METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

23

HELSINKI 1937

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

23

HELSINKI 1937

Helsinki 1937. Valtioneuvoston kirjapaino.

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

23

23, 1 VUORISTO, ILMARI, Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta ..... 1—135
Summary in English: Investigations regarding the Working Time in the Preparation of Spruce Pulp-Wood .... 136—146

23, 2 VUORISTO, ILMARI, Suomen puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun laatututkimuksia ..... 1—68
Deutsches Referat: Untersuchungen über die Qualität des von der Zellulose- und Schleifholzindustrie verbrauchten Fichtenpapierholzes in Finnland ..... 69—74

23, 3 VUORISTO, ILMARI, Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista 1—129
Deutsches Referat: Untersuchungen über die Wertverhältnisse der Sägeblöcke ..... 130—152

23, 4 ARO, PAAVO, Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta ..... 1—120
Deutsches Referat: Zeitstudien in der Hauung von Birkenbrennholz ..... 121—153

TYÖAIKATUTKIMUKSIA KUUSIPAPERIPUIDEN TEOSTA

ILMARI VUORISTO

INVESTIGATIONS REGARDING THE WORKING TIME IN THE PREPARATION OF SPRUCE PULP-WOOD

HELSINKI 1936

Helsinki 1936. Valtioneuvoston kirjapaino.

Työaikatutkimuksia kuusipaperipuiden teosta.

Sisältö.

Sivu

Alkusanat 5
I. Johdanto 7
II. Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto 10
III. Tutkimustulokset 26
A. Kokonaistyöajan jakaantuminen eri työvaiheisiin paperipuiden teossa 26
B. Siirtyminen puulta toiselle 31
C. Puun kaataminen 40
1. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta 40
2. Kaatoajan riippuvaisuus rungon kuutiosta 50
3. Puun kaatoaikaan vaikuttavien rungon mittasuhteiden välinen riippuvaisuus 52
D. Rungon karsiminen 58
E. Rungon kuoriminen 68
1. Puiden vaihtelevan laadun vaikutus kuorimishankaluuteen 68
2. Ilman lämpötilan vaikutus kuorimishankaluuteen 80
F. Rungon pölkyttäminen 84
G. Paperipuiden pinoaminen 94
1. Pinon pohjan teko 95
2. Pölkkyjen pinoaminen 96
H. Työn kestäessä lepoon käytetty aika 102
I. Koko rungon ja paperipuuksi valmistetun rungon osan keskinäinen suhde 105
1. Koko rungon kuution ja paperipuuksi valmistetun rungon osan kuutiosuhde 105
2. Käyttöpuu-%:n riippuvaisuus rinnankorkeusläpimitasta 108
3. Käyttöpuun pituus %:eina koko rungon pituudesta.. 109
4. Puiden koon vaikutus niistä valmistettujen paperipuiden läpimittaan 111
J. Metsän ja puiden laadun vaikutus paperipuiden tekohankaluuteen 113
1. Paperipuiden valmistus 113
a. Paperipuiden tekohankaluuden riippuvaisuus työntekijöiden ominaisuuksista 113
b. Metsän ja puiden laadun vaikutus paperipuiden tekohankaluuteen 117
2. Paperipuiden pinoaminen 124
3. Paperipuiden valmistus ja varastoiminen 128
IV. Tutkimustulosten yhdistelmä. 130
Kirjallisuusluettelo. 132
Summary in English.

Alkusanat.

Kuusipaperipuun hankintakustannukset muodostavat keskimäärin lähes yhtä suuren kustannuserän kuin kantohinta. Riippuen metsän sijaitsemisesta vaihtelee kantohinnan ja hankintakustannusten suhteellinen suuruus luonnollisesti kuitenkin huomattavasti. Paitsi tätä heilahtelua vaihtelee hankintakustannusten suuruus myös suuresti paperipuun laadusta riippuen. Palkkaustapojen kehittymättömyys tasoittaa nykyään vielä tosin huomattavasti tätä vaihtelua. Toistaiseksi ei näet puiden ja metsän laadusta riippuvaa erilaista työhankaluutta oteta palkkausta määrättäessä riittävästi huomioon, jolloin työntekijän ansio erilaistuu puun laadusta riippuen, ja hankintakustannukset paperipuukuutiota kohden vaihtelevat vähemmän kuin työhankaluuden vaihtelu edellyttäisi. Tällaisten palkkaustapojen käyttö on ollut toistaiseksi mahdollista sen vuoksi, ettei paperipuumetsien laatu ole keskimäärin suuresti poikennut keskiarvosta ja suurimmat epäoikeudenmukaisuudet on korvattu erikoishyvityksin, silloin kun ansio muuten olisi jäänyt aivan liian alhaiseksi. Tavallista paremmat ansiot sitävastoin jäävät työntekijöiden hyödyksi. Paperipuuhakkuiden jatkuvasti laajennuttua ja paperipuiden minimiläpimitan pienennyttyä käy työhankaluuden vaihtelu kuitenkin nykyisin jo siksi suureksi, että metsän ja puiden laadusta riippuva erilainen työhankaluus on jo pakosta otettava palkkausta järjestettäessä huomioon. Jotta se olisi mahdollista, täytyy tuntea, mitä metsän ja puiden laadun erilaisuus vaikuttaa työennätyksiin paperipuun teossa. Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää työhankaluuden vaihtelua. Täten on tutkimus perustana työhankaluuden vaihteluun nähden oikeudenmukaisen palkkaustaksan kehittämiseksi.

