 789 | 52.6 | |
| 17 | 1 | 15.0 | 28.5 | 736 | 49.1 | 20.6 | 532 | 35.5 | — | — | 49.1 | 1 268 | 84.6 | |
| | 1 485 | 14.9 | 32.6 | 132 | 8.9 | 20.7 | 84 | 5.6 | 8.8 | 2.4 | 62.1 | 252 | 16.9 | |

ensin sahataan pois ennen kuin varsinaisen sydäntavaran eli d-paloitteen sahaus alkaa, on siis yleisin kenttäpyörösahauksessa.

Eri pintaryhmien leveyksien (x) ja tukkien latvaläpimitaluokkien (y) välisiä suhteita valaisevat alla olevat regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet.

$$\begin{aligned}
 (23) \quad I\text{-pinnat} & \quad y = 0.578x + 1.6 & \quad r = 0.743 \pm 0.02 \\
 (24) \quad II\text{-pinnat} & \quad y = 0.715x + 0.815 & \quad r = 0.841 \pm 0.027 \\
 (25) \quad III\text{-pinnat} & \quad y = 0.781x + 0.892 & \quad r = 0.858 \pm 0.03
 \end{aligned}$$

Tukin latvaläpimitan ja pintojen leveyksien kesken vallitsee vahva positiivinen korrelaatio. Regressiosuorien a-tekijän perusteella voidaan todeta, että ensimmäinen pinta (I) on kapeampi kuin muut ja että kolmas pinta on levein. Tukin latvaläpimitan yhden tuuman kasvua vastaa keskimäärin 0.58" pinnan leveyden kasvu ryhmässä I, 0.72" ryhmässä II ja 0.78" ryhmässä III. Eri pintaryhmien keskimääräinen leveyden riippuvuus tukkien latvaläpimitasta ilmenee taulukosta 23.

Taulukko 23. Pintaryhmien I, II ja III keskimääräisen leveyden riippuvuus tukin latvaläpimitasta
Table 23. Average dependence of the width of surfaces I, II and III upon the top diameter of log

| Tukin latvaläpimita, Top diameter of log, in. | Pintojen leveys, Width of surfaces, in. | | |
|--|--|------------------------|--------------------------|
| | Pinta I Surface I | Pinta II Surface II | Pinta III Surface III |
| 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 4 | 4 | 5 |
| 6 | 5 | 5 | 6 |
| 7 | 6 | 6 | 6 |
| 8 | 6 | 7 | 7 |
| 9 | 7 | 7 | 8 |
| 10 | 7 | 8 | 9 |
| 11 | 8 | 9 | 9 |
| 12 | 9 | 9 | 10 |
| 13 | 9 | 10 | 11 |
| 14 | 10 | 11 | 12 |
| 15 | 10 | 12 | 13 |
| 16 | 11 | 12 | 13 |
| 17 | 11 | 13 | 14 |

Pintojen sahausajan ja leikkauksen leveyden välisen suhteen selvittämiseksi leveydet on jaettu tuumaluokkiin ja tutkittu kunkin luokan sahausajan ja tukin pituuden välistä riippuvuutta. Leveysluokkia on talviaineistossa 10 (2" . . . 11") ja kesäsaahasaineistossa 8 (3" . . . 10"). Tässä yhteydessä tyydytään esittämään talvi-

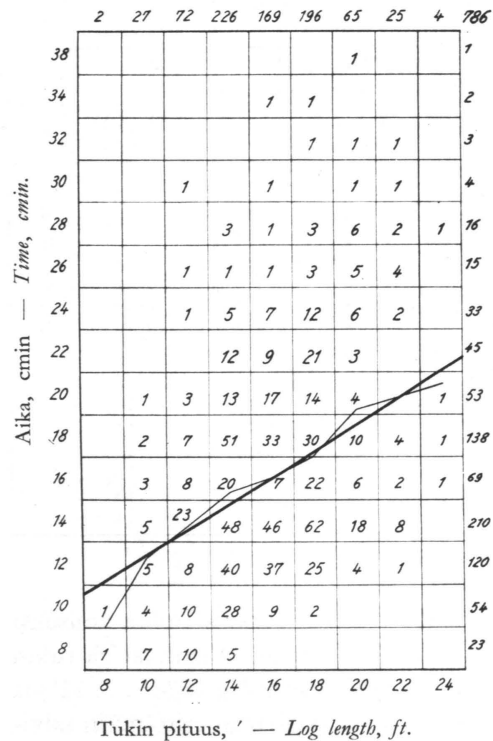
aineiston 6":n ja kesäaineiston 5":n korrelaatiotaulut, jotka edustavat tapausten määrään nähden kunkin aineiston suurinta luokkaa.

Korrelaatiotauluihin on merkitty tukkien pituusluokittaiset keskiarvopisteet yhdistämällä saatu murtoviiva sekä regressiosuora. Korrelaatiotaulujen luokkakeskisarvojen perusteella voidaan todeta, että korrelaatio on lineaarinen. Asian laita on sama muissakin leveysluokissa. *Regressiosuora kuvaa siis pintojen sabaukseen kuluneen ajan ja sahauspituuden eli tukin pituuden välistä lineaarista riippuvuutta.*

Taulukossa 24 on esitetty pintojen sahauskseen kuluneen ajan ja tukin pituuden välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsahauskessa.

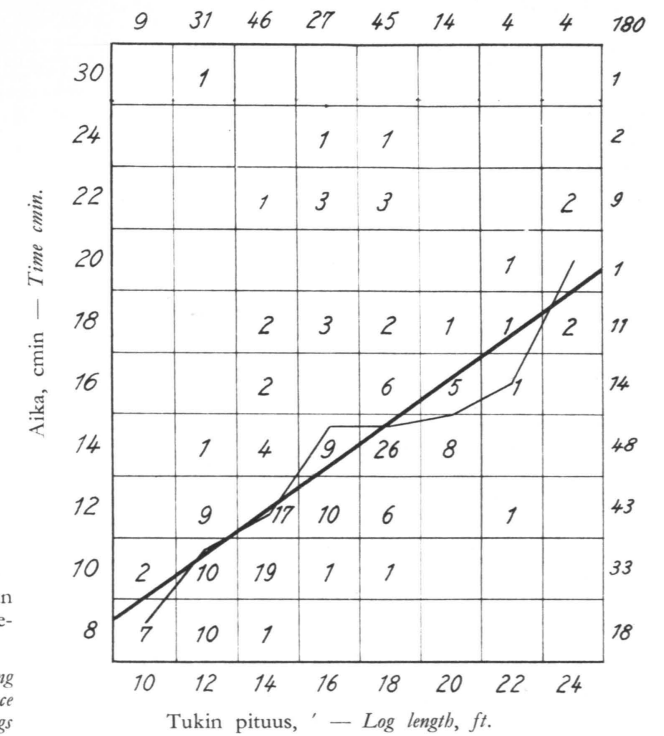
Taulukosta huomataan, että pintojen sahausajan ja sahauspituuden välillä vallitsee eri leveysluokissa yleensä vahva positiivinen korrelaatio. 2":n ja 11":n leveysluokat muodostavat aineiston pienuuden takia poikkeuksen. Edellisen luokan korrelaatiokerroin on lisäksi keskivirhettään pienempi, ja jälkimmäisen kerroin r on kaksinkertaista keskivirhettään jonkin verran pienempi. Muissa luokissa korrelaation merkitsevyys on kiistaton.

Yleinen suunta on, että tasoitusuoran kaltevuuskulman tangentin arvo — termi a — suurenee leikkausleveyden kasvaessa. Tämä merkitsee sitä, että sahaus-



Kuva 9. Pintojen sahausajan riippuvuus tukin pituudesta. Talvisahaus. 6"

Fig. 9. Dependence of the sawing time on the length of logs in surface sawing. Winter sawing. 6-in. logs



Kuva 10. Pintojen sahausajan riippuvuus tukin pituudesta. Kesäsahaus. 5"

Fig. 10. Dependence of the sawing time on the length of logs in surface sawing. Summer sawing. 5-in. logs

nopeus pienenee leikkauksen leveyden kasvaessa. Toisaalta a -termin arvon nousu leikkausleveyden kasvaessa ilmaisee, etteivät ajanmenekkiä osoittavat regressiosuorat nouse yhdensuuntaisesti sahausmatkan pidentyessä vaan viuhkamaisesti; ts. ero on suurissa leveysluokissa suurempi kuin pienissä. Termi b ei näytä suurenevan leveyden kasvaessa, mikä voidaan tulkita siten, että »valmisteluajat» johtuvat muista tekijöistä kuin leikkausleveydestä, esim. sahattavan tukin vikaisuuksista, käyryydestä ja soikeudesta.

Kesäsahauskessakin vallitsee kaikissa leveysluokissa vahva positiivinen korrelaatio pintojen sahausajan ja sahauspituuden kesken. Korrelaatio on erittäin merkitsevä, sillä kerroin r on 10":n luokkaa lukuun ottamatta kolminkertaista keskivirhettään suurempi.

Kesä- ja talviaineistojen vertailusta käy ilmi, että kesäaineiston a -arvot ovat talviaineiston vastaavia arvoja suurempia, mutta b -arvot huomattavasti pienempiä. Ajanmenekkiä osoittavat suorat nousevat kesäaineiston osalta jyrkemmin kuin talviaineistossa. Talvi- ja kesäsahauskseen aika-arvojen jakaantumista osoittavat suorat leikkaavat siis toisiaan. Kun vielä otetaan huomioon molempien aineistojen a -arvojen sisäiset vaihtelut eri leveysluokissa, päädytään toteamukseen, että todellisuutta vastaavia aika-arvoja ei saada määritetyksi riittävällä tarkkuudella esitettyjen regressiosuorien perusteella.

Taulukko 24. Pintojen sahausajan ja tukin pituuden välisen korrelaation tunnusluvut leikkauksen leveysluokittain. Talvi- ja kesäsahaus

Table 24. Terms of correlation between the sawing time for surfaces and the length of logs by surface width classes

| Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. | n | a | b | r | s_r (\pm) | \bar{x} , ft. | \bar{y} , cmin. | Tukkien pituus, ' Length of logs, ft. |
|--|-----|-------|---------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|--|
| Talvisahaus Winter sawing | | | | | | | | |
| 2 | 19 | 0.326 | 6.522 | 0.201 | 0.225 | 13.9 | 11.1 | 10 ... 18 |
| 3 | 319 | 0.596 | 2.979 | 0.417 | 0.051 | 13.9 | 11.3 | 10 ... 22, 28 |
| 4 | 629 | 0.344 | 6.025 | 0.358 | 0.037 | 15.0 | 12.7 | 8 ... 22, 28 |
| 5 | 678 | 0.499 | 6.463 | 0.313 | 0.037 | 15.6 | 14.2 | 8 ... 24, 28 |
| 6 | 786 | 0.606 | 6.520 | 0.356 | 0.033 | 15.9 | 16.2 | 8 ... 24 |
| 7 | 513 | 0.815 | 5.114 | 0.448 | 0.040 | 16.3 | 18.4 | 8 ... 24, 28 |
| 8 | 305 | 0.905 | 5.565 | 0.484 | 0.050 | 16.0 | 20.1 | 8 ... 22, 28 |
| 9 | 130 | 0.679 | 11.385 | 0.340 | 0.083 | 15.8 | 22.1 | 8 ... 22, 28 |
| 10 | 51 | 0.978 | 6.921 | 0.569 | 0.115 | 15.1 | 21.7 | 8 ... 22 |
| 11 | 26 | 1.071 | 9.629 | 0.362 | 0.183 | 15.1 | 25.8 | 10 ... 20 |
| Kesäsahaus Summer sawing | | | | | | | | |
| 3 | 89 | 0.526 | 3.363 | 0.670 | 0.079 | 14.3 | 10.9 | 10 ... 22 |
| 4 | 145 | 0.766 | 0.860 | 0.637 | 0.064 | 15.3 | 12.6 | 10 ... 24 |
| 5 | 180 | 0.691 | 2.431 | 0.579 | 0.061 | 15.6 | 13.2 | 10 ... 24 |
| 6 | 170 | 0.819 | 1.400 | 0.577 | 0.063 | 14.9 | 13.6 | 10 ... 22 |
| 7 | 146 | 1.372 | -2.708 | 0.629 | 0.064 | 14.8 | 17.7 | 10 ... 20 |
| 8 | 97 | 1.687 | -4.590 | 0.631 | 0.079 | 14.8 | 20.3 | 10 ... 20 |
| 9 | 67 | 2.705 | -16.520 | 0.703 | 0.087 | 15.0 | 24.1 | 12 ... 18 |
| 10 | 31 | 1.304 | 7.449 | 0.369 | 0.167 | 15.4 | 27.5 | 12 ... 18 |

Talvi- ja kesäaineistojen vertailusta ilmenee lisäksi, että talviaineiston tukit ovat pitempiä ja niiden pituusjakautuma on tasaisempi kuin kesäaineiston. Tällä seikalla on suuri merkitys eri aineistojen sahausaikojen erojen selvittelyssä. Yleisesti voidaan sanoa, että pienien aika-arvojen ja tarkan luokkajaotuksen ollessa kyseessä korrelaatiotaulun jommassa kummassa laidassa olevat satunnaiset aika-arvot vaikuttavat suhteettoman paljon regressiosuoran suuntaan. Regressiosuoran yhtälöä laskettaessa määrätään \bar{x} - ja \bar{y} -arvot, ts. jakautuman painopiste. Regressiosuora kulkee tämän pisteen kautta, ja jos on keskeisestä populaatiosta paljon poikkeavia arvoja, nämä kääntävät suoraa suurin piirtein keskipisteen varassa, jolloin a:n arvo laskee ja b:n nousee tai päinvastoin. Regressiosuorien suhde toisiinsa olisi todennäköisesti ollut toinen, jos aineistoissa olisi voitu käyttää samoja tukkien pituuksia kaikissa leveysluokissa. Esimerkki tässä saadaan kesäaineiston leveysluokista 7" ja 8". Näissä tukkien keskipituus on sama (14.8 jalkaa) ja tukkien määrän suhteellinen jakautuminen eri pituusluokissa myös samansuuntainen, kuten sivulla 79 olevasta jaotelmasta käy ilmi.

| Leikkauksen leveys | Tukkien pituusluokat < 14.8' | Tukkien pituusluokat > 14.8' |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| 7" | 58 % | 42 % |
| 8" | 55 % | 45 % |

Leikkauksen leveysluokassa 7" sahaus aika on taulukon 24 mukaan 17.7 cmin ja luokassa 8" 20.3 cmin. Eroa on ennen kaikkea pidettävä osoituksena siitä, että suurempi leikkausleveys aiheuttaa sahausajan kasvua.

Edellä esitetyin varauksin voidaan siis yhteenvetona todeta, että

- regressiosuora kuvaa pintojen sahausajan kuluneen ajan ja sahauspituuden välistä riippuvuutta,
- pintojen sahaus aika kasvaa sahauspituuden lisääntyessä,
- leikkauksen leveyden vaikutus sahaus aikaan on muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta ilmeinen: sahaus aika kasvaa leveyden noustessa ja
- regressiosuorien perusteella näyttää siltä, että ajanmenekin kannalta on eroa talvi- ja kesäoloissa tapahtuvan pintojen sahaus välillä.

Kohdassa d mainittua eroa ei vielä edellä esitetyn perusteella voida pitää sitovasti todistettuna. On osoitettava, onko olemassa merkitsevä vuodenajan aiheuttamasta työskentelyhankaluudesta johtuva ero. Tätä varten on tutkittu, eroavatko kesäoloissa pintojen sahausajan kuluneiden aikojen keskiarvot olennaisesti vastaavista talvisahausten keskiarvoista. Kaikkia esiintyviä tapauksia ei ole sisällytetty testaukseen, vaan molemmista populaatioista on otettu seuraavat näytteet, jotka on testattu korrelaatiotaulujen luokkakeskisarvojen perusteella:

4" × 12', 4" × 18' 6" × 12', 6" × 18', 7" × 14' ja 7" × 18'.

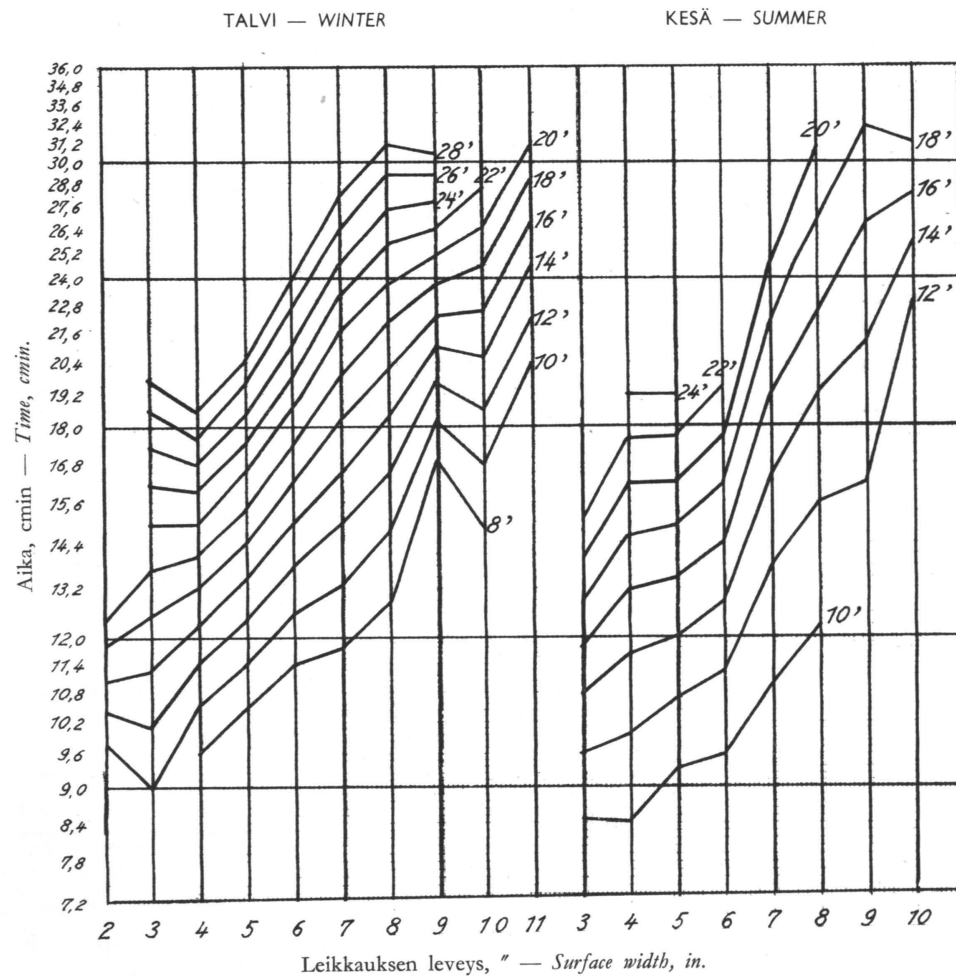
Keskiarvojen erotuksen keskivirhe on laskettu sivulla 49 esitetyn kaavan avulla. Testauksen tulokset on esitetty taulukossa 25.

Taulukko 25. Pintojen sahausajan kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaus

Table 25. Test of the differences in time consumption in surface sawing under winter and summer conditions

| | Sahauspinnan mitat Dimensions of sawing surface | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 4" × 12' | 4" × 18' | 6" × 12' | 6" × 18' | 7" × 14' | 7" × 18' |
| n_1 , kpl, kesä number, summer | 17 | 37 | 32 | 36 | 48 | 29 |
| n_2 , kpl, talvi number, winter | 75 | 92 | 72 | 196 | 128 | 158 |
| y_1 , cmin, kesä cmin., summer | 9.6 | 14.6 | 10.8 | 16.9 | 16.1 | 23.6 |
| y_2 , cmin, talvi cmin., winter | 12.0 | 14.3 | 13.8 | 17.0 | 17.3 | 18.1 |
| t | -3.00 | +0.48 | -3.70 | -0.13 | -1.71 | +6.11 |

Jos pidetään kiinni 1 %:n merkitsevyydestä, todetaan erotuksen olevan erittäin merkitsevä luokissa 4" × 12', 6" × 12' ja 7" × 18', koska $|t| > 2.58$. Luokassa 7" × 14' ero on mahdollisesti merkitsevä ($|t| > 1.60$). Muissa luokissa ei ole merkitsevää eroa keskiarvojen välillä. Toinen toteamus on, että pintojen sahausajan käyttö aika kasvaa jyrkemmin kesä- kuin talvisahaussessa sahauspituuden lisääntyessä. Pienemmissä tukkien pituusluokissa (12' ja 14') ero on merkitsevä ja aina negatiivinen, ts. kesäsahaus on talvisahausta nopeampaa. Luokissa 4" × 18' ja 6" × 18' ero on olematon. Luokassa 7" × 18' ero on erit-



Kuva 11. Pintojen sahausajan ja leikkauksen leveyden välinen riippuvuus tukkien pituusluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
Fig. 11. The interdependence by length classes between the sawing time and the width of the surfaces cut in surface sawing. Winter and summer sawing

täin merkitsevä ja positiivinen, mikä myös vahvistaa toteamuksen, että kesäsahaus on terän kuumenemisen johdosta talvisahausta hitaampaa, kun sahauspituus on suuri.

Vaikka edellä esitetty selvitys pintojen sahausajan riippuvuudesta sahauspituudesta leikkauksen eri leveysluokissa periaatteessa on riidaton, siinä kuitenkin esiintyy niin suuria poikkeuksia, että on katsottu aiheelliseksi tutkia riippuvuussuhteita myös toisin perustein. Edellä esitettyjen ja alkuperäisiin havaintoihin nojautuvien regressiosuorien avulla on laadittu korrelaatiotauluja, joihin x-muuttujaksi on sahauspituuden sijaan otettu leikkauksen leveys tuumaluokittain. Korrelaatiotaulujen y-akseli on logaritminen, jolloin yksittäiset säännöttömyydet tasoittuvat. Kuvassa 11 on esitetty pintojen sahausajan ja leikkauksen leveyden välinen riippuvuus tukkien pituusluokittain.

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, kuvassa 11 esitetyt sahausajan ajanmenekkiä osoittavat murtoviivat perustuvat edellä esitettyihin regressiosuorista saatuihin aika-arvoihin, jotka on laskettu tukkien pituusluokittain (taulukko 24), eivätkä alkuperäisiin havaintoihin, joten kuva ei esitä mitään olennaisesti uutta. Esitys on kuitenkin edellistä selvempi sikäli, etteivät murtoviivat leikkaa toisiaan. Taulukointi ei tämänkään esityksen perusteella anna tyydyttäviä tuloksia, joten on katsottu aiheelliseksi suorittaa tasoitus laskemalla pienimmän neliösumman

Taulukko 26. Pintojen sahausajan regressiokäyrän yhtälöt leikkauksen leveyden suhteen eri pituusluokissa talvi- ja kesäsahausuksessa
Table 26. Equations for the regression between the sawing time and surface width by log length classes in sawing of surfaces in the winter and summer

| Tukkien pituus, ' Log length, ft. | Tapausten lukumäärä, kpl Number of cases | Yhtälö ($y^1 = \log y$) Equation ($y^1 = \log y$) |
|--------------------------------------|---|--|
| | Talvisahaus Winter sawing | |
| 8 | 19 | $y^1 = 0.0355 x + 0.837$ |
| 10 | 178 | $y^1 = 0.0418 x + 0.841$ |
| 12 | 350 | $y^1 = 0.0414 x + 0.888$ |
| 14 | 1 097 | $y^1 = 0.0423 x + 0.922$ |
| 16 | 734 | $y^1 = 0.0434 x + 0.949$ |
| 18 | 736 | $y^1 = 0.0450 x + 0.972$ |
| 20 | 223 | $y^1 = 0.0488 x + 0.979$ |
| 22 | 93 | $y^1 = 0.0464 x + 1.028$ |
| 24 | 12 | $y^1 = 0.0636 x + 0.945$ |
| 28 | 14 | $y^1 = 0.0447 x + 1.124$ |
| | Kesäsahaus Summer sawing | |
| 10 | 57 | $y^1 = 0.0256 x + 0.843$ |
| 12 | 157 | $y^1 = 0.0451 x + 0.814$ |
| 14 | 284 | $y^1 = 0.0545 x + 0.826$ |
| 16 | 180 | $y^1 = 0.0608 x + 0.853$ |
| 18 | 185 | $y^1 = 0.0635 x + 0.879$ |
| 20 | 47 | $y^1 = 0.0579 x + 0.951$ |
| 22 | 9 | $y^1 = 0.0299 x + 1.105$ |
| 24 | 6 | $y^1 = 0.0053 x + 1.305$ |

Taulukko 27. Pintojen sahausaika leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain. Talvi-(T) ja kesäsahaus (K)
Table 27. Sawing time in the sawing of surfaces by classes of the cut width and log length, Winter (T) and summer (K) sawing

| Tukin pituus, Length of log, ft. | Leikkauksen leveys — Width of cut | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|
| | 2" | | 3" | | 4" | | 5" | | 6" | | 7" | | 8" | | 9" | | 10" | | 11" | |
| | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K |
| 8 | 8 | — | 9 | — | 10 | — | 10 | — | 11 | — | 12 | — | 13 | — | 14 | — | 16 | — | 17 | — |
| 10 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 16 | 16 | 17 | 17 |
| 12 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 18 | 20 |
| 14 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 18 | 18 | 18 | 20 |
| 16 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 |
| 18 | 12 | 13 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 | 22 | 24 |
| 20 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 | 22 | 24 | 24 | 27 |
| 22 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 | 22 | 24 | 24 | 26 | 26 | 29 |
| 24 | 13 | 14 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 21 | 21 | 23 | 23 | 26 | 26 | 28 | 28 | 33 |
| 28 | 14 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 20 | 20 | 21 | 21 | 23 | 23 | 26 | 26 | 28 | 28 | 35 |
| | 16 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 23 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 27 | 27 | 28 | 28 | 37 |

Pintojen sahausaika, cmin.
 Sawing time of surfaces, cmin.

menetelmällä tasoitusuoran yhtälöt. Tällöin on määritetty log y:n (sahausaika) regressiosuora x:n (leveys) suhteen eri pituusluokissa koko havaintoaineistoa käyttäen. Merkitään $y^1 = \log y$. Korrelaatiotaulujen perusteella lasketut regressiosuoran yhtälöt ilmenevät taulukosta 26.

Huomio kiintyy ennen kaikkea siihen, että termi a suurenee säännöllisesti sahauspituuden kasvaessa. Säännöllisyys on luonnollinen, koska yhtälöt perustuvat jo tasoitettuihin kuvaajiin. Poikkeukset johtunevat asianomaisten luokkien aineiston pienuudesta. Regressiokäyrät on siirretty yhteiseen puolilogaritmiseen koordinaatistoon, josta aika-arvoja on poimittu taulukkoon 27. Koska suorat talviaineiston luokassa 24' ja kesäaineiston luokissa 22' ja 24' tapausten vähälukuisuuden takia poikkeavat yleisestä suunnasta, suorien suunnat on korjattu vetämällä ne \bar{x} -pisteiden kautta silmävaraisesti yleisen kaltevuuskulman mukaisiksi. Taulukossa 27 esitetään pintojen sahausajan kuluneet ajat tukkien pituusluokittain ja leikkauksen leveysluokittain sekä talvi- että kesäsahauksesta. Silmävaraisen tasoituksen perusteella saadut aika-arvot on esitetty sulkeissa.

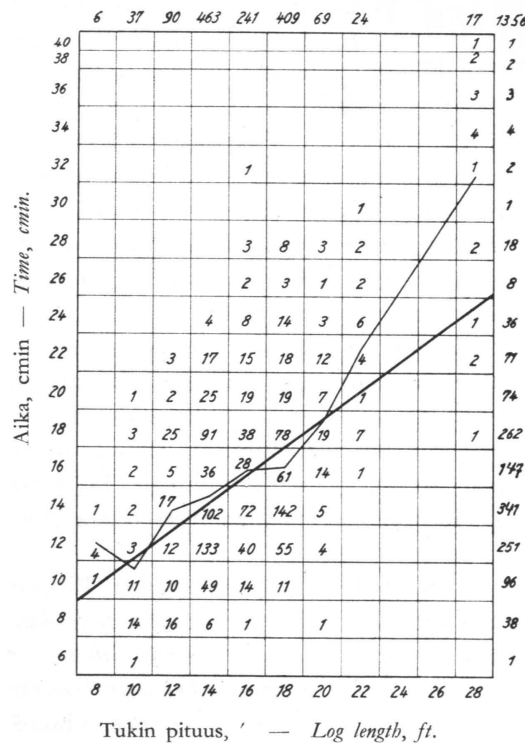
Sahausaika pitenee tukin pituuden ja leikkauksen leveyden kasvaessa. Lisäksi huomataan, että kesäsahaus on talvisahausta nopeampaa kaikissa leikkauksen leveysluokissa 12 jalkaan saakka. Luokassa 14' talvi- ja kesäsahaus vaatii yhtä paljon aikaa, kun leikkauksen leveys on 8", sitä pienemmissä leveysluokissa kesäsahaus on nopeampaa ja suuremmissa hitaampaa kuin talvisahaus. Luokissa 16' . . . 20' näyttää siltä, että kesäsahaus on talvisahausta hitaampaa 6":sta ylöspäin. Ero on 1 . . . 7 cmin.

Tätä pienempien leveyksien luokissa ero on 1 cmin tai olematon. Pitkien tukkien osalta aineisto on siksi pieni, että ero jää epävarmaksi. Yleisesti voidaan todeta, että pintojen sahaus vaatii normaalia pitempiä ja järeämpiä tukkeja sabattaessa kesällä enemmän aikaa kuin talvella, mutta pieniä tukkeja sabattaessa kesällä vähemmän aikaa kuin talvella. Kesäaikaisten tukkien osalta ero on hyvin pieni tai olematon. Yhtenä syynä tähän lienee, että terän ja sahausraon seinämien välinen kitka on kesällä suurempi kuin talvella, koska sahausvastus lisääntyy kuivaa ja lämmintä puuta sahattaessa. Talvella jäätynyt puu jäädyttää terää pienentämättä syöttönopeutta. Tämän tutkimuksen talvi- ja kesäsahauksen välinen ero saattaa johtua myös siitä, että kesäsahauksen aikana käytettiin toista voimamoottoria kuin talvella. Lisäksi on otettava huomioon, että kesäaineistoon kuuluvien tukkien läpimitta on suurempi kuin talvella sahattujen. Tämä puolestaan muuttaa korrelaatiotaulujen sisäistä rakennetta.

454.212 Sydäntavaran sahaus

Sydäntavaran sahausajan ja leikkauksen leveyden välistä suhdetta on tutkittu samoin perustein kuin pintojen sahausessa. Leikkauksen leveydet, jotka ovat samat kuin sydäntavaran leveydet, on jaettu tuumaluokkiin, joiden puitteissa on

tutkittu sahauspituuden vaikutusta sahausaikaan. Leveysluokkia on talviaineistossa seitsemän, (3" ... 9") ja kesäaineistossa neljä (4" ... 7"). Esimerkkinä sahausajan ja sahauspituuden välisestä korrelaatiosta esitetään kuvassa 12 talviaineiston 6":n korrelaatiotaulu, joka tapausten määrään katsoen edustaa suurinta luokkaa.



Kuva 12. Sydäntavaran sahausajan riippuvuus tukin pituudesta. Talvisahaus. 6"

Fig. 12. Dependence of the sawing time on the length of logs in the sawing of centre pieces. Winter sawing. 6-in. logs

Korrelaatiotauluun on myös piirretty y:n regressiosuora x:n suhteen. Verrattaessa tätä pituusjalkaluokittain laskettujen keskiarvopisteiden kautta kulkevaan murtoviivaan huomataan, että sydäntavaran sahausajasta laskettu regressiosuora kuvaa tyydyttävästi sahausajan ja sahauspituuden välistä riippuvuutta. Näin on asianlaita myös muissa luokissa.

Taulukko 28 esittää sydäntavaran sahausajan kuluneen ajan ja tukin pituuden välisen korrelaation tunnusluvut leikkauksen leveysluokittain talvi- ja kesäsahausissa.

Taulukon 28 mukaisesti sydäntavaran sahausajan ja sahauspituuden välillä vallitsee vahva positiivinen korrelaatio. Korrelaatio on erittäin merkitsevä, kaikissa luokissa kolminkertaista keskivirhettä suurempi.

Voisi odottaa, että tunnuslukusarjat olisivat homogeenisia, koska sahattavat paloitteet ovat suurin piirtein täysisärmäisiä ja vakioleveyisiä. Näin ei kuitenkaan ole: termit a ja b vaihtelevat paljon. Termi a näyttää kasvavan sahausleveyden

Taulukko 28. Sydäntavaran sahausajan ja tukin pituuden välisen korrelaation tunnusluvut leikkauksen leveysluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
Table 28. Terms of correlation between the sawing time for centre pieces and log length by surface width classes. Winter and summer sawing

| Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. | n | a | b | r | s_r (\pm) | \bar{x} , ft. | \bar{y} , cmin. | Tukkien pituus, ' Length of logs, ft. |
|---|-------|-------|--------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------|
| Talvisahaus Winter sawing | | | | | | | | |
| 3 | 107 | 0.483 | 4.619 | 0.528 | 0.082 | 16.0 | 12.3 | 10 ... 22 |
| 4 | 836 | 0.524 | 4.257 | 0.521 | 0.030 | 15.2 | 12.2 | 10 ... 24, 28 |
| 5 | 735 | 1.066 | -2.040 | 0.637 | 0.028 | 13.7 | 12.6 | 8 ... 22 |
| 6 | 1 356 | 0.738 | 3.881 | 0.477 | 0.024 | 15.9 | 15.6 | 8 ... 22, 28 |
| 7 | 124 | 0.991 | 4.120 | 0.719 | 0.062 | 15.9 | 19.9 | 8 ... 24, 28 |
| 8 | 91 | 0.714 | 8.615 | 0.547 | 0.088 | 14.0 | 18.7 | 8 ... 24 |
| 9 | 26 | 1.037 | 4.918 | 0.834 | 0.108 | 12.8 | 18.2 | 8 ... 10, 14 ... 18 |
| Kesäsahaus Summer sawing | | | | | | | | |
| 4 | 279 | 0.657 | 2.128 | 0.581 | 0.049 | 14.9 | 11.9 | 10 ... 22 |
| 5 | 132 | 0.731 | 1.849 | 0.599 | 0.070 | 15.3 | 13.0 | 8 ... 24 |
| 6 | 343 | 1.281 | -4.093 | 0.719 | 0.038 | 14.9 | 15.0 | 12 ... 20, 24 |
| 7 | 100 | 1.715 | -7.410 | 0.606 | 0.080 | 15.7 | 19.5 | 12 ... 18 |

suuretsa, ts. sahausnopeus pienenee leikkauksen leveyden kasvaessa. Termin b osalta suhde on sekava, mikä ehkä on tulkittava siten, ettei leikkauksen leveys vaikuta ns. valmisteluajan pituuteen. Talvi- ja kesäsahauskesken on eroa ja tässä kuten pintojenkin sahausessa näyttää sekä a:n että b:n perusteella siltä, että talvi- ja kesäsahausta osoittavat regressiosuorat leikkaavat toisensa. Jos talvi- ja kesäsahausten välinen ero tässä suhteessa on todellinen, se ei ilmene regressiosuorien perusteella, joten on suoritettava testaus. Se on suoritettu samalla tavoin ja samoja näytteitä käyttäen kuin pintojen sahausarvojen testaus (ks. s. 79).