Tutkimuksen tuloksia voidaan edellisen lisäksi käyttää erilaatuisten paperipuiden todellisen kantoarvon määräämiseen sikäli kuin se riippuu tekohankaluuden vaihtelusta. Nykyisten palkkaustapojen vallitessa tunnetaan näet vain paperipuiden keskimääräiset teko-

kustannukset, mutta kustannusten jakoa erilaisille metsille ei nykyisten tietojen perusteella voida riittävän varmasti suorittaa. Tässäkin kohden ovat tutkimuksen tulokset siis tarpeen vaatimat.

Tutkimus kuuluu osana Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton toimesta suoritettavaan tutkimussarjaan, jonka tarkotuksena on selvittää kuusipuun laatukysymystä.

Tutkimusaineiston keräyksessä aikamittauksia suorittaneille metsänhoitajille S. Vainiolle, T. Olliselle, P. O. Takolanderille ja metsänhoidon ylioppilaalle T. B. Erikssonille lausun tässä kiitokseni.

Helsingissä 15. 8. 1936.

Ilmari Vuoristo.

I. Johdanto.

Tuotantokustannusten jakaminen eri tuotteille niiden todellisuudessa aiheuttamien kustannusten mukaan on järkiperäisen tuotannon perusedellytyksiä. Jos kysymyksessä on senlaatuinen tuote kuin puunjalostusteollisuuden raaka-aineeksi käytettävä paperipuu, jonka tuotantokustannukset kokonaisuudessaan kohdistuvat tuotteeseen yleensä, on kustannusten jakaminen tuotteen eri osille sangen vaikeaa. Tällainen jako on kuitenkin välttämätöntä sekä kantohinnan että jalosteen omakustannushinnan määräämiseksi. Puun kantohintaa ei voida määrätä pelkästään puun kasvattamisesta johtuvien tuotantokustannusten perusteella, sillä käytetystä puuaineesta on määräävä osa vielä luonnon tuotetta, jolle ei voida määritellä hintaa tuotantokustannusten perusteella. Hinnan määrää tuotteen käyttöarvo. Puun käytön tapahtuessa jalosteena saadaan puun arvo metsässä vähentämällä jalosteen hinnasta jalostuskustannukset. Jalostus- ja siis myös hankintatyökustannusten tunteminen on puun arvon määräämiseksi välttämätöntä. Hankintakustannusten vaihdellessa suuresti puiden ja metsän laadusta riippuen vaihtelee myös puiden todellisen arvon mukainen kantohinta vastaavasti. Siinä tapauksessa, että puiden kantohinta on määrätty, on vaihtelevien hankintakustannusten tunteminen välttämätöntä, jotta voitaisiin laskea erilaisista puista valmistetun jalosteen omakustannushinta. Näin ollen on hankintakustannusten vaihtelua selvittävillä tutkimuksilla tärkeä merkitys metsän arvolaskulle ja metsätalouden suunnittelulle samoinkuin koko puunjalostusteollisuudelle.

Työajan käytön suhteellista määrää tilavuusyksikköä kohden nimitetään tässä tutkimuksessa t y ö h a n k a l u u d e k s i. Koska toistaiseksi ei meillä enempää kuin muuallakaan ole suoritettu tutkimuksia, miten työntekijän rasitusaste vaihtelee erilaisissa olosuhteissa ja erilaisissa metsissä samoinkuin erikokoisia ja erilaatuisia puita puutavaraksi valmistettaessa, täytyy tehdä olettamus, että metsätöissä, varsinkin meillä, missä työsaavutusten suuruuteen ei

työnantajan puolelta kiinnitetä huomiota, työntekijöiden rasitusaste pysyy vaihtelevissa olosuhteissa samana. Oikeudenmukainen palkkaus on tällöin suoraan verrannollinen tilavuusyksikköä kohden käytettyyn työaikaan t. s. suoraan verrannollinen työhankaluuteen (Matson Mårn 1927).

Työhankaluuden vaihtelun tunteminen puiden ja metsän laadusta riippuen on siis välttämätöntä myös palkkauksen järjestelyn kannalta. Mitä erilaisemmiksi paperipuumetsät käyvät, sitä huonompiin ja epätasaisempiin tuloksiin keskimääräinen palkkauksen käyttö johtaa. Erikoistapauksissa on ansio suhteettoman korkea, mutta toisissa tapauksissa se jää poikkeuksellisen alhaiseksi. Vaikkakin palkkataso keskimäärin voi muodostua tasaiseksi ja kohtuulliseksi, joudutaan tavallista alhaisemmat ansiot korjaamaan erikoishyvityksin. Verraten yleisesti käytetyt »hankaluusrahat» ja »mustat kilometrit» ovat tästä selvänä käytännöllisenä todisteena. Satunnaisten korvausten avulla tyydyttäviin tuloksiin johtava palkkaus on kuitenkin aina epävarma ja aiheuttaa väärinkäytöksiä ja alentaa siten työhalua ja pienentää työn tuloksia. Poikkeuksellisesti alhaisiksi jäävät ansiot ovat myös omiaan häiritsemään työrauhaa.