Taulukko 29. Sydäntavaran sahausajan talvi- ja kesäoloissa kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaus
Table 29. Testing of the average figures for the consumption of sawing time for centre pieces under winter and summer conditions

| | Sahauspinnan mitat Dimensions of sawing surface | | | | | |
|--|--|------------|----------|----------|----------|----------|
| | 4" x 12' | 4" x 18' | 6" x 12' | 6" x 18' | 7" x 14' | 7" x 18' |
| n_1 , kpl, kesä number, summer | 43 | 30 | 94 | 97 | 38 | 41 |
| n_2 , kpl, talvi number, winter | 84 | 117 | 90 | 409 | 38 | 6 |
| y_1 , cmin, kesä cmin., summer | 9.9 | 14.0 | 12.6 | 20.4 | 16.5 | 24.0 |
| y_2 , cmin, talvi cmin., winter | 10.5 | 14.0 | 13.8 | 16.0 | 17.7 | 18.7 |
| t | -1.62 | ± 0.00 | -2.55 | +10.48 | -1.36 | +3.58 |

Taulukko 30. Sydäntavaran sahausajan regressiokäyrän yhtälöt leikkauksen leveyden suhteen eri pituusluokissa talvi- ja kesäsahauksessa

Table 30. Equations for the regression between the sawing time and surface width by log length classes in sawing of centre pieces in the winter and summer

| Tukkien pituus, ' Log length, ft. | Tapausten lukumäärä, kpl Number of cases | Yhtälö ($y^1 = \log y$) Equation ($y^1 = \log y$) |
|--------------------------------------|---|--|
| | Talvisahaus Winter sawing | |
| 8 | 27 | $y^1 = 0.0650 x + 0.590$ |
| 10 | 207 | $y^1 = 0.0553 x + 0.709$ |
| 12 | 289 | $y^1 = 0.0454 x + 0.825$ |
| 14 | 1 316 | $y^1 = 0.0467 x + 0.879$ |
| 16 | 617 | $y^1 = 0.0487 x + 0.914$ |
| 18 | 572 | $y^1 = 0.0458 x + 0.960$ |
| 20 | 154 | $y^1 = 0.0543 x + 0.960$ |
| 22 | 59 | $y^1 = 0.0498 x + 1.022$ |
| 24 | 8 | $y^1 = 0.0540 x + 1.017$ |
| 28 | 26 | $y^1 = 0.0803 x + 0.921$ |
| | Kesäsahaus Summer sawing | |
| 12 | 182 | $y^1 = 0.0304 x + 0.875$ |
| 14 | 294 | $y^1 = 0.0507 x + 0.845$ |
| 16 | 133 | $y^1 = 0.0612 x + 0.852$ |
| 18 | 203 | $y^1 = 0.0789 x + 0.807$ |
| 20 | 24 | $y^1 = 0.0586 x + 0.948$ |
| 22 | 3 | $y^1 = 0.0336 x + 1.086$ |
| 24 | 5 | $y^1 = 0.1377 x + 0.600$ |

Sydäntavaran sahaukseen talvi- ja kesäoloissa kuluneiden aikojen testauksen tulokset on esitetty taulukossa 29.

Talvi- ja kesäsahauksen välinen ero on erittäin merkitsevä luokissa 6" × 18' ja 7" × 18' ($|t| > 2.58$). Vaikka jälkimmäisen luokan vapaiden arvojen luku $(n_1 + n_2 - 2) = 45$, ero on siinäkin erittäin merkitsevä, sillä kun vapaat arvot ovat 45, $|t| = 2.75$ t-jakautuman mukaan $t_{1\%} = 2.69$ (vrt. MATTILA 1954, liite 7). Luokassa 6" × 12' ero on merkitsevä, mutta muissa luokissa ei keskiarvojen välillä ole merkitseviä eroja.

Sydäntavaran sahauksessa kuten pintojenkin sahauksessa lyhyiden tukkien (12' ja 14') sahaus on nopeampaa kesällä kuin talvella. Tukin pituuden kasvaessa tästä suhde muuttuu päinvastaiseksi.

Myös tässä tapauksessa tutkittiin ajanmenekin riippuvuutta vielä leikkauksen leveydestä: sahausajan ja tukin pituuden välisiä suhteita kuvaavien regressiokäyrien perusteella on laadittu puolilogaritmisiä koordinaatistoja, joiden x-muuttujaksi on otettu leikkauksen leveys. Keskiarvokäyrät noudattavat likimain eksponenttikäyrän kulkua ja tulevat puolilogaritmisessä koordinaatistossa lähes suoraviivaisiksi. Näin ollen on seuraavassa määrätty log y:n tasoitusasuora x:n suhteen eri pituusluokissa (y = sahaus aika; x = leveys). Merkitään $y^1 = \log y$. Korrelaatiotaulujen perusteella lasketut regressiokäyrien yhtälöt ilmenevät taulukosta 30.

Termin a kasvu sahauspituuden suuretessa ei ole sydäntavaran sahauksessa yhtä säännöllinen kuin pintojen sahauksessa. Tässä suhteessa kesäaineisto on homogeenisempi kuin talvisahausta edustava aineisto. Aineistoja verrattaessa huomataan, että tässä kuten pintojenkin sahauksessa talvi- ja kesäsahauksen ajanmenekkiä kuvaavat regressiokäyrät leikkaavat toisensa. Niinpä esimerkiksi tukkien pituusluokissa 12' . . . 22' talviaineiston suurempi a:n arvo vastaa kesäaineiston pienempää b:n arvoa ja päinvastoin. — Pintojen ja sydäntavaran sahauksen vertailun perusteella näyttää myös siltä, että sahauksia kuvaavat regressiokäyrät leikkaavat toisiaan. Näiden erojen todellisuutta tutkitaan myöhemmin testauksen avulla (taul. 32).

Regressiokäyrät on siirretty yhteiseen koordinaatistoon, jonka perusteella on laadittu taulukko 31. Koska talviaineiston 28':n luokan sekä kesäaineiston luokkien 20', 22' ja 24' regressiokäyrät poikkeavat paljon yleisestä suunnasta, näiden luokkien suorien suunnat on korjattu siten, että ne on vedetty \bar{x} - pisteiden kautta yleisen kaltevuuskulman mukaisiksi (vrt. s. 83) Sydäntavaran sahaukseen kuluneet ajat tukkien eri pituusluokissa ja leikkauksen leveysluokissa ilmenevät taulukosta 31.

Verrattaessa sydäntavaran talvi- ja kesäsahauksia toisiinsa havaitaan sama suuntaus kuin pintojen sahauksessa: aika-arvo suurenee tukin latvaläpimitan kasvaessa nopeammin kesä- kuin talvisahauksessa. Sydäntavaran sahauksen aineisto on kuitenkin niin paljon pintojen sahauksen aineistoa suppeampi, ettei lainmukaisuus tule yhtä selvästi näkyviin kuin pintojen osalta. Erot ovat taulukon 31 mukaan pieniä; suurin on sahauspintaa 7" × 20' vastaava, 4 cmin. *Keskikokoisia tukkeja sahattaessa talvi- ja kesäsahausaikojen ero näyttää olevan hyvin pieni tai olematon.* Arvot, jotka on saatu silmävaraisen tasoituksen perusteella, esitetään

Taulukko 31. Sydäntavaran sahaus aika leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain. Talvi- (T) ja kesäsahaus (K)
Table 31. Sawing time in the sawing of centre pieces by classes of the cut width and log length. Winter (T) and summer sawing (K)

| Tukin pituus, ' Length of log, ft. | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|------|---|
| | 3" | | 4" | | 5" | | 6" | | 7" | | 8" | | 9" | |
| | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K | T | K |
| | Sydäntavaran sahaus aika, cmin Sawing time of centre pieces, cmin. | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 6 | — | 7 | — | 8 | — | 10 | — | 11 | — | 13 | — | 15 | — |
| 10 | 7 | — | 9 | — | 10 | — | 11 | — | 12 | — | 14 | — | 16 | — |
| 12 | 9 | — | 10 | 10 | 11 | 11 | 13 | 11 | 14 | 12 | 15 | — | 17 | — |
| 14 | 10 | — | 12 | 11 | 13 | 13 | 14 | 14 | 16 | 16 | 18 | — | 20 | — |
| 16 | 11 | — | 13 | 13 | 14 | 14 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | — | 22 | — |
| 18 | 13 | — | 14 | 13 | 15 | 16 | 17 | 19 | 19 | 23 | 21 | — | 24 | — |
| 20 | 13 | — | 15 | (15) | 17 | (18) | 19 | (21) | 22 | (26) | 25 | — | 28 | — |
| 22 | 15 | — | 17 | (16) | 19 | (19) | 21 | — | 23 | — | 26 | — | 30 | — |
| 24 | 15 | — | 17 | (17) | 19 | (20) | 22 | — | 25 | — | 28 | — | 32 | — |
| 28 | (17) | — | (20) | — | (22) | — | (25) | — | (29) | — | (33) | — | (38) | — |

sulkeissa. Kesäaineisto on luokissa 6" × 22' ja 6" × 24' sekä 7" × 22' ja 7" × 24' niin puutteellinen, ettei niitä koskevia aika-arvoja ole katsottu aiheelliseksi esittää.

Yhteenvetona edellisestä voidaan todeta, että vuodenaika vaikuttaa sekä pintojen että sydäntavaran sahausajan siten, että kesäsaahausta talvisahausta nopeampaa pituudeltaan ja leikkauksen leveydeltään pieniä tukkeja sahattaessa,

Taulukko 32. Pintojen ja sydäntavaran sahausajan talvioloissa kuluneiden aikojen keskiarvojen erotuksen testaus

Table 32. Test of the average differences in time consumption in the sawing of surfaces and centre pieces in winter conditions

| | Sahauspinnan mitat Dimensions of sawing surface | | | | | |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 4" × 12' | 4" × 18' | 6" × 12' | 6" × 18' | 7" × 14' | 4" × 18' |
| n ₁ , kpl, sydäntavara number, centre pieces | 84 | 117 | 90 | 409 | 38 | 6 |
| n ₂ , kpl, pinnat number, surfaces | 75 | 92 | 72 | 196 | 128 | 158 |
| y ₁ , cmin, sydäntavara cmin., centre pieces | 10.5 | 14.0 | 13.8 | 16.0 | 17.7 | 18.7 |
| y ₂ , cmin, pinnat cmin., surfaces | 12.0 | 14.3 | 13.8 | 17.0 | 17.3 | 18.1 |
| t | -3.57 | -0.71 | ±0.00 | -2.94 | +0.47 | +0.50 |

mutta suhde muuttuu päinvastaiseksi sahauspituuden ja -leveyden kasvaessa. Keskikokoisia tukkeja sahattaessa talvi- ja kesäsaahausten välinen ero on merkityksetön. Edellä esitetystä käy myös ilmi, että pintojen ja sydäntavaran sahausajat poikkeavat toisistaan. Eron merkitsevyyden selvittämiseksi on testattu talviaineistoon sisältyvien pintojen ja sydäntavaran sahausajojen korrelaatiotaulukoiden luokkakieskiarvot taulukon 32 osoittamalla tavalla.

Taulukon mukaan ero on luokissa 4" × 12' ja 6" × 18' erittäin merkitsevä. Muissa luokissa ei ole olennaista eroa keskiarvojen välillä.

Taulukoista 27 ja 31 on poimittu talvioloissa tapahtunutta pintojen ja sydäntavaran sahausta koskevat aika-arvot ja laadittu taulukko 33. Siitä ilmenevät ashausajat leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain.

Taulukon perusteella voitaneen todeta, että sydäntavaran sahaus on pintojen sahausta nopeampaa. Ero on selvimmän havaittavissa pienikokoisten tukkien aineistossa. Tämän tutkimuksen keskikokoisten tukkien ryhmässä ero on hyvin pieni, kun taas sydäntavaran sahaus suurikokoisista tukeista muodostuu hitaamaksi kuin pintojen sahaus. Lisäksi on otettava huomioon, että luokkien 24' ja 28' sahausajat perustuvat silmävaraisiin tasoituksiin, joten aika-arvoihin on suhtauduttava varoen. Suuremmitta virheitä voitaneen pintojen ja sydäntavaran sahausta kuitenkin pitää ajankäytön kannalta likimain samanlaisina.

Taulukko 33. Pintojen (P) ja sydäntavaran (S) sahausajat leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain talvisahauksessa
Table 33. Sawing times in the sawing of surfaces (P) and centre pieces (S) per width classes of cut and length classes of logs in winter sawing

| Tukin pituus, Length of log, ft. | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 3" | | 4" | | 5" | | 6" | | 7" | | 8" | | 9" | |
| | P | S | P | S | P | S | P | S | P | S | P | S | P | S |
| | Pintojen ja sydäntavaran sahausaja, cmin Sawing time of surfaces and centre pieces, cmin. | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 9 | 6 | 10 | 7 | 10 | 8 | 11 | 10 | 12 | 11 | 13 | 13 | 14 | 15 |
| 10 | 9 | 7 | 10 | 9 | 11 | 10 | 12 | 11 | 14 | 12 | 15 | 14 | 17 | 16 |
| 12 | 10 | 9 | 11 | 10 | 12 | 11 | 14 | 13 | 15 | 14 | 17 | 15 | 18 | 17 |
| 14 | 11 | 10 | 12 | 12 | 14 | 13 | 15 | 14 | 17 | 16 | 18 | 18 | 20 | 20 |
| 16 | 12 | 11 | 13 | 13 | 15 | 14 | 16 | 16 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 | 22 |
| 18 | 13 | 13 | 14 | 14 | 16 | 15 | 17 | 17 | 19 | 19 | 22 | 21 | 24 | 24 |
| 20 | 13 | 13 | 15 | 15 | 17 | 17 | 19 | 19 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 28 |
| 22 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 23 | 23 | 25 | 26 | 28 | 30 |
| 24 | (16) | 15 | (17) | 17 | (19) | 19 | (21) | 22 | (24) | 25 | (27) | 28 | (30) | 32 |
| 28 | 18 | (17) | 20 | (20) | 22 | (22) | 25 | (25) | 27 | (29) | 30 | (33) | 34 | (38) |

454.213 Yhdistetty pintojen ja sydäntavaran sahaus

Edellä esitetyt testaukset (taulukot 25 ja 29) osoittavat, että talvi- ja kesäsaahausaikojen välillä on eroa. Sen sijaan sydäntavaran ja pintojen sahausajan kuluvien aikojen välillä ei liene sanottavaa eroa. Koska kuitenkin talvi- ja kesäsaahausten välinen ero on keskikokoisia tukkeja sahattaessa merkityksetön ja koska kenttäpyörösahausta ainakin toistaiseksi harjoitetaan samoja sahausnormeja käyttäen kaikkina vuodenaikoina, on katsottu aiheelliseksi esittää myös koko sahauskauden keskimääräiset pintojen ja sydäntavaran sahausajat. Tässä tarkoituksessa on sekä pintojen että sydäntavaran sahausajan talvi- ja kesäoloissa kuluneet ajat yhdistetty ja tutkittu sahausajan ja tukin pituuden välistä riippuvuutta leikkauksen leveysluokittain. Leveysluokkia on kymmenen (2" . . . 11"). Korrelaatioiden tunnusluvut on yhdistetty taulukkoon 34.

Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta a:n arvo suurenee leikkauksen leveyden kasvaessa, ts. sahausnopeus pienenee leikkauksen leveyden suuretessa. Sarjan kolme pienintä luokkaa muodostavat oman ryhmänsä sikäli, että niiden regressiokertoimet ovat muiden luokkien vastaavia arvoja selvästi pienempiä. Pienissä leveysluokissa sahausaja ei siis kasva tukin pituuden lisääntyessä yhtä jyrkästi kuin suurempien leveyksien luokissa. 4":n leveysluokasta ylöspäin termi b suurenee yhtä luokkaa lukuun ottamatta leveyden kasvaessa, ts. »valmisteluajat» pitenevät leikkauksen leveyden mukaan (eli tukin suuretessa). Tässäkin suhteessa sarjan pienimmät leveysluokat muodostavat poikkeuksen. Yleisesti voidaan todeta, että leveysluokkien väliset sahausajan erot käyvät yh-

Taulukko 34. Pintojen ja sydäntavaran sahausajan ja tukin pituuden välisen korrelaation tunnusluvut leikkauksen leveysluokittain talvi- ja kesäsaunauksessa

Table 34. Terms of correlation between sawing time in sawing of surfaces and centre pieces by width classes of cut in winter and summer sawing

| Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. | n | a | b | r | s _r (±) | \bar{x} , ft. | \bar{y} , cmin. | Tukkien pituus, Length of logs, ft. |
|---|-------|-------|-------|-------|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------------------------|
| 2 | 26 | 0.329 | 6.169 | 0.260 | 0.189 | 14.2 | 10.8 | 10 ... 20 |
| 3 | 520 | 0.555 | 3.423 | 0.480 | 0.039 | 14.4 | 11.4 | 10 ... 22, 28 |
| 4 | 1 889 | 0.545 | 4.135 | 0.485 | 0.020 | 15.1 | 12.4 | 8 ... 24, 28 |
| 5 | 1 725 | 0.723 | 2.654 | 0.492 | 0.021 | 14.8 | 13.3 | 8 ... 24, 28 |
| 6 | 2 655 | 0.766 | 3.533 | 0.476 | 0.017 | 15.7 | 15.6 | 8 ... 24, 28 |
| 7 | 883 | 0.959 | 3.342 | 0.531 | 0.029 | 15.9 | 18.6 | 8 ... 24, 28 |
| 8 | 493 | 0.906 | 5.887 | 0.501 | 0.039 | 15.4 | 19.9 | 8 ... 24, 28 |
| 9 | 223 | 0.983 | 7.288 | 0.456 | 0.060 | 15.2 | 22.3 | 8 ... 22, 28 |
| 10 | 82 | 1.066 | 7.677 | 0.477 | 0.097 | 15.2 | 23.9 | 8 ... 22 |
| 11 | 26 | 1.071 | 9.623 | 0.362 | 0.186 | 15.1 | 25.8 | 10 ... 20 |

distettyjen aineistojen perusteella paljon selvemmin ilmi kuin tutkittaessa erikseen pintojen ja sydäntavaran sahausta talvi- ja kesäoloissa (vrt. taulukkoja 27 ja 31).

Sahausajan ja -matkan välinen korrelaatio on 2" luokkaa lukuun ottamatta keskivahva (nim. > 0.3). 2":n luokan korrelaatiokerroin on lisäksi keskivirhettään ainoastaan hieman suurempi. 11":n luokassa korrelaatiokerroin on kaksinkertaista ja muissa luokissa kolminkertaista keskivirhettään suurempi.

Taulukossa 34 esitettyjen regressiosuorien yhtälöiden arvojen perusteella on laadittu uusia koordinaatioita, joiden y-akselit ovat logaritmisia ja x-akseleiksi on tukin pituuden sijasta otettu leikkauksen leveys. Näin syntyneet murtoviivat on tasoitettu laskemalla regressiokäyrän yhtälöt, jotka ovat taulukon 35 mukaiset.

Taulukko 35. Pintojen ja sydäntavaran sahausajan regressiokäyrän yhtälöt leikkauksen leveyden suhteen eri pituusluokissa talvi- ja kesäsaunauksessa

Table 35. Regression equations for the dependence between sawing of surfaces and centre pieces and the width of the cut in winter and summer sawing

| Tukkien pituus, Log length, ft. | Tapausten lukumäärä, kpl Number of cases | Yhtälö ($y^1 = \log y$) Equation ($y^1 = \log y$) |
|---------------------------------|--|---|
| 8 | 46 | $y^1 = 0.0586 x + 0.644$ |
| 10 | 454 | $y^1 = 0.0443 x + 0.796$ |
| 12 | 981 | $y^1 = 0.0448 x + 0.845$ |
| 14 | 2 995 | $y^1 = 0.0465 x + 0.884$ |
| 16 | 1 665 | $y^1 = 0.0478 x + 0.920$ |
| 18 | 1 697 | $y^1 = 0.0491 x + 0.951$ |
| 20 | 449 | $y^1 = 0.0512 x + 0.975$ |
| 22 | 164 | $y^1 = 0.0494 x + 1.020$ |
| 24 | 31 | $y^1 = 0.0537 x + 1.034$ |
| 28 | 40 | $y^1 = 0.0521 x + 1.093$ |

Kuten taulukosta 35 käy ilmi, yhtälöiden sarja on homogeenisempi kuin aikaisemmat sahausajakoja esittävät sarjat. Ainoana poikkeuksena on pituusluokka 8', jossa a:n arvo on muita selvästi suurempi ja b:n arvo muita vastaavia arvoja pienempi. Tämä johtunee siitä, että leikkauksen leveydet ovat mainitussa luokassa suuremmat kuin muissa luokissa. Tätä valaisee seuraava jaotelmä:

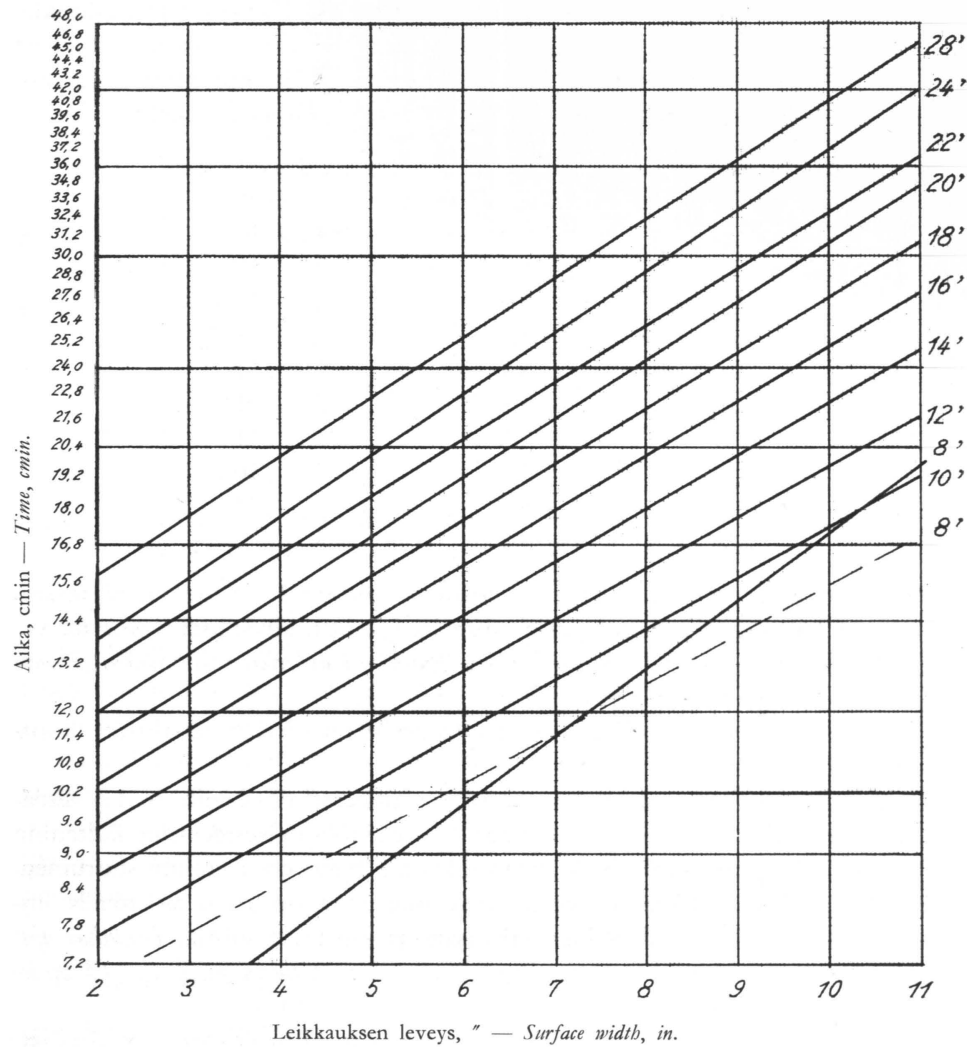
| Pituusluokka, ' | \bar{x} , " | Leikkauksen leveyden, " vaihtelu |
|-----------------|---------------|----------------------------------|
| 8 | 7.3 | 4 ... 10 |
| 10 | 5.2 | 2 ... 11 |
| 12 | 5.3 | 2 ... 11 |
| 14 | 5.4 | 2 ... 11 |
| 16 | 5.4 | 2 ... 11 |
| 18 | 5.8 | 2 ... 11 |
| 20 | 5.7 | 2 ... 11 |
| 22 | 5.9 | 3 ... 10 |
| 24 | 5.5 | 3 ... 9 |
| 28 | 6.4 | 3 ... 9 |

Regressiokäyrät (taulukko 35) on yhdistetty kuvaan 13. 8'luokan regressiokäyrää on edellä esitetyn jaotelman perusteella katsottu aiheelliseksi korjata vääntämällä se \bar{x} -pisteen kautta keskimääräisen kaltevuuskulman mukaiseksi. Suora on kuvassa 13 esitetty katkoviivana.

Puolilogaritmisesta koordinaatistosta aika-arvot on siirretty tavalliseen koordinaatistoon (liite 10).

Taulukossa 36 olevat sahausajat perustuvat liitteessä 10 oleviin, osaksi silmävaraisesti korjattuihin kuvaajiin. Korjaus koskee kokonaisuudessaan kuitenkin vain 8':n ja 26':n pituusluokkia. Muissa luokissa korjaus on 1 cmin:n suuruinen. Leikkauksen 12":n ja 13":n leveysluokkien aika-arvot on saatu jatkamalla kuvassa 13 olevien eri pituusluokkien sahausajakoja kuvaavia suoria. Taulukon ajat kuvannevat kuitenkin todellisia sahausajakoja 8' ... 28':n pituisen ja 2" ... 13":n leveyden tavarain ryhmässä.

Kahta tuumaa kapeamman tavarain sahausta ei tutkittu erikseen. Sahaajat, jotka esitetään taulukossa 37, on saatu kuvassa esitettyjen y-akseliin saakka jatkettujen regressiokäyrien perusteella. Regressiokäyrien yhtälössä termi b kuvaa kyseisen pituusluokan valmistelu-aikaa eli »sahausaikaa» leikkauksen leveyden ollessa 0. Kokonaisluvuiksi pyöristetyt b:n N.log.-arvot ilmaisevat nämä ajat. Tässä yhteydessä on muistettava, että korjauksesta johtuvat poikkeukset esiintyvät myös luokkien 8':n ja 26':n taulukossa 37. Taulukon perusteella voidaan päätellä, että leikkauksen leveyden muuttuminen 0:sta 2:een tuumaan vaikuttaa vain vähän sahausajako. Sahausajan pidentyminen on hidas myös sahauspituuden suurenessa ja muistuttaa tässä suhteessa palautusajan suhdetta palautusmatkan pituuteen (kuva 15).



Kuva 13. Pintojen ja sydäntavaran sahausajan riippuvuus leikkauksen leveydestä tukkien pituusluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
Fig. 13. Dependence by length classes of the sawing time on the width of the surfaces in surface and centre piece sawing. Winter and summer sawing.

Taulukoissa 36 ja 37 esitettyjen sahausaikojen perusteella voidaan laskea sahausajan syöttönopeudet (m/min) eripituisia ja -kokoisia paloitteita sahattaessa. Taulukkoon 38 on kerätty esimerkkejä sahausnopeuden vaihtelusta sahauspituuden ja leikkauksen leveyden mukaan.

Taulukko 36. Keskimääräiset pintojen ja sydäntavaran sahausajat leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain
Table 36. Average sawing time in the sawing of surfaces and centre pieces by classes of cut width and log lengths

| Tukin pituus, ' Length of log, ft. | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 2" | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" |
| | Sahausaika, cmin Sawing time, cmin. | | | | | | | | | | | |
| 8 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 17 | 19 | 21 |
| 10 | 8 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 | 16 | 17 | 19 | 22 | 24 |
| 12 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 |
| 14 | 9 | 11 | 12 | 13 | 15 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 31 |
| 16 | 10 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 31 | 35 |
| 18 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 31 | 35 | 40 |
| 20 | 12 | 14 | 15 | 17 | 19 | 22 | 24 | 27 | 31 | 35 | 40 | 42 |
| 22 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 26 | 29 | 33 | 37 | 42 | 47 |
| 24 | 14 | 16 | 18 | 20 | 23 | 26 | 29 | 33 | 37 | 41 | 48 | — |
| 26 | 15 | 17 | 19 | 21 | 24 | 27 | 30 | 34 | 39 | 44 | — | — |
| 28 | 16 | 18 | 20 | 23 | 25 | 29 | 32 | 36 | 41 | 46 | — | — |

Taulukko 37. Kahta tuumaa kapeamman tavaran ekstrapoloidut sahausajat tukkien pituusluokittain
Table 37. Extrapolated sawing times in the sawing of goods less than 2 inches in width by log length classes

| Tukien pituus, ' Length of log, ft. | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|----|--------|----|
| | 0" = b | 1/2" | 1" | 1 1/2" | 2" |
| | Sahausaika, cmin Sawing time, cmin. | | | | |
| 8 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| 10 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| 12 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| 14 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 16 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 |
| 18 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 |
| 20 | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 |
| 22 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 |
| 24 | 11 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 26 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 28 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Edellä esitetystä on käynyt selvästi ilmi, että sahausaika pitenee leikkauksen leveyden kasvaessa. Suhdetta voidaan valaista myös esittämällä sahausnopeudet vaihtelevissa sahausoloissa. Taulukon 38 perusteella on todettavissa, että sahausnopeus (m/min) pienenee hyvin herkästi leikkauksen leveyden kasvaessa. Sitä vastoin sahausnopeus suurenee sahattavan paloitteen pituuden myötä. Syötön keski-nopeus on toisin sanoen pitkiä tukkeja sahattaessa suurempi kuin lyhyitä sahat-

Taulukko 38. Pintojen ja sydäntavaran keskimääräiset sahausnopeudet pituus- ja leikkauksen leveysluokittain talvi- ja kesäsaunauksessa
Table 38. Average sawing speed in the sawing of surfaces and centre pieces by length and cut width classes in winter and summer sawing

| Sahattavan paloiteen pituus, Length of piece to be sawn, ft. | Leikkauksen leveys Width of cut | | | | | |
|--|--|----|----|----|-----|-----|
| | 1/2" | 2" | 5" | 8" | 11" | 13" |
| | Sahausnopeus, m/min Sawing speed, m./min. | | | | | |
| 8 | 41 | 35 | 27 | 20 | 14 | 12 |
| 16 | 54 | 49 | 35 | 24 | 17 | 14 |
| 24 | 66 | 52 | 37 | 25 | 18 | — |
| 28 | 66 | 53 | 37 | 27 | 19 | — |

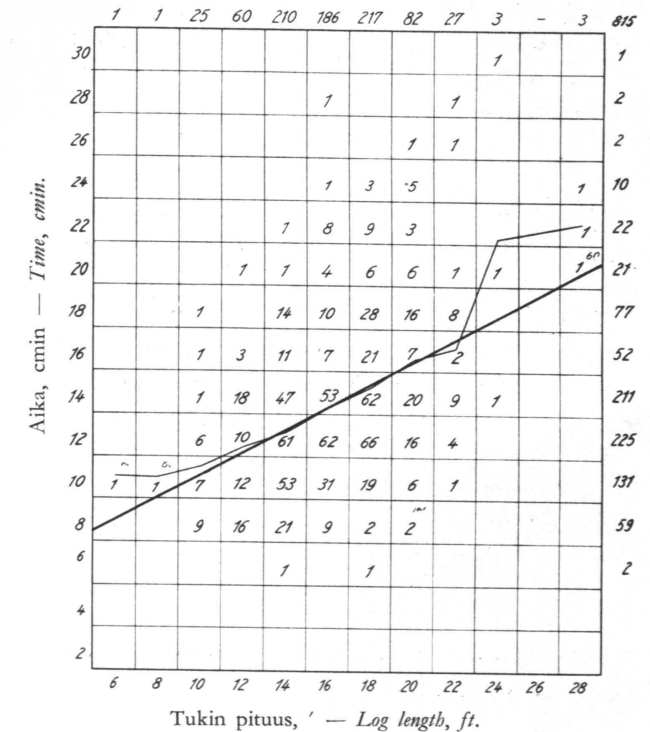
taessa. Tämä onkin luonnollista, sillä lyhyiden tukkien saunauksessa ei ehditä käyttää hyväksi sahan syöttönopeutta samassa määrin kuin pitkää paloitetta saunauksessa. Tämän tutkimuksen mukaan 8'...28':n pituisia ja 2" ... 11":n levyisiä paloitteita saunauksessa saunauksenopeus vaihtelee 14:n ja 53 m/min:n välillä.

454.214 Pintojen saunauksen pintalautoiksi

Pinnat saunattiin laudoiksi siten, että pinta kerrallaan asetettiin syöttöpöydälle saunattu pinta vastalevyä vasten. Sen jälkeen leikattiin pinnasta halutun paksuinen lauta, joka nostettiin sivuun särmäystä varten. Uloin pinta poistettiin jätteenä.

Pintalautojen saunauksen vaarallista, joten oli käytettävä pientä syöttönopeutta. Erilevyisten leikkausten väliset aikaerot ovat tästä syystä niin pieniä, ettei niitä aina ole voitu erottaa toisistaan. Myös tukin latvaläpimitan vaikutus saunauksaikaan on hitaan saunauksenopeuden vuoksi niin pieni ja hajonta niin suuri, ettei saunauksen vaihtelua ole voitu selvittää aikaisempaa latvaläpimitaluokkakautumaa käyttäen, vaan tukit on yhdistetty latvaläpimitan perusteella kahdeksi pääryhmäksi: pieniin ja suuriin tukkeihin (rajana 9"). Tällöin on voitu tutkia pienten ja suurten tukkien pintojen pituuden ja saunauksenajan välistä suhdetta erikseen talvi- ja kesäsaunauksessa.

Kuten korrelaatiotaulusta kuvassa 14 (talvi, pienet tukit) käy ilmi, pintalautojen saunauksen aika kasvaa suoraviivaisesti pituuden lisääntyessä. Asianlaita on sama muissakin ryhmissä.



Kuva 14. Pintojen saunauksen pintalautoiksi. Talvisahaus. 4" ... 8 1/2"
Fig. 14. Sawing of surfaces into surface boards. Winter sawing, 4" ... 8 1/2" in. logs.

Regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ja niiden keskivirheet ovat seuraavat:

Talvisahaus

$$(26) \text{ Pienet tukit } y = 0.530x + 4.849 \quad r = 0.420 \pm 0.032$$

$$(27) \text{ Suuret tukit } y = 0.370x + 9.873 \quad r = 0.233 \pm 0.036$$

Kesäsaunauksen

$$(28) \text{ Pienet tukit } y = 0.544x + 4.161 \quad r = 0.594 \pm 0.050$$

$$(29) \text{ Suuret tukit } y = 0.951x + 0.444 \quad r = 0.438 \pm 0.051$$

Sahauspintojen ja -ajan välillä vallitsee siis keskivahva, positiivinen korrelaatio. Voidaan myös todeta, että suurten tukkien pintalautojen saunauksenopeus on hitaampaa kuin pienten, mutta että talvi- ja kesäsaunauksen välinen ero on pieni, etenkin latvaläpimitaltaan alle 9":n tukeilla.

Suurten tukkien ryhmässä kesäsaunauksenopeus on talvisahausta nopeampaa n. 16':aan saakka, mutta pituuden tästä suuremmissa suhteissa suhte muuttuu päinvastaiseksi. Tämä ilmenee myös seuraavasta jaotelmasta, jonka luvut on saatu regressioyhtälöiden perusteella.

| Tukkien pituudet | 6' | 8' | 10' | 12' | 14' | 16' | 18' | 20' | 22' | 24' | 26' | 28' |
|-----------------------|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Pienet tukit</i> | <i>Pintojen sahausaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 |
| Kesäsahaus | — | — | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | — | — |
| <i>Suuret tukit</i> | | | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 12 | 13 | 14 | 14 | 15 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 |
| Kesäsahaus | — | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | — | — | — | — |

Sahausnopeus näyttäisi olevan niin pieni, ettei vuodenaikakaan vaikuta sanottavasti sahausaikaan. Ryhmässä »suuret tukit» eroa on, mutta se voi johtua muista syistä kuin todellisesta työhankaluudesta. Suuremmitta virheitä voitaneen siis talvi- ja kesäsahauksia pitää tässä suhteessa yhtä paljon aikaa vaativina.

Jos käytetään vain kahta ryhmää »pienet tukit» ja »suuret tukit», (talvi- ja kesäsahaukset yhdessä) saadaan seuraavat regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet:

$$(30) \quad \text{Pienet tukit} \quad y = 0.536x + 4.681 \quad r = 0.443 \pm 0.029$$

$$(31) \quad \text{Suuret tukit} \quad y = 0.741x + 3.825 \quad r = 0.446 \pm 0.028$$

Pintalautojen sahausajat ovat mainitun regressiosuoran yhtälöiden perusteella seuraavat (liite 11):

| Tukkien pituudet | 6' | 8' | 10' | 12' | 14' | 16' | 18' | 20' | 22' | 24' | 26' | 28' |
|-------------------------------|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Pienet tukit</i> | <i>Pintojen sahausaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | |
| <i>Pienet tukit</i> | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 |
| <i>Suuret tukit</i> | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 16 | 17 | 19 | 20 | 22 | 23 | 25 |

Pienten ja suurten tukkien pintalautojen sahausaikojen välinen ero suurenee tukin pituuden kasvaessa, mutta on esim. 28':n ryhmässä vain 5 cmin, joten tukin järeydellä ja pituudella ei ole suurta merkitystä pintalautojen sahausaikaan. Pintalautoja sahataan siis työn vaarallisuuden takia miltei vakionopeudella, joka ei riipu vuodenaikasta ja latvaläpimitasta.

454.22 Syöttöpöydän palautus

Taulukon 22 mukaan syöttöpöydän palautuksen osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 20.7 % eli 84 cmin/tukki ja 6 cmin/jj. Koska palautus muodostaa näin suuren osan sahaustoiminnasta ja koska joudutaan palauttamaan erilaisia sahattavia kappaleita, voidaan odottaa, että palautusaika vaihtelee eri oloissa ja erimuotoisia paloitteita palautettaessa.

Palautusaika laskettiin siitä hetkestä, jolloin syöttöpöytä valmiin sahatavaran tai jätteen poistamisen jälkeen lähtee liikkeelle taaksepäin, siihen hetkeen, jolloin sahattavan paloitteen asettaminen uutta sahausta varten alkaa. Palautusmatka on käytännössä sahattavan paloitteen pituutta jonkin verran pitempi, mutta »lisämatkaa» on hyvin vaikea mitata. Koska »lisämatka» on toistuva, siitä aiheutuva lisäaika on systemaattinen, eikä näin ollen aiheuta virhettä lopputulokseen. Palautuksen liikkeellelähtö ja pöydän pysäyttäminen kuuluvat myös palautusaikaan, joten ajanotto ei koske »lentävää lähtöä». Regressiosuoran termi b kuvaa lähinnä tätä lisäaikaa (vrt. MAKKONEN 1956, s. 27—28).

Palautusajan riippuvuutta palautusmatkasta on tutkittu korrelaatiotaulujen avulla erilaisia sahattavia paloitteita palautettaessa sekä talvi- että kesäoloissa. Palautettavien paloitteiden merkitsemisessä on käytetty samoja lyhenteitä kuin varsinaisessa sahauskessakin, vaikka palautettava paloite sahauskessa on muuttanut muotoaan: esim. tukki on palautuessaan b-paloite, kun ensimmäinen pinta on leikattu. Tätä merkitsemistapaa on käytetty siitä syystä, että varsinainen sahaus ja palautus muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden ja työn seuraaminen on tällä tavoin helpompaa.

Pintalautojen särmäyksen yhteydessä tapahtuvaa palautusta lukuun ottamatta aineisto on jaettu seuraaviin ryhmiin: tukki, b-, b₁-, (b-paloite on halkaistu kohtisuoraan ensimmäistä sahauspintaa vastaan) c-, d-paloitteet, varsinaiset laudat, viimeinen lauta ennen k-paloitetta, ensimmäinen k-paloite ja muut k-paloitteet. Näiden paloitteiden palautusaikojen vertailemiseksi on laskettu regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ja niiden keskivirheet. Syöttöpöydän palautusajan ja -matkan välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsahauksessa esitetään taulukossa 39.

Jos palautusnopeus lasketaan kulmakerroin a:n käänteisarvon perusteella (vrt. MAKKONEN 1956, s. 27—28), nopeus vaihtelee taulukon a-arvojen mukaan 70:n ja 201 m/min:n välillä. Tällöin on lähdetty siitä oletuksesta, että ajanmerkkiä osoittava kuvaaja nousee suoraviivaisesti palautusmatkan pidetessä. Näin laskettuna palautuksen keskimääräinen nopeus on 106 m/min. Käytännössä on tapana laskea syöttöpöydän palautusnopeus jakamalla palautusmatka palautukseen kuluvalle ajalle. Tällä tavoin laskettu nopeus \bar{x} :n ja \bar{y} :n ollessa 15.5' ja 9.4 cmin, on 50 m/min. Taulukon 39 mukaan b = 5 cmin. Kun tämä palautuksen »valmisteluun» ja »pysäytykseen» kuluva aika vähennetään \bar{y} :n arvosta, saadaan matkan ja ajan perusteella lasketun nopeuden arvoksi käytännöllisesti katsoen sama kuin a:n käänteisarvonkin perusteella.

Vaikka palautusnopeus vaihtelee paljon, vaihtelulla ei ole käytännöllistä merkitystä 6' . . . 28':n kappaleita palautettaessa, kuten taulukosta 39 käy ilmi. Keskimääräisen palautusmatkan (\bar{x}) vaihtelua 15.1' . . . 16.8':n luokissa vastaa 9.0 . . . 10.3 cmin. Talviaineiston mukaan tukin palautus vaatii enemmän aikaa kuin b- ja c-paloitteiden sekä d-paloitteiden ja lautojen palautus. Pintojen eli k-paloitteiden palautusaikaa osoittava tasoitussuora leikkaa tukkien suoran

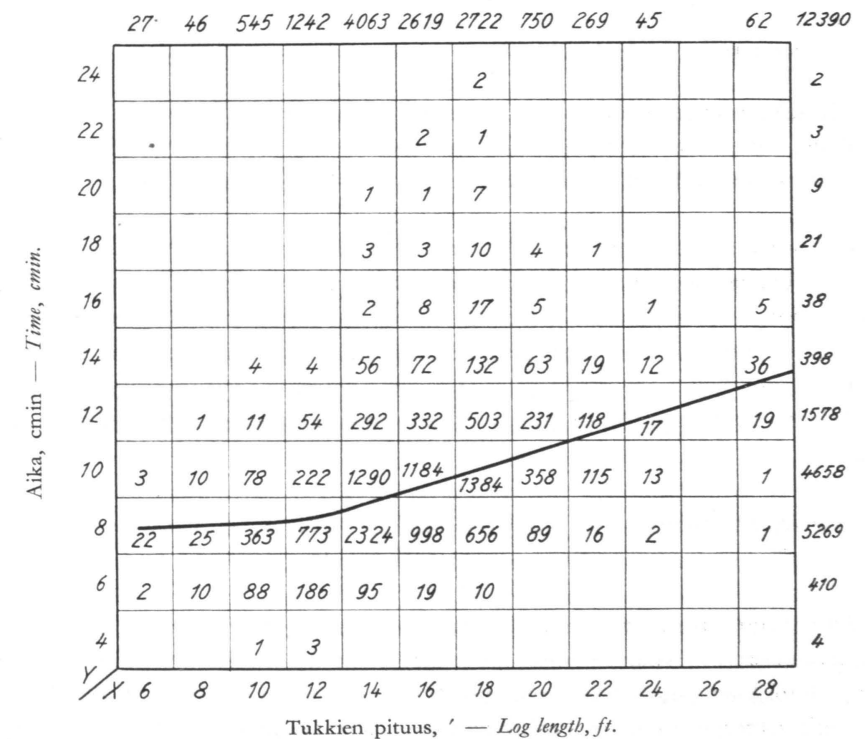
Taulukko 39. Syöttöpöydän palautusajan ja -matkan välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsahauksessa
Table 39. Terms of correlation between the time and distance of the roller table's return in winter and summer sawing

| Paloitteen muoto <i>Shape of piece</i> | n | a | b | r | s_r (\pm) | \bar{x} , ft. | \bar{y} , cmin. | Paloitt. pituus, ' <i>Length of piece, ft.</i> |
|--|--------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|---|
| Tukki <i>Log</i> | 1 154 | 0.304 | 5.182 | 0.430 | 0.027 | 15.5 | 9.9 | 6 . . . 28 |
| b | 1 158 | 0.257 | 5.322 | 0.431 | 0.027 | 15.5 | 9.3 | 6 . . . 28 |
| b I | 118 | 0.251 | 5.607 | 0.408 | 0.084 | 16.8 | 9.8 | 8 . . . 22 |
| c | 978 | 0.313 | 4.797 | 0.489 | 0.028 | 15.4 | 9.6 | 6 . . . 28 |
| b+b I+c | 2 254 | 0.280 | 5.126 | 0.454 | 0.019 | 15.5 | 9.5 | 6 . . . 28 |
| d | 1 109 | 0.281 | 4.562 | 0.458 | 0.027 | 15.5 | 8.9 | 6 . . . 28 |
| laudat <i>Boards</i> | 2 647 | 0.274 | 4.734 | 0.547 | 0.016 | 15.5 | 9.0 | 6 . . . 28 |
| viim. lauta <i>Last board</i> | 1 012 | 0.230 | 6.018 | 0.405 | 0.029 | 15.5 | 9.6 | 6 . . . 28 |
| d+lau dat . . <i>d+boards</i> | 4 768 | 0.266 | 4.968 | 0.486 | 0.013 | 15.5 | 9.1 | 6 . . . 28 |
| I k-paloite <i>I k-piece</i> | 827 | 0.232 | 6.487 | 0.363 | 0.032 | 15.9 | 10.2 | 6 . . . 28 |
| muut k-pa- loitteet <i>Other k-pieces</i> | 852 | 0.215 | 6.793 | 0.330 | 0.032 | 16.2 | 10.3 | 6 . . . 28 |
| k-paloitteet <i>k-pieces</i> | 1 679 | 0.224 | 6.637 | 0.346 | 0.023 | 16.0 | 10.2 | 6 . . . 28 |
| Talvisahaus <i>Winter sawing</i> | 9 855 | 0.273 | 5.209 | 0.442 | 0.009 | 15.6 | 9.5 | 6 . . . 28 |
| Tukki <i>Log</i> | 326 | 0.328 | 4.667 | 0.434 | 0.050 | 15.1 | 9.6 | 10 . . . 24 |
| b | 329 | 0.347 | 3.989 | 0.521 | 0.047 | 15.1 | 9.2 | 10 . . . 24 |
| c | 252 | 0.386 | 3.331 | 0.579 | 0.051 | 15.3 | 9.3 | 10 . . . 24 |
| d | 242 | 0.436 | 1.930 | 0.677 | 0.047 | 15.3 | 8.6 | 10 . . . 24 |
| laudat <i>Boards</i> | 653 | 0.416 | 2.668 | 0.626 | 0.031 | 15.1 | 9.0 | 10 . . . 24 |
| viim. lauta <i>Last board</i> | 252 | 0.382 | 3.449 | 0.594 | 0.051 | 15.2 | 9.3 | 10 . . . 24 |
| I k-paloite <i>I k-piece</i> | 242 | 0.287 | 5.624 | 0.417 | 0.058 | 15.2 | 10.0 | 10 . . . 24 |
| muut k-pa- loitteet <i>Other k-pieces</i> | 239 | 0.152 | 7.971 | 0.221 | 0.063 | 15.3 | 10.3 | 12 . . . 22 |
| Kesäsahaus <i>Summer sawing</i> | 2 535 | 0.359 | 3.883 | 0.512 | 0.017 | 15.2 | 9.3 | 10 . . . 24 |
| Talvi- ja kesäsahaus <i>Winter and summer sawing</i> | 12 390 | 0.287 | 4.982 | 0.455 | 0.008 | 15.5 | 9.4 | 6 . . . 28 |

15':n kohdalla. Palautusaikojen ero on 6':n luokassa varsinaisten k-paloitteiden ja d-paloitteiden välillä 1.8 cmin ja 28':n luokassa tukkien ja lautojen välillä 1.3 cmin. Ero on siis pienempi kuin 2 cmin, jota ajanottoteknisesti voitaneen pitää alarajana. Lyhyempien aikajaksojen mittaaminen vaatii jo erikoisvälineitä.

Kesällä palautusnopeus ja »kiinteät» ajat ovat pienemmät kuin talvella. Palautusaikaa osoittava suora nousee siis jyrkemmin kesä- kuin talvisahauksessa. Talvi- ja kesäsahauksen palautusaikojen välinen ero mainituissa pituusluokissa on kuitenkin vain n. 1 cmin, joten tämäkään ero ei edellytä aineistojen erottamista. Voidaan siis päätellä, että syöttöpöydän palautusaika 6' . . . 28':n kappaleita palautettaessa on riippumaton vuodenaikasta ja palautettavien paloitteiden muodosta.

Edellä mainittu a:n käänteisarvon perusteella laskettu keskimääräinen palautusnopeus 106 m/min edellyttää, että palautusnopeus on kaikilla matkoilla sama. Nopeus kuitenkin vaihtelee: lyhyet kappaleet on huonon paikallapysymisen takia palautettava hitaammin kuin pitkät. Ajanmenekkiä esittävä kuvaaja kulkee aluksi 13 jalkaan saakka vaakasuoraan, minkä jälkeen se jatkaa termin a osoittamalla tavalla suorana ylöspäin. Tämä käy selvästi ilmi kuvassa 15 olevasta korrelaatiotaulusta, johon sisältyvät molempien aineistojen kaikki palautusta koskevat tapaukset. Sama tendenssi on ollut selvästi havaittavissa myös erimuotoisten paloitteiden palautusaikaa koskevista korrelaatiotauluista. Palautuksen todellinen keskinopeus on edellä mainittua pienempi, ja palautuksen »kiinteä» aika on suurempi kuin regressiosuoran b-termin osoittama luku (vrt. MAKKONEN 1956, s. 30).



Kuva 15. Syöttöpöydän palautusajan riippuvuus palautuspituudesta. Talvi- ja kesäsahaus
Fig. 15. Dependence of the time of the roller table's return on the length of this movement. Summer and winter sawing.

Jos syöttöpöydän palautusnopeus lasketaan korrelaatiotaulun matkan ja ajan perusteella, saadaan seuraavat syöttöpöydän palautusnopeudet:

| | | | | | | | |
|------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Palautusmatka</i> | 6' | 8' | 12' | 16' | 20' | 24' | 28' |
| <i>Palautusnopeus, m/min</i> | 23 | 30 | 46 | 49 | 55 | 61 | 66 |

Korrelaatiotaulun perusteella saadaan seuraavat palautusajat tukkien pituusluokittain:

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Palautusmatka</i> | 6' | 8' | 10' | 12' | 14' | 16' | 18' | 20' | 22' | 24' | 26' | 28' |
| <i>Aika, cmin</i> | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 13 | 13 |

454.23 Pintalautojen särmäys

Kenttäpyörösahaustuksen tutkimisessa on sahaustavan epäsäännöllisyyden takia monta vaikeutta, mutta erikoisen hankalaksi muodostuu pintalautojen särmäyksen selvittely. Pintakappaleista sahatut särmäämättömät pintalaudat nostetaan tavallisesti sivuun ja särmätään latomuksena vasta sen jälkeen, kun tarpeellinen määrä pintalautoja on saatu kokoon. Toinen tapa on särmätä kaikki pintalaudat yksin kappalein heti käsiteltävänä olevan tukin sahaustuksen yhteydessä. Tutkimuksen kohteina olleissa sahaustuksissa käytettiin molempia särmäystapoja.

Talvisahauksessa särmättiin 44 tukin sivulaudat yksin kappalein sydäntavaran sahaustuksen yhteydessä. Pintalautojen yhteissärmäystä käytettiin keskimäärin 12.2 tukin sahaustuksen jälkeen. Tällöin saatiin yhteensä 18.3 pintalautaa eli 1.5 lautaa/tukki.

Latomuksena särmättyjen pintalautojen määrä tukkia kohti suurenee tukin läpimitan kasvaessa. Pienimmistä tukeista ei pintalautoja sahata lainkaan tai niitä tehdään hyvin vähän. Suurten läpimitaluokkien pintalautojen pieneen määrään vaikuttaa se, että tukkien pintalaudat särmätään joko osaksi tai kokonaan yksin kappalein.

Yhdestä tukista saatujen pintalautojen määrän prosenttinen jakautuma oli seuraava:

| | | | | | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|-------------|
| <i>Pintalautoja, kpl/tukki</i> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4+ | <i>Yht.</i> |
| % | 27 | 25 | 24 | 22 | 2 | 100 |

Särmäyksen osuus varsinaisesta sahausajasta oli talvisahauksessa 8.9 % ja kesäsahauksessa varsinaisen kesä- ja ryhmätyön tutkimusaineistojen perusteella 9.6 %. Kaikkien aineistojen keskimääräinen särmäysaikaprosentti oli 9.1.

Edellä esitetyn mukaan keskimääräinen särmäysaika on talvisahauksessa 37 cmin ja kesäsahauksessa 39 cmin/tukki. Aineistojen keskiarvoksi saatiin 38 cmin/tukki. Aika vaihtelee huomattavasti, kuten taulukosta 40 ilmenee. Koska kesä-

aineistoon kuuluva ryhmätyöntutkimus on suoritettu toisin perustein kuin muu osa tutkimussarjasta, ei näitä aineistoja ole kaikissa kohdin voitu yhdistää. Tästä on ollut seurauksena, ettei kesäsahauksen ryhmätyöntutkimuksesta ole saatu täysin luotettavaa kuvaa särmäyksen sisäisestä rakenteesta, joten se on seuraavassa jätetty pois, ja kesäsahausta edustaa ainoastaan ns. varsinaisen kesäaineisto (326 tukkia). Tällöin kesäsahauksen särmäysaika muuttuu, minkä johdosta myös yhdistetyn talvi- ja kesäsahauksen keskimääräinen särmäysaikakin muuttuu. Särmäykseen kulunut aika on näillä perusteilla laskettuna seuraava:

| <i>Sahaus</i> | <i>Aika/tukki</i> | <i>Osuus varsinaisesta sahausajasta</i> |
|-----------------------------|-------------------|---|
| <i>Talvi</i> | 37 cmin | 8.9 % |
| <i>Vars. kesä</i> | 31 » | 8.4 » |
| <i>Talvi- ja vars. kesä</i> | 36 » | 8.8 » |

Keskimääräinen särmäysaika tukkia kohti sekä talvi- ja varsinaisessa kesäsahauksessa että talvi- ja yhdistetyssä kesäsahauksessa on esitetty alla olevassa jaotelmassa (yhdistetty kesäaineisto = vars. kesä- ja ryhmätyöntutkimusaineistot):

| <i>Aineistot</i> | <i>Latvaläpimita, "</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|
| | 4 | 4½ | 5 | 5½ | 6 | 6½ | 7 | 7½ | 8 | 8½ | 9 | 9½ | 10 | 10½ | 11 | 11½ | 12 | 12½ |
| <i>Talvi ja vars. kesä</i> | 2 | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 42 | 45 | 54 | 63 | 61 | 47 | 47 | 62 | 67 | 59 | 59 | 48 |
| <i>Talvi ja yhd. kesä</i> | 2 | 8 | 19 | 26 | 33 | 38 | 42 | 47 | 57 | 65 | 64 | 53 | 54 | 60 | 68 | 61 | 62 | 48 |

| <i>Aineistot</i> | <i>Latvaläpimita, "</i> | | |
|----------------------------------|-------------------------|-----|----------------|
| | 13 | 13½ | <i>Keskim.</i> |
| <i>Talvi ja vars. kesä</i> | 77 | 27 | 36 |
| <i>Talvi ja yhd. kesä</i> | 79 | 27 | 38 |

Jaotelmasta huomataan, että eri aineistojen keskiarvojen erot ovat siksi pieniä, ettei niillä liene sanottavaa merkitystä. Seuraavassa käytetään keskiarvolukuna 36 cmin/tukki.

Särmäysajan keskimääräinen jakaantuminen ilmenee taulukosta 40.

Taulukosta 40 ilmenee, että särmäämättömien lautojen siirtäminen syöttöpöydälle vaatii enemmän kuin puolet särmäysajasta. Talvisahauksessa pintalautojen siirtäminen syöttöpöydälle samoin kuin niiden asettaminen pöydälle, vaatii enemmän aikaa kuin kesäsahauksessa.

Tämä johtuu siitä, että lautojen käsittely on talvella hankalampaa kuin kesällä. Samasta syystä myös järjestely, johon kaikki särmäystä valmistavat työt kuuluvat, on talvella ajanmenekiltään epäedullisempää. Sahaus vaatii enemmän aikaa kuin palautus (17.3 % vast. 12.0 % särmäysajasta) ja lisäksi voidaan todeta, että toisen särmän sahaus on hitaampaa kuin ensimmäisen. Palautuksessa taas suhde on päin-

Taulukko 40. Särnäysajan keskimääräinen jakaantuminen tukkia kohti
Table 40. Average distribution of the trimming time per log

| Sahaus Sawing | Tukkeja, kpl Number of logs | Järjestely Adjusting | Laudan siirtäm. Transfer of board | Asett. s-pöydälle Placing onto the roller table | Asett. säätäm. Sawblade setting | Sahaus Sawing | | Palautus Roller table's return | | Jätteen poistaminen Removing waste | | Laudan poistam. Remo- ving boards | Yht. Total |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--|---|--|------------------|------|-----------------------------------|-----|--|-----|---|---------------|
| | | | | | | I | II | I | II | I | II | | |
| Talvi | 1 159 | 2.4 | 52.0 | 7.6 | 0.1 | 8.3 | 8.4 | 6.0 | 5.4 | 3.8 | 0.6 | 5.4 | 100.0 |
| Winter | | | | | | | | | | | | | |
| Kesä | 326 | 0.3 | 46.1 | 7.2 | — | 10.1 | 10.4 | 7.7 | 7.1 | 3.1 | 1.0 | 7.0 | 100.0 |
| Summer | | | | | | | | | | | | | |
| Talvi ja kesä | 1 485 | 2.1 | 50.9 | 7.6 | 0 | 8.6 | 8.7 | 6.3 | 5.7 | 3.7 | 0.7 | 5.7 | 100.0 |
| Winter and summer | | | | | | | | | | | | | |
| Talvi | 1 159 | 1 | 19 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 37 |
| Winter | | | | | | | | | | | | | |
| Kesä | 326 | 0 | 14 | 3 | — | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 2 | 31 |
| Summer | | | | | | | | | | | | | |
| Talvi ja kesä | 1 485 | 1 | 18 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 36 |
| Winter and summer | | | | | | | | | | | | | |

vastainen, koska syöttöpöytä toisen palautuksen aikana on tyhjä. Palautusliikettä ei tällöin tarvitse jarruttaa. Ensimmäisessä särnäysleikkauksessa syntyneen jätteen poisto on huomattavasti hitaampaa kuin toisen, sillä jälkimmäisessä tapauksessa valmiiksi särnätyt laudat on poistettu syöttöpöydältä ennen jätteen poistoa. Laudan poistoaajan osuus särnäysajasta on suurempi kesäsahauksessa kuin talvella työskenneltäessä.

Ennen särnäystä tapahtuvan yleisen järjestelyn vaatiman ajan ja asetteen säätöajan ei havaittu riippuvan särnäyttävien kappaleiden muodosta eikä määrästä. Näitä ns. kiinteitä aikoja ei tästä syystä ole käsitelty yksityiskohtaisesti. Seuraavassa selostetaan muutamien esimerkkien avulla muuttuviin aikoihin vaikuttavia tekijöitä.

Ensiksi tarkastellaan paksuuden, leveyden ja särnäyttävien lautojen määrän vaikutusta särnäyksen muuttuviin aikoihin. Kun pituus on vakio, riippuvuus-suhteet ovat taulukossa 41 esitetyn kaltaiset.

Taulukko 41. Särnäyttävien lautojen paksuuden, leveyden ja lukumäärän vaikutus särnäyksen muuttuviin aikoihin

Table 41. Influence of thickness, width, and number of boards to be trimmed on the changing time in trimming

| pituus, ' length, ft. | Särnäyttävien kappaleiden Pieces to be trimmed | | | Aika, cmin Time, cmin. | Leikkauksen leveys, " Width of cut, in. |
|--------------------------|---|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--|
| | paksuus, " thickness, in. | leveys, " width, in. | lukumäärä, kpl number | | |
| 17 | 3/4 | 3 | 6 | 150 | 4.5 |
| 17 | 3/4 | 4 | 6 | 148 | 4.5 |
| 17 | 3/4 | 5 | 7 | 141 | 5.25 |
| 17 | 3/4 | 6 | 6 | 165 | 4.5 |
| 17 | 7/8 | 4 | 6 | 157 | 5.5 |
| 17 | 7/8 | 5 | 7 | 151 | 6.125 |
| 17 | 7/8 | 6 | 6 | 185 | 5.25 |
| 16 | 1 | 5 | 5 | 140 | 5.0 |
| 17 | 1 | 6 | 5 | 129 | 5.0 |
| 16 | 1 | 4 | 5 | 125 | 5.0 |
| 21 | 1/2 | 3 | 9 | 260 | 4.5 |

Taulukon arvojen perusteella voidaan päätellä, että leveyden kasvaessa 3":sta 5":aan kappaleen ollessa paksuudeltaan 3/4" särnäyksen muuttuva aika pienenee. Luokassa 3/4" × 5" aika on pienin, vaikka särnäyttävien kappaleiden määrä ja siten myös leikkauksen leveys on suurin. Kokojen 3/4" × 6" ja 7/8" × 6" särnäys vaatii eniten aikaa. 1" × 6":n luokassa taas ajanmenekki on huomattavasti pienempi. Viimeksi mainitussa luokassa tosin kappaleiden määrä on pienempi kuin muissa luokissa, mutta tämä ei muuttane yleistä suuntaa. Sama on todistettavissa kokojen 7/8" × 4" ja 7/8" × 5" osalta. Jälkimmäisen koon särnäys on siis pintalautojen suuremmasta määrästä huolimatta ajanmenekiltään edullisem-

paa kuin edellisen. 1":n paksuusluokassa riippuvuus on epäselvempi, koska 5":n leveysluokka on vaatinut enemmän aikaa kuin 4":n luokka, mutta 6":n luokka taas suuremmasta pituudesta huolimatta vähemmän kuin 5":n luokka. Tulosten perusteella voitaneen kuitenkin päätellä, *ettei särmättävien lautojen leveys vaikuta olennaisesti särmäyksen muuttuviin aikoihin.*

Paksuuden vaikutus sen sijaan osoittaa suurempaa säännönmukaisuutta. Yhtä tapausta lukuun ottamatta särmäysaika suurenee paksuuden kasvaessa seuraavasti: $3/4" \times 4" = 1.48$ cmin, $7/8" \times 4" = 1.57$ cmin ja $3/4" \times 5" = 1.41$ cmin $7/8" \times 5" = 1.51$ cmin sekä $3/4" \times 6" = 1.65$ cmin, $7/8" \times 6" = 1.85$ cmin, $1" \times 6" = 1.29$ cmin. Viimeksi mainittu aika on selvästi muita lyhyempi, mikä saattaa osaksi johtua siitä, että särmättävien kappaleiden määrä on pienempi kuin muissa luokissa. Ero on kuitenkin siksi suuri, ettei määrän pienemmyys kokonaan voi selittää särmäysajan lyhemmyyttä. Jos leveyden vaikutus eliminoidaan, mikä edellä esitetyn perusteella on oikeutettua, voidaan todeta, ettei leikkauksen leveyden kasvu aina pidennä leikkauksaika. 7/8":n luokassa särmäysaika on vain vähän pitempi kuin 3/4":n luokassa, vaikka keskimääräisen leikkauksen leveys on jälkimmäisessä luokassa n. 1":n pienempi kuin edellisessä. 1":n paksuusluokassa särmäysaika on pienin, vaikka leikkauksen leveys on suurin. Kun vielä otetaan huomioon kunkin paksuusryhmän ajanmenekin sisäinen vaihtelu leveyden vaihtelun funktiona, voidaan todeta, *ettei särmättävien kappaleiden paksuuden ja särmäyksen muuttuvien aikojen kesken vallitse riippuvuutta.*

Edellä esitetyn perusteella on kaikki 1/2" ... 1":n paksuiset ja 3" ... 6":n levyiset laudat yhdistetty yhdeksi luokaksi, jonka perusteella on sitten tutkittu särmättävien lautojen pituuden ja lukumäärän vaikutusta särmäyksen muuttuviin aikoihin.

Särmättävien lautojen *pituu*den vaikutusta särmäyksen muuttuviin aikoihin valaisee taulukko 42. Särmättävien lautojen määrä on ollut 8 kpl/särmäyskerta.

Taulukko 42. Lautojen pituuden vaikutus särmäyksen muuttuviin aikoihin särmättäessä 8 laudan latomus kerralla

Table 42. Influence of the length of boards to be trimmed on the changing times in trimming when the number of boards is eight

| Laudan pituus, Length of board, ft. | Pintalaudan (1:n) ottam. Picking up surface board | Asett. s-pöyd. Placing onto the roller table | Sahaus Sawing | | Palautus Roller table's return | | Jätteen poistam. Removing waste | | Laudan poistam. Removing boards |
|-------------------------------------|---|--|------------------------|----|--------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|
| | | | I | II | I | II | I | II | |
| | | | Aika, cmin Time, cmin. | | | | | | |
| 12 | 92 | 11 | 8 | 8 | 9 | 8 | 10 | — | 6 |
| 14 | 102 | 10 | 9 | 12 | 7 | 6 | 7 | — | 13 |
| 16 | 93 | 12 | 13 | 10 | 9 | 10 | 9 | — | 24 |
| 18 | 97 | 14 | 14 | 13 | 10 | 6 | 7 | 6 | 13 |
| 20 | 174 | 18 | 14 | 16 | 10 | 9 | 9 | 6 | 8 |
| 22 | 68 | 42 | 13 | 15 | 10 | 11 | — | — | 12 |

Taulukosta 42 käy ilmi, että syöttöpöydälle aseteltuun kuluva aika kasvaa herkemmin kuin muut ajat pituuden suuretessa. Myös sahaus- ja palautusajat kasvavat särmäyspituuden kasvaessa mutta hitaasti. Pintalaudan (1) leikkauksissa on ehkä havaittavissa pientä ajanmenekin lisääntymistä pituuden kasvaessa, mutta muiden osatöiden suorittamiseen kuluneiden aikojen ja pituuden välillä ei näytä olevan selvää riippuvuutta. Yleensä voidaan todeta, että särmättävien lautojen pituus vaikuttaa vain vähän särmäysaikaan. Särmäyksen muuttuvien aikojen ja pituuden välistä riippuvuutta tutkitaan myöhemmin testauksen avulla.

Särmäyksen muuttuvien aikojen riippuvuus särmättävien lautojen *määrästä* on huomattavasti selvempi kuin niiden riippuvuus pituudesta, kuten taulukosta 43 käy ilmi:

Taulukko 43. Särmättävien lautojen määrän vaikutus särmäyksen muuttuviin aikoihin
Table 43. Influence of number of boards to be trimmed on the changing times in trimming

| Työn osa Part of work | Särmättävien lautojen lukumäärä, kpl Number of boards to be trimmed | | | | | | |
|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 |
| | Aika, cmin Time, cmin. | | | | | | |
| Pintalaudan (1:n) otto Picking up surface board | 12 | 44 | 73 | 103 | 136 | 183 | 212 |
| Asett. syöttöpöydälle Placing onto the roller table | — | 16 | 11 | 15 | 18 | 21 | 3 |
| Sahaus I Sawing | 10 | 12 | 13 | 14 | 15 | 21 | 18 |
| Sahaus II Sawing | 12 | 12 | 12 | 15 | 16 | 18 | 26 |
| Palautus I Return | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 |
| Palautus II Return | 8 | 10 | 10 | 9 | 9 | 11 | 7 |
| Jätteen poistam. I Removing waste | — | 5 | 6 | 8 | 11 | 12 | — |
| Jätteen poistam. II Removing waste | — | 8 | 7 | 1 | 9 | 6 | — |
| Laudan poistam. Removing boards | 10 | 7 | 10 | 10 | 9 | 19 | 8 |

Särmäämättömien lautojen siirtämiseen (1:n otto) kulunut aika kasvaa tuntuvasti särmättävien lautojen määrän lisääntyessä. Sahauksessa ja palautuksessa sekä jätteiden poistossa suunta on sama, mutta nousu on hitaampaa kuin särmäämättömien lautojen otossa. Särmäämättömien lautojen syöttöpöytään kiinnittämisessä ja särmättyjen lautojen poistossa on havaittavissa pientä ajanmenekin lisääntymistä lautojen määrän kasvaessa. Kappalemäärän vaikutusta särmäyksen muuttuviin aikoihin analysoidaan myöhemmin testauksen avulla (taulukko 45).

Kuten edeltä on ilmennyt, särmäyksen eri osatöiden muuttuvat ajat ovat eri tavalla riippuvaisia särmättävien pintalautojen pituudesta ja määrästä. Yhteenlaskettujen muuttuvien aikojen suhdetta pituuteen ja määrään on selvitetty erikseen talvi- ja kesäsahauksessa korrelaatiolaskentaa käyttäen. Taulukossa 44

on esitetty särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmäyspituuden välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsahauksessa, kun särmättävien lautojen määrä on 8 kpl särmäyskertaa kohti.

Taulukko 44. Särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmäyspituuden välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsahauksessa särmättäessä 8 lautaa kerrallaan
Table 44. Terms of correlation between the changing times in trimming and the trimming length in winter and summer sawing when the number of boards is eight

| Sahaus Sawing | Lautojen koko Size of boards | n | a | b | r | s_r (\pm) | Tukkien pituus, Length of logs, ft. |
|---------------------------|---------------------------------------|----|-------|--------|-------|--------------------|---|
| Talvi Winter | 3/4" x 4" | 16 | 2.176 | 134.44 | 0.248 | 0.242 | 12 . . . 23 |
| Kesä Summer | 7/8" x 4" | 32 | 5.850 | 47.03 | 0.496 | 0.153 | 13 . . . 24 |

Regressioyhtälöiden perusteella näyttää siltä, että särmäys vaatisi talvella enemmän aikaa kuin kesällä. Korrelaatiotaulujen mukaan ajanmenekkiä osoittavat regressiosuorat kuitenkin leikkaavat toisensa 22':n ja 23':n välillä. Termi b, joka lähinnä kuvaa »valmisteluun» kulunutta aikaa, on paljon suurempi talvi- kuin kesäsärmäyksessä. Särmäyksen keskimääräistä jakaantumista osoittavasta taulukosta (40) käy myös ilmi, että järjestely ennen särmäystä on hankalampaa talvella kuin kesällä.