Jos tarkastetaan metsätyön suoritusta yleensä, voidaan todeta, että tukkien teossa, jossa toiminta kohdistuu selvemmin kuhunkin puuyksilöön kuin pinotavaran valmistuksessa, ovat työennätyksiin vaikuttavat tekijät suhteellisen hyvin tunnetut. Jo käytännöllisen työn perusteella on tultu huomaamaan, miten voimakkaasti tärkeimmät tekijät vaikuttavat työennätyksiin. Niinpä jo ennen työaikatutkimusten avulla saatuja tietoja alkoivat palkkaustaksat kehittyä työhankaluutta vastaaviksi. Työaikatutkimukset ovat sitten kehittäneet palkkaustaksoja edelleen. Tukkien tekoon kohdistuneita työaikatutkimuksia on suoritettu useimmissa metsätalousmaissa. Mainittakoon niistä Amerikka, Ruotsi, Saksa ja Suomi (Ashe 1916, Bruce 1922, Brandström 1933, Ronge 1924, Hampe 1930, Vuoristo 1933, 1934).

Varsinaisen pinotavaran tekoon kohdistuneita työaikatutkimuksia ei suomalaisen Lassilan tutkimuksia lukuun ottamatta ole yleensä suoritettu (Lassila 1930). Lassilan tutkimuskin on kuitenkin lähinnä tutkimustapaa selventävä, antamatta lopullista käytäntöön sovellettavaa lopputulosta. Syynä siihen, ettei pinotavaran tekoa ole työaikatutkimuksin selvitetty, lienee se, että Amerikassa ja Skandinavian maissa ei pinotavaraa yleensä katkota metsässä valmiiksi, vaan katkominen suoritetaan vasta kuljetuksen jälkeen ja pinotavaran teon metsätyö muistuttaa täten tukkien tekoa. Ruotsalainen Ronge onkin työaikatutkimustensa perusteella kehittänyt yleisen

palkkaustaksan, joka on tarkoitettu käytettäväksi tukkien ohella myös pinotavaran kokoa vastaaville puille (Ronge 1923).

Suomessa näyttää kuitenkin kehitys kulkevan siihen suuntaan, että pinotavaran teko siirtyy enemmän kesän puoliskolla vuotta suoritettavaksi työksi, siis erilleen tukkientekotyöstä, ja rautatiekuljetus suhteellisen halpojen rahtien ansiosta tulee entistä suurempaan käytäntöön. Nämä molemmat seikat ovat omiaan vaikuttamaan siten, että pinotavara meillä katkotaan jo metsässä määrämittoihin ja pinotavaran teko saa täten oman erikoisluonteensa. Näin ollen on pinotavaran tekoa selvittävillä työaikatutkimuksilla meikäläisiä oloja silmällä pitäen huomiota ansaitseva merkitys.

Käsillä oleva tutkimus kohdistuu kylläkin ainoastaan kuusipaperipuun tekoon, mutta voidaan sen tuloksien perusteella selvittää suurin piirtein myös kaivospuiden teossa esiintyvien vaihtelevien tekijöiden vaikutus työennätyksiin.

II. Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää puiden ja metsän laadun vaikutusta työennätyksiin kuusipaperipuiden teossa. Tuloksen saavuttamiseksi käytetään työaikatutkimusmenetelmää. Aikamittausten avulla selvitetään eri työvaiheiden vaatiman ajan pituus työn kulkuun huomattavimmin vaikuttavista tekijöistä riippuen ja eri työvaiheiden työajan vaihteluiden perusteella voidaan lopullisesti määrätä kunkin huomioidun tekijän vaihtelun vaikutus kokonaistyöaikaan. Paitsi metsän ja puiden laadusta riippuvia työennätyksiin vaikuttavia tekijöitä, on tutkimuksessa otettu huomioon myös työntekijöiden erilaisuus siinä mielessä, että sen vaikutus voidaan eliminoida tutkimuksen tuloksista. Koska tutkimusaineistoa ei kohtuullisin kustannuksin voida saada niin suureksi, että tutkittujen työntekijöiden voitaisiin ilman muuta katsoa edustavan työntekijöiden keskiarvoa työennätyksiä ja työn suoritustapaa silmällä pitäen, on tutkimus kohdistettu jokaisen työläisen työskentelyyn erikseen ja tutkimustulos on määrätty yhteistuloksen rinnalla myös erikseen kullekin tekijälle. Täten menetellen on päästy selville siitä, vaikuttaako työntekijöiden erilaisuus oleellisesti paperipuun tekoon muulla tavoin kuin alentaen tai kohottaen työsaavutuksia riippumatta puiden vaihtelevasta laadusta.

Jos tarkastetaan esitettyä tutkimusmenetelmää vertaamalla sitä julkaistuihin metsätyötä käsitteleviin työaikatutkimuksiin, todetaan, että se monessa suhteessa on niitä yksityiskohtaisempi. Seuraavassa selostetaan pääpiirteissään, millaisia menetelmiä käyttäen metsätyötä yleensä on tutkittu.