Talvisärmäyksessä vallitsee hyvin heikko korrelaatio särmäyksen muuttuvien aikojen ja pituuden kesken. Tätä toteamusta vahvistaa myös se, että korrelaatio-kerroin ja sen keskivirhe ovat saman suuruiset. Kesäsahauksessa taas korrelaatio on keskivahva ja todellinen, sillä kerroin on kolminkertaista keskivirhettään suurempi. Syynä eroon saattaa olla aineistojen pienuuden lisäksi leikkauksen leveyden erilaisuus. Kesäsärmäyksessä leveys on tuuman suurempi kuin talvisärmäyksessä. Sahausnopeus pienenee talvella enemmän sahauspituuden kasvaessa. Sama ilmiö on havaittavissa myös pintojen ja sydäntavaran sahausessa.

Äsken mainittua talvi- ja kesäsärmäyksen välistä eroa ei voida regressiosuorien perusteella pitää todistettuna. Tästä syystä on testattu keskiarvojen erotuksia. Jos särmättävien lautojen pituus on 20' ja määrä 8 kpl särmäyskertaa kohden, saadaan testauksen tuloksiksi seuraavat arvot:

$$\begin{aligned} n_1, \text{ kpl, talvi (3/4")} &= 3 \\ n_2, \text{ kpl, kesä (7/8")} &= 15 \\ \bar{y}_1, \text{ cmin, talvi} &= 183.3 \\ \bar{y}_2, \text{ cmin, kesä} &= 168.0 \\ t &= + 1.30 \end{aligned}$$

Käytettävissä olevan pienen aineiston perusteella saavutettu testaus osoittaa, ettei särmäyspituus aiheuta olennaista eroa talvi- ja kesäsahauksen välillä.

Myös särmättävien kappaleiden määrän suhdetta särmäyksen muuttuviin aikoihin on selvitetty vastaavalla tavalla. Pituudeksi on tässäkin tapauksessa valittu 20', minkä jälkeen on tutkittu särmäysajan muuttumista kappalemäärän vaihdella. Kappalemäärän ja särmäyksen muuttuvien aikojen välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsärmäyksessä on esitetty taulukossa 45.

Taulukko 45. Särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmättävien lautojen lukumäärän välisen korrelaation tunnusluvut talvi- ja kesäsärmäyksessä pituuden ollessa 20'
Table 45. Terms of correlation between the changing times in trimming and the numbers of boards to be trimmed in winter and summer trimming, the length being 20 ft.

| Sahaus Sawing | Lautojen koko Size of boards | n | a | b | r | s_r (\pm) | Särmättävien paloitteiden lukum. Number of pieces to be trimmed |
|---------------------------|---------------------------------------|----|--------|-------|-------|--------------------|---|
| Talvi Winter | 3/4" x 4" | 26 | 16.917 | 38.21 | 0.826 | 0.111 | 4 . . . 10 |
| Kesä Summer | 7/8" x 4" | 46 | 14.732 | 46.01 | 0.829 | 0.082 | 3 . . . 9 |

Regressiosuorien perusteella talvi- ja kesäsärmäyksen välinen ero on pieni; kesäsärmäys on vain hivenen joutuisampaa. Kappalemäärä vaikuttaa suuresti aikaan sekä talvella että kesällä, sillä kappalemäärän ja särmäyksen muuttuvien aikojen välillä vallitsee vahva positiivinen korrelaatio. Korrelaatio on kolminkertaista keskivirhettään suurempi ja siis erittäin merkitsevää.

Tulos talvi- ja kesäsärmäyksen välisestä keskiarvojen erotuksen testauksesta on seuraava:

$$\begin{aligned} n_1, \text{ kpl, talvi (3/4")} &= 5 \\ n_2, \text{ kpl, kesä (7/8")} &= 15 \\ \bar{y}_1, \text{ cmin, talvi} &= 160.0 \\ \bar{y}_2, \text{ cmin, kesä} &= 141.9 \\ t &= + 1.10 \end{aligned}$$

Keskiarvojen välillä ei siis ole merkitsevää eroa, joten tältäkin osin ei ole tarpeen erottaa aineistoja toisistaan. Testaustulosten perusteella voitaneen suuremmitta virheitä käyttää aineistojen keskiarvoa osoittamaan särmäyksen ajankäyttöä. Tarkastelua varten on talvi- ja kesäsärmäystä koskevat aineistot yhdistetty ja näin saatujen arvojen perusteella tutkittu särmäyspituuden ja särmättävien kappaleiden määrän suhdetta särmäyksen muuttuviin aikoihin korrelaatiolaskennan avulla. Lautojen koot olivat 3/4" x 4" ja 7/8" x 4", pituus 20'. Särmättävien kappaleiden määrä oli kahdeksan särmäyskertaa kohti.

Yhdistetyn talvi-kesäaineiston särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmäyspituuden välistä riippuvuutta kuvaavan regressiosuoran yhtälöksi on saatu

$$(32) \quad y = 2.847x + 109.57 \text{ ja} \\ \text{korrelaatiokertoimeksi} \\ r = 0.273 \pm 0.139.$$

Särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmäyspituuden välillä on merkitsevä ero, korrelaatiokerroin on kaksinkertaista keskivirhettään suurempi. Voidaan myös todeta, että särmäyspituuden kasvaessa yhden jalan aika pitenee n. 3 cmin, mitä on pidettävä pienenä.

Kun pituus on 20' ja särmättävien lautojen määrä vaihtelee särmäyskertaa kohti kolmesta kymmeneen kappaleeseen, särmäysajan ja lautojen määrän väliseksi regressiosuoran yhtälöksi on saatu

$$(33) \quad y = 15.281x + 44.60.$$

Korrelaatiokerroin ja sen keskivirhe ovat tällöin

$$r = 0.818 \pm 0.068.$$

Särmäyksen muuttuvien aikojen ja särmättävien kappaleiden määrän välinen korrelaatio on positiivinen ja erittäin merkitsevä, kuten korrelaatiokertoimenkin suhde keskivirheeseen osoittaa. Jos lautojen määrä lisätään särmäyskertaa kohti, särmäyksen muuttuvien aikojen nousu on 15 cmin jokaista lisälautaa kohden. Lautojen määrän vaikutus ajanmenekkiin on siis paljon vahvempi kuin niiden pituuden.

Särmäysajan ja laudan pituuden ja toisaalta ajan ja särmättävien kappaleiden määrän keskinäistä suhdetta kuvaavien regressiosuorien yhtälöiden a-arvojen pohjalla on ekstrapoloimalla laadittu taulukko 46. Siitä ilmenee särmäyspituuden ja särmättävien lautojen määrän vaikutus särmäyksen muuttuviin aikoihin.

Taulukko 46. Särmäyspituuden ja särmättävien lautojen määrän vaikutus särmäyksen muuttuviin aikoihin

Table 46. Influence of the trimming length and number of boards to be trimmed on the changing times in trimming

| Lautojen pituus, ' Length of boards, ft. | Lautojen lukumäärä/särmäyskerta, kpl Number of boards/trimmed simultaneously | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | Aika, cmin Time, cmin. | | | | | | | | | | | |
| 12 | 37 | 52 | 67 | 83 | 98 | 113 | 128 | 144 | 159 | 174 | 190 | 205 |
| 14 | 42 | 58 | 73 | 88 | 104 | 119 | 134 | 149 | 165 | 180 | 195 | 211 |
| 16 | 48 | 63 | 79 | 94 | 109 | 125 | 140 | 155 | 170 | 186 | 201 | 216 |
| 18 | 54 | 69 | 84 | 100 | 115 | 130 | 146 | 161 | 176 | 191 | 207 | 222 |
| 20 | 60 | 75 | 91 | 106 | 121 | 136 | 152 | 167 | 182 | 198 | 213 | 228 |
| 22 | 65 | 80 | 96 | 111 | 126 | 142 | 157 | 172 | 188 | 203 | 218 | 233 |
| 24 | 71 | 86 | 101 | 117 | 132 | 147 | 163 | 178 | 193 | 209 | 224 | 239 |
| 26 | 76 | 92 | 107 | 122 | 138 | 153 | 168 | 184 | 199 | 214 | 229 | 245 |
| 28 | 82 | 97 | 113 | 128 | 143 | 159 | 174 | 189 | 204 | 220 | 235 | 250 |

Kuten jo edellä on mainittu, särmäysaika koostuu sekä muuttuvista että kiinteistä ajoista. Kiinteiden aikojen ryhmä on hyvin pieni. Kiinteiden aikojen sekä laudan pituuden ja lautamäärän välillä ei ole havaittu riippuvuutta. Taulu-

kossa 46 oleviin muuttuviin aikoihin voidaan näin ollen lisätä kiinteiden töiden suorittamiseen (yleinen järjestely ja asetteen säätö) kulunut keskimääräinen aika. Se on taulukon 40 mukaan 1 cmin/tukki, jos jokaisesta tukista saadaan keskim. 1.5 särmättävää lautaa.

Pintoja särmätään harvoin yksin kappalein. Latomuksena särmättäessä särmäysaika juoksujalkaa ja tiettyä lautamäärää kohti pienenee särmäyserän lautamäärän kasvaessa. Seuraavassa jaotelmassa esitetään tätä osoittava särmäysajan vaihtelu juoksujalkaa ja lautaa kohti yhdellä kertaa särmättävien lautojen määrän vaihdellussa 1 . . . 12 kpl. Toinen sarja on laskettu alkuperäisen särmäysaineiston perusteella ja toinen sen regressiosuoran perusteella, joka osoittaa särmäysajan ja särmättävien lautojen määrän välistä suhdetta pituusluokassa 20'.

| Lautamäärä, kpl | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Särmäysaika, cmin/jj/lauta | | | | | | | | | | | |
| Aineisto | 3.8 | 1.9 | 1.9 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.5 |
| Regr.suora | 3.0 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

Kuten jaotelmasta huomataan, särmäys yksin kappalein on ajanmenekin kannalta hyvin epäedullinen (3.8 ja 3.0 cmin). Aika juoksujalkaa ja lautaa kohti vähenee nopeasti kolmeen lautaan, minkä jälkeen lasku hidastuu. Regressiosuoran perusteella laskettu sarja osoittaa, että aika kahdeksan laudan jälkeen muuttuu vakioiksi. Aineiston mukaan taas särmäysajan minimi on 11 laudan kohdalla. Sen jälkeen aika taas pitenee lautojen määrän lisääntyessä. Ajan piteneminen saattaa olla todellinen, sillä työ hankaloituu lautalatomuksen kasvaessa. Toisaalta aineisto on 12 laudan luokassa niin pieni, että aika-arvoon on suhtauduttava varauksin. Joka tapauksessa voitaneen pitää todistettuna, että latomuksittainen särmäys on määrärajan saakka ajanmenekin kannalta edullisinta.

454.3 Apuaika

Apuajan osuus varsinaisesta sahausajasta oli talvisahauksessa 8.2 % ja kesä-sahauksessa 8.6 %; keskiarvo oli 8.4 %. Aika pituusjalkaa kohti oli sekä talvi-että kesä-sahauksessa 2 cmin. Aputöistä vie eniten aikaa *pintojen eli k-paloitteiden siirtäminen* syöttöpöydältä muun tavaran sahausajaksi sekä niiden nostaminen takaisin syöttöpöydälle pintalautoiksi sahaamista varten. Pintojen siirtämisen osuus varsinaisesta sahausajasta on 4.7 % ja aika 19 cmin/tukki eli n. 1 cmin/jj. *Sabatun tavaran poistamisen* osuus varsinaisesta sahausajasta laskettuna on 2.5 % ja *jätteen poistamisen* osuus n. 1.2 %. Sahatavaran poistaminen vaatii aikaa 10 cmin/tukki ja jätteen poistaminen 5 cmin/tukki. Pituusjalkaa kohti laskettuna aika on yhteensä vain n. 1 cmin. Aputöihin käytetty aika kasvaa tukin latvaläpimitan suuretessa.

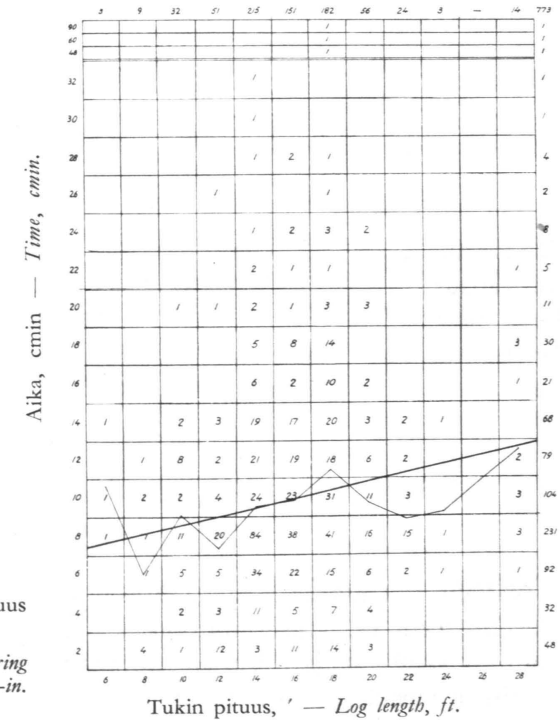
Taulukko 47. Apuajan keskimääräinen jakaantuminen talvi- ja kesäsahauksessa
Table 47. Average distribution of the auxiliary time in winter and summer sawing

| Latvaläpimita, Top diameter, in. | Tukkeja, Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. | Pintojen siirtäminen Transfer of surfaces | | Sahatun tavaran poist. Removal of sawn goods | | Jätteen poistaminen Removal of waste | | Apu aika yhteensä Auxiliary time in total | | | |
|--|-------------------------------|--|---|--------------------------|---|---|---|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|------|
| | | | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin./tukki cmin./log | cmin./jj cmin./ru.ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin./tukki cmin./log | cmin./jj cmin./ru.ft. | % vars. sahausajasta % of sawing time proper | cmin./tukki cmin./log | cmin./jj cmin./ru.ft. | |
| 3 | 2 | 18.0 | — | — | 1.1 | 0.1 | 1.4 | 3 | 0.1 | 2.5 | 5 | 0.2 |
| 3 1/2 | 18 | 13.5 | — | — | 1.7 | 0.2 | 1.1 | 2 | 0.1 | 2.8 | 5 | 0.3 |
| 4 | 84 | 13.9 | 0.6 | 1 | 0.7 | 0.1 | 0.7 | 1 | 0.1 | 2.0 | 3 | 0.3 |
| 4 1/2 | 139 | 14.9 | 1.5 | 3 | 0.8 | 0.1 | 0.8 | 2 | 0.1 | 3.1 | 7 | 0.4 |
| 5 | 146 | 15.0 | 3.3 | 8 | 1.6 | 0.3 | 0.8 | 2 | 0.1 | 5.7 | 14 | 0.9 |
| 5 1/2 | 103 | 15.3 | 3.8 | 11 | 1.8 | 0.3 | 1.1 | 3 | 0.2 | 6.7 | 19 | 1.2 |
| 6 | 137 | 14.6 | 4.2 | 14 | 1.9 | 0.4 | 1.0 | 3 | 0.2 | 7.1 | 23 | 1.5 |
| 6 1/2 | 152 | 14.8 | 4.3 | 16 | 2.5 | 0.6 | 1.2 | 4 | 0.3 | 8.0 | 29 | 2.0 |
| 7 | 135 | 15.2 | 4.8 | 20 | 2.5 | 0.7 | 1.4 | 6 | 0.4 | 8.7 | 36 | 2.4 |
| 7 1/2 | 122 | 15.5 | 4.7 | 21 | 3.1 | 0.9 | 1.1 | 5 | 0.3 | 8.9 | 40 | 2.6 |
| 8 | 112 | 14.7 | 5.3 | 26 | 3.2 | 1.0 | 1.7 | 8 | 0.6 | 10.2 | 49 | 3.3 |
| 8 1/2 | 84 | 15.1 | 5.7 | 31 | 3.1 | 1.1 | 1.2 | 6 | 0.4 | 10.0 | 54 | 3.6 |
| 9 | 79 | 15.2 | 5.6 | 33 | 3.3 | 1.3 | 1.4 | 8 | 0.5 | 10.3 | 60 | 3.9 |
| 9 1/2 | 58 | 14.8 | 6.4 | 41 | 2.8 | 1.2 | 1.3 | 8 | 0.5 | 10.5 | 67 | 4.5 |
| 10 | 40 | 14.7 | 5.3 | 37 | 2.6 | 1.3 | 1.3 | 9 | 0.6 | 9.2 | 64 | 4.3 |
| 10 1/2 | 16 | 14.3 | 5.8 | 41 | 3.1 | 1.5 | 1.3 | 9 | 0.6 | 10.2 | 72 | 5.0 |
| 11 | 26 | 14.2 | 6.7 | 54 | 2.8 | 1.6 | 1.1 | 9 | 0.6 | 10.6 | 86 | 6.0 |
| 11 1/2 | 7 | 13.3 | 5.6 | 39 | 2.4 | 1.3 | 0.3 | 2 | 0.1 | 8.3 | 58 | 4.3 |
| 12 | 13 | 12.5 | 6.2 | 45 | 2.1 | 1.3 | 0.9 | 6 | 0.5 | 9.2 | 67 | 5.4 |
| 12 1/2 | 4 | 14.0 | 6.9 | 74 | 5.3 | 1.5 | 0.7 | 7 | 0.5 | 9.5 | 102 | 7.3 |
| 13 | 2 | 15.5 | 9.3 | 145 | 9.4 | 2.0 | 1.6 | 26 | 1.6 | 12.9 | 203 | 13.0 |
| 13 1/2 | 3 | 16.0 | 5.9 | 109 | 6.8 | 0.9 | 0.3 | 6 | 0.2 | 7.1 | 132 | 8.1 |
| 14 | 1 | 17.0 | 4.8 | 119 | 7.0 | 4.3 | 0.2 | 6 | 0.4 | 9.3 | 232 | 13.7 |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | 6.7 | 121 | 8.1 | — | — | — | — | 6.7 | 121 | 8.1 |
| 17 | 1 | 15.0 | 2.3 | 59 | 3.9 | 0.9 | 0.5 | 14 | 0.9 | 3.7 | 97 | 6.4 |
| | 1 485 | 14.9 | 4.7 | 19 | 1.3 | 2.5 | 1.2 | 5 | 0.3 | 8.4 | 34 | 2.3 |

454.31 Pintojen siirtäminen

Koska pintojen siirtämisen kuluneiden aikojen väliset erot olivat pintalautojen sahuksessa niin pieniä, ettei siirtämisaian ja tukin latvaläpimitan välistä suhdetta voitu selvittää yhden tuuman luokkavälein, on latvaläpimitat tässäkin yhdistetty kahdeksi pääryhmäksi, pieniksi ja suuriksi tukeiksi (rajana 9"), ja tutkittu sitten näiden tukkiryhmiä pitoisuuden ja pintojen siirtämisen kuluneen ajan välistä riippuvuutta.

Pinnan siirtämisaika kasvaa suoraviivaisesti tukin pitoisuuden mukaisesti. Tämä ilmenee seuraavasta talvisahauksen suurten tukkien pintojen siirtämistä koskevasta korrelaatiotaulusta (kuva 16).



Kuva 16. Pintojen siirtämisaian riippuvuus tukin pitoudesta. Talvisahaus. 8"

Fig. 16. Dependence of the time of transferring surfaces on the log length. Winter sawing. 8-in. logs

Tukkien pitoisuuden ja pintojen siirtämisen kuluneiden aikojen välisiä suhteita kuvaavat myös seuraavat regressiosuoran yhtälöt ja korrelaatiokertoimet keskivirheineen.

$$\begin{aligned}
 (34) \quad & \text{Pienet tukit} \\
 & \text{Talvisahaus} \quad y = 0.185x + 4.630 \quad r = 0.158 \pm 0.035 \\
 (35) \quad & \text{Suuret tukit} \\
 & \text{Kesäsahaus} \quad y = 0.258x + 1.733 \quad r = 0.317 \pm 0.072
 \end{aligned}$$

Suuret tukit

- (36) Talvisahaus $y = 0.227x + 6.356$ $r = 0.126 \pm 0.037$
 (37) Kesäsahaus $y = 0.230x + 3.364$ $r = 0.127 \pm 0.056$

Tukkien pituuden ja pintojen siirtämisaajan välinen korrelaatio eri suuruusryhmissä on heikko mutta merkitsevä, sillä korrelaatiokerroin on yhtä tapausta lukuun ottamatta kolminkertaista keskivirhettään suurempi.

Pintojen siirtämisaika kasvaa hyvin hitaasti tukin pituuden lisääntyessä. Kasvu on ainoastaan n. 1 cmin yhden pituusjalan kasvua kohti. Lisäksi voidaan todeta, että pienten tukkien pintojen siirtäminen on sekä talvi- että kesäsahauksessa jonkin verran nopeampaa kuin suurten. Kolmas toteamus on, että pintojen siirtäminen on talvella hitaampaa kuin kesällä, mihin on tietenkin syynä lisääntynyt käsittelyhankaluus. Tämäkin ero on pieni, mutta todellinen. Pintojen siirtämiseen kuluneet ajat ovat regressiosuoran yhtälöiden perusteella laskettuina seuraavat:

| <i>Tukkien pituudet</i> | <i>Pintojen siirtämisaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 6' | 8' | 10' | 12' | 14' | 16' | 18' | 20' | 22' | 24' | 26' | 28' |
| <i>Pienet tukit</i> | | | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 |
| Kesäsahaus | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| <i>Suuret tukit</i> | | | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |
| Kesäsahaus | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 |

454.32 Valmiin sahatavaran poistaminen syöttöpöydältä

Valmiin sahatavaran ja sahausjätteen poistaminen syöttöpöydältä ei kuulunut sahaajien vaan ns. »vastaanottopuolen» miesten tehtäviin. Kuitenkin sahaajat joutuivat välillisesti ja toisinaan suoranaisestikin ottamaan osaa näihin töihin. Tällaisissa tapauksissa siitä tehtiin merkintä työntutkimuslomakkeeseen. Milloin sahaajat joutuivat odottamaan sahattavan ja/tai jätteen poistamista muiden työntekijöiden toimesta, odotusaika merkittiin työnhukka-aikaan kuuluvaksi.

Talvi- ja varsinaisen kesäaineiston perusteella sahaajat ovat osallistuneet edellä esitetyllä tavalla valmiin sahatavaran poistamiseen 72 tapauksessa sadasta lasketuna koko tukkimäärän perusteella. Tämä selittää »todellisten» ja keskimääräisten aikojen välisen eron.

Sahatavaran poistamista osoittava kuvaaja nousee suoraviivaisesti sekä talvi- että kesäsahauksessa latvaläpimitan kasvaessa. *Talvisahauksessa* on regressiosuoran yhtälöiksi saatu

(38) $y = 2.856x - 4.496$ ja korrelaatiokertoimeksi

$$r = 0.441 \pm 0.034.$$

Kesäsahaoksen regressiosuoran yhtälö on:

(39) $y = 2.455 - 1.505$ ja korrelaatiokerroin

$$r = 0.394 \pm 0.048.$$

Sekä talvi- että kesäsahauksessa vallitsee siis keskivahva, mutta erittäin merkitsevä positiivinen korrelaatio sahatun tavarahan poistamiseen kuluneen ajan ja tukin latvaläpimitan välillä.

Regressiosuorien perusteella laskettuina sahatavaran poistamiseen syöttöpöydältä kuluneet ajat ovat:

| <i>Latvaläpimita</i> | <i>Sahatavaran poistamisaika, cmin/tukki</i> | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" | |
| <i>Talvisahaus</i> | 4 | 7 | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | |
| <i>Kesäsahaus</i> | 6 | 8 | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 | 23 | 26 | 28 | 30 | |

Jaotelmasta nähdään, että talvi- ja kesäsahausten välinen ero on pieni. Lautojen poistaminen alle 5":n suuruisista tukeista vaatii kesällä enemmän aikaa kuin talvella; latvaläpimitaluokissa 6" . . . 9" ajat ovat samat, ja sitä järeämpien tukkien luokissa talvisahaus vaatii pitempiä aikoja kuin kesäsahaus. Eroihin on kuitenkin suhtauduttava varauksin.

454.33 Jätteen poistaminen syöttöpöydältä

Sahaajat ovat avustaneet jätteen poistamisessa 58 tapauksessa sadasta lasketuna koko tukkimäärän perusteella eli siis vielä vähemmän kuin sahatavaran poistamisessa. Tässäkin työssä aikaa osoittava kuvaaja nousee suoraviivaisesti latvaläpimitan kasvaessa. Regressiosuorien yhtälöt ovat

(40) talvisahauksessa $y = 1.874x - 1.65$ ja

(41) kesäsahauksessa $y = 1.784x + 0.042$ sekä

korrelaatiokertoimet

$$\text{talvisahauksessa } r = 0.414 \pm 0.038 \text{ ja}$$

$$\text{kesäsahauksessa } r = 0.304 \pm 0.056.$$

Jätteen poistamisaajan ja tukin latvaläpimitan kesken vallitsee niin ikään siis keskivahva merkitsevä positiivinen korrelaatio. Regressiosuorien perusteella lasketut jätteen poistamisaajat ovat:

| Latvaläpimita | 3" | 4" | 5" | 6" | 7" | 8" | 9" | 10" | 11" | 12" | 13" |
|---------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | Jätteen poistamisaika, cmin/tukki | | | | | | | | | | |
| Talvisahaus | 4 | 6 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| Kesäsahaus | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |

Jätteen poistaminen on talvioloissa jonkin verran nopeampaa kuin kesällä, mutta ero on niin pieni, ettei sillä ole käytännössä merkitystä.

455 Varsinaisen sahausajan yhdistelmä

Kuten edellä esitetystä on ilmennyt, talvi- ja kesäsahauksen välillä on eroa melkein kaikissa toiminnoissa ja työvaiheissa. Näin ollen on odotettavissa, että tämä ero näkyy myös varsinaisissa sahausajoissa, jotka koostuvat edellä käsitellyistä osa-ajoista.

Varsinaiset sahausajat voidaan esittää latvaläpimitaluokittain alkuperäisiin korrelaatiotauluihin perustuvina, silmävaraisesti tasoitettuina kuvaajina. Tällainen menetelmä lienee kuitenkin liian karkea. Jos ajanmenekkiä osoittava kuvaaja nousisi suoraviivaisesti latvaläpimitan kasvaessa, tulokset voitaisiin analysoida regressiosuoran yhtälöiden avulla. Näin onkin seuraavassa tehty. Tällöin on lähinnä pyritty selvittämään aikaerojen todellisuutta. Regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokerroimet keskivirheineen ovat:

$$(42) \quad \text{Talvisahaus} \quad y = 7.08x - 17.32 \quad r = 0.849 \pm 0.016$$

$$(43) \quad \text{Kesäsahaus} \quad y = 5.54x - 11.05 \quad r = 0.809 \pm 0.025$$

$$(44) \quad \text{Talvi- ja kesäsahaus} \quad y = 6.40x - 14.29 \quad r = 0.823 \pm 0.014$$

Kaikissa esitetyissä sahaustapauksissa vallitsee siis vahva, todellinen korrelaatio varsinaisen sahausajan ja tukin latvaläpimitan kesken. Regressiosuoran yhtälöiden perusteella voidaan päätellä, että talvisahausta koskevan suoran nousu on jyrkempi kuin kesäsahausta koskevan. Pienissä latvaläpimitaluokissa (alle 4":n) kesäsahaus on talvisahausta hitaampaa, mutta suhde muuttuu päinvastaiseksi latvaläpimitan suuretessa. Regressiosuorien perusteella kesäsahaus näyttäisi siis yleensä olevan talvisahausta nopeampaa. Regressiosuora ei kuitenkaan osoita erojen todellisuutta, minkä vuoksi tulokset on testattu aikaisemmin selostettua menetelmää käyttäen. Latvaläpimitaluokkien 3 1/2", 5", 6 1/2", 8", 9 1/2", 11" ja 12 1/2" varsinaisten sahausajojen keskiarvojen erotusten testaustulokset ilmenevät taulukosta 48.

Taulukko 48. Talvi- ja kesäsahauksen varsinaisten sahausajojen luokkakeskiarvojen erotusten testaus
Table 48. Test of the differences in the class averages of the sawing time proper in winter and summer sawing

| | Tukin latvalämimitta, " Top diameter of log, in. | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 3 1/2 | 5 | 6 1/2 | 8 | 9 1/2 | 11 | 12 1/2 |
| n ₁ , kpl, talvi . . . number, winter | 9 | 124 | 127 | 83 | 38 | 17 | 3 |
| n ₂ , kpl, kesä . . . number, summer | 9 | 46 | 32 | 50 | 34 | 13 | 1 |
| y ₁ , cmin, talvi .. cmin., winter | 12.2 | 16.1 | 27.3 | 35.0 | 47.6 | 63.2 | 92.7 |
| y ₂ , cmin, kesä .. cmin., summer | 10.9 | 16.2 | 23.3 | 30.3 | 39.4 | 48.8 | 50.0 |
| t | +0.84 | -0.23 | +3.70 | +1.07 | +3.20 | +2.40 | +2.57 |

Testaus osoittaa, että erot ovat merkitseviä 6 1/2":aa suuremmissa latvaläpimitaluokissa. 3 1/2":n ja 5":n luokissa erot eivät ole merkitseviä, mikä on ehkä yllättävää. On kuitenkin otettava huomioon, että latvaläpimitoiltaan pienten tukkien sahaus tulee kysymykseen vain poikkeustapauksissa ja usein erikoiskokojen sahaamiseksi. Tämä koskee ennen kaikkea 3 1/2":n läpimitaluokkaa. Pienten tukkien käsittely on muuten joka suhteessa helppoa, joten talvisahaukselle tyypillinen lisähankaluus ei voi olla ratkaiseva ajanmenekin kannalta. Lisäksi aika-arvot pienissä latvaläpimitaluokissa ovat hyvin pieniä, joten myös niiden erot ovat pieniä. Koska erot muutoin ovat merkitseviä, voitaneen talvi- ja kesäsahauksen varsinaisten sahausajojen eroja pitää todellisina.

Lopulliset, latvaläpimitaluokkien mukaiset varsinaiset sahausajat on laskettu regressioanalyysia käyttäen. Tietokoneen avulla saadut ortogonaaliset polynomit ovat eri aineistojen osalta seuraavat:

$$(45) \quad \text{Talvisahaus} \quad y = 149.56 - 88.617x + 19.888x^2 - 1.7957x^3 + 0.059173x^4$$

$$R^* = 0.8973$$

$$(46) \quad \text{Kesäsahaus} \quad y = -35.944 + 22.220x - 3.8309x^2 + 0.34447x^3 - 0.010337x^4$$

$$R = 0.8283$$

$$(47) \quad \text{Talvi- ja kesäsahaus} \quad y = 118.31 - 70.633x + 16.178x^2 - 1.4733x^3 + 0.048914x^4$$

$$R = 0.8528$$

Tukin latvaläpimitan ja varsinaisen sahausajan välinen korrelaatio on suurin kaikissa aineistoissa neljännen asteen yhtälön kohdalla.

Polynomikäyrien perusteella lasketut kunkin aineiston latvaläpimitan mukaiset varsinaiset sahausajat ilmenevät taulukosta 49.

*) R = yhteiskorrelaatiokerroin

Taulukko 49. Varsinainen sahausaika tukin latvaläpimittaluokittain
Table 49. Sawing time proper by top diameter classes

| Latvaläpimitta, " Top diameter, in. | Talvisahaus Winter sawing | Kesäsahaus Summer sawing | Talvi- ja kesäsahaus Winter and summer sawing |
|--|-------------------------------------|-----------------------------|--|
| | Aika, cmin/jj Time, cmin./ru.ft. | | |
| 3 | 19 | 5 | 16 |
| 3 1/2 | 15 | 8 | 13 |
| 4 | 14 | 11 | 13 |
| 4 1/2 | 14 | 14 | 14 |
| 5 | 16 | 16 | 16 |
| 5 1/2 | 19 | 18 | 19 |
| 6 | 23 | 20 | 22 |
| 6 1/2 | 26 | 23 | 25 |
| 7 | 30 | 25 | 29 |
| 7 1/2 | 33 | 28 | 32 |
| 8 | 36 | 31 | 35 |
| 8 1/2 | 39 | 34 | 37 |
| 9 | 42 | 37 | 40 |
| 9 1/2 | 45 | 41 | 43 |
| 10 | 48 | 44 | 46 |
| 10 1/2 | 52 | 48 | 49 |
| 11 | 57 | 52 | 54 |
| 11 1/2 | 65 | 56 | 60 |
| 12 | 74 | 60 | 69 |
| 12 1/2 | 87 | 64 | 80 |
| 13 | 104 | 67 | 94 |
| 13 1/2 | 125 | 70 | 113 |
| 14 | 153 | 72 | 137 |
| 14 1/2 | 187 | 74 | 166 |

46 KESKEYTYKSET

Kuvassa 2 olevassa kaaviossa on esitetty sahausajan jakaantuminen varsinaiseen sahausaikaan, yhteisaikaan ja keskeytyksiin. Keskeytyksiin sisältyvät kunnostus- ja huoltoaika, väistämätön hukka-aika ja lepoaika. Taulukossa 50 esitetään keskeytysten keskimääräinen jakaantuminen.

Talvi- ja kesäsahauksen keskeytysten ero on n. 10 %. Väistämättömistä hukkaajoista työhukka-ajan osuus sahausajan suoritusaikasta on kesä- ja talvisahauksessa melkein sama (5.2 % ja 5.3 %), mutta keskeytysten sisäinen rakenne vaihtelee huomattavasti. Keskeytyksistä tyven veisto vaatii yhtä paljon aikaa sekä talvi- että kesäsahauksessa. Ryhmässä »muu», johon kuuluvat mm. alamittaisten puiden sahaus, tukin harjaus hiekasta, terää haittaavien esineiden poistaminen, terän »lepo» raskaan sahausajan jälkeen jne. talvi- ja kesäsahauksen välinen ero on suuri. Tämä onkin luonnollista, sillä kesällä tukkeihin tarttuu helposti hiekkaa ja pieniä kiviä ja lisäksi terä kuumenee lämpimässä ilmassa kuivia tukkeja sahattaessa. GRANVIKIN ja LEVANNON (1952, s. 75) mukaan vastaavan keskeytysryhmän osuus oli 3 % ratapölkky-sahauksen yksikköajasta.