Venäläinen Albrecht (1929) on kirjassaan metsätöiden järkiperäistämisestä, jossa hän melkein yksinomaan käsittelee käytettäviä työkaluja ja metsätyön mekanisoimismahdollisuuksia, tutkinut hyvässä ja huonossa kunnossa olevilla työkaluilla aikaansaatavia työennätyksiä. Esim. puun kaatosahauksessa hän näyttää huonossa kunnossa olevalla sahalla tarvittavan 28 % enemmän sahausaikaa kuin ensiluokkaisella työkalulla.

Altmann ja Ernst (1925) ovat suorittaneet työaikatutkimuksia tukkien ja halkojen teosta. Tutkimuksen alaisena oli 6 kahden miehen ryhmää, yhden työpäivän kukin. Työaika jaettiin neljään aikamomenttiin sen perusteella, mitä työkalua työntekijä kulloinkin käytti. Työaika jakaantui täten seuraavasti: sahan käyttö, yhdistetyn oksimis- ja kuorimisaseen käyttö, tukkiha'an käyttö ja pinoaminen. Puiden ja metsän laatuun ei tutkimuksessa kiinnitetty huomiota.

Amerikkalainen Ashe (1916) on tutkimuksessaan tukkienteosta ottanut huomioon työennätyksiin vaikuttavana tekijänä ainoastaan runkojen koon ja tarkkaillut työn tulosta päivätyössä ja urakkatyössä sekä kolmi- ja kaksimiehisissä ryhmissä. Työvaiheet on hän jakanut vain kaatoon ja pölkytykseen. Tämän tutkimuksen mielenkiintoisena tuloksena mainittakoon, että parhaaseen työtulokseen johtava puun koko on kolmimiehisellä työryhmällä huomattavasti suurempi kuin kaksimiehisellä.

Saatujen kokemusten ja muiden tekemien aikamittausten nojalla on saksalainen Bergknecht (1928) laatinut työaikamenekkitaulukon. Taulukossa esitetään työaikamenekki kiintokuutiometriä kohden valmista puutavaraa viidelle rungon suuruusluokalle ja kolmelle pölkyn pituudelle. Forstarchiv'in toimitus on alaviittauksessa huomauttanut, että taulukon numeroita voi pitää pätevinä siksi kunnes tarkat tutkimukset toisin näyttävät.

Saksalainen Boege (1925) toimitti työaikamittauksia mäntymetsien hakkuusta. Työajan hän jakoi sahan, kirveen sekä kuorimisraudan käyttöön ja määräsi työaikamenekin kiintokuutiometriä kohden. Työaikatutkimukset tehtiin kolmella eri hakkuulohkolla, joissa työskenteli 2 miestä kullakin, yhteensä 604 työtunnin aikana. Tutkimuksessa ei oteta huomioon metsän ja puiden laadun vaikutusta työaikamenekkiin.

Venäläisen Boiko'n (1935) julkaisussa esitetään työennätyksiä erilaisissa metsätöissä ja on julkaisun tarkotuksena luoda pohja metsätöiden järkiperäiselle organisoinnille. Erilaisten tutkimusten avulla on laadittu taulukoita, joissa normitetaan kokonaistyösaavutusmäärät kokenutta työntekijää kohden. Tutkimus osottaa, että työennätykset metsätöissä riippuvat hyvin suuresti työntekijöiden kunnosta ja taidosta. Vertailevissa tutkimuksissa esim. havaittiin, että Kanadasta tulleet 26 suomalaista metsätyöläistä saavuttivat 2—3 kertaa parempia tuloksia kuin venäläiset.

Amerikkalainen Bradner (1933) on työaikatilastotutkimuksessaan ottanut huomioon puiden vaihtelevan koon tarkastellessaan tukkien tekohankaluutta. Tarkkailukohteina hän käyttää myös

maan kaltevuutta, metsän tiheyttä, vuodenaikaa, oksaisuutta, ryteikköisyyttä, kuoren sileyttä ja lumen paksuutta. Hankaluustutkimus jakaantuu urakka- ja päivätyöhön erikseen ja kohdistuu neljään puulajiin. Tutkimus perustuu, kuten sanottu, tilastoon, ja työaikamenekki on laskettu valmiin tavaran määrää kohden. Tarkastaessaan puun koon vaikutusta työhankaluuteen toteaa hän m. m., että työhankaluus on vähimmillään 34—36 tuumaa läpimitaltaan (rinnan kork.) olevissa puissa. Huomioiduista puista oli suurin 44-tuumainen. Käytännöllisesti katsoen oli työhankaluus sama kuin 28-tuumaisella puulla laskettuna saadun käyttöpuun määrään nähden.

Amerikkalaisen Brandstromin tutkimuksessa on otettu huomioon työennätykseen vaikuttavana tekijänä vain puiden koko (Brandstrom 1933).

Amerikkalaisen Bruce'in suorittamissa tukkien tekoa käsittelevissä työaikatutkimuksissa on työ jaettu tarkoin työvaiheisiin (Bruce 1922). Työennätyksiin vaikuttavana tekijänä on kuitenkin otettu huomioon ainoastaan runkojen koko, joka on määrätty rinnankorkeusläpimitan avulla.