Taulukko 50. Keskeytysten keskimääräinen jakaantuminen
Table 50. Average distribution of interruptions

| Keskeytysryhmä ja työn osa Interruption group and part of work | Talvisahaus Winter sawing | | | Kesäsahaus Summer sawing | | | Talvi- ja kesäsahaus Winter and summer sawing | | |
|---|-------------------------------|---|---|-------------------------------|---|---|--|---|---|
| | Aika, min Time, min. | % saha- uksen suori- tus- ajasta % of sawing time proper | % kes- key- tyk- sistä % of inter- rup- tions | Aika, min Time, min. | % saha- uksen suori- tus- ajasta % of sawing time proper | % kes- key- tyk- sistä % of inter- rup- tions | Aika, min Time, min. | % saha- uksen suori- tus- ajasta % of sawing time proper | % kes- key- tyk- sistä % of inter- rup- tions |
| Työhukka-aika Unproductive working time | | | | | | | | | |
| — Tyven veisto Hewing of butt | 144.53 | | 6 | 44.42 | | 7 | 188.95 | | 6 |
| — Sahausohjeet Sawing inst- ructions | 37.32 | | 2 | 9.13 | | 1 | 46.45 | | 2 |
| — Muu Others | 191.81 | | 8 | 97.68 | | 15 | 289.49 | | 10 |
| Yhteensä <i>Total</i> | 373.66 | 5.2 | 16 | 151.23 | 5.3 | 23 | 524.89 | 5.3 | 18 |
| Välinehukka- aika Unproductive time of tools | | | | | | | | | |
| — Purukouru tukossa Sawdust slide blocked | 48.98 | | 2 | 5.74 | | 1 | 54.72 | | 2 |
| — Muu Others | 6.96 | | 0 | 6.27 | | 1 | 13.23 | | 0 |
| Yhteensä <i>Total</i> | 55.94 | 0.8 | 2 | 12.01 | 0.4 | 2 | 67.95 | 0.7 | 2 |
| Konehukka-aika Unproductive time of machinery | | | | | | | | | |
| — Moott. korj. Reparation of engine | 269.68 | | 13 | 45.23 | | 7 | 314.91 | | 11 |
| — Voim. siirto- laitteiden korj. Reparation of power transmis- sion apparatus | 82.54 | | 3 | 7.55 | | 1 | 90.09 | | 3 |
| — Sahan korjaus Reparation of saw | 171.05 | | 7 | 49.63 | | 8 | 220.68 | | 8 |
| — Terän korjaus Reparation of disc | 33.35 | | 1 | 0.26 | | 0 | 33.61 | | 0 |
| Yhteensä <i>Total</i> | 556.62 | 7.8 | 24 | 102.67 | 3.6 | 16 | 659.29 | 6.6 | 22 |
| Yhteishukka- aika Common unproduc- tive time | 273.31 | 3.8 | 12 | 112.10 | 0.5 | 2 | 285.41 | 2.9 | 10 |
| Väistämätön hukka-aika yht. Unavoidable unpro- ductive time in total | 1 259.53 | 17.6 | 54 | 278.01 | 9.8 | 43 | 1 537.54 | 15.5 | 52 |

| | | | | | | | | | |
|--|----------|------|-----|--------|------|-----|----------|------|-----|
| Kunnostus- ja huolto-aika <i>Fitting and service time</i> | | | | | | | | | |
| — Moottorin huolto <i>Engine service</i> | 143.63 | | 6 | 67.10 | | 11 | 210.73 | | 7 |
| — Voim.siirt. laitt.huolto <i>Service of power transmission apparatus</i> | 39.41 | | 2 | 4.36 | | 0 | 43.77 | | 1 |
| — Sahan huolto <i>Saw service</i> | 10.97 | | 0 | 11.06 | | 2 | 22.03 | | 1 |
| — Terän kunn. <i>Fitting of disc</i> | 348.26 | | 15 | 100.67 | | 16 | 448.93 | | 15 |
| — Terän muu huolto <i>Other service of disc</i> | 14.64 | | 1 | 1.53 | | 0 | 16.17 | | 1 |
| Kunnostus- ja huolto-aika yht. <i>Fitting and service time in total</i> | 556.91 | 7.8 | 24 | 184.72 | 6.5 | 29 | 741.63 | 7.4 | 25 |
| Lepoaika yht. . . . <i>Resting time in total</i> | 490.58 | 6.9 | 22 | 179.72 | 6.3 | 28 | 670.30 | 6.7 | 23 |
| Keskeyt. yht. . . . <i>Interruptions in total</i> | 2 307.02 | 32.3 | 100 | 642.45 | 22.6 | 100 | 2 949.47 | 29.6 | 100 |

Välinehukka-aika on saman suuruinen talvi- ja kesäsahauksessa. Ratapölkky-sahauksessa välinehukka-ajan osuus oli 1.1 % (GRANVIK — LEVANTO, 1952, s. 75). Ero aiheutuu suurimmaksi osaksi siitä, että sahanpurun pois siirtäminen huolimatta purukourun käytöstä vie siirrettävillä sahoilla enemmän aikaa kuin kiinteillä. Tämän tutkimuksen mukaan näyttää siltä, että purukouru tukkeutuu helpommin talvi- kuin kesäoloissa.

Konehukka-aika on talvella noin kaksi kertaa niin suuri kuin kesällä. Sitä koskevat prosenttiluvut keskeytyksistä laskettuina ovat 24 ja 16, keskiarvo on 22. Moottorin ja voimansiirtolaitteiden korjaukseen on kulunut talvella noin kaksi kertaa enemmän aikaa kuin kesällä; muiden korjaustöiden vaatima aika on suurin piirtein sama sahauskaudesta riippumatta. Ratapölkky-sahauksesta konehukka-ajan osuus oli 0.2 % yksikköajasta (GRANVIK — LEVANTO 1952, s. 75). Ero johtuu ennen kaikkea siitä, että ratapölkky-sahauksessa käytettiin voimakoneina sähkömoottoreita, mutta tutkittavissa sahausissa melkein yksinomaan polttomoottoreita. Toinen syy on, että tilapäisluonteinen työ siirrettävillä sahoilla on omiaan edistämään tähän keskeytysryhmään kuuluvien hukkatöiden syntymistä.

Yhteishukka-ajan osuus sahausajan suoritusaajasta on talvisahauksessa 3.8 % ja kesäsahauksessa 0.5 %. Eroon vaikuttanee lähinnä hankala työskentely talvioloissa. Keskimäärin sen osuus on 2.9 % sahausajan suoritusaajasta.

Kunnostus- ja huoltotöihin kului keskimäärin 7.4 % sahausajan suoritukseen käytetystä ajasta. Lisäksi voidaan todeta, että nämä työt vaativat enemmän aikaa talvella (7.8 %) kuin kesällä (6.5 %). Ratapölkky-sahauksessa vastaava prosenttiluku oli 10 (GRANVIK — LEVANTO 1952, s. 75). Ero johtuu siitä, että ratapölkky-sahausta suoritettiin kiinteillä sahoilla, joilla on mahdollista kiinnittää enemmän huomiota terien kunnostukseen kuin siirrettävillä sahoilla. Suurin ero talvi- ja kesäsahauksen välillä havaitaan moottorin huoltoajoissa. Kesällä niiden osuus keskeytyksistä oli 11 % mutta talvella ainoastaan 6 %. Yhtenä syynä tähän saattaa olla se, että kesäsahauksessa käytetyt moottorit olivat sopimattomampia työhön kuin talvella käytössä olleet (ks. s. 27).

Levon tarve oli niinkään hieman suurempi talvella kuin kesällä (6.9 % vast. 6.3 %); ero on kuitenkin vähäinen. Keskimäärin on lepäämiseen käytetty aikaa 6.7 % sahausajan suoritusaajasta. GRANVIKIN ja LEVANNON (1952, s. 75) mukaan lepoajan osuus ratapölkky-sahauksessa oli 7.7 %.

Kuten jo taulukosta 7 on käynyt ilmi, molempien sahaajien varsinaiset sahausajat ovat ryhmätutkimuksen mukaan täysin yhtä pitkät. Sahaajat suorittivat varsinaiset sahaustyöt yhdessä, joten ei ole katsottu aiheelliseksi tältä kannalta tutkia näitä työeriä yksityiskohtaisemmin. Sen sijaan keskeytyksissä ja vältettävissä hukka-ajoissa on havaittavissa huomattaviakin eroja, joten ne on otettu lisäselvityksen kohteiksi. Taulukossa 51 on esitetty etusahaajan ja apusahaajan keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan keskimääräinen jakaantuminen.

Taulukosta huomataan, että etusahaaja lähinnä vastaa kaluston korjauksesta ja huollosta. Etusahaajan välinehukka-aika on 3.6 %, moottorihukka-aika 13.6 % sekä kunnostus- ja huolto-aika 29.2 % eli yhteensä 46.4 % keskeytyksistä ja vältettävästä hukka-ajasta. Apusahaajan vastaava prosenttiluku on 25.7. Sillä aikaa kun etusahaaja suorittaa mainittuja töitä, apusahaaja joko joutuu pakosta odottamaan (työhukka-aika) tai on muutoin toimeettomana (vältettävä hukka-aika). Tätä havaintoa tukee myös se, että työhukka-ajan alaryhmän »muu» osuus on etu- ja apusahaajilla erilainen. Lepoon sahaajat ovat käyttäneet melkein yhtä paljon aikaa.

47 SAHAUKSEN SUORITUSAIKA

Jos taulukossa 49 esitettyihin eri aineistojen varsinaisiin juoksujalkakohtaisiin sahausajoihin, jotka tietenkin eroavat jonkin verran aineistojen yhteenlasketuista keskimääräisistä osa-ajoista, lisätään aineistojen keskimääräisten keskeytysprosenttien mukaan lasketut keskeytysajat, saadaan sahausajan suoritusaajat juoksujalkaa kohti. Keskeytysten osuus sahausajan suoritusaajasta on talvisahauksessa

Taulukko 51. Sahaajien keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan keskimääräinen jakaantuminen kesäsahauksessa
Table 51. Average distribution of sawyers' interruptions and the avoidable unproductive time in summer sawing

| Keskeytysryhmä ja työn osa <i>Interruption group and part of work</i> | Osuus keskeytyksistä ja vältettävästä hukka-ajasta <i>Share of interruptions and avoidable unproductive time</i> | | | |
|--|---|-------|------------------------------------|-------|
| | Etusahaaja <i>Sawyer</i> | | Apusahaaja <i>Sawyer's help</i> | |
| | % | | | |
| Työhukka-aika <i>Unproductive working time</i> | | | | |
| — Tyven veisto <i>Hewing of butt</i> | 7.0 | | 7.3 | |
| — Sahausohjeet <i>Sawing instructions</i> | 2.7 | | 2.8 | |
| — Muu — <i>Others</i> | 6.7 | | 22.5 | |
| Yhteensä — <i>Total</i> | | 16.4 | | 32.6 |
| Välinehukka-aika <i>Unproductive time of tools</i> | | | | |
| — Purukouru tukossa <i>Sawdust slide blocked</i> | 1.7 | | 1.5 | |
| — Muu — <i>Others</i> | 1.9 | | 0.7 | |
| Yhteensä — <i>Total</i> | | 3.6 | | 2.2 |
| Konehukka-aika <i>Unproductive time of machinery</i> | | | | |
| — Moottorin korjaus <i>Reparation of engine</i> | 7.1 | | 5.7 | |
| — Voim.siirt.laite.korj. <i>Reparation of power transmission apparatus</i> | — | | — | |
| — Sahan korjaus <i>Reparation of saw</i> | 6.5 | | 0.2 | |
| — Terän korjaus <i>Reparation of disc</i> | — | | — | |
| Yhteensä — <i>Total</i> | | 13.6 | | 5.9 |
| Yhteishukka-aika <i>Common unproductive time</i> | | 2.4 | | 2.4 |
| Väistämätön hukka-aika yhteensä <i>Unavoidable unproductive time</i> | | 36.0 | | 43.1 |
| Kunnostus- ja hulto-aika <i>Fitting and service time</i> | | | | |
| — Moottorin huolto <i>Engine service</i> | 12.3 | | 11.4 | |
| — Voim. siirt. laite. huolto <i>Service of power transmission apparatus</i> | 1.4 | | 0 | |
| — Sahan huolto <i>Saw service</i> | 2.5 | | 0.6 | |
| — Terän kunnostus <i>Fitting of disc</i> | 13.0 | | 5.6 | |
| — Terän muu huolto <i>Other service of disc</i> | — | | — | |
| — Kunnostus ja huolto-aika yht. <i>Fitting and service time in total</i> | | 29.2 | | 17.6 |
| Lepoaika yhteensä <i>Resting time in total</i> | | 34.1 | | 33.9 |
| Vältettävä hukka-aika yhteensä <i>Avoidable unproductive time in total</i> | | 0.7 | | 5.4 |
| Keskeytykset ja vältettävä hukka-aika yhteensä <i>Interruptions and avoidable unproductive time in total</i> | | 100.0 | | 100.0 |

32.3 %, kesäsahauksessa 22.6 % sekä talvi- ja kesäsahauksessa 29.6 % (taulukko 8). Sahauksen suoritusajat juoksujalkaa kohti on esitetty taulukossa 52.

Taulukko 52. Sahauksen suoritus-aika sahatukien latvaläpimittaluokittain tukin juoksujalkaa kohti
Table 52. Total sawing time per running foot of logs by top diameter classes of sawlogs

| Latvaläpimitta, " <i>Top diameter, in.</i> | Talvisahaus <i>Winter sawing</i> | Kesäsahaus <i>Summer sawing</i> | Talvi- ja kesäsahaus <i>Winter and summer sawing</i> |
|---|--|------------------------------------|---|
| | Aika, cmin/jj <i>Time, cmin./ru.ft.</i> | | |
| 3 | 25 | 6 | 21 |
| 3 1/2 | 20 | 10 | 17 |
| 4 | 19 | 13 | 17 |
| 4 1/2 | 19 | 17 | 18 |
| 5 | 21 | 20 | 21 |
| 5 1/2 | 25 | 22 | 25 |
| 6 | 30 | 25 | 29 |
| 6 1/2 | 34 | 28 | 32 |
| 7 | 40 | 31 | 38 |
| 7 1/2 | 44 | 34 | 41 |
| 8 | 48 | 38 | 45 |
| 8 1/2 | 52 | 42 | 48 |
| 9 | 56 | 45 | 52 |
| 9 1/2 | 60 | 50 | 56 |
| 10 | 64 | 54 | 60 |
| 10 1/2 | 69 | 59 | 64 |
| 11 | 75 | 64 | 70 |
| 11 1/2 | 86 | 69 | 78 |
| 12 | 98 | 74 | 89 |
| 12 1/2 | 115 | 78 | 104 |
| 13 | 138 | 82 | 122 |
| 13 1/2 | 165 | 86 | 146 |
| 14 | 202 | 88 | 178 |
| 14 1/2 | 247 | 91 | 215 |

Kesäsahausaineiston perusteella on suhtauduttava varauksin latvaläpimitallaan 11¹/₂"-aa järeämpien tukkien osalta laskettuun sahausajan suoritus-aikaan, sillä tulosten luotettavuus saattaa olla aineiston pienuuden takia kyseenalainen.

Sahan käyttö on työmaa-aikana jakautunut seuraavasti:

| | |
|-------------------------|---------|
| Sahaus | 29.6 % |
| Palautus | 19.8 » |
| Tyhjänäkäynti | 42.5 » |
| Seisonta | 8.1 » |
| Yhteensä | 100.0 % |

Sahausta ja palautusta on siis yhteensä ollut 49.4 %. Työmaa-aikana saba on käynyt tyhjänä 42.5 % ja seisonut 8.1 %. Ratapölkky-sahauksessa sahausajan ja palautuksen osuus oli n. 40 %. Tyhjänäkäyntiprosentti oli n. 50, ja loput n. 10 % oli seisontaa (GRANVIK — LEVANTO 1952, s. 81). Tämän työntutkimuksen ja

ratapölkky-sahauksen tulosten välinen ero johtuu osaksi siitä, ettei ratapölkky-sahauksessa suoriteta särmäystä. Suurin syy eroon lienee kuitenkin siinä, että sahaus laudoiksi ja lankuiksi on selväpiirteisempää kuin ratapölkky-sahaus, jossa saha usein joutuu käymään pitkään tyhjänä mittauksen tai ratapölkkyaiheen asettelun takia.

Taulukossa 53 esitetään sahauksen suoritusajat raaka-aineen kuutiojalkaa kohti talvi- ja kesäsahauksessa.

Taulukko 53. Sahauksen suoritusajaksi sahatukkien kuutiojalkaa kohti talvi- ja kesäsahauksessa
Table 53. Total sawing time per cubic foot of sawlogs in winter and summer sawing

| Latvaläpimitä, " Top diameter, in. | Sahauksen suoritusajaksi, cmin/jj Total sawing time, cmin./ ru.ft. | Juoksujalan kuutiomäärä, j ³ Cubic volume per running foot, cu.ft. | Sahauksen suoritusajaksi, min/j ³ Total sawing time, min./ cu.ft. |
|---------------------------------------|---|--|---|
| 3 | 21 | 0.05 | 4.20 |
| 3 1/2 | 17 | 0.07 | 2.43 |
| 4 | 17 | 0.09 | 1.89 |
| 4 1/2 | 18 | 0.11 | 1.64 |
| 5 | 21 | 0.14 | 1.50 |
| 5 1/2 | 25 | 0.16 | 1.56 |
| 6 | 29 | 0.20 | 1.45 |
| 6 1/2 | 32 | 0.23 | 1.39 |
| 7 | 38 | 0.27 | 1.41 |
| 7 1/2 | 41 | 0.31 | 1.32 |
| 8 | 45 | 0.35 | 1.29 |
| 8 1/2 | 48 | 0.39 | 1.23 |
| 9 | 52 | 0.44 | 1.18 |
| 9 1/2 | 56 | 0.49 | 1.42 |
| 10 | 60 | 0.55 | 1.09 |
| 10 1/2 | 64 | 0.60 | 1.07 |
| 11 | 70 | 0.66 | 1.06 |
| 11 1/2 | 78 | 0.72 | 1.08 |
| 12 | 89 | 0.79 | 1.13 |
| 12 1/2 | 104 | 0.85 | 1.22 |
| 13 | 122 | 0.92 | 1.33 |
| 13 1/2 | 146 | 0.99 | 1.47 |
| 14 | 178 | 1.07 | 1.66 |
| 14 1/2 | 215 | 1.15 | 1.87 |

Työvaihe- ja ryhmätyöntutkimusaineistojen tukkien latvaläpimittojen keskiarvo on, kuten aikaisemmin on mainittu, "6.9". Tämän vahvuisen tukin yhden juoksujalan kuutiomääräksi saadaan 0.27 j³. Sahausaika on taulukon 53 mukaan 1.41 min/j³ eli 322.89 min/std, jos raaka-aineen menekki on 229 j³/std.

Sahauksen suoritusajan laskemiseksi on laadittu kaava (vrt. PUTKISTO 1956, s. 114).

$$(48) \quad T_{ij} = 1.0p (A_s + B_s + n \times C), \text{ jossa}$$

T_{ij} = Sahauksen suoritusajaksi, cmin/tukin jj

p = Keskeytysprosentti sahauksen suoritusajasta talvi- ja kesäsahauksessa

A_s = Sahauksen vakioaika, cmin/tukin jj (asetteesta riippumaton).

Siihen kuuluvat:

1. Tukkien järjestäminen aluspuille
2. Tukkien vierittäminen syöttöpöydän viereen
3. Tukkikohtainen järjestely
4. Jolujen asettaminen ja poistaminen
5. Tukin vieminen syöttöpöydälle
6. Tukin asettaminen syöttöpöydälle
7. Tukin kiinnittäminen syöttöpöydään

B_s = Sahauksen puolivakioaika, cmin/tukin jj (osaksi asetteesta riippuvainen). Siihen kuuluvat:

8. Pintojen sahaus ja syöttöpöydän palautus
9. Pintojen siirtäminen
10. b- ja c-paloitteiden asettaminen syöttöpöydälle
11. Asetteen säätäminen (esiintyy eniten tässä ryhmässä)
12. Pintojen sahaus pintalaudoiksi ja syöttöpöydän palautus
13. Särmäys
14. Jätteen poistaminen
15. Sahatavaran poistaminen

n = Yhdestä tukista sahattujen sydäntaveralajien määrä, kpl

C = Varsinainen sahaaminen, cmin/tukin jj (asetteesta riippuvainen).

Siihen kuuluvat:

16. Sydäntavaran sahaus ja syöttöpöydän palautus
17. d-paloitteen asettaminen syöttöpöydälle

Koska ns. sopimuksen mukaisia taukoja ei ole otettu huomioon ja vältettävä hukka-aika on jätetty pois aineiston jatkokäsittelystä, tulevat ohjetaksat joudutaan laatimaan sahauksen suoritusajan perusteella.

5 Tulosten luotettavuuden tarkastelu

Kenttäpyörösahaus on tunnetusti kausityötä, sitä suoritetaan pääasiassa kevät-talvella. Varsinaisia tutkimuksia sahauskauden jakaantumisesta vuoden eri aikoina ei ole aikaisemmin suoritettu, vaikka sen tunteminen olisikin sahaustyön rationalisoinnin kannalta tärkeää. Tästä syystä ja koska myös saatujen tulosten luotettavuuden tarkastelun kannalta on tarpeellista tuntea sahauskauden jakaantuminen, kerättiin aikaisemmin mainittu tukiaineisto kenttäpyörösahauksen kausiluonteisuuden selvittämiseksi. Sahaustyön alkamisaikoja ja käytössä olevien sahajen määrää eri ajankohtina koskevat tulokset on esitetty taulukossa 54.

Sahaus tapahtuu siis pääasiallisesti maaliskuun-huhtikuun aikana. Huippu on huhtikuussa, sillä 1. IV oli 91 % ja 1. V 92 % kaikista tukiaineistoon kuuluvista sahoista toiminnassa. Tämän tutkimuksen työvaihetutkimuksen pääosa on siis suoritettu vilkkaimpana sahauskautena. Merkillä pantavaa on myös, että heinä-

Taulukko 54. Kenttäpyörösahaustoiminnan alkamisajat ja käytössä olevien sahojen lukumäärä vuoden eri aikoina
Table 54. Beginning dates for sawing with field circular saws and the number of saws in use at various times of the year

| Päivämäärä Date | Työnsä alkanut sahat, % Saws having started work, % | Sahoja käytössä koko määrästä, % Saws in use of their total number, % | Päivämäärä Date | Työnsä alkanut sahat, % Saws having started work, % | Sahoja käytössä koko määrästä, % Saws in use of their total number, % |
|--------------------|--|--|--------------------|--|--|
| I — 1 | 12 | 15 | VII — 1 | — | 61 |
| 15 | 2 | 17 | 15 | 1 | 32 |
| II — 1 | 20 | 36 | VIII — 1 | — | 27 |
| 15 | 3 | 39 | 15 | — | 17 |
| III — 1 | 30 | 70 | IX — 1 | — | 17 |
| 15 | 3 | 71 | 15 | — | 11 |
| IV — 1 | 20 | 91 | X — 1 | — | 11 |
| 15 | 2 | 92 | 15 | — | 8 |
| V — 1 | 3 | 92 | XI — 1 | 1 | 9 |
| 15 | — | 80 | 15 | — | 6 |
| VI — 1 | 2 | 80 | XII — 1 | 1 | 8 |
| 15 | — | 71 | 15 | — | 5 |

ja elokuu ovat vilkkaampia sahauskuukausia kuin vuoden ensimmäinen kuukausi, vaikka sahat eivät yleensä aloitakaan toimintaansa kesän aikana. Vuoden viimeisinä kuukausina sahaus on vähäistä.

Kaikista tukiaineistoon kuuluvista sahoista on 14 % aloittanut vuoden sahaustoiminnan tammikuussa, helmikuussa 23 %, maaliskuussa 33 % ja 22 % huhtikuussa. Sen jälkeen työ kautensa aloittaneita sahoja on vähän. Vuoden jälkipuoliskolla, jolloin sahataan loppuun vanhat tukkivarastot ja hankitaan uutta raaka-ainetta, sahoista oli toiminnassa vain 3 %.

Vuotuisen sahauskauden pituus on tukiaineiston mukaan vaihdellut puolesta kuukaudesta kahteentoista kuukauteen seuraavan jaotelman osoittamalla tavalla.

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------|-----|-----|
| <i>Sahauskauten pituus, kk</i> | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 |
| % | 2 | 4 | — | 7 | 6 | 18 | 10 | 13 | 3 | 13 |
| <i>Sahauskauten pituus, kk</i> | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 12.0 | <i>Yht.</i> | | |
| % | 3 | 7 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 100 | | |

Keskimääräinen sahauskauden pituus on ollut 4.2 kuukautta eli 105 päivää vuodessa. Ruotsissa sahauspäivien määrä on 150 vuodessa (THUNELL 1959, s. 20).

Edellä esitetyn perusteella on pääteltävissä, että käsillä olevan tutkimuksen aineisto edustaa verrattain hyvin niitä aikoja, joilloin pyörösahaustoimintaa harjoitetaan.

Varsinaista tulosten luotettavuuden tarkastelua voidaan suorittaa sahausajan ajankäytön, sahatun tukkimäärän ja sabaustuloksen suhteen. Ensin mainittu koskee sahausajan suoritusajan keskimääräistä jakaantumista ja mahdollisuuksia soveltaa tutkimustuloksia käytäntöön.

Aikatutkimusosassa on kiinnitetty huomiota kahteen pääryhmään, varsinaiseen sahausajaan ja keskeytyksiin. Tukiaineiston sahojen työpäivän pituus oli keskimäärin 542 min eli n. 9 tuntia; se vaihteli 360 minuutista 780 minuuttiin alla olevan jaotelman mukaisesti. Kerättyjen tilastotietojen mukaan 92 min on ollut lepoa ja väistämätöntä hukka-aikaa, mutta ilmoitetusta 92 minuutista 60 min on todennäköisesti kulunut ruokailemiseen (sopimuksen mukaiset tauot), loppuosa (32 min) jää lepoajan ja väistämättömän hukka-ajan osalle. Vältettävän hukka-ajan osuutta ei tukiaineistosta ole voitu määrittää.

| | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| <i>Työpäivän pituus, min</i> | 360 | 480 | 510 | 540 | 570 | 600 | 660 | 720 | 780 | <i>Yht.</i> |
| % | 1 | 37 | 3 | 25 | 1 | 28 | 1 | 3 | 1 | 100 |

Kun ilmoitetut kunnostus- ja huoltoajat otetaan huomioon, tukiaineiston keskeytysten jakaantuminen työpäivää kohti on seuraava:

| | |
|-------------------------------------|-------------------|
| Lepoaika ja väistämätön hukka-aika | 32 min = 18.2 % |
| Moottorin kunnostus- ja huolto-aika | 34 » = 19.3 » |
| Sahan » » » | 28 » = 15.9 » |
| Terän » » » | 59 » = 33.5 » |
| Muu » » » | 23 » = 13.1 » |
| Keskeytykset yhteensä | 176 min = 100.0 % |

Tukiaineiston sahausajan suoritusajan prosenttinen jakaantuminen varsinaisen sahausajan ja keskeytysten kesken on seuraava:

| | |
|---------------------------|-------------------|
| Varsinainen sahausaja | 366 min = 67.5 % |
| Keskeytykset | 176 » = 32.5 » |
| Sahauskauten suoritusajan | 542 min = 100.0 % |

Vertailun suorittamiseksi ja tulosten luotettavuuden kontrolloimiseksi on taulukkoon 55 yhdistetty työvaihetutkimuksen (taulukko 8), ryhmätyöntutkimuksen (taulukko 9) ja tukiaineiston varsinaisen sahausajan ja keskeytysten keskimääräiset jakaantumisprosentit.

Työvaihetutkimuksen talvisahausta koskevan ajanmenekin prosenttinen jakaantuminen on samankaltainen kuin tukiaineiston, joka vuodenaikaan nähden lähinnä vastaa työvaihetutkimuksen talviaineistoa, kuten edellä todettiin. Tässä mielessä työvaihetutkimuksen kesäaineisto vastaa ryhmätyöntutkimusta, joka on kerätty kesäkauden aikana. *Sahauskauten suoritusajan rakenteen kannalta eri tutkimusmenetelmät antavat siis hyvin samanlaisen tuloksen, joten tältä osin tutkimusta voitaneen pitää riittävän luotettavana.*

Vaikka sahausajan suoritusajan keskimääräinen prosenttinen jakaantuminen eri tutkimusmenetelmiä käytettäessä on hyvin samankaltainen, sahausajan suori-

Taulukko 55. Varsinaisen sahausajan ja keskeytysten keskimääräinen prosenttinen jakaantuminen työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen sekä tukiaineiston mukaan
Table 55. Average distribution of the sawing time proper and interruptions according to the operation and team work investigations

| Työn osa <i>Share of work</i> | Työvaihetutkimus <i>Operation investigation</i> | | Ryhmätyöntutkimus <i>Team work investigation</i> | | Tukiaineisto <i>Support material</i> |
|---|--|--------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | Talvisah. <i>Winter sawing</i> | Kesäsah. <i>Summer saw.</i> | Etusahaaja <i>Sawyer</i> | Apusahaaja <i>Sawyer's help</i> | Koko vuosi <i>The whole year</i> |
| | % | | | | |
| Varsinainen sahausaika <i>Sawing time proper</i> | 67.7 | 77.4 | 76.1 | 77.0 | 67.5 |
| Keskeytykset <i>Interruptions</i> | 32.3 | 22.6 | 23.9 | 23.0 | 32.5 |
| Sahauksen suoritus-aika <i>Total sawing time</i> | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

tusajan sisäinen rakenne vaihtelee suuresti. Tämä johtuu ehkä pääasiassa siitä, että aineiston keruuhjeet, ennen kaikkea tukiaineiston, keskeytysten rakennetta koskevilta osilta, olivat väljemmät kuin työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksissa käytetyt. Lisäksi on otettava huomioon, että tukiaineistoon kuuluvien lomakkeiden täyttäminen ilman konkreettista ohjausta ei aina ollut helppoa etenkin väistämättömän hukka-ajan sekä kunnostus- ja huoltoajan osalta. Osa ilmoitetusta kunnostus- ja huoltoajasta lienee todellisuudessa väistämätöntä hukka-aikaa.

Päivittäisen korjaus- ja huoltotyön lisäksi on tukiaineiston mukaan vuodessa tehty korjaustyötä seuraavasti:

| | | |
|-------------------|-----------|----------|
| Moottorin korjaus | 26 tuntia | vuodessa |
| Sahan » | 27 » | » |
| Terien » | 18 » | » |
| Muu » | 19 » | » |

Korjaustyöt yht. 90 tuntia vuodessa

Laskettuna koko sahauskaudelle saadaan työvaihe- ja ryhmätyöntutkimusten ulkopuolelle jääväksi *peruskorjauksajaksi* n. 1 t sahauspäivää kohti.

Vaikka raaka-aineen käyttösuhteen ja sahaustuloksen tarkastelu eivät varsinaisesti kuulu tämän tutkimuksen piiriin, ne kuitenkin vaikuttavat ajanmenekkiin ja ovat näin ollen kiintoisia asetetun tutkimustehtävän kannalta. Siksi seuraavassa esitetään lyhyt tiivistelmä työvaihetutkimus- ja tukiaineistojen perusteella lasketuista sahatun tukkimäärän ja sahaustuloksen välisiä suhteita valaisevista tuloksista.

Sahatun tukkimäärän perusteella laskien 35 % tukiaineistoon kuuluneista sahoista toimi kotitarvekäyttöä tai omaa liiketoimintaa varten ja loput (65 %) harjoittivat ns. rahtisahausta. Todennäköistä on, että suuri osa tähän tutkimukseen sisältyneistä sahoista oli varsinaisia »liikesahoja».

Tukiaineiston sahojen päivittäin sahaamien tukkien määrä on tiedossa. Sen sijaan sahattujen tukkien kuutiomäärät ja varsinkin sahaustuloksena syntyneen sahatavaran kuutiomäärät ovat jääneet vaillinaisesti selvitettyiksi. Tukiaineiston mukaan päivittäin sahattu tukkimäärä vaihteli 35:stä 150 tukkiin sahaa kohti; *keskiarvo* on 88 *tukkia/pv*. Sahattujen tukkien määrän vaihtelu selviää alla olevasta jaotelmasta:

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| <i>Sabattuja tukkeja,</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>kpl/pv</i> | | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 110 |
| % tukiaineistoon | | | | | | | | | | | | | |
| kuuluneista sahoista | | 2 | 2 | 6 | 5 | 8 | 3 | 19 | 6 | 17 | 2 | 11 | 5 |
| <i>Sabattuja tukkeja, kpl/pv</i> | | 120 | 125 | 130 | 150 | | | | | | | | |
| % tukiaineistoon | | | | | | | | | | | | | |
| kuuluneista sahoista | | 5 | 3 | 3 | 3 | 100 | | | | | | | |

Kuutiomääräksi muunnettuna päivittäin sahattu raaka-ainemäärä on vaihdellut 100:sta 650 j³:aan. Päivän keskituotokseksi on saatu 349 j³, joten tukin keskikuutio olisi sen mukaan 3.97 j³. Kuten aikaisemmin sivulla 124 on mainittu, sahauskauden pituus on keskimäärin 4.2 kuukautta. Päivittäin sahattujen tukkien keskimääräinen lukumäärä oli 88, mikä merkitsee yli 9 000 tukin raaka-aineen käyttöä vuotta ja sahaa kohti.

Tukiaineisto kerätessä vain 2/3 päivätuloksensa ilmoittaneista sahoista ilmoitti myös vuosittain sahaamansa tukkimäärän. Saadut vastaukset osoittavat, että vuosittain on sahattu keskimäärin 5 881 tukkia sahaa kohti; määrä vaihtelee 380:stä 14 000 tukkiin. Sahattujen tukkien kokonaiskuutiomäärä on ilmoitusten mukaan ollut keskimäärin 24 361 j³/v/saha. Sen perusteella saadaan tukkien keskikuutioksi 4.14 j³ eli siis suurempi kuutiomäärä kuin päivätuotoksen perusteella laskettu tukin keskikuutio (3.97 j³). Näiden kahdella eri tavalla saatujen keskitukkipituuksien keskiarvo on 4.06 j³. Työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen aineistojen tukkien keskikuutiomääräksi on saatu 3.87 j³, joten tukiaineistoon sisältyvät tukit näyttävät olleen järeämpiä.

Taulukon 52 (s. 121) mukaan latvaläpimitaltaan 7":n tukin sahaus-aika on 38 cmin/jj. Ekstrapoloimalla saadaan tästä työvaihe- ja ryhmätyöntutkimusaineistojen keskitukin sahaus-aikaksi 37 cmin/jj eli 14.9' tukin pituuden mukaan 551 cmin/tukki.

Tukiaineiston tukkien keskikoko on, kuten edellä todettiin, 6.75" × 16" = 3.97 j³, jos lähdetään päivittäin sahattujen tukkien lukumäärästä. Sivulla 125 olevan jaotelman mukaan sahaus-aika on tukkia kohti 542 cmin. Ero on laskettava tukiaineiston tukkien suuremman keskipituuden ja mittauksen epätarkkuuden tilille, joten tulosten yhdenmukaisuus sabattuun tukkimääräänkin katsoen näyttää sangen vakuuttavalta.

Puuttumatta lähemmin *sahaustuloksen määrä- ja laatujakautuman rakenteeseen*, mikä varsinaisesti kuuluu aihepiiriin ulkopuolelle, esitetään seuraavassa pää-tiedot osa-aineistojen sahaustuloksesta. Työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen määrä- ja laatuaineisto käsittää 1 690 tukkia, joiden yhteinen kuutiojalkamäärä on 7 053.45 j³. Määrä- ja laatuaineisto eroaa siis jonkin verran aikatutkimusaineis-tosta, johon kaiken kaikkiaan sisältyy 1 697 tukkia (liite 2). Ero johtuu siitä, ettei kaikista tukeista ole saatu tarkkoja aikahavaintoja, vaikka sahausta on sahaus-tuloksen kannalta voitu seurata yksityiskohtaisesti tai päin vastoin. Latvaläpi-mitta on kuitenkin keskimäärin sama molemmissa osatutkimuksissa (eli 6.9").

Kenttäpyörösahauksessa syntyy sahatavaraa tavallaan kahta tietä: sydänta-varan sahausun yhteydessä ja pintalautojen särmäyksen tuloksena. Työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen sahaustuotos koostuu seuraavista eristä:

| | Sydäntavaran sahaus | | Pintalautojen särmäys | | Yhteensä | |
|------------------|------------------------|------|--------------------------|-----|----------------|------|
| | j ³ | % | j ³ | % | j ³ | % |
| Laatuluokat I—VI | 4 425.930 | 62.7 | 514.065 | 7.3 | 4 939.995 | 70.0 |
| Kotimaan raakki | 86.862 | 1.2 | 76.945 | 1.1 | 163.807 | 2.3 |
| Yhteensä | 4 512.792 | 63.9 | 591.010 | 8.4 | 5 103.802 | 72.3 |

Käsite sahaustulos vaihtelee jonkin verran. Jos sillä tarkoitetaan myynti-kelpoista tavaraa, tässä tutkimuksessa käytetty laatu »kotimaan raakki» sisältyy myös siihen. Jos sahaustulokseen luetaan ainoastaan laatuluokat I—VI, sahausun hyötysuhde on 70.0 %, mikä vastaa 236 tukkikuutiojalkaa standarttia kohti. Koska »kotimaan raakin» laatuvaatimukset olivat sellaiset, että niiden perusteella lajiteltu sahatavara täytti myyntikelpoisuuden vaatimukset, voidaan tämäkin laatuluokka liittää sahaustulokseen, jolloin sahausun hyötysuhde nousee 72.3 %:iin. Raaka-aineen käyttösuhte on tällöin 228 j³/std, kun tukin keskilatvaläpi-mitta on 6.9". Tämä on n. 14 % korkeampi kuin ruotsalaisten ilmoittama luku (n. 58 %, THUNELL 1953, s. 40). On kuitenkin muistettava, että THUNELLIN lähtökohtana on vientikelpoinen tavara ja ettei hän ole käyttänyt alenevaa luoki-tusta, vaan luokan keskiarvoa. Nämä keskiarvot antavat n. 5 % epäedullisemmän sahaustuloksen (THUNELL 1952, s. 101). Norjalaisten suorittamat tutkimukset (KLEM-KARLSEN, 1951 a, s. 19) ilmoittavat vastaavan sahausun hyötysuhteesta suurin piirtein samanlaiset arvot kuin tässä tutkimuksessa saatiin.

Tukiaineiston sahausun hyötysuhde on laskettu eri tavoin. Aineiston sahoista n. 20 % on ilmoittanut päivittäisen sahausun hyötysuhteensa. Se on vaihdellut 62:sta 90 %:iin, keskiarvo on 73 % eli suurin piirtein sama kuin työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen antama luku. Sahausun tarkan hyötysuhteen määrittäminen päivittäin tehtyjen ilmoitusten perusteella tuottaa vaikeuksia, mistä syystä se on yritetty laskea vuosituotoksen perusteella. N. 43 % tukiaineistoon kuulu-vista sahoista on ilmoittanut vuotuisen sahatavaratuotoksensa std:eina. Luku

on vaihdellut 10:stä 300 std:iin; keskiarvo on 103 std. Tämä merkitsee, että raaka-aineen käyttösuhte olisi ollut n. 237 j³/std ja sahausun hyötysuhde 69.6 % silloin kun tukkien latvaläpimitan keskiarvo on 6.75".

Edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että työvaihe- ja ryhmätyön-tutkimusaineistojen perusteella lasketut sahausun hyötysuhteet ovat jonkin verran suuremmat kuin tukiaineiston mukaiset arvot, mutta suuruusluokka on kuitenkin sama. Todennäköisesti niillä sahoilla, joilta työvaihe- ja ryhmätyön-tutkimusaineistot kerättiin, sahattiin pintalaudat tarkemmin kuin tukiaineiston sahoilla. Pintalautojen tarkka talteenotto on ammattitaitoisen sahaajan tunnus-merkkejä. Työvaihe- sekä ryhmätyöntutkimusten kohteena olleet sahat olivat tässä mielessä ehkä normaalia parempitasoisia. Tulosten yhdenmukaisuus on kuitenkin niin ilmeinen, että sahaustuloksenkin suhteen liikuttaneen riittävän varmallalla pohjalla. *Tämän tutkimuksen keskimääräinen sahausun hyötysuhde on 72 %, mikä vastaa 229 j³/std:n raaka-aineen käyttösuhteesta keskilatvaläpimitan ollessa 6.9".* UUSISUO (1950, s. 46) on tosin tutkimuksissaan saanut raaka-aineen käyttösuhteeksi 188.9 j³/std »ylipitkiä» puita sahattaessa, mutta lukuarvo ei varmaankaan edusta kenttäpyörösahausun todellista keskiarvoa.

Kotimaan sahatteollisuuden raaka-aineen käyttösuhteesta on olemassa toisistaan eriäviä tietoja. PÖNTYNYN (1956, s. 117) ilmoittaa, että sahatteollisuuden raaka-aineen käyttösuhteeksi vuosina 1949—53 on saatu 231 j³/std, kun taas HEISKANEN (1959, s. 66) esittää määräksi 235 j³/std. Viimeksi mainittu luku on keskimäärin sama kuin SIIMEKSEN (1959, s. 44) ilmoittama. Hakkeen saanto- ja laatuutkimuksen yhteydessä on tutkittu myös sahatteollisuuden raaka-ainekysymystä. 34 sahalaitoksen antamien vastausten mukaan raaka-aineen käyttösuhteen aritmeettinen keskiarvo olisi 226 j³/std ja punnittu keskiarvo 230 j³/std, kun tukkien kuutiosisältö on 4.4 j³ ja 4.8 j³ (ISOMÄKI 1966, s. 4). Sahoilla tehtyjen mittausten mukaan raaka-aineen käyttösuhteet ovat nykyään ilmeisesti vieläkin pienempiä. Tähän viittaavat SIIMEKSEN (1962, s. 8—9) Etelä-Suomen sahoilla suorittamien koesahausun tulokset, jotka kuitenkin saattavat keskiarvon kannalta antaa liian edullisen tuloksen. Esim. 7":n tukeille on saatu seuraavat raaka-aineen käyttösuhteet standarttia kohti:

| Mänty | | Kuusi | |
|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| Laatuluokka I | n. 222 j ³ /std | Laatuluokka I | n. 218 j ³ /std |
| » II | n. 225 » | » II | n. 217 » |
| » III | n. 216 » | » III | n. 200 » |

Suuntana voidaan pitää, että raaka-aineen käyttösuhte standarttia kohti pienee tukin laadun huonotessa. Tämä johtuu ennen kaikkia siitä, että III luokan tukki on tyvekkäämpi kuin I luokan, minkä vuoksi tekninen mitta antaa tyvekkäälle tukille enemmän »ilmaista puuta» kuin tasaisesti kapenevalle. Norjalaiset tutkijat KLEM ja KARLSEN (1951, s. 19) ovat myös todenneet, että sahausun hyötysuhde nousee kapenemisen lisääntyessä.

Kehäsahojen raaka-aineen käyttösuhdetta sahattua standarttia kohti on nykyään voitu pienentää tehostetun hyötysuhteen ja ohuempien terien ansiosta. Myös kartioterien käyttö kenttäpyörösahauksissa on todennäköisesti vaikuttanut samaan suuntaan.

Tämän tutkimuksen tukiaineistoon kuuluvien sahojen vuosituotos oli 103 std/saha, mutta ERVASTIN (1963, s. 18) mukaan kaikkien kenttäpyörösahojen keskituotos v. 1950 oli 15.5 std. THUNELL (1953, s. 20) mainitsee, että Ruotsissa yksinkertaisten kenttäpyörösahojen vuosituotos on oletettujen työpäivien perusteella laskettuna 450 std sahaa kohti. Käytännön keskiarvo hänen mukaansa on kuitenkin vain n. 130 std/saha (THUNELL 1953, s. 52).

Ruotsin pyörösahojen päivätuotos on THUNELLIN (1953, s. 20) mukaan 3 std, mutta käsillä olevan tutkimuksen tukiaineiston mukaan vain n. 1 std. Norjan vastaava tuotos on KÅSAN ja MOENIN (1954, s. 235) mukaan yli 4 std. Suomen kenttäpyörösahojen päivätuotokseen vaikuttavat huonontavasti ne pikkusahat, joiden vuosituotos on vain muutamia kymmeniä standartteja. Tämän tutkimuksen työvaihe- ja ryhmätyöaineistojen perusteella laskettuna päivätuotos oli 1.68 std, kun tukkien keskim. latvaläpimitta oli 6.9". AHO (1948, s. 57) ilmoittaa keskituotokseksi n. 1.7 std todellista kahdeksan tunnin työaikaa kohti. Hänen lukunsa on käytännöllisesti katsoen sama kuin tässä tutkimuksessa saatu.

Tulosten luotettavuuden kannalta on tärkeää tuntee myös *tutkimustulosten ja käytännön sahauskessa käytettyjen sahausnormien välinen subde*. Kuten kirjallisuuskatsauksessa on mainittu, sahauskseen ohjetaksat perustuvat vielä nytkin kenttämiesten arviointeihin ja kokemuksiin eivätkä suinkaan objektiivisiin tutkimuksiin. Vertailun pohjaksi voidaan käytännön sahauskseen ottaa tukkiuoksumetriä kohti latvaläpimittaluokittain lasketut suhteelliset ohjetaksat, joita sovelletaan

Taulukko 56. Käytännön sahauskseen ohjetaksojen ja tämän tutkimuksen sahausaikojen vertailu
Table 56. Comparison of standard rates used in sawing practice with the sawing times of this investigation

| Latvaläpimitta, " Top diameter, in. | Suhteelliset sahausajat latvaläpimittaluokkien peruslukujen ollessa Relative sawing times when the basic top diameter classes are | | | |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | 8" | | 7" | |
| | Tämä tutkimus This investigation | Käytännön sahaus Sawing practice | Tämä tutkimus This investigation | Käytännön sahaus Sawing practice |
| 4 | 38 | 45 | 45 | 55 |
| 5 | 47 | 55 | 55 | 68 |
| 6 | 64 | 65 | 76 | 81 |
| 7 | 84 | 81 | 100 | 100 |
| 8 | 100 | 100 | 118 | 123 |
| 9 | 116 | 123 | 137 | 151 |
| 10 | 133 | 149 | 158 | 184 |
| 11 | 156 | 179 | 184 | 221 |
| 12 | 198 | 213 | 234 | 263 |
| 13 | 271 | 258 | 321 | 318 |
| 14 | 396 | 316 | 468 | 390 |

sahattaessa lankkuja ja lautoja (SIRKKELISAHA 1957, s. 20). Periaatteessa ne ovat vieläkin voimassa. Niitä voidaan verrata tämän tutkimuksen suhteellisiin tukkiuoksujuoksuun kohti latvaläpimittaluokittain laskettuihin sahauskseen suoritus-aikoihin. Vertailutavat eivät vastaa toisiaan, mutta kuvannevat kuitenkin oikeata suhdetta. Vertailussa on toinen tärkeä tekijä se latvaläpimittaluokka, joka otetaan indeksin perusluvuksi (100). THUNELL (1953, s. 39) käyttää latvaläpimittaluokkaa 8", mutta koska tämän tutkimuksen tukkien keskiläpimitta latvasta on n. 7", otetaan se toiseksi perusluvuksi. Edellä esitetyin perustein lasketut suhteelliset sahausajat ilmenevät taulukosta 56.

Eri perusteiden saaduista suhteellisista sahausajoista voitaneen todeta, että tämän tutkimuksen mukaan näyttäisivät nykyisin käytännössä olevat ohjetaksat liian korkeilta pienten ja keskikokoisten tukkien sahauskseen. Toisaalta taas latvaläpimitaltaan suurimpien tukkien sahaus näyttäisi vaativan enemmän aikaa kuin nykyiset taksat edellyttävät.

Esimerkkinä sivulla 122 esitetyn kaavan 48 *laskumenetelmän soveltamisen luotettavuudesta* voidaan sijoittaa tämän tutkimuksen antamat, keskimääräiset osajat yhtälöön ja verrata siten saatua sahauskseen suoritusajaksi tapauksessa, jossa tukkien latvaläpimitan keskiarvo vastaa aineistojen keskitukkia. Tulos on seuraava:

$A_s =$ Sahauksen vakioaika

- | | |
|---|----------|
| 1. Tukkien järjestäminen aluspuille | 0.6 cmin |
| 2. Tukkien vierittäminen syöttöpöydän viereen | 0.3 » |
| 3. Tukkiokohtainen järjestely | 0.3 » |
| 4. Jolujen asettaminen ja poistaminen | 0.4 » |
| 5. Tukin vieminen syöttöpöydälle | 0.9 » |
| 6. Tukin asettaminen syöttöpöydälle | 2.1 » |
| 7. Tukin kiinnittäminen syöttöpöydään | 0.6 » |

$A_s = 5.2$ cmin

$B_s =$ Sahauksen puolivakioaika

- | | |
|--|----------|
| 8. Pintojen sahaus ja syöttöpöydän palautus $(3 \times 1.0) + (3 \times 0.06)$ | 3.2 cmin |
| 9. Pintojen siirtäminen | 1.3 » |
| 10. b- ja c-paloitteiden asettaminen syöttöpöydälle $(1.1 + 0.8)$ | 1.9 » |
| 11. Asetteen säätäminen | 0.2 » |
| 12. Pintojen sahaus pintalaudoiksi ja syöttöpöydän palautus $(2 \times 0.9) + (2 \times 0.06)$ | 1.9 » |
| 13. Särmäys | 2.4 » |
| 14. Jätteen poistaminen | 0.3 » |
| 15. Sahatavaran poistaminen | 0.7 » |

$B_s = 11.9$ cmin

$n = 6$ kpl lautoja, joiden paksuus on $3/4''$ ja leveys $4 1/2'$

$C = \text{Varsinainen sabaaminen}$

Sydäntavaran sahaus ja syöttöpöydän palautus (0.9)+(0.06) 1.0 cmin
d-paloitteen asettaminen syöttöpöydälle 0.8 cmin

$C = 1.8 \text{ cmin}$

$$(49) T_{ij} = 1.296 [(5.2) + (11.9) + (6 \times 1.8)] = 36 \text{ cmin.}$$

Taulukon 52 (s. 121 mukaan latvaläpimitaltaan 7":n tukin sahauksen suoritus aika/jj on 38 cmin. Ero on 2 cmin, mutta on otettava huomioon, että kyseisen taulukon arvot perustuvat tasoitettuihin aika-arvoihin. Varsinainen sahausaika on taulukon 17 mukaan keskimäärin 27.3 cmin ja yhtälön mukaan 27.9 cmin, joten tulosta voidaan pitää riittävän tarkkana. Sahauksen suoritusajan suhde tukkien eri latvaläpimitaluokissa lienee kuitenkin sama, joten yhtälöä on pidettävä käyttökelpoisena.

Laskelman aika-arvot on saatu seuraavasti:

A_s -ajat saadaan tukin syöttöpöydälle asettamista lukuun ottamatta suoraan keskimääräisiä aikoja esittävistä taulukoista. Tukin asettamisen osuus valmistavaan aikaan kuuluvasta asettamisesta on 2.1 cmin, b-paloitteen 1.1 cmin sekä c- ja d-paloitteiden 0.8 cmin. Laskelmassa on ollut lähtökohdana, että tukista sahataan kolme pintaa, ennen kuin sydäntavaran sahaus alkaa. Latvaläpimitaltaan 7":n tukin kaikkien kolmen pinnan keskileveys (taulukko 23 s. 75) on 6", jonka sahausaika on 1.0 cmin/jj. Syöttöpöydän palautusaika on keskimäärin 0.06 cmin/jj. Sekä pintojen sahaus pintalaudoiksi että sydäntavaran sahaus ovat vaatineet aikaa keskimäärin 0.9 cmin/jj. Keskimäärin sahataan 1.5 pintalautaa tukkia kohti, ja tämä edellyttää kahta sahausta ja syöttöpöydän palautusta tukkia kohti. Pintojen siirtämiseen, asetteen säätämiseen, särmäykseen sekä jätteen ja sahatavaran poistamiseen syöttöpöydältä kuluneet ajat ovat samat kuin tutkimuksen vastaavat keskimääräiset ajat. Tämän tutkimuksen mukaan 7":n tukeista sahataan pääasiallisesti $3/4" \times 4 1/2"$:n kokoisia sydäntavaralautoja, joiden lukumääräksi on oletettu 6.

Käytännön ohjetaksoja varten on yhdistelmätaulukoita laadittava tukkien latvaläpimita- ja pituusluokittain sahauksen vakioajan osalta sekä vaihtoehdotaulukoita sahauksen puolivakioajan valitsemista varten. Sahausajoista on jo olemassa valmiita taulukoita 36 ja 37.

Koesahat edustivat hyvää suomalaista kenttäpyörösahatyyppeä, joka ehkä oli 1950-luvun alkupuolella kentällä toiminnassa olleiden sahojen keskitasoa hieman parempi, mutta jonka tekniset uutuudet nyt ovat yleisessä käytössä. Monessa suhteessa tilapäisluonteisten voimakoneiden käytöstä huolimatta teräkselin kierrosluvut vastasivat melko hyvin asetettavia vaatimuksia ja mootoreiden keskimääräinen teho oli riittävä. Sen sijaan ei saavutettu optimaalisena pidettävää kehänopeutta. Yleensä voidaan todeta, että pääaineiston sahojen tekninen taso oli korkeampi kuin tukiaineistoon kuuluvien sahojen. Myös sahaajat edustivat ehkä silloista keskitasoa parempaa ammattitaitoa, mutta koulutus on tässä suhteessa tasoitannut eroja huomattavasti.

Tutkimuksen tukkien keskimääräinen kuutiotilavuus on n. 1 j³ pienempi kuin sahatteellisuuden silloinen keskitukin koko. Pää- ja tukiaineistojen tukit ovat

kuitenkin samaa suuruusluokkaa. Kuusitukit olivat Etelä-Suomen keskilaatua selvästi parempia, mutta mäntytukit jonkin verran huonompia.

Koska aineiston keräyksestä tutkimuksen julkaisemisajankohtaan on kulunut pitkälti toistakymmentä vuotta, on olemassa vaara, etteivät tutkimustulokset enää vastaa tämän hetken tilannetta. SUOMEN KENTTÄSAHOJEN LIITON (1967) edustajien antamien suullisten tietojen mukaan yksiteräiset kenttäpyörösahat nykyään sahaavat päivittäin keskimäärin n. 350 j³ tukkeja. Jos käytetään tämän tutkimuksen raaka-aineen käyttösuhdetta 229 j³/std, saadaan päivätuotokseksi n. 1.5 std/saha. Mainittu tukkikuutiomäärä 350 j³ jaettuna tämän tutkimuksen pääaineiston tukkien keskimääräisellä kuutiosisällöllä (3.87 j³) antaa päivittäin sahatuksi tukkien määräksi 90 kpl. Jos kuutiosisältö on sama kuin tämän tutkimuksen tukiaineiston tukeilla eli 3.97 j³, tulokseksi saadaan 88 tukkia päivässä. *Tulos vastaa tämän tutkimuksen antamia tuloksia, joiden voi siis edelleen katsoa edustavan tämänkin hetken sahausia.*

Edellä esitetystä ilmenee, että kerätty aineisto edustaa normaalioloissa tapahtunutta kenttäpyörösahausta ja että tutkimustulokset yhden vuosikymmenen kehityksestä huolimatta vieläkin pätevät.

Tutkittavien sahojen valinnassa ei ole käytetty otantamenetelmää, joten tulosten tilastollisen edustavuuden suhteen voidaan tehdä huomautuksia. Havaintojen teon luotettavuutta lisää se, että aika on otettu kahdella kellolla ja että keskeytyksistä on suoritettu erikoistutkimuksia. Aineiston käsittelyssä on hyväksytty ainoastaan ne tutkimusrupeamat, joiden aikatutkimuskellolla otettujen osaikojen summan ja tavallisella kellolla mitatun kokonaisajan ero on ollut pienempi kuin 3 %. Tilastollisen testauksen tulokset ovat riittävän vakuuttavia.

6 Tiivistelmä

1. Tutkimuksen päätarkoituksena on selvittää
 - kentällä tapahtuvan pyörösahauksen työajan rakenne,
 - eri tekijöiden vaikutus sahausaikaan ja sen rakenteeseen,
 - keskimääräinen sahausaika raaka-aine- ja sahatavarayksikköä kohti sekä
 - pohjan luominen sahauksen oikeudenmukaisille maksuperusteiden määrittämiseksi.
2. Tutkimusyksikkönä on ollut yksittäinen tukki. Sen käsittely kuuluu samalla suurempaan kokonaisuuteen, tutkimusrupeamaan. Tutkimusrupeama puolestaan sisältää tutkittavia, yhtäjaksoisina pidettäviä töitä. Havainnot suoritettua työstä on siis kerätty sekä yksittäisiä tukkeja että työrupeamia koskevana. Tukki-kohtaisen menetelmän etuna on se, että voidaan seurata sekä eri tekijöiden vaikutusta sahausaikaan että sahaustuloksen vaihtelua paremmin kuin tutkimalla työtä yksinomaan rupeamittain. Pääosa aikatutkimusaineistosta on kerätty työvaihetutkimusmenetelmää käyttäen. Sahan ja sahaajien (etu- ja apusahaaja)

työajan rakenteen selvittämiseksi suoritettiin osa tutkimuksesta ryhmätyön-tutkimusmenetelmällä. Tukiaineistona on käytetty niitä sahoja ja sahausta koskevia tietoja, jotka on saatu suoritettuna kyselyn perusteella.

Tutkimuksessa on pienin muutoksin seurattu TYÖTEHOSEURA ry:ssä kehitettyä työajan jaottelua (kuva 2 ja liite 1). Kuusitukit on luokiteltu VUORISTON mukaan kahteen luokkaan ja mäntytukkien laatuluokituksen pohjana on käytetty METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JA VALTION TEKNILLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN V. 1949 laatimia ohjeita. Sahatavaran laatulajittelu on suoritettu PUUTEKNIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS ry:n julkaisemiin pitkän sahatavaran lajitteluohjeisiin nojautuen.

3. Tutkimusaineiston muodostavat *pääaineisto*, joka on kerätty neljästä »EKA-50»-tyyppisestä sahasta, ja *tukiaineisto*, jonka 70 sahaa edusti yhtätoista kotimaista sahamerkkiä. Tukiaineisto sisältää yhden vuoden sahaustilaston. Pääaineiston sahat ovat tekniseltä tasoltaan keskimääräistä parempia. Etusahaajien joutuisuus on suurempi kuin apusahaajien. Keskimääräinen joutuisuus arvioitiin 108:ksi.

4. Sahauksen kulku oli seuraava. Kun tukki oli viety syöttöpöydälle ja kiinnitetty siihen, tukista sahattiin ensimmäinen pinta pois. Mikäli pinta (k-paloite) oli sahauskelpoinen, se palautettiin vajaapintaisen tukin (b-paloite) mukana ja nostettiin sivuun särmäystä varten. Sen jälkeen käännettiin tukin sahattu puoli alaspäin, ja se leikattiin molemmilta sivuilta siten, että syntyi kolmelta sivulta sahattu pelkka (d-paloite). Sydäntavara sahattiin ensimmäisen leikkauksen suuntaisesti. Pinnoista sahattiin pintalautoja, jotka särmättiin joko yksitellen tai latomuksina.

Sahauksen tutkiminen riittävän tarkasti edellytti sahattavien kappaleiden merkitsemistä symboleilla. Näiden avulla työntutkijat pystyivät seuraamaan sahauskulkua. Käytetyt symbolit ilmenevät kuvasta 3 (s. 22).

5. Voimak oneiden keskimääräinen, valmistajien ilmoitusten perusteella laskettu teho oli n. 31 SAE-hevosvoimaa. Pääaineiston sisältämien sahanterien keskiläpimitta oli 872 mm, paksuus 3.1 mm ja hampaiden lukumäärä 59 kpl. Tukiaineiston terien keskim. läpimitta oli n. 900 mm ja hampaiden lukumäärä 55 kpl. Pääaineiston mukaan on talvella sahattu kehänopeudella 42 m/s ja kesällä 45 m/s, keskimäärin siis nopeudella 43 m/s. Tukiaineiston mukaan keskimääräinen kehänopeus oli n. 42 m/s. Pääaineistossa käytettiin talvella 0.4...0.5 mm:n ja kesällä 0.4...0.6 mm:n haritusta. Tukiaineiston vastaavat luvut olivat talvisahauksessa 0.5 mm ja kesäsahauksessa 0.6 mm.

6. Pääaineiston tukkien keskimääräinen kuutiosisältö oli talvisahauksessa 3.67 j³, kesäsahauksessa 4.33 j³ ja keskimäärin 3.87 j³. Kuusitukien laatu oli hyvä, sillä I lk:n tukkeja oli 88 %. Mäntytukkien laatujakautuma oli seuraava: I lk 5 %, II lk 25 % ja III lk 70 %. Tukiaineiston tukkien keskikuutiosisältö oli 3.97 j³.

7. Työn eri osista tehtyjä aikahavaintoja on tarkasteltu regressioanalyysiä

käyttäen. Jos riippuvuus luokkakieskiarvojen perusteella tarkasteltuna on ollut suoraviivainen, on laskettu regressiosuoran yhtälöt. Epäselvissä tapauksissa on lisäksi testattu aika-arvojen erojen merkitsevyyttä. Jos riippuvuuden kuvaaja oli käyrä, laadittiin tärkeimmistä työnosista puolilogaritmisia korrelaatiotauluja, joissa y-akseli on logaritminen. Tasoitus on näissä tapauksissa suoritettu laskemalla regressiokäyrän yhtälöt. Lisäksi on laskettu Bravais-Pearsonin korrelaatiokerroin ja sen keskivirhe. Lopulliset latvaläpimittaluokittaiset varsinaiset sahausajat on laskettu regressioanalyysiä käyttäen. Keskeytysten ja vältettävän hukka-ajan osuudet on esitetty sadanneksina työmaa-ajasta.

8. Kuten kuvasta 2 (s. 21) ja liitteestä 1 (s. 155) ilmenee, työmaa-aika jakaantuu sopimuksen mukaisiin taukoihin, sahauskäsittelyajan ja vältettävään hukka-aikaan. Työmaa-ajan keskimääräinen jakaantuminen sadanneksina esitetään seuraavassa jaotelmassa:

| Aineistot | Vältettävä hukka-aika % | Sahauksen suoritus-aika | | Työmaa- aika % |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| | | Varsinainen sahausaika % | Keskeytykset % | |
| <i>Työväihetutkimusaineisto</i> | | | | |
| Talvisahaus | 3.9 | 65.0 | 31.1 | 100.0 |
| Kesäsahaus | 0.9 | 76.7 | 22.4 | 100.0 |
| Talvi- ja kesäsahaus keskim. | 3.0 | 68.3 | 28.7 | 100.0 |
| <i>Ryhmätyöntutkimusaineisto</i> | | | | |
| Etusahaaja | 0.2 | 76.0 | 23.8 | 100.0 |
| Apusahaaja | 1.3 | 76.0 | 22.7 | 100.0 |

9. Koska vältettävää hukka-aikaa ei palkkauksessa korvata työntekijälle, sen osuus aineiston jatkokäsittelyssä on eliminoitu. Ellei sopimuksen mukaisia taukojakaan lasketa, sahauskäsittelyajan on se yksikkö, jonka varaan tutkimus perustuu ja joka korvataan työntekijälle. Sahauksen suoritusajan jakaantuminen varsinaiseen sahauskäsittelyyn ja keskeytyksiin ilmenee alla olevasta jaotelmasta:

| Aineistot | Varsinainen sahausaika % | Keskeytykset % | Sahauksen suoritus-aika % |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| <i>Työväihetutkimusaineisto</i> | | | |
| Talvisahaus | 67.7 | 32.3 | 100.0 |
| Kesäsahaus | 77.4 | 22.6 | 100.0 |
| Talvi- ja kesäsahaus, keskim. . . | 70.4 | 29.6 | 100.0 |

Ryhmätyöntutkimusaineisto

| | | | |
|--------------------|------|------|-------|
| Etusahaaja | 76.1 | 23.9 | 100.0 |
| Apusahaaja | 77.0 | 23.0 | 100.0 |
| Tukiaineisto | 67.5 | 32.5 | 100.0 |

Ryhmätyöntutkimusaineisto on kerätty kesäsahauksen yhteydessä ja tukiaineisto perustuu koko vuoden sahauksiin. Jaotelman perusteella voidaan päätellä, että eri aineistojen antamat tulokset ovat sangen lähellä toisiaan ja että talvisahausta aiheuttaa n. 10 % enemmän keskeytyksiä kuin kesäsahausta.

10. Vuodenaika ja sahattavan tukin latvaläpimitta vaikuttavat sahauksen suorituksen kiinteisiin aikoihin (sahausasetteesta riippumattomat työt) ja sydäntavaran sahausaikaan. Sen sijaan puulaji ei sanottavasti vaikuta kiinteiden aikojen suuruuteen, mutta kunkin puulajin laatuluokan merkitys on ilmeinen, etenkin talvisahauksessa. Puulajilla tai laatuluokalla ei ole niin suurta vaikutusta sahausaikaan, että kuusen ja männyn erottaminen tässä mielessä olisi tarpeellista.

11. Varsinaisen sahausajan pituus oli keskimäärin 27.3 cmin/jj, talvisahauksessa 27.7 ja kesäsahauksessa 25.2 cmin/jj. Varsinaisesta sahausajasta perusaika käsittää keskimäärin 90.8 %, järjestelyaika 5.8 % ja siirtämisaika 3.4 %. Talvisahauksessa vastaavat prosenttiosuudet ovat 90.7, 5.7 ja 3.6 sekä kesäsahauksessa 92.8, 5.4 ja 1.8.

12. Järjestelytyöistä (tukki-kohtainen järjestely, jolujen asettaminen ja poistaminen sekä tukin vieminen syöttöpöydälle), tukki-kohtainen järjestely on lyhin työerä, sillä sen osuus on vain 1 % varsinaisesta sahausajasta eli 4 cmin tukkia kohti. Tukki-kohtaisen järjestelyajan ja tukin latvaläpimitan välillä ei ole havaittu riippuvuutta. Samoin on jolujen asettamisen ja poistamisen laita. Nämä työt ovat keskimäärin vaatineet aikaa 6 cmin tukkia kohti. Jolujen käyttö riippuu tukin painosta. Kevyet tukit nostetaan syöttöpöydälle ja painavia tukkeja käsiteltäessä otetaan vieritys-jolut avuksi. Tutkimuksen mukaan tukin nosto syöttöpöydälle on vierittämistä edullisempaa 8...9 j³:n kokoon asti, mutta sitä suurempien tukkien vierittäminen on ajan säästämiseksi suositeltavaa. Tukin vieminen syöttöpöydälle on kesällä nopeampaa kuin talvella. Keskimäärin se on vaatinut aikaa 14 cmin/tukki, mikä on 3.4 % varsinaisesta sahausajasta. Yksityiskohtainen selvitys tukin syöttöpöydälle viemisestä käytetyistä menetelmistä ja niiden välisistä suhteista kesä- ja talvioloissa ilmenee kuvasta 7 (s. 65).

13. Perusaika jakaantuu valmistavaan aikaan, pääaikaan ja apuaikaan, joiden prosenttiset osuudet varsinaisesta sahausajasta olivat keskimäärin 20.3, 62.1 ja 8.4.

14. Sahauksen valmistaviin töihin kuuluvat sahattavan paloitteen asettaminen syöttöpöydälle ja sen kiinnittäminen siihen sekä asetteen säätäminen. Keskimäärin valmistaviin töihin on kulunut aikaa 82 cmin tukkia kohti eli n. 6 cmin/jj. Juoksujalkakohtainen aika on talvella jonkin verran pitempi kuin kesällä. Valmistava aika kasvaa latvaläpimitan suuretessa. Koska sahattava paloite on asetettava syöttöpöydälle jokaista uutta leikkausta varten, tämän työvaiheajan osuus

varsinaisesta sahausajasta oli huomattavan suuri, 17.4 %. Työ vaati keskimäärin 71 cmin/tukki eli n. 5 cmin tukin juoksujalkaa kohti. Tukin asettaminen vaatii eniten aikaa, toiseksi eniten b-paloite; joutuisin on c- ja d-paloitteiden asettaminen. Viimeksi mainittujen kappaleiden asetteluajat ovat niin samansuuruiset, ettei niitä ole voitu erottaa toisistaan. Kaikkien paloitteiden asettaminen oli hankalampaa talvella kuin kesällä. Erimuotoisten paloitteiden vaatimat asetteluajat ilmenevät kuvasta 8 (s. 70). Tukin kiinnittämiseen kuluneen ajan osuus varsinaisesta sahausajasta oli 2.1 %. Tukkia kohti ajanmenekki oli 8 cmin. Myös kiinnittäminen oli hitaampaa talvella kuin kesällä, ja ero suurenee tukin kuutio-sisällön kasvaessa. Asetteen säätämisen merkitys kokonaisajan kannalta on pieni, sillä sen osuus varsinaisesta sahausajasta on vain 0.8 %. Pienissä latvaläpimitaluokissa ei ilmennyt eroa talvi- ja kesäsahauksen välillä. Järeiden tukkien asetteen säätö sen sijaan vaatii enemmän aikaa talvella kuin kesällä.

15. Pääaika käsittää sahauksen, syöttöpöydän palautuksen ja särmäyksen. Sen osuus varsinaisesta sahausajasta on 62.1 %, talvisahauksessa 61.7 % ja kesäsahauksessa 65.2 %. Keskimäärin pääajan pituus on 252 cmin/tukki eli n. 17 cmin/jj. Juoksujalkaa kohti pääaika osoittautui n. 1 cmin:n pitemmäksi talvella kuin kesällä (vrt. taul. 17, s. 54).

16. Pääaikaan kuuluvista töistä sahaus on ajanmenekin kannalta tärkein. Sen osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 32.6 % eli 132 cmin tukkia kohti. Sahaus koostui pintojen, sydäntavaran ja pintalautojen leikkaamisesta.

Tutkimuksen mukaan yleisin menetelmä on sellainen, jossa ensin sahataan pois kolme pintaa ja vasta sen jälkeen alkaa sydäntavaran eli d-paloitteen sahaus. Ensimmäinen pinta (I) on kapeampi kuin muut (II ja III) ja kolmas (III) on levein.

Tukin latvaläpimitan yhden tuuman nousua vastaa keskimäärin 0.58":n pinnan leveyden kasvu pintaryhmässä I, 0.72":n ryhmässä II ja 0.78":n ryhmässä III. Regressiosuora kuvaa pintojen sahausajan kuluneen ajan ja sahauspituuden välistä suhdetta, jolloin pintojen sahausaika kasvaa sahauspituuden lisääntyessä. Samoin pintojen sahausaika kasvaa leikkauksen leveyden lisääntyessä. Pintojen sahaus vaatii kesällä enemmän aikaa kuin talvella, jos tukki on keskimääräistä pitempi ja järeämpi. Pieniä tukkeja sahattaessa aikaero on merkityksetön. Keski-kokoisten tukkien osalta ero on niin ikään hyvin pieni tai olematon.