Pienehkö tutkimus kuusipuun kuorimisesta toimeenpantiin Saksassa 1928 (Böckenförde) tarkkailemalla aikamittausten avulla työaikamenekkiä kuorittavan puun pintaneliömetriä kohden. Tuloksena tutkimuksesta oli, että todettiin kuorimistyöstä maksettavan työpalkkoja huomioon ottamatta todellista työhankaluutta. Tutkimus käsitti yksinomaan tehollisen kuorimisajan eikä puulta toiselle siirtymistä.

Venäläinen Elisejeff y. m. luettelevat työennätyksiä halkojen teossa työryhmää kohden hehtaarilla, 8-tuntisena työpäivänä, erilaisista puista ja erilaisissa leimikoissa.

Talvina 1928—30 toimitettiin Saksassa paperipuuntekotutkimus (Fuchs 1931) työaikamittauksia käyttäen. Puulajit olivat mänty ja kuusi. Tutkimuksessa otettiin huomioon paitsi puiden kokoa, laatua ja tavaran luokitusta käytetty aika viidessä eri työotteessa. Kirjoituksessaan Fuchs esittää myös erilaisia kuorimisrautoja käytettäessä huomioituja työennätysaikoja. Toisessa artikkelissa Fuchs selostaa työaikatutkimustuloksiin perustuvia tarpeellisia aikalisäyksiä sekä jakaa hukka-ajat tutkimusten perusteella välttämättömiin ja poistettavissa oleviin.

Garver y. m. ovat laajahkoissa tutkimuksissaan (Garver 1929, 1930) tarkkailleet tilastoihin perustuvia työsaavutuksia päivää ja työryhmää kohden sekä vertailleet kustannuksia erikoisia ja eri-

laisia puita käsiteltäessä. Tilastotutkimusmenetelmästä johtuen eivät tutkimukset voi yksityiskohtaisesti selvittää eri tekijöiden vaikutusta työhankaluuteen.

Saksalainen Gläser (1929) käsittelee esityksessään puunkaatoa, jakaen tekijät ihmiseen, ryhmään, työkaluihin ja välineisiin sekä johtuu teoreettisesti työaikatutkimuksen tekemiseen sekä kehittelee ajatusta, mitä työaikatutkimuksella voidaan aikaansaada.

Saksalainen Hampe (1930) on työaikamittausten avulla tutkinut työennätyksiä kuusimetsien hakkauksessa. Työennätyksiin vaikuttavana tekijänä on hän pääasiassa ottanut huomioon puiden koon, mutta sen ohella myös muitakin tekijöitä m. m. lämpötilan vaikutuksen kuorimishankaluuteen. Tutkimuksessaan hän ei kuitenkaan erittele eri tekijöiden yhteisvaikutusta työennätyksiin, vaan tarkastelee asiaa verraten ylimalkaisesti. Tästä johtuen eivät tutkimustulokset valaisekaan juuri muuta kuin puun koon vaikutusta työennätyksiin.

Artikkelissaan Hampe (1931) arvostelee teorian kannalta Ernst'in tutkimuksia sekä selvittelee eri mielipiteitä tutkimusten tarpeellisuudesta ja tulosten arvosta.

Työennätystutkimuksia aikamittauksien avulla on toimitettu Saksassa puhtaassa mäntymetsässä (Specht 1928). Tutkimuksessa tehtiin aikamittauksia metsänhakkuun valmistavista töistä, joihin luetaan a) siirtyminen puulta toiselle sekä b) kaatosuunnan määrääminen, rungon paljastaminen, kaatokolon hakkuu, sahaus ja kiilaus sekä karsiminen. Päätyöotteiden ryhmä käsitti rungon mittaamisen, pölkyttämisen, kuorimisen, lajittelun ja muita pienempiä tehtäviä.

Saksalainen Hilf (1930) käsittelee artikkelissaan metsätaloudessa käytetyn sovelletun psykologian merkitystä.

Saksalainen Klump (1930) on mäntypuunkuorimistutkimuksessaan huomioinut työntekijäin ominaisuuksia sekä kuorimisraudan kuntoa ja verrannut tuloksia kuoritun rungon pinta-alaan. Aikaisemmassa tutkimuksessaan (Klump 1929) hän on jaoitellut aikatutkimuksen pysäytyskelloilla eri työotteisiin ja lepoon, mutta ei rinnasta näitä kahta tutkimustaan.

Lassila on tutkiessaan pinotavaran tekoa pyrkinyt soveltamaan käytäntöön ruotsalaisen Rongen tutkimusmenetelmää, jossa työaika jaetaan vain kahteen osaan, nimittäin teholliseen ja hukka-aikaan (Lassila 1930). Tästä huolimatta hän on tehostanut työvaiheitten tutkimuksen mahdollisuuden kannalta jopa liiankin tarkkaa jaoitusta. Tutkimus on kuitenkin, kuten edellä on jo mainittu,

pääosaltaan metsätyötutkimusten tekemisen mahdollisuuksia selvittävä, joten siitä ei varsinaisesti käy ilmi, miten itse aikamittaukset tutkimusesimerkeissä on suoritettu. Tutkimuksessa huomioon otettaviksi tekijöiksi esitettyjen puiden ja metsän ominaisuuksien vaikutuksen selvittäminen ei kuitenkaan kävisi päinsä ilman tarkkaa työvaihejakoa.

Maliniemi (1932) on tilaston perusteella tutkinut paperipuun tekoennätyksiä Perä-Pohjolassa ja ottanut työennätyksiin vaikuttavana tekijänä huomioon vuodenajan sekä työryhmän suuruuden.

Ainoastaan puun kokoon ovat kiinnittäneet huomionsa myös amerikkalaiset Rapraeger ja Spelman tutkimuksissaan (Rapraeger and Spelman 1931).

Ruotsalainen Ronge on suorittanut työaikatutkimuksia sahatukkien ja myös rankojen teosta (Ronge 1919). Tutkimustaan varten hän jakoi kokonaistyöajan tehollliseen ja hukka-aikaan. Tehollliseksi ajaksi hän luki varsinaisen työkalujen käyttöajan; loppu työajasta joutui hukka-aikaan. Menetelmä on aikamittausten teon kannalta käytännöllinen, mutta tämä etu saavutetaan tuloksien kustannuksella. Aikamittausten avulla saadaan selville työaika jaettuna ainoastaan kahteen osaan. Täten ei tutkimuksen perusteella käy tarkemmin ilmi, miten paljon kuhunkin työvaiheeseen erikseen kuluu aikaa ja miten ajan menekki vaihtelee eri olosuhteissa. Jo tehollliseen työaikaan, siis varsinaiseen työkalujen käyttöaikaan vaikuttaa sen eri vaiheissa siksi useita ja erilaisia tekijöitä, että yhdistämällä kaikki työkalujen käyttöä vaativien työvaiheitten ajat yhteen, on käytännöllisesti katsoen mahdotonta selvittää eri tekijöiden vaikutus työaikaan. Tutkimustulokset voivat näin ollen olla vain verraten ylimalkaisia ja niiden käyttö erikoisseikkojen ratkaisuun on epävarma ja voi helposti johtaa harhaan (Vuoristo 1935).

Strehlke (1927) on keräillyt muiden aikaisempia työaikatutkimustuloksia sekä selostanut niitä niiden perusteiden mukaan, joita Hilf (1927) on esittänyt tutkimuksessaan työopista ja sen merkityksestä metsätaloudessa. Strehlken kirjoitusta valaisevat muutamat graafiset taulut hakkuu- ja siirtotöistä sekä käytettyjen työkalujen tehokkuudesta.

Tekijän sahatukkien tekoa käsittelevässä tutkimuksessa on työaika jaettu sellaisiin työvaiheisiin, että kuhunkin työvaiheeseen kuluvaan aikaan vaikuttaa huomattavammin, mikäli mahdollista, vain yksi tekijä (Vuoristo 1933). Täten menetellen saadaan eri tekijöiden vaikutus koko työaikaan sangen hyvin selvitetyksi. Eri työntekijöiden ominaisuuksien vaikutusta ei tässäkään tutkimuksessa

ole huomioitu, vaan ovat tulokset kaikkien aineistossa olevien työläisten keskimääräisten työaikojen mukaiset.

Tekijän sahatukkien kuorimishankaluutta käsittelevä tutkimus on menetelmältään samanlainen kuin edellinenkin tutkimus (Vuoristo 1934).

Amerikkalaiset Zon ja Garver (1930) ovat tutkimuksessaan käsitelleet kolmen eri puulajin tukeiksi tekoa kellotutkimuksin, kuitenkaan tarkkailematta eri työvaiheisiin kuluneita aikoja.

Edellisistä metsätöitä käsittelevien työaikatutkimusten lyhyistä selostuksista käy ilmi, että käytetyt tutkimusmenetelmät ovat olleet verrattain ylimalkaiset ja tutkimuksilla on pyritty selvittämään vain tärkeimpiä metsätyöennätyksiin vaikuttavia tekijöitä tai kohdistuvat ne vain määrättyyn työvaiheeseen jonkin puutavaralajin valmistuksessa. Yleisimmin käytetty työhankaluuden argumentti on ollut puiden koko. Epäilemättä ovatkin tutkijat olleet oikeassa siinä, että he rajoittuessaan huomioimaan vain osan työhankaluuteen vaikuttavia tekijöitä, ovat valinneet puiden koon työhankaluuden pääargumentiksi. Puiden koko on näet tekijä, joka metsätyössä aina vaihtelee, ja jonka vaikutus työennätyksiin on ehdottomasti tunnettava. Puiden koko määrää lisäksi suuressa määrin puun käyttöarvon yleensä, ja ellei puun koon vaikutusta hankintatyökustannuksiin tunneta, jää erikokoisten puiden kantohinnan määrittely epämääräisen arvion varaan. Metsätalouden järjestelyn kannalta on tämä suureksi vahingoksi, sillä erilaisten toimenpiteiden vaikutus metsätalouteen jää tällöin myös yhtä epävarmoista arvioista riippuvaksi. Puiden koko ei kuitenkaan ole läheskään ainoa työhankaluuteen vaikuttava tekijä metsätyössä. Monet muut metsän ja puiden laadusta riippuvat tekijät vaikuttavat sen ohella usein sangen voimakkaasti työhankaluuteen. Näiden tekijöiden vaikutus työennätyksiin on kuitenkin useimmissa tutkimuksissa syrjäytetty. Näin on tehty siitä huolimatta, että useiden työhankaluuteen vaikuttavien tekijöiden merkitys puiden käyttöarvoa silmällä pitäen on yhtä tärkeä kuin puiden koonkin. Esimerkiksi puiden oksaisuus on ominaisuus, joka yleensä ratkaisevasti vaikuttaa puun käyttöarvoon, mutta on samalla tärkeä työhankaluuden argumentti. Vasta sitten, kun kaikkien työhankaluuteen vaikuttavien tekijöiden vaikutus metsätöissä on tunnettu, voidaan kooltaan ja laadultaan vaihtelevien puiden todellinen arvo metsässä määrätä, ja metsätalouden suunnittelu saa välttämättömästi tarvitsemansa taloudellisen perustan.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on otettu huomioon huomattavasti runsaammin työhankaluuteen vaikuttavia tekijöitä, kuin mitä yleensä on tehty. Jotta näiden kaikkien vaikutus työennätyksiin