Myös sydäntavaran sahausajan tarkastelussa regressiosuoran yhtälöt kuvaavat ajankäytön ja sahattavan kappaleen pituuden välistä suhdetta. Sahausaika kasvaa sahauspituuden ja -leikkauksen leveyden lisääntyessä. Verrattaessa sydäntavaran talvi- ja kesäsahauksia toisiinsa havaitaan sama ilmiö kuin pintojenkin sahausessa: sahausajan kulunut aika suurenee tukin latvaläpimitan kasvaessa. Kesäsahauksessa ajan suurentuminen on nopeampi kuin talvisahauksessa. Keski-kokoisia tukkeja sahattaessa talvi- ja kesäsahausaikojen ero on hyvin pieni. Keskimäärin voidaan pitää pintojen ja sydäntavaran sahausajan ajanmenekin kannalta samanarvoisina kummankin vuodenajan sahausessa. Keskimääräiset sahausajat leikkauksen leveysluokittain ilmenevät taulukoista 36 (s. 93) ja 37 (s. 93). 8'...26':n pituisten

ja 1/2" . . . 11":n levyisten tavaroiden ollessa kyseessä sahausnopeus vaihtelee 14:sta 66 jm/min:iin. Pintoja laudoiksi sahattaessa erilevyisten leikkausten väliset aikaerot ovat pienen syöttönopeuden johdosta niin vähäisiä, ettei niitä aina ole voitu erottaa toisistaan. Jos jakoperusteena pidetään ainoastaan ryhmiä »pienet» ja »suuret tukit» (rajana latvaläpimitta 9"), aikaero ryhmien välillä suurenee tukin pituuden kasvaessa. Tämä on kuitenkin vielä 28 jalan pituudella vain 5 cmin, joten järeydellä ja pituudella ei ole kovin suurta merkitystä. Myöskään vuodenajalla ei ole sanottavaa merkitystä. Pintalautoja sahataan työn vaarallisuuden takia melkein vakionopeudella vuodenajasta ja tukin latvaläpimitasta riippumatta.

17. Syöttöpöydän palautusajan osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 20.7 %, mikä vastaa aikaa 84 cmin/tukki ja 6 cmin/jj. Syöttöpöydän palautusaika 6 . . . 28":n paloitteita palautettaessa on riippumaton vuodenajasta ja palautettavien paloitteiden muodosta. Regressiosuoran yhtälön a:n käänteisarvon perusteella laskettu teoreettinen keskimääräinen palautusnopeus on 106 m/min; tällöin edellytetään, että palautusnopeus on kaikilla matkoilla sama. Todellinen palautusnopeus on edellä mainittua pienempi, ja palautusmatkan ollessa 6' . . . 28' nopeus vaihtelee 23:sta 66 m/min:iin.

18. Pintalautoja ryhdyttiin särmäämään keskimäärin 12.2 tukkikappaleen sahausuksen jälkeen. Tukkia kohden saatiin 1.5 pintalautaa. Latomuksina särmätyjen pintalautojen määrä tukkia kohti nousee tukin latvaläpimitan kasvaessa. Särmäysajan osuus on keskimäärin 8.8 %. Särmäysaika on talvisahauksessa 37, kesäsahauksessa 31 ja keskimäärin 36 cmin/tukki.

Särmäyksen kiinteiden aikojen (yleinen järjestely ennen särmäystä ja asetteen säätäminen) ja särmättävien kappaleiden muodon tai määrän välillä ei havaittu riippuvuutta. Kiinteät ajat ovat 1 cmin/tukki edellyttäen, että jokaista tukkia kohden tulee 1.5 särmättävää lautaa. Särmättävien kappaleiden leveydellä ja paksuudella ei ole merkitystä särmäyksen muuttuviin aikoihin. Sen sijaan särmäyspituuden yhden jalan kasvu aiheuttaa n. 3 cmin:n ajan lisäyksen ja särmättävien kappaleiden määrän lisäys 15 cmin suuruisen muuttuvien aikojen kasvun jokaista lautaa kohti. Särmäyksen muuttuvissa ajoissa on eroa talvi- ja kesäsahauksen välillä, mutta ero on niin pieni, että aineistojen keskiarvon voi katsoa edustavan molempien vuodenaikojen sahausta. Särmäys yksin kappalein on ajanmenekiltään hyvin epäedullista. Latomuksina särmäys on siis suositeltavaa. Tutkimuksen mukaan 8 . . . 10 pintalautaa särmäyserässä antaa parhaan tuloksen ajanmenekin kannalta.

19. Aputyöt käsittävät pintojen siirtämisen sekä sahatavaran ja jätteen poistamisen. Apuajan osuus varsinaisesta sahausajasta on talvisahauksessa 8.2 % ja kesäsahauksessa 8.6 %. Keskimäärin se vaatii 8.4 % varsinaisesta sahausajasta eli 34 cmin/tukki ja 2 cmin tukin pituusjalkaa kohti (vrt. taul. 17, s. 54).

Pintojen siirtämisen osuus varsinaisesta sahausajasta on 4.7 % eli aika 19 cmin/tukki. Siirtämisäika kasvaa n. 1 cmin:n tukin yhden pituusjalan nousua kohden. Pienten tukkien (latvaläpimitan raja 9") pintojen siirtäminen on jonkin

verran nopeampaa kuin suurten laskettuna sekä talvi- että kesäsahauksen keskiarvojen perusteella. Talvella pintojen siirtäminen on hitaampaa kuin kesällä. Sahatun tavarahan poistamisajan osuus varsinaisesta sahausajasta on 2.5 % ja jätteen poistamisaika 1.2 %. Vastaavat ajat tukkia kohti ovat 10 cmin ja 5 cmin. Talvi- ja kesäsahaus eivät tältä osin eroa toisistaan sanottavasti. Sekä sahatun tavarahan että jätteen poistoaika kasvavat tukkien latvaläpimitan suuretessa.

20. Varsinainen latvaläpimitaluokittainen sahausaika voidaan esittää eri tavoin. Epätarkin on alkuperäisiin korrelaatiotaulukoihin perustuva, silmävaraisesti tasoitettu kuvaaja. Jos ajankäyttöä osoittava kuvaaja nousisi suoraviivaisesti latvaläpimitan kasvaessa, tulokset saataisiin regressiosuoran yhtälön avulla. Yhtälöt on laskettu ja niiden perusteella on testattu aika-arvojen erojen merkitsevyyttä. Testaus on osoittanut, että talvi- ja kesäsahauksen varsinaisten sahausajojen väliset erot ovat todellisia. Latvaläpimitaluokittaiset varsinaiset sahausajat on laskettu regressioanalyysia käyttäen. Tietokoneella lasketut ortogonaaliset polynomiyhtälöt ovat:

Talvisahaus

$$y = 149.56 - 88.617x + 19.888x^2 - 1.7957x^3 + 0.059173x^4$$

$$R = 0.8973$$

Kesäsahaus

$$y = -35.944 + 22.220x - 3.8309x^2 + 0.3447x^3 - 0.010337x^4$$

$$R = 0.8283$$

Talvi- ja kesäsahaus

$$y = 118.31 - 70.633x + 16.178x^2 - 1.4733x^3 + 0.048914x^4$$

$$R = 0.8528$$

Yhtälössä y = varsinainen sahausaika, cmin tukin pituusjalkaa kohti ja x = sahattavan tukin latvaläpimitta" sekä R = yhteiskorrelaatiokerroin.

Polynomikäyrien perusteella saadut latvaläpimitaluokittaiset aika-arvot on esitetty taulukossa 49 (s. 116).

21. Keskeytyksistä työhukka-aika on jokseenkin yhtä suuri talvi- ja kesäsahauksessa, keskimäärin 5.3 %. Välinehukka-ajan osalta suhde talvi- ja kesäsahauksen välillä on sama, vaikka sen osuus varsinaisesta sahausajasta on paljon pienempi, keskimäärin vain 0.7 %. Konehukka-aika taas on talvella n. kaksi kertaa niin suuri kuin kesällä, ja sen osuus varsinaisesta sahausajasta on keskimäärin 6.6 %. Ns. yhteisiä hukkatöitä tehdään talvisahauksessa paljon enemmän kuin kesäsahauksessa (3.8 % vast. 0.5 %).

Keskimäärin 7.4 % sahausuksen suoritusajasta kuluu kunnostus- ja huolto-töihin. Talvisahauksessa näiden töiden osuus on suurempi (7.8 %) kuin kesällä (6.5 %).

Lepoon on käytetty keskimäärin 6.7 % sahausuksen suoritusajasta. Levon tarve on tutkimuksen mukaan ollut suurempi talvella kuin kesällä (6.9 %, vast. 6.3 %).

Etusahaaja vastaa ensisijaisesti kaluston korjauksesta ja huollosta. Sillä aikaa kun etusahaaja suorittaa näitä töitä, apusahaaja joutuu pakosta odottamaan tai olemaan toimettomana. Tästä syystä apusahaajan työhukka-ajan ja vältettävän hukka-ajan osuudet ovat huomattavasti suuremmat kuin etusahaajan (32.6 % ja 16.4 %, vast. 5.4 % ja 0.7 % keskeytyksistä ja vältettävästä hukka-ajasta yhteensä).

Sahausta ja syöttöpöydän palautusta on ryhmätyöntutkimuksen mukaan yhteensä ollut 49.4 % työmaa-ajasta. Tyhjänä saha on käynyt 42.5 % ja seisonut 8.1 %.

22. Lisäämällä aineistojen keskimääräisen keskeytysprosentin mukaan lasketut keskeytysajat eri aineistojen varsinaisiin juoksujalkakohtaisiin sahausaikoihin on saatu sahauksen suoritusajat tukin juoksujalkaa kohti. Tulokset esitetään taulukossa 52 (s. 121). Keskimääräiset sahauksen suoritusajat raaka-aineen kuutiojalkaa kohti ilmenevät taulukosta 53 (s. 122). Senmukaan työvaihe- ja ryhmätyöntutkimusaineistojen tukkien keskilatvaläpimittaa (6.9") vastaava sahauksen suoritusajaksi on 1.41 cmin/j³ eli 322.89 min/std, jos raaka-aineen käyttösuhteeksi otetaan tämän tutkimuksen antama luku 229 j³/std.

Sahauksen suoritusajan laskemista varten on laadittu kaava

$$T_{jj} = 1.0p (A_s + B_s + n \times C), \text{ jossa}$$

T_{jj} = Sahauksen suoritusajaksi, cmin/tukin jj

p = Keskeytysprosentti sahauksen suoritusajasta talvi- ja kesäsahauksessa

A_s = Sahauksen vakioaika, cmin/tukin jj (asetteesta riippumaton)

B_s = Sahauksen puolivakioaika, cmin/tukin jj (osaksi asetteesta riippuvainen)

n = Yhdestä tukista sahattujen sydäntavaralajien määrä, kpl

C = Varsinainen sahaaminen, cmin/tukin jj (asetteesta riippuvainen)

Koska sopimuksen mukaisia taukoja ei ole otettu huomioon ja vältettävä hukka-aika on jätetty pois, mahdolliset ohjetaksat joudutaan laatimaan sahauksen suoritusajan perusteella.

23. Tulosten luotettavuutta tarkasteltaessa voidaan tukiaineiston perusteella todeta, että tutkimuksen pääosa, työvaihetutkimus, on suoritettu vuoden vilkkaimpana sahausaikana. Tukiaineiston mukaan keskimääräinen sahauskauden pituus vuodessa on 105 päivää ja se on vaihdellut puolesta kuukaudesta kahteen toista kuukauteen. Vuosituotos on keskimäärin 103 std. Verrattaessa pääaineiston työvaihe- ja ryhmätyöntutkimuksen sekä tukiaineiston varsinaisia sahausajaksia ja keskeytyksiä toisiinsa ilmenee, että kaikki aineistot antavat hyvin samanlaisen tuloksen (vrt. taulukkoa 55, s. 126), joten työajan päärakennetta voidaan pitää selvitettyinä. Työvaihe- ja ryhmätyöntutkimusaineistojen keskitukin kuutiosältö on 3.87 j³ ja tukiaineiston päivittäin sahattujen tukkien (88 kpl) mittausten perusteella laskettuna 3.97 j³. Sahauksen suoritusajaksi on edellisen aineiston mukaan 542 ja jälkimmäisen 551 cmin/tukki.

24. Tukiaineiston mukaan raaka-aineen käyttösuhteeksi on 237 j³/std ja sahauksen hyötysuhde 69.6 %, kun tukkien keskim. latvaläpimittana on 6.75". Työvaihe- ja

ryhmätyöntutkimusaineistojen perusteella laskettuna sahauksen hyötysuhde on 72 %, mikä antaa raaka-aineen käyttösuhteeksi 229 j³/std, kun tukkien keskilatvaläpimittana on 6.9".

25. Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia ja käytännön sahausajaksia käytettyjä sahaustaksoja toisiinsa näyttää siltä, että v. 1967 käytössä olevat taksat olisivat liian korkeita pienten ja keskikokoisten tukkien sahausajaksi. Latvaläpimitaltaan suurempien tukkien sahausajaksi näyttäisi taas vaativan enemmän aikaa kuin nykyiset ohjetaksat edellyttävät.

26. Sijoittamalla tämän tutkimuksen keskimääräiset osa-ajat kaavaan 48 (s. 122) saadaan sahauksen suoritusajaksi 36 cmin/jj. Taulukon 53 (s. 122) mukaan latvaläpimitaltaan 7":n tukin sahausajaksi on 38 cmin/jj. Vastaavat varsinaiset sahausajat ovat 27.9 ja 27.3 cmin/jj.

Kirjallisuusluettelo — References

- AHO, ANTTI A. 1948. Kenttäsaahas. Maatalousseurojen keskusliiton julk. 379. Helsinki.
- AKSENOV, P. P. 1963. Tehnologija pilomaterialov. Goslesbumizdat.
- ALFTHAN, BERTIL VON 1938. Johdatus työntutkimukseen. 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.
- »— 1957. Adjustable sawmilling gauge. 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.
- ARO, PAAVO 1936. Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta (Referat: Zeitstudien in der Hauung von Birkenbrennholz). MTJ 23.4. Helsinki.
- »— 1945. Työajan jaottelu metsätoissa. MJ 1. Helsinki.
- »— 1954. Ett nytt förslag till förenhetligande av arbetets och arbetstidens indelning vid skogliga tidsstudier. MTJ 44.7. Helsinki.
- CRAMÉR, HARALD 1949. Sannolikhetskalkylen och några av dess användningar. Uppsala.
- EKHOLM, ENSIO 1952. Näkökohtia kenttäsirkkelisahauksen työtekniikasta. Sirkkelisaha 2. Porvoo.
- EKMAN, WILH. 1908. Skogsteknisk handbok. Sågade trävaror. Stockholm.
- ERVASTI, SEPPO 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.
- FAO 1954. Mobile circular sawmill. Equipment Note D.3. Rome.
- FORSBERG, K. A. Ohjeita sahanasettajille. Ammattienedistämislaitoksen julk. 29. Helsinki.
- GRANVIK, BROR-ANTON 1949. Tutkimuksia moottoriajoneuvojen käyttömahdollisuuksista järeän puutavaran vetäjinä sekä autovarsiteiden rakentamisesta ja hoidosta (Summary: Investigations into possible use of motor vehicles for haulage of large-size timber and into building and maintenance of main truck haulage roads). TJ 53. Helsinki.
- »— 1953. Maallikon näkemyksiä ajankohtaisista kenttäsirkkelisahauspulmista — En lekmans syn på aktuella fältcirckelsågningsproblem. Sirkkelisaha 1. Porvoo.
- »— 1957. a. Kenttäpyörösahauksesta. Metsäkäsikirja 2. Helsinki.
- »— 1957 b. Sahatavara tuotannostamme kenttäpyörösahoilla sahattuna n. 13 % v. 1950. Sirkkelisaha 1. Helsinki.
- GRANVIK, BROR-ANTON ja LEVANTO, SEPPO 1952. Tutkimuksia eräiden ratapölkkyajajien sahouksesta kenttäsirkkelisahalla (Summary: Investigations into the field sawing of certain sleeper types with circular saw). TJ 66. Helsinki.
- HANDBOK I SKOLSTEKNOLOGI 1922. Sågverksindustrin. Stockholm.
- 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.
- »— 1954. Tutkimuksia mäntytyökkipuiden laatuluokitustavoista ja niiden tarkkuudesta. MTJ 44.1. Helsinki.
- »— 1955. Laadun vaikutus mäntysahatukkien tekovaikuteen (Summary: The influence of log grade on the cutting difficulty of pine saw logs). MTJ 45.8. Helsinki.
- »— 1959. Puu sahateollisuuden raaka-aineena. 100 vuotta sahateollisuutta. Helsinki.
- »— 1965. Puutavaralajit s. 231—247 ja Havusahatukkien laatuluokinta ja laatuvaatimukset s. 232. Tapion taskukirja. Helsinki.
- »— 1966. Raaka-aineen käytön tehokkuus sahateollisuudessa. Puumies 12. Eripainos. Jyväskylä.
- HELANDER, A. BENJ. 1922. Kotitarvesahat. Metsänkayttöoppi. Helsinki.
- ILVESSALO, YRJÖ 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus (Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories). MTJ 47. 1. Helsinki.
- »— 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia (Summary: The forests of Finland by forestry board districts. Results of the national forest inventory). MTJ 47.4. 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.
- KANTOLA, MIKKO 1954. Kuorellisten havusahatukkien kuormausta maavarastoista autoon Record-puominosturia käyttäen. Talvikuormausta keskinkertaisissa olosuhteissa (Summary: Loading of unbarked coniferous saw logs from ground storages into truck by Record boom crane. Winter loading in average conditions). TJ 71. Helsinki.
- KENTTÄSAHAUKSEN OHJETAKSAT 1957. Sirkkelisaha 2. Porvoo.
- KINNMAN, GUNNO 1930. Skogsteknologi. Svenska jordbrukets bok. Stockholm.
- KLEM, GUSTAV G. 1951. Fløtnings-og skurforsøk med barket og ubarket skurtømmer. Saertrykk av Norsk Skogindustri 11. Oslo.
- KLEM, GUSTAV G. — KARLSEN, OLE 1951 a. Skurutbytets variasjon med skurordre, tømmerdimensjon og avsmalning med en moderne sirkelsag (Summary: Lumber recovery from a modern circular saw). Norsk Treteknisk Institutt. Meddelelse Oslo.
- »— 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-Kenttäsaaha. Ohjeita sen rakentamisessa, asentamisessa ja terien kunnostamisessa. Porvoo.
- KOIVULA, E. A. — LAKIO, L. A. 1956. Kenttäsaahas. Metsäntuottajan opaskirjasia 4. Helsinki.
- KOLLMAN, F. 1936. Kreissägen und Trommelsägen. Technologie des Holzes. Berlin.
- KOPKE, PAUL 1956. Maschinen für die Holzbearbeitung. Band I. Sägemaschinen. Leipzig.
- KÄSA, JOHANNES — MOEN, KAI ROBERT 1954. Skogbrukslaere. Sagskur s. 226—236. Oslo.
- KÄPY, ARTTURI 1927. Sahateknologia I—IV. Helsinki.
- LEVANTO, SEPPO 1952. Sirkkelisahatavaran virhemittaisuudesta. Teho 10—11. Helsinki.
- »— 1954 a. Uusia kenttäsirkkeliyksintöjä. Teho 12. Helsinki.
- »— 1954 b. Kenttäsaahas. Maamiehen tietokirja. TJ 69. Helsinki.
- »— 1961. Kenttäsaahas. Maamiehen taitokirja. TJ 91. Helsinki.
- LEVON, MARTTI 1934. Puu, sen käyttö ja jalostus II. Keksintöjen kirja. Porvoo—Helsinki.
- LINDBERG, J. W. 1927. Todennäköisyyslasku ja sen käyttö tilastotieteessä. Helsinki.

- LUNDBERG, P. O. 1952. Sägverksboken. Sveriges Sägverksägares Riksförbund.
- LÖNNROTH, ERIK 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. AFF 30. Helsinki.
- MAATALOUDEN VUOSITILASTO JA YLEISEN MAATALOUSLASKENNAN OTANTALASKENTA v. 1960. Maatalous 1963. Suomen virallinen tilasto III:56. Helsinki.
- MAKKONEN, OLLI 1956. Puutavaran hevospeljetus. Työntutkimus (Summary: Horse haulage of timber. Work study). MJ. 33. Helsinki.
- MATTILA, SAKARI 1954. Tilastotiede I. Kauppakorkeakoulun moniste 15. Sarja A. Helsinki.
- MÄNTYSAHATUKKIEN ARVOSUHTEET JA HINNOITTELUPERUSTEET POHJOIS-SUOMESSA 1956. Sahatukkien hinnoittelutoimikunnan mietintö. Helsinki.
- NENZELL, GUSTAF 1945. Något om tidsstudier och deras utförande vid Föreningen Skogsarbetens arbetsstudieavdelning (SDA), MJ 1. Helsinki.
- PEKLO, M. J. 1963. Raspilovka drevesini tšistopešyšimi kruglimi pilami. Goslesbumizdat.
- PELTONEN, URHO 1944. Työntutkimukset teollisuudessa. Suomen Teollisuuden Rationalisoimislautakunnan julkaisu 7. Porvoo.
- PRAKTISK SKOGSHANDBOK 1931 ja 1962. Sägning. Norrlands skogsvårdsförbund. Stockholm.
- PUTKISTO, KALLE 1953. Tutkimuksia puutavaran vedestä nostosta (Summary: Investigation into the lifting of timber from water). MJ 30. Helsinki.
- »— 1954. On the study of team work. Proceedings of the 11. th congress of the international union of forest research organisations — Rome 1953. Firenze.
- »— 1956. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillis-taloudellinen selvittely (Summary: Investigations of the use of wheel tractors for the forest transport of timber. Techno-economic analysis. MJ 36. Helsinki.
- PUUTEKNIIKAN TUTKIMUKSEN KANNATUSYHDISTYS r.y. — GARANTIFÖRENINGEN FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING r.f. 1936. Vientisahatavaran lajitteluohjeet. Julk. 23. Helsinki.
- PÖNTYNNEN, VILHO 1956. Puun käyttö Suomessa. Metsäkäsikirja I. Rauma.
- ROCHAU, ERWIN 1939. Das Bedaux-System, seine praktische Anwendung und kritischer Vergleich zwischen Bedaux- und Refa-System. II Auflage. Würzburg.
- SANDAHL, LARS 1966. 300 småsäger nedlagda sedan 1958. Skogsindustriarbetaren 24. Stockholm.
- SANDMO, J. K. 1943. Sirkelskur. Oslo.
- SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG 1950. Några råd för skötsel av cirkelsågklingor. Stockholm.
- SCHROEDER, ROLAND 1960—61. Ergebnisse der Strukturuntersuchung bei den Schnittholz erzeugenden Betrieben in der Bundesrepublik Deutschland. Institut für Wirtschaftsforschung. München.
- SERRY, VICTOR 1963. British sawmilling practice. London.
- SIIMES, F. E. 1932. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia. II. Sahaus kehäsahoilla (Summary: Investigation into the efficiency of the sawmill industry. II. Efficiency of gang-sawing). Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y. — Garantiföreningen för träteknisk forskning r.f. Julk. 6. Helsinki.
- »— 1945. Sahatavaran lajittelu sen käyttövaatimuksia silmälläpitäen. Kauppa- ja teollisuusministeriön ammattikasvatusosaston julkaisema ammattioppikirja. Helsinki.
- »— 1951. Sahatukkien laatuluokittelu sahatavaraan 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.
- »— 1957. Suomen sahatateollisuus. 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.
- SIMMONS, FRED. C. 1949. Sawmill techniques. United Nations scientific conference on the conservation and utilization of resources. New York.

- SIPILÄ, MARTTI 1946. Maatalouden työajan käyttö ja työntutkimus (Summary: Utilization of working hours and efficiency studies in agriculture, TJ 39 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).
- SKJELMERUD, H. 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.
- SKOGSINDUSTRIENE I TALL 1965. Oslo.
- SUOMEN STANDARDISOIMISLAUTAKUNTA 1952 a. Standardi No 0.1.40. Helsinki.
- SUOMEN STANDARDISOIMISLAUTAKUNTA 1952 b. Standardi No 0.1.42. Helsinki.
- SVENSKA LANTARBETSGIVAREFÖRENINGEN, ARBETSSTUDIEAVDELNINGEN 1948. Terminologi för arbetsstudietekniken vid jordbruk. Moniste. Stockholm.
- SÄLLFORS, TARRAS 1945. Teollisuuden työntutkimukset. Helsinki.
- TELFORD, C. J. 1932. Waste from variation in sawing precision. Small sawmill improvment. Practical pointers to field agencies. Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Washigton.
- »— 1951. Instructions on sawing hardwood logs and edging and trimming hardwood lumber for grade and value recovery. Small sawmill improvment. Practical pointers to field agencies. Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Washington.
- »— 1952. Small sawmill operator's manual. United States Department of Agriculture. Agriculture handbook 27. Washington.
- »— 1954 a. Small sawmills: A pocket guide. United States Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture handbook 70. Washington.
- »— 1954 b. Production performance of equipment used to saw-mill logs. United States Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory 1971. Washington.
- TEOLLISUUSTILASTOA. (Eri vuosilta). Suomen virallinen tilasto XVIII A. Helsinki.
- THUNELL, BERTIL 1952. Sägverksindustrins virkesutnyttjning (Summary: Saw-mill industry's timber utilization. Papperi ja Puu — Papper och Trä 4. Helsingfors).
- »— 1953. Tekniska produktionsförhållanden inom sågverksindustrien. Svenska träforskningsinstitutet. Träteknik. Stockholm.
- UUSISUO, SANTERI 1950. Sirkkelisahatusta tavarasta. Tutkimus maatalous- ja metsätieteen kandidaatin tutkintoa varten. Moniste. Helsinki.
- VUORISTO, ILMARI 1932. Sahalaitosten työpalkkakustannusten riippuvaisuus sahatukkien suuruudesta (Summary: The dependence of labour costs in sawmills on the size of logs). Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y. — Garantiföreningen för träteknisk forskning r.f. Julk. 9. Helsinki.
- »— 1936. Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista. I. Tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen myyntihintaan (Referat: Untersuchungen über die Wertverhältnisse der Sägeblöcke. I. Einwirkung des Zopfdurchmessers der Sägeblöcke auf die Verkaufspreise des Sägeergebnisses. MTJ 23. 3. Helsinki).
- »— 1947. Sahapuiden laatuluokittelu. Tapion taskukirja. Helsinki.
- VIRTANEN, KNUUT 1956. Sahateollisuus. Puutavarakaupan käsikirja II. Helsinki.
- VÖRY, JAAKKO 1954. Eräiden metsätöiden aikatutkimusaineistojen analyysiä (Summary: Analysis of the time study materials of some forest jobs). MJ 31. Helsinki.
- YLEINEN MAATALOUSLASKENTA v. 1941. Osa. 1. Yleiskatsaus laskennan tuloksiin maalaiskunnissa. 1945. Maatalous 38.1. Suomen virallinen tilasto III. Helsinki.
- YLEINEN MAATALOUSLASKENTA v. 1950. Osa I. Yleinen osa 1954. Maatalous 45.1. Suomen virallinen tilasto III. Helsinki.
- YLEINEN MAATALOUSTIEDUSTELU vv. 1929—30. Osa 3. 1933. Maatalous 26.3. Suomen virallinen tilasto III. Helsinki.
- ZODEL, E. 1950. Neuzeitliche Sägewerkstechnik. Praktischer Ratgeber für die Betriebstechnik in Sägewerken. Wiesbaden.

Muut lähteet — *Other sources*

- ERVASTI, SEPPO 1966. Puunkäyttötutkimuksen (1964—65) tuloksia. Suullinen tiedonanto.
HALLBERG, AXEL 1967. Kenttäpyörösahatavaran vienti. Suullinen tiedonanto.
MAKKONEN, ARVI 1947. Sahattavan tukin ja erilaisten paloitteiden merkitsemisohjeet. Suullinen tiedonanto.
SUOMEN KENTTÄSAHOJEN LIITTO 1967. Päivittäin sahattujen tukkien kuutiomäärä. Suullinen tiedonanto.

Käytetyt lyhenteet — *Abbreviations*

- AFF = Acta Forestalia Fennica
FAO = Food and Agriculture Organisation of the United Nations
MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti
MJ = Metsätehon julkaisu
MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisu
SF = Silva Fennica
TJ = Työtehoseuran julkaisu

SUMMARY:

ON THE PREPARATION OF CONIFEROUS SAWN GOODS USING FIELD CIRCULAR SAWS

A work study

1. The principal objective of the present study is to find out the following:
 - The structure of the sawing time when using field circular saws.
 - The influence of different factors on the sawing time and its structure.
 - The average sawing time per unit of raw material and sawn goods.
 - The fundamentals for the creation of an equitable system for the determination of the basis of payment in sawing work.

2. In the present study, the unit of study was one single log. This unit, however, formed part of a larger entity which had the nature of a unit, too: namely, the period of work, which included such works under investigation as had to be considered continuous. Thus, the observations were made on both a single-log and a work period basis. In comparison with the method based on work periods only, the single-log method offers the advantage of making it possible to study more closely both the influence of various factors on the sawing time and the variation of the sawing yield. The bulk of the time study material was collected using the method based on work periods, and this part of the material is here called the operation study material. In order to establish the appointment of the working time, both for the saw and the sawyers (sawyer and sawyer's help), a part of the investigation was done using a method developed for the study of team work. The data concerning saws and sawing which were obtained on the basis of an enquiry were used as supporting material.

In the present investigation the working-time division developed by Työtehoseura r.y. (Work Efficiency Association) was used with a few modifications (Figure 2). The spruce logs were graded according to Vuoristo using two grades and the grading of pine logs was based on the instructions drawn up in 1949 by the Forest Research Institute in Finland and the State Institute for Technical Research. Grading of the sawn goods was done on the basis of the instructions issued by Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r.y. — Garantiföreningen för träteknisk forskning r.f. (Foundation for Forest Product Research in Finland).

3. The study material consists of a *principal material*, which was collected using four saws of type EKA-50, and a *supporting material*, which included data on 70 saws representing all domestic types. The latter material is based on information obtained from one year's sawing statistics. The saws in the principal material represent a technical standard that is above the average.

In general, the speed factor for the sawyer is higher than that for the sawyer's help. The average speed factor is 108.

4. When a log (piece a) had been brought to the roller table and fastened to it, the first surface was sawn off. If this surface (piece k) was fit for sawing, it was returned together with the remainder (piece b) of the log and put aside for trimming. Thereafter, the log was turned sawn face down and two more surfaces sawn off; thus, the remainder was a balk (piece d) sawn on three sides. The centre piece was then obtained by sawing in the direction of the first cut. The surfaces yielded in this way were sawn into side boards, which were trimmed either one by one or on top of one another.

To ensure sufficient accuracy in the investigation of the sawing process, both the pieces sawn and those to be sawn were marked using certain symbols, which enabled the time-study men to follow the progress of the work. Fig. 3 presents the symbols used.

5. The average output of the engines was reported as being 31 hp. SAE. In the principal material the average diameter of the circular saw blades was 872 mm., their thickness, 3.1 mm., and the average number of teeth, 59. In the supporting material the diameter of the saw blades averaged about 900 mm. and the number of teeth, 55. According to the principal material, sawing in wintertime took place at a peripheral speed of 42 m./sec. and in the summer at 45 m./sec., the average being 43 m./sec. In all sawings with which the present study is concerned, the peripheral speed was, consequently, too low in comparison with that generally considered suitable, or, 47 m./sec. (cf. p. 29). In the principal material, a setting of 0.4—0.5 mm. was used in the winter and 0.4—0.5 mm. in the summer. The corresponding figures for the supporting material are 0.5 mm. for sawing in wintertime and 0.6 in the summer.

6. In the principal material the average volume of the logs sawn in the winter was 3.67 cu.ft. The corresponding volume of the logs sawn in the summer was 4.33 cu.ft., and the average of the entire material of study was 3.87 cu.ft. The quality of the spruce logs was good, for 88 per cent of all spruce logs were of Grade I. The grade distribution of pine logs was as follows: Grade I, 5 per cent, Grade II, 25 per cent, and Grade III, 70 per cent. The average volume of the logs in the supporting material was 3.97 cu.ft.

7. The time observations made on the different phases of work were examined using regression analysis. If the correlation, when examined on the basis of the averages within each grade, was indicated by a straight line, the equation of this regression line was calculated. In dubious cases, the differences in the time values obtained were tested. When the line indicating the correlation took the shape of a curve, semilogarithmic tables, in which the ordinate was logarithmic, were drawn up for the most important phases of the work. In these cases fitting was done by solving the equations of the first regression lines. In addition, the Bravais-Pearson correlation coefficient and its standard error were calculated. The effective final sawing times in respect of top diameter classes were calculated by means of regression analysis. The proportions of interruptions and avoidable unproductive time are here presented as percentages of the working place time.

8. As revealed by Figure 2, the working place time is divided into agreed pauses, total sawing time, and avoidable unproductive time. The following table presents the average distribution of the working place time within these categories:

| Material | Avoidable unproductive time pct. | Total sawing time | | Working place time pct. |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | Sawing time proper pct. | Interruptions pct. | |
| The operation study material | | | | |
| Winter sawing | 3.9 | 65.0 | 31.1 | 100.0 |
| Summer sawing | 0.9 | 76.7 | 22.4 | 100.0 |
| On an average | 3.0 | 68.3 | 28.7 | 100.0 |
| The team-work study material | | | | |
| The sawyer | 0.2 | 76.0 | 23.8 | 100.0 |
| The sawyer's help | 1.3 | 76.0 | 22.7 | 100.0 |

9. Because the avoidable unproductive time is such non-productive time, for which the worker is not compensated, it will be disregarded in further dealing with the material. If the agreed pauses are not taken into consideration either, the total sawing time is the unit on which the study is based and which the worker is compensated for. The following table shows the distribution of the total sawing time on sawing time proper and interruptions:

| Material | Sawing time proper pct. | Interruptions pct. | Total sawing time pct. |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| The operation study material | | | |
| Winter sawing | 67.7 | 32.3 | 100.0 |
| Summer sawing | 77.4 | 22.6 | 100.0 |
| On an average | 70.4 | 29.6 | 100.0 |
| The team-work study material | | | |
| The sawyer | 76.1 | 23.9 | 100.0 |
| The sawyer's help | 77.0 | 23.0 | 100.0 |
| The supporting material | 67.5 | 32.5 | 100.0 |

The material of the team-work study was collected in connection with summer sawing, the supporting material being based on sawings during all seasons. On the basis of the table, we may draw the conclusion that the conformity of the different materials of study is quite great as well as that sawing in wintertime causes about 10 per cent more interruptions than summer sawing.

10. The season during which sawing is carried out and the top diameter of the logs to be sawn affected the *constant times* (pieces of work independent of the saw-setting) included in the total sawing time and the time used for sawing of centre pieces. The tree species, on the other hand, does not influence the constant times to any considerable degree; however, the grade of the logs of different tree species is evidently of quite a great importance, especially in winter sawing. However, neither the tree species nor the grade affects the *sawing time* to such an extent that separation of spruce and pine logs should be necessary.

11. The length of the sawing time proper averaged 27.3 cmin./ru. ft. In winter sawing the average was 27.7 cmin./ru. ft. and in summer sawing 25.2 cmin./ru. ft. Of the sawing time proper, the basic time averaged 90.8 per cent, the adjusting time, 5.8 per cent, and the moving time, 3.4 per cent. The corresponding proportions for winter sawing were 90.7, 5.7, and 3.6 per cent and for summer sawing, 92.8, 5.4, and 1.8 per cent.

12. Among the preliminaries, which include arrangements required in the manipulation of single logs, setting and removal of spars, and transfer of the logs to the roller table, the first-mentioned formed the shortest work phase, its share of the sawing time proper being only 1 per cent, or, 4 cmin. per log. Between the adjusting time required by single logs and their top diameter, no correlation was observed. The same is also true for the setting and removal of spars. The time required by these work phases averaged 6 cmin. per log. The use of spars depends on the weight of the logs. Light logs are lifted onto the roller table, but heavy ones must be moved with the aid of spars. According to the present investigation, lifting onto the roller table is superior to rolling up to a volume of 8—9 cu.ft., but, when bigger logs than that are in question, rolling is to be preferred as a means of saving time. In summertime, bringing logs to the roller table requires less time than in the winter. On an average this phase of the work required

14 cmin. of time per log, which means 3.4 per cent of the sawing time proper. Fig. 7 gives detailed information on the relationships between different ways of bringing the logs onto the roller table both under the conditions prevailing in winter and summertime.