saataisiin määrätyksi, on välttämätöntä, että työ jaetaan tutkimusta varten työvaiheisiin siten, että kunkin työvaiheen vaatima aika riippuu pääasiallisesti määrätystä argumentista. Täten vältytään, mikäli mahdollista, useiden tekijöiden yhtäaikaisen vaikutuksen monimutkaisesta analysoinnista. Ottaen huomioon metsätyön suorituksen erikoisolosuhteet ei viimeksi mainittua vaikeutta kuitenkaan voida täysin välttää.

Useiden työhankaluuteen vaikuttavien tekijöiden esiintymisen määrän mittaaminen tuottaa tutkimuksen teolle myös omat vaikeutensa. Läheskään kaikkia työhankaluuteen vaikuttavia metsän ja puiden ominaisuuksia ei näet voida mitata tavallisin mittayksiköin. Jotta mittaaminen tästä huolimatta kävisi päinsä, täytyy monessa tapauksessa turvautua ominaisuuksien esiintymisen määrän arvosteluun sopivaa luokitusmenetelmää käyttäen. Tuonnempana esitetään, millaisia luokituksia tässä tutkimuksessa on käytetty.

Tämän tutkimuksen erikoisuutena on vielä huomattava työntekijöiden erilaisuuden yksityiskohtainen huomiointi työennätyksiin vaikuttavana tekijänä. Tämän seikan täydellinen selvittäminen tosin vaatii huomattavasti laajempia tutkimuksia, kuin mitä tässä on ollut tilaisuus suorittaa, mutta antavat tämänkin tutkimuksen tulokset jo viitteitä siihen, mitkä työntekijän ominaisuudet missäkin määrin vaikuttavat metsätyön eri vaiheisiin. Tärkeänä on myös pidettävä selvitystä siitä, *vaikuttavatko metsän ja puiden määrätyt laatuominaisuudet eri tavoin työhankaluuteen erilaisten työntekijöiden työskennellessä.*

Tutkimuksessa on seurattu kaikkiaan 15 työläisen työskentelyä, ja aineisto käsittää noin 1 600 kuusipuun paperipuiksi teon. Tutkimuksia on suoritettu kolmella eri työmaalla eri puolilla Etelä-Suomea. Joulukuulla v. 1934 tutkittiin paperipuun tekoa Viljakkalan pitäjässä sijaitsevien Anttilan ja Virren talojen metsissä Hammarén & C:o O/Y:n työmaalla. Tällä työmaalla seurattiin vain yhden työntekijän työskentelyä, koska haluttiin aluksi tarkastaa työajan työvaiheisiin jakoa ja tutkimusmenetelmää yleensä. Vuodenajasta huolimatta ei tutkimusaineiston keräämisaikana ollut maassa lunta juuri ollenkaan, joten työ tässä suhteessa oli kesätekoon verrattavissa. Ajoittainen pakkanen teki sitävastoin mahdolliseksi selvittää pakkasen vaikutuksen paperipuiden tekoon. Valmistettu paperipuu oli 1.2 m. pituista ja puolipuhtaaksi kuorittua. Kesäkuussa 1935 jatkettiin tutkimusta Vilppulassa Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen kokeilualueen metsässä. Siellä tutkittiin 4 työläisen työskentelyä. Valmistettu paperipuu oli 1 m. pituista ja puolipuhtaaksi kuorittua. Vuoden 1935 loka-joulukuulla jatkettiin tutkimusta edelleen Metsä-

tieteellisen Tutkimuslaitoksen kokeilualueella Raivolassa, jossa seurattiin 10 työntekijän työtä. Valmistetut puut olivat 2 m pitkiä ja puolipuhtaiksi kuorittuja. Metsät kaikilla tutkimuspaikoilla olivat mustikkakankailla.

Jos tutkimusaineiston laajuutta verrataan vastaaviin aineistoihin aiemmin suoritetuissa tutkimuksissa, on se niihin verrattuna moninkertainen. Yleensä käsittävät aineistot vain aivan pienen puumäärän vaihdellen puuluku noin 100—300 kpl. Ainoastaan tekijän mäntytukkien tekoa käsittelevän tutkimuksen aineisto käsitti 750 puuta. Aineiston riittävän laajuuden tässä tutkimuksessa todistaakin mitä parhaiten työaikajakaantumissarjojen vinoa normaalikäyrää muistuttava säännöllinen muoto. Työaikajakaantumissarjan edellä mainittua muotoa onkin pidettävä aineiston riittäväisyyden perustunnuksena työaikatutkimuksissa.

Vaikkakaan toistaiseksi ei ole suoritettu suoranaisia tutkimuksia työaikajakaantumissarjojen muodon määräämiseksi, on luonnollista, että ne muistuttavat normaalikäyrää, ja niiden vinous riippuu työn ulkoisten edellytysten ja työntekijöiden laadusta. Toistaiseksi on aineiston tarkastelussa tyydyttävä siihen, että määrättyä argumentin arvoa vastaa aikajakaantumissarja, jonka kuvaaja on suunnilleen normaalikäyrän muotoinen. Tarkemmassa aineiston tarkastelussa on vielä syytä verrata edellisessä argumenttina pidetyn ominaisuuden jakaantumissarjaa kaikissa niissä tapauksissa, missä työaika on ollut sama. Vasta siinä tapauksessa, että ominaisuuksien jakaantumissarjat molemmissa tapauksissa ovat suunnilleen normaalikäyrän mukaista jakaantumista vastaavat, ja että lisäksi vielä on voimassa se ehto, että argumenttina olevan ominaisuuden jatkuvaa muuttumista vastaa funktion arvon säännöllinen ja jatkuva muuttuminen, voidaan aineistoa pitää varmasti riittävänä. Työajan hajaantumisen määrätyn argumentin arvolla aiheuttaa työntekijöiden erilaisuuden lisäksi se, että työennätykseen metsätöissä vaikuttaa aina useampia tekijöitä kuin se, jota pidetään argumenttina. Mitä laajempaa työvaiheryhmää tarkastetaan, sitä useammat sivutekijät vaikuttavat työennätykseen ja aiheuttavat poikkeuksia työaikaan. Näin ollen vaaditaan epätarkkaa työvaihejakoa käytettäessä suhteellisen laaja aineisto, ennenkuin keskiarvot ovat varmoja, ja missään tapauksessa ei sivutekijöiden vaikutusta voida täysin eritellä. Jos halutaan tutkimuksen avulla yksityiskohtaisia tuloksia, täytyy työvaihejako siis tehdä riittävän tarkka ja siten, että laadultaan erilaiset ja eri tekijöistä riippuvat työt tulevat eri työvaiheisiin.

Työn kulku paperipuun teossa on keskimäärin seuraava. Saatuaan valmiiksi tehdyt paperipuut pinotuiksi valitsee tekijä jonkin

kaadettavaksi merkityn puun ja siirtyy työkaluineen sen juurelle. Jo puuta lähestyessään hän tekee huomioita puun kaatosuunnasta voidakseen heti puun luo päästyään ryhtyä kaatotyöhön. Hieman etäämmältä onkin monessa tapauksessa parempi arvostella edullisinta kaatosuuntaa kuin aivan puun juurelta. Puulta toiselle siirtyminen on tutkimuksessa huomioitu yhtenä työvaiheena. Työvaiheen vaatimaan aikaan vaikuttavana tekijänä on huomioitu siirtymismatkan pituus metreinä. Siirtymismatkana on pidetty puiden suoraa välimatkaa huolimatta siitä, miten tekijä on matkan kulkenut. Matkan pituus on arvioitu askelmitan perusteella. Mittausmenetelmän käyttöön oikeuttaa se, ettei työntekijä juuri koskaan kulje suoraan puiden välimatkaa, ja välimatkan tarkka mittaaminen on tämän vuoksi merkityksetön.

Kaadettavalle puulle tultua ryhdytään sen kaatamiseen. Kaatotyössä voidaan erottaa useita työvaiheita, joista huomattavimmat ovat valmistavat työt kaatoa varten, kaatosahaus ja kaatokolon teko. Näitä työvaiheita ei tutkimuksessa kuitenkaan ole erotettu toisistaan, koska koko kaatoaikakin on verrattain pieni osa koko paperipuiden tekotyöstä. Kaatoaikana on siis huomioitu koko puun kaatamiseen kuluva aika. Kaatoajasta vie suurimman osan kaatosahaus. Tämän työvaiheen aika riippuu ratkaisevasti kaatoleikkauksen läpimitasta. Tutkimusta varten onkin tämän vuoksi mitattu kaatoleikkauksen läpimitta. Läpimittana on pidetty kahden ristiin mitatun halkaisijan keskiarvoa, ja mittaus on tapahtunut ½ tuuman tarkkuudella. Tuumamittojen käyttöä puolustaa se, että puiden koko on tutkimuksessa määrätty kuutiojalkoina, jota mittaa