13. The basic time is distributed on preparatory time, principal time, and auxiliary time, the fractions of which averaged 20.3, 62.1, and 8.4 per cent of the sawing time proper.

14. The preparatory jobs in sawing include placing of the piece to be sawn on the roller table, its fastening, and the setting of the saw blades. The time required for the preparatory jobs was 82 cmin. per log or about 6 cmin. per running foot in the present study. When expressed in terms of running feet, the time required was slightly greater in the winter than in the summer. The preparatory time increases with increasing top diameter.

Because the piece to be sawn has to be separately placed on the roller table for each cut, the share of the time required for this phase of the work was as high as 17 per cent of the sawing time proper. On an average the work phase in question took 71 cmin. per log or about 5 cmin. per running foot of the logs. The placing of the whole log required most time, followed by piece b, c, and d in the order mentioned. The times required for the placing of piece c and d, however, were so near each other in length that they could not be separated. In the winter, the placing of all these pieces was involved with more difficulty than in the summertime. The times required for the placing of pieces of different shape are presented in Fig. 8.

The share of the sawing time proper that is spent in fastening the logs was 2.1 per cent. The time used per log was 8 cmin. Fastening is slower in the winter than in the summer and the difference increases with increasing log volume. The significance of the time spent in setting the saw blades is minor, its share of the sawing time proper reaching only 0.8 per cent. The small top diameter classes did not show any difference between sawing in the winter and in the summer; however, when large-sized logs were in question, this phase of work required more time in the winter than in the summer.

15. The principal time includes sawing, returning of the roller table, and trimming. Its share of the sawing time proper was 62.1 per cent: in winter and summer sawing, 61.7 and 65.2 per cent respectively. On an average the length of the principal time was 252 cmin. per log and about 17 cmin. per running foot. The principal time, when expressed in terms of running feet, is about one per cent longer in winter than in summer sawing.

16. Among the works that are dealt with under the heading principal time, the most important one is sawing. The share of sawing of the sawing time proper averages 32.6 per cent or 132 cmin. per log. The concept sawing comprises sawing of surfaces, centre pieces, and side boards.

According to the present investigation, the most common course of action in sawing was such that three surfaces were cut off before the centre piece (piece d) was sawn. The surface which was sawn first (I) was narrower than the others (II and III) and surface III was broadest. An increase of one inch in the top diameter of the logs corresponded on an average to a 0.58 in. increase in the width of the surfaces yielded in group I; in group II the corresponding increase was 0.72 in., and in group III, 0.78 in. The regression line reveals the correlation between the time required for the sawing of surfaces and the length of the logs sawn. It shows that the time for sawing of surfaces increases with increasing log length. In the same way the time required for sawing increases when the log diameter, or, the width of the cut increases. In summertime the sawing of surfaces requires more time than in the winter, when logs which are longer

and thicker than the average are in question, and less when smaller logs are concerned. In average-sized logs the difference is very small or none at all.

In the sawing of the centre pieces, too, the regression equations depict the correlation prevailing between the sawing time required and the length of the pieces to be sawn. The sawing time required increases with increasing length and diameter of the piece to be sawn. When comparing winter and summer sawings of centre pieces, the same tendency can be observed as in the sawing of surfaces; namely that the sawing time increase with increasing top diameter is faster in summer than in winter sawing. In the sawing of average-sized logs the difference between winter and summer sawing is very small. Generally speaking, the sawing of surfaces and centre pieces can be considered to be equivalent both in winter and summer sawing as far as time consumption is concerned. Tables 39 and 40 present the average sawing times by width classes of the cut. According to the study, the sawing speed varies between 14 and 66 m./min. when pieces measuring 8—28 ft. in length and 1/2—28 in. in width are in question.

In the sawing of surfaces into side boards, the time differences between cuts of different width were so small, due to the low feeding speed, that they could not always be separated. If only the categories small and large logs are used as a basis for division (a top diameter of 9 in. being the limit), the difference in the sawing time of side boards from small and large logs increases with increasing log length. At a log length of 28 ft., however, this difference is still only 5 cmin., which indicates that the log diameter and length cannot be of any great significance. Nor is the season of any great importance. Because of the dangerous nature of the work of sawing side boards, it is usually performed at a constant speed irrespective of the season and the top diameter of the logs to be sawn.

17. The share of the time for returning the roller table averages 20.7 per cent of the sawing time proper, which means 84 cmin. per log and 6 cmin./ru. ft. In returning pieces measuring 6—28 ft. in length, the time required for the roller table's return is independent of the season and the shape of the pieces returned. The theoretical average returning speed, which was calculated on the basis of the inverse value of a in the regression equation, is 114 m./min. This makes it a condition that the returning speed be the same for all distances. The actual returning speed is lower, varying between 23 and 66 m./min., when the distance of returning ranges from 6 to 28 ft.

18. Side boards were trimmed on an average when 12.2 logs had been sawn. The number of side boards yielded by one log averaged 1.5. The number per log of side boards trimmed on top of each other increased with increasing top diameter of the logs. The trimming-time percentage of the study averaged 8.8. In winter sawing the trimming time was 37 cmin., in summer sawing 31 cmin., and on an average 36 cmin. per log.

The shape and number of the boards to be trimmed did not seem to affect the constant trimming time (general arrangement before trimming and saw-blade setting). The constant time for trimming was 1 cmin. per log provided that each log yielded 1.5 side boards to be trimmed. The width and thickness of the pieces to be trimmed had no influence on the changing trimming time. On the other hand, an increase in the length of the boards to be trimmed by one foot caused an increase of 3 cmin. in time. An increase in the number of pieces to be trimmed caused an increase of 15 cmin. in the changing time per board. With respect to the changing time, there is a small difference in trimming between winter and summer sawing. This difference, however, is so small that the averages for the various materials of the study may represent sawing during both of these seasons.

With regard to the consumption of time, trimming of side boards one by one was very disadvantageous. Thus, trimming of several side boards on top of each other is to

be recommended. According to the results of the investigation, the trimming of 8—10 side boards at one time gives the best results from the point of view of time consumption.

19. The auxiliary works include transfer of surfaces as well as removal of sawn goods and waste. The share of the auxiliary time of the sawing time proper was 8.2 per cent in winter sawing and 8.6 per cent in summer sawing. On an average it is 8.4 per cent of the sawing time proper and 34 cmin. per log, or, 2 cmin. per running foot of the logs. The share of the time for transfer of surfaces was 4.7 per cent of the sawing time proper and 19 cmin. per log. The time required for transfer increased by about 1 cmin. when the log length increased by one foot. Transfer of the surfaces of small logs (top diameter below 9 in.) required slightly less time than that of large logs both in winter and summer sawing. The transfer of surfaces was slower in the wintertime than in summertime. The share of the time used for removal of sawn goods of the sawing time proper was 2.5 per cent, the corresponding time for waste being 1.2 per cent. When expressed by logs, the corresponding times were 10 cmin. and 5 cmin. respectively. Winter and summer sawing did not differ much from each other in this respect. The time for removing both sawn goods and waste increases with increasing top diameter.

20. The sawing time proper can be presented by top diameter classes in different ways. Data of the smallest accuracy can be obtained from a curve based on original correlation tables and fitted ocularly. If the graph indicating the time consumption should be a straight line rising with increasing top diameter, the results could be obtained from the equation of the first regression line.

Such equations were calculated in connection with the study and on the basis of them, the reality of the differences in the time values were tested. The tests carried out indicated that the differences in the sawing time proper for winter and summer sawing are real. By top diameter classes, the sawing time proper was calculated using regression analysis. The orthogonal polynomial equations obtained using data processing machines were as follows:

Winter sawing:

$$y = 149.56 - 88.617x + 19.888x^2 - 1.7957x^3 + 0.059173x^4$$

$$R = 0.8973$$

Summer sawing:

$$y = -35.944 + 22.220x - 3.8309x^2 + 0.3447x^3 - 0.010337x^4$$

$$R = 0.8283$$

Winter and summer sawing:

$$y = 118.31 - 70.633x + 16.178x^2 - 1.4733x^3 + 0.048914x^4$$

$$R = 0.8528$$

In the equations y = the sawing time proper expressed as cmin. per foot of the log length, x = the top diameter in inches of the logs to be sawn. Table 52 presents the time values obtained by top diameter classes from the polynomial curves.

21. Among the interruptions, the unproductive working time comprised an almost equal share both in winter and summer sawing, the average being 5.3 per cent. With respect to the unproductive time of tools, the proportion between winter and summer sawing was the same, even if its share of the sawing time proper was much smaller, averaging only 0.7 per cent. The unproductive time of machinery, on the other hand,

was twice as large in the winter as in the summer and its share of the sawing time proper averaged 6.6 per cent. In winter sawing so-called common unproductive works occurred to much a larger extent than in summer sawing (3.8 per cent and 0.5 per cent respectively).

An average of 7.4 per cent of the sawing time was used for fitting and service. In the winter the share of such jobs was larger (7.8 per cent) than in summertime (6.5 per cent).

On an average 6.7 per cent of the sawing time proper was used for rest. The need for rest seemed to be greater in wintertime than in the summer (6.9 per cent and 6.3 per cent respectively).

In general, the sawyer is responsible for the repair of the tools. When the sawyer carries out jobs of this kind, the sawyer's help is forced to wait or to stand idle. Due to this circumstance the unproductive working time and the avoidable unproductive time were much longer for the sawyer's help than for the sawyer (32.6 and 16.4 to 5.4 and 0.7 respectively for interruptions and avoidable unproductive time jointly).

According to the team-work study, sawing and the roller table's return made up 49.4 per cent of the working place time. The saw ran idle during 42.5 per cent and stood still during 8.1 per cent of the working place time.

22. The sawing time per running foot of the logs was obtained by adding the interruption times calculated on the basis of the average interruption percentages according to the different materials to the sawing times proper. The results are presented in Table 55. Table 56 presents the average sawing time proper per cubic foot of the raw material. According to this table, the sawing time corresponding to the average top diameter (6.9 in.) of the logs in the operation and team work materials was 1.41 cmin./cu.ft. or 322.89 min./std., when the consumption of raw material corresponded to the figure obtained in the present study: 229 cu.ft./std. For the calculation of the sawing time the following polynomial equation was set up:

$$T_{ji} = 1.0p (A_s + B_s + n \times C), \text{ in which}$$

T_{ji} = the total sawing time, cmin./ru. ft. of the log,

p = interruptions percentage of the sawing time in winter and summer sawing,

A_s = standard sawing time, cmin./ru. ft. of the logs (independent of the sawblade setting),

B_s = half standard sawing time, cmin./ru. ft. of the logs (partly dependent on the sawblade setting),

n = the number of pieces sawn, and

C = the sawing time proper, cmin./ru. ft. of the logs (dependent on the sawblade setting).

Because the agreed pauses and the avoidable unproductive time were disregarded in this study, the sawing time corresponds to the working place time in the determination of the standard rates.

23. On the basis of the results of the supporting material, it can be stated that the main part of the investigation — the operation study — was carried out during the busiest time of the year. According to the supporting material, the average length of the annual sawing season is 105 days, but it varies from one half month to 12 months. The average annual output is 103 std. Comparison of the sawing times proper and the interruption times occurring in the operation and team-work materials of the principal material as well as those of the supporting material indicates that the results obtained from all these materials are quite similar (cf. Table 58). This circumstance allows us to draw the conclusion that the main structure of the working time has been established.

The volume of the average log in the operation and the team-work materials was 3.87 cu.ft. and that of the supporting material 3.97 cu.ft. The latter was calculated on the basis of measurements on the logs sawn daily (88 in number). According to the former material, the sawing time was 542 cmin. per log; the latter gave a result of 551 cmin. per log.

24. According to the supporting material, the ratio of raw-material consumption was about 237 cu.ft./std. and the sawing yield percentage 69.6 when the average log diameter was 6.75 in. Calculation of the sawing yield percentage on the basis of the operation and team-work materials gave the result 72, which corresponds to a ratio of raw-material consumption of 229 cu.ft./std. when the average top diameter is 6.9 in.

25. Comparison of the results of the present investigation with the sawing rates employed in practical sawing activity shows that the latter are probably too high with respect to the sawing of small and medium-sized logs, whereas, on the other hand, sawing of logs with a larger top diameter requires more time than is provided by the present standard rates.

26. Inserting of the partial times of the present investigation in the equation presented on p. 122 gives the result 36 cmin./cu.ft. for the sawing time proper. According to Table 55, the sawing time for logs measuring 7 in. in top diameter is 38 cmin./ru. ft. The corresponding sawing times proper are 27.9 and 27.3 cmin./ru. ft.

Liitteet — Appendices

Liite 1. Työajan jaottelu

- Työmaa-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää työpaikalla tai tietyllä alueella tarkoitetun tehtävän suorittamiseen. Ruokatunti, jolla tarkoitetaan vähintään yhden tunnin kestävästä ruokailusta varten pidettyä taukoa, ei kuulu työmaa-aikaan.
- Sopimuksen mukaiset tauot* = aika, jonka työntekijä käyttää työmaa-aikana työehto- tai muiden sopimusten mukaisesti ruoka-, kahvi- ym. taukoihin. (Ei ole otettu huomioon tässä tutkimuksessa).
- Vältettävä hukka-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää työmaa-aikana aiheuttamiinsa tarpeettomiin toimintoihin ja joka voidaan poistaa. Ei korvata työntekijälle.
- Sahauksen suoritus-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää sahauksen varsinaiseen suorittamiseen, mukaan luettuina työn, työvälineen ja koneiden aiheuttamat keskeytykset sekä työn jatkuvuuden kannalta välttämätön lepo.
- Varsinainen sahausaika* = aika, jonka työntekijä käyttää sahauksen varsinaiseen suorittamiseen tarpeellisine aloittelu- ja lopettelu- ja tukkien siirtämisen edellyttämään siirtymiseen.
- Järjestely-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää työsuorituksen alkaessa, kestäessä ja loppuessa valmistelevaan, järjestelevään ja lopettelevaan työskentelyyn, jonka tarkoituksena on tehdä työn suoritus mahdolliseksi.
- Perusaika* = aika, jonka työntekijä tarpeellisine siirtämisine käyttää työn varsinaiseen suoritukseen. Perusaikaan sisältyvät myös sellaiset siirtymiset, jotka olennaisesti kuuluvat itse työn suoritukseen.
- Valmistava-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää perusajan alkaessa, sen kuluessa ja päättyessä valmistellessaan ja lopetellessaan pääaikaan kuuluvaa suoritusta.
- Pääaika* = aika, jonka työntekijä käyttää suorittaakseen ne työn osat, jotka suoranaisemmin kuin muut edistävät työn tuloksen saavuttamista ja joiden mukaan työ tai sen osa on saanut nimensä.
- Apu-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää pääajan rinnalla edistämään työn tuloksen saavuttamista.
- Siirtämis-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää sahausta edeltävään tukkien siirtämiseen.
- Yhteis-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää useampia työyksiköitä varten tehtävien töiden suorittamiseen.
- Keskeytykset* = aika, jonka työntekijä käyttää työn, työvälineiden, koneiden, organisation tms. aiheuttamiin pakollisiin taukoihin sekä työn jatkuvuuden vaatimaan lepoon.
- Kunnostus- ja huolto-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää työn aikana koneiden, työvälineiden yms. luonnollisen kulumisen tai niiden jatkuvan huollon aiheuttamaan kunnostus- ja huoltotyöhön.
- Väistämätön hukka-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää sahauksen suoritusajana joko pakolliseen odotukseen tai sellaisiin pakollisiin toimintoihin, jotka eivät lisää työn tulosta, ja jota ei voida poistaa. Korvataan työntekijälle.
- Työbukk-aika* = väistämättömän hukka-ajan osa, joka johtuu työstä.
- Välinebukk-aika* = väistämättömän hukka-ajan osa, joka johtuu välineestä.
- Konebukk-aika* = väistämättömän hukka-ajan osa, joka johtuu koneesta.
- Lepo-aika* = aika, jonka työntekijä käyttää sahauksen suoritusajana sen jatkuvuuden kannalta tarpeellisiin taukoihin (lepäämiseen) sekä työntekijän henkilökohtaisten tarpeiden tyydyttämiseen.

Liite 2. Päättökimpuksen tukkiaineisto
Appendix 2. The material of logs of the main investigation

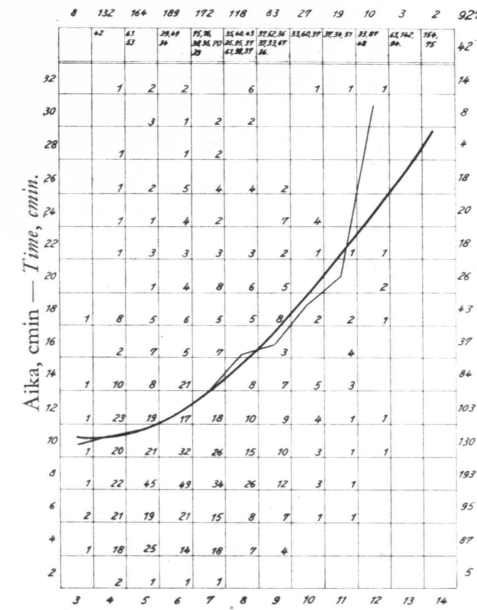
| Latväläpimitta, Top diameter, in. | Talviaineisto Winter material | | Kesäaineisto Summer material | | Molemmat aineistot Both materials | |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | Kpl Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. | Kpl Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. | Kpl Number of logs | Keskipituus, Average length, ft. |
| 3 | 2 | 18.0 | — | — | 2 | 18.0 |
| 3 1/2 | 9 | 13.2 | 9 | 13.8 | 18 | 13.5 |
| 4 | 63 | 13.7 | 27 | 14.6 | 90 | 14.0 |
| 4 1/2 | 114 | 14.6 | 30 | 16.2 | 144 | 14.9 |
| 5 | 124 | 15.0 | 46 | 15.3 | 170 | 15.1 |
| 5 1/2 | 81 | 15.5 | 40 | 15.4 | 121 | 15.5 |
| 6 | 116 | 14.6 | 39 | 14.8 | 155 | 14.7 |
| 6 1/2 | 127 | 15.0 | 32 | 13.9 | 159 | 14.8 |
| 7 | 113 | 15.2 | 42 | 14.7 | 155 | 15.1 |
| 7 1/2 | 98 | 15.6 | 46 | 15.2 | 144 | 15.5 |
| 8 | 83 | 14.9 | 50 | 14.5 | 133 | 14.8 |
| 8 1/2 | 62 | 15.3 | 39 | 15.1 | 101 | 15.2 |
| 9 | 58 | 15.7 | 34 | 14.4 | 92 | 15.2 |
| 9 1/2 | 38 | 15.2 | 34 | 14.6 | 72 | 14.9 |
| 10 | 22 | 14.7 | 33 | 15.1 | 55 | 14.9 |
| 10 1/2 | 9 | 13.6 | 12 | 15.3 | 21 | 14.6 |
| 11 | 17 | 13.9 | 13 | 14.6 | 30 | 14.2 |
| 11 1/2 | 5 | 13.4 | 4 | 13.3 | 9 | 13.3 |
| 12 | 9 | 12.0 | 5 | 13.8 | 14 | 12.6 |
| 12 1/2 | 3 | 13.3 | 1 | 16.0 | 4 | 14.0 |
| 13 | 1 | 18.0 | 1 | 13.0 | 2 | 15.5 |
| 13 1/2 | 2 | 17.0 | 1 | 14.0 | 3 | 16.0 |
| 14 | 1 | 17.0 | — | — | 1 | 17.0 |
| 14 1/2 | 1 | 15.0 | — | — | 1 | 15.0 |
| 17 | 1 | 15.0 | — | — | 1 | 15.0 |
| Yht. Total | 1 159 | | 538 | | 1 697 | |
| Keskipituus, Average length, ft. | | 15.0 | | 14.9 | | 14.9 |
| Keskiläpim., Average dia- meter, in. | | 6.7 | | 7.3 | | 6.9 |
| Keskikuu- tiom., j ³ Average volume. cu. ft. | | 3.67 | | 4.33 | | 3.87 |

Liite 3. Sahattujen kuusi tukkien laatujakautuma latväläpimittaluokittain
Appendix 3. Grade distribution by top diameter classes of sawn spruce logs

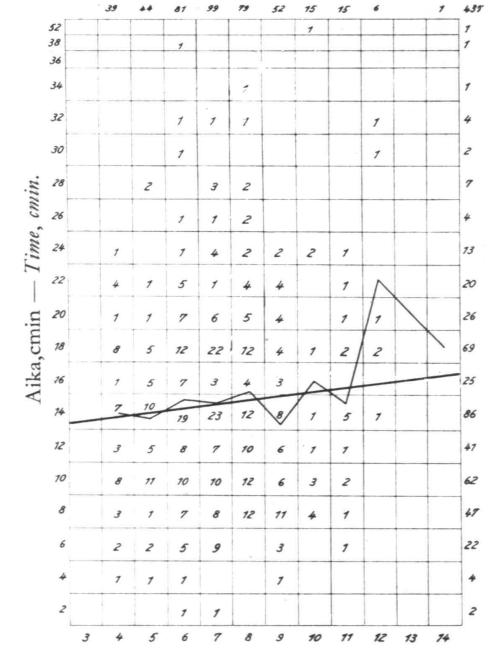
| Latväläpimitta, Top dia- meter, in. | Kuusi Spruce | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|-----|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|----|-------------------------------------|---------------|--------------------------------------|-----|-------------------------------------|---------------|
| | Talviaineisto Winter material | | | | Kesäaineisto Summer material | | | | Molemmat aineistot Both materials | | | |
| | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total |
| | I | II | Ei tie- dossa Not known | | I | II | Ei tie- dossa Not known | | I | II | Ei tie- dossa Not known | |
| 3 | 2 | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | — | — | 2 |
| 3 1/2 | 7 | 2 | — | 9 | 2 | — | — | 2 | 9 | 2 | — | 11 |
| 4 | 53 | 9 | — | 62 | 8 | 3 | — | 11 | 61 | 12 | — | 73 |
| 4 1/2 | 104 | 5 | — | 109 | 17 | 2 | — | 19 | 121 | 7 | — | 128 |
| 5 | 118 | — | — | 118 | 27 | 8 | — | 35 | 145 | 8 | — | 153 |
| 5 1/2 | 67 | 8 | 1 | 76 | 19 | 5 | — | 24 | 86 | 13 | 1 | 100 |
| 6 | 100 | 10 | — | 110 | 14 | 7 | — | 21 | 114 | 17 | — | 131 |
| 6 1/2 | 102 | 16 | — | 118 | 13 | 5 | — | 18 | 115 | 21 | — | 136 |
| 7 | 101 | 7 | 2 | 110 | 16 | 13 | 2 | 31 | 117 | 20 | 4 | 141 |
| 7 1/2 | 81 | 6 | 3 | 90 | 36 | 3 | — | 39 | 117 | 9 | 3 | 129 |
| 8 | 70 | 6 | 3 | 79 | 24 | 6 | — | 30 | 94 | 12 | 3 | 109 |
| 8 1/2 | 52 | 6 | 2 | 60 | 27 | 4 | — | 31 | 79 | 10 | 2 | 91 |
| 9 | 44 | 7 | 1 | 52 | 15 | 5 | — | 20 | 59 | 12 | 1 | 72 |
| 9 1/2 | 28 | 4 | — | 32 | 24 | 3 | — | 27 | 52 | 7 | — | 59 |
| 10 | 12 | 4 | — | 16 | 23 | 1 | — | 24 | 35 | 5 | — | 40 |
| 10 1/2 | 5 | 2 | — | 7 | 6 | 4 | — | 10 | 11 | 6 | — | 17 |
| 11 | 11 | 4 | — | 15 | 11 | 1 | — | 12 | 22 | 5 | — | 27 |
| 11 1/2 | 2 | 1 | — | 3 | 3 | 1 | — | 4 | 5 | 2 | — | 7 |
| 12 | 6 | 1 | — | 7 | — | 2 | — | 2 | 6 | 3 | — | 9 |
| 12 1/2 | 1 | 1 | — | 2 | 1 | — | — | 1 | 2 | 1 | — | 3 |
| 13 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 1 | — | 2 | — | 2 |
| 13 1/2 | — | — | — | — | 1 | — | — | 1 | 1 | — | — | 1 |
| 14 | — | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| 14 1/2 | — | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| 17 | — | 1 | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| Yht. Total | 966 | 103 | 12 | 1 081 | 287 | 74 | 2 | 363 | 1 253 | 177 | 14 | 1 444 |
| % | 89 | 10 | 1 | 100 | 79 | 20 | 1 | 100 | 87 | 12 | 1 | 100 |

Liite 4. Sahattujen mänty tukkien laatujakautuma latvaläpimittaluokittain
Appendix 4. Grade distribution by top diameter classes of sawn pine logs

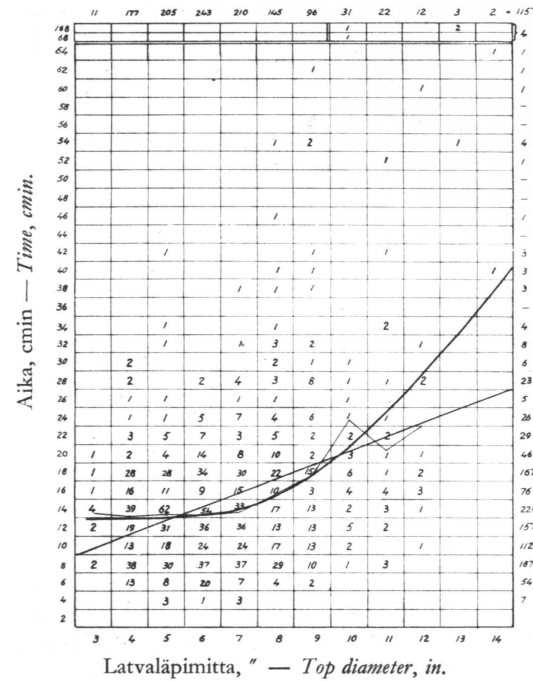
| Latvaläpimitta, " Top diameter, in. | Mänty Pine | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|----|-----|------------|------------------------------|----|-----|------------|-----------------------------------|----|----|------------|-----|-----------------------|
| | Talviaineisto Winter material | | | | Kesäaineisto Summer material | | | | Molemmat aineistot Both materials | | | | | |
| | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total | Laatuluokka Grade | | | Yht. Total | | |
| | I | II | III | | I | II | III | | Ei tiedossa Not known | I | II | | III | Ei tiedossa Not known |
| 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 3 1/2 | — | — | — | — | 1 | 1 | 5 | — | 7 | 1 | 1 | 5 | — | 7 |
| 4 | — | — | 1 | 1 | 2 | 2 | 12 | — | 16 | 2 | 2 | 13 | — | 17 |
| 4 1/2 | — | 2 | 3 | 5 | — | 1 | 10 | — | 11 | — | 3 | 13 | — | 16 |
| 5 | — | 2 | 4 | 6 | — | 3 | 8 | — | 11 | — | 5 | 12 | — | 17 |
| 5 1/2 | — | 1 | 4 | 5 | — | 1 | 15 | — | 16 | — | 2 | 19 | — | 21 |
| 6 | — | 1 | 5 | 6 | — | 3 | 15 | — | 18 | — | 4 | 20 | — | 24 |
| 6 1/2 | — | 3 | 6 | 9 | 1 | 3 | 9 | 1 | 14 | 1 | 6 | 15 | 1 | 23 |
| 7 | — | 1 | 2 | 3 | — | 3 | 8 | — | 11 | — | 4 | 10 | — | 14 |
| 7 1/2 | — | 1 | 7 | 8 | 2 | — | 5 | — | 7 | 2 | 1 | 12 | — | 15 |
| 8 | — | 1 | 3 | 4 | 2 | 7 | 11 | — | 20 | 2 | 8 | 14 | — | 24 |
| 8 1/2 | — | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 5 | — | 8 | 1 | 3 | 6 | — | 10 |
| 9 | — | 1 | 5 | 6 | — | 5 | 7 | 2 | 14 | — | 6 | 12 | 2 | 20 |
| 9 1/2 | — | 2 | 4 | 6 | 1 | 1 | 5 | — | 7 | 1 | 3 | 9 | — | 13 |
| 10 | — | 1 | 5 | 6 | 1 | 3 | 5 | — | 9 | 1 | 4 | 10 | — | 15 |
| 10 1/2 | — | 2 | — | 2 | — | 2 | — | — | 2 | — | 4 | — | — | 4 |
| 11 | — | 2 | — | 2 | 1 | — | — | — | 1 | 1 | 2 | — | — | 3 |
| 11 1/2 | 1 | — | 1 | 2 | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | — | 2 |
| 12 | — | 1 | 1 | 2 | — | 1 | 2 | — | 3 | — | 2 | 3 | — | 5 |
| 12 1/2 | — | — | 1 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 1/2 | — | 2 | — | 2 | — | — | — | — | — | — | 2 | — | — | 2 |
| Yht. Total | 1 | 24 | 53 | 78 | 12 | 38 | 122 | 3 | 175 | 13 | 62 | 175 | 3 | 253 |
| % | 1 | 31 | 68 | 100 | 7 | 22 | 70 | 1 | 100 | 5 | 25 | 69 | 1 | 100 |



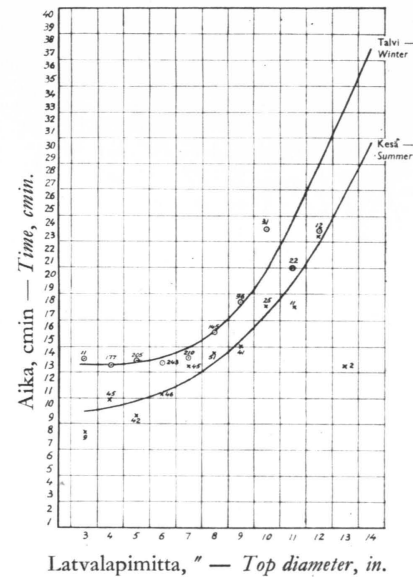
Liite 5. Tukkien aluspuille järjestämisaian riippuvuus niiden latvaläpimitasta. Talvisahaus
Appendix 5. Dependence of the time of arranging logs on the foundation timber on their top diameter. Winter sawing



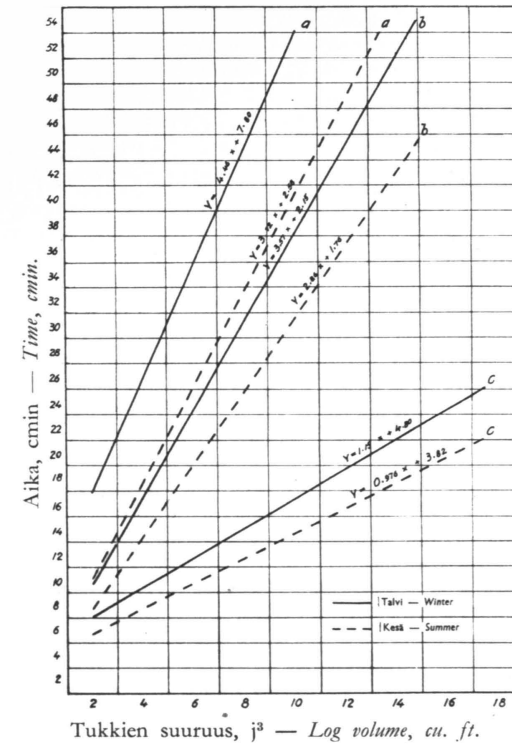
Liite 6. Tukkien syöttöpöydän viereen vierittämisaian riippuvuus niiden latvaläpimitasta. Talvi- ja kesäsahaus
Appendix 6. Dependence of the time of rolling logs to the side of the roller table on their top diameter. Winter and summer sawing



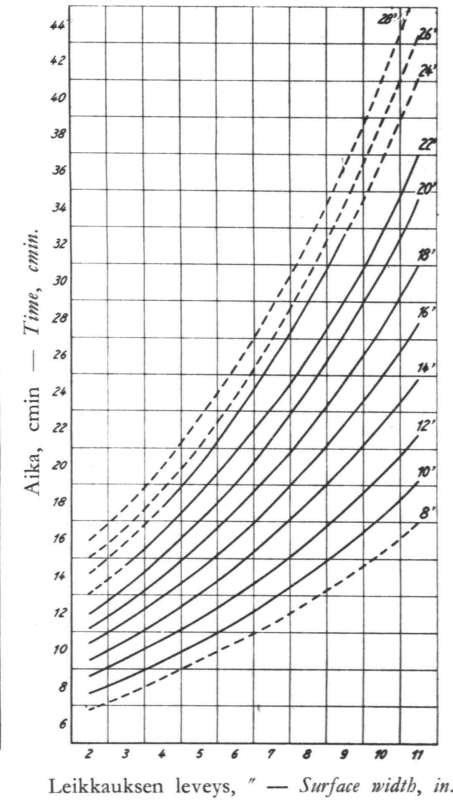
Liite 7. Tukin viemiseen syöttöpöydälle kuluvan ajan riippuvuus tukin latvaläpimitasta. Talvisahaus
Appendix 7. Dependence of the time of lifting logs onto the roller table on their top diameter. Winter sawing



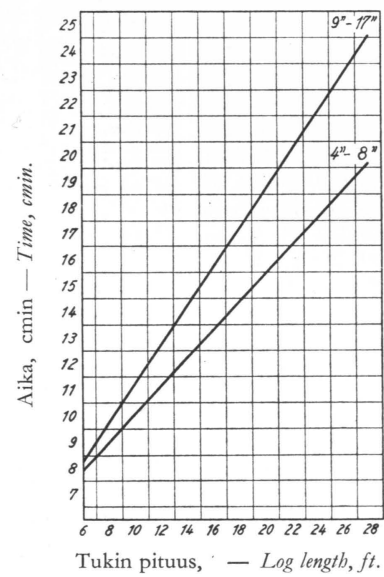
Liite 8. Tukin vieminen syöttöpöydälle - Talvi- ja kesäsahaus
Appendix 8. Lifting of logs onto the roller table. Winter and summer sawing



Liite 9. Tukin sekä b- ja c-palotteiden asettaminen syöttöpöydälle. Talvi- ja kesäsahaus
Appendix 9. Placing of the log as well as the b and c pieces on the roller table. Winter and summer sawing



Liite 10. Pintojen ja sydäntavaran sahausajat leikkauksen leveysluokittain ja tukkien pituusluokittain. Talvi- ja kesäsahaus
Appendix 10. Sawing times in sawing surfaces and centre pieces by classes of the width of the cut and log length. Winter and summer sawing



Liite 11. Pintojen sahaus pintalau-
doiksi. Talvi- ja kesäsahaus
*Appendix 11. Sawing of surfaces into
surface boards. Winter and summer sawing*

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, generally contain several treatises.

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

Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Finnland:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Enthält wissenschaftliche Untersuchungen vorwiegend über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Erscheint in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.

SILVA FENNICA. Enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen vorwiegend zur Waldwirtschaft Finnlands und ihren Grundlagen. Erscheint viermal jährlich.

Publications de la Société forestière de Finlande:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques principalement sur l'économie forestière en Finlande et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

SILVA FENNICA. Périodique trimestriel. Contient des articles et de petites études principalement sur l'économie forestière de Finlande et sur ses bases.

Helsinki 17, Uniononkatu 40. B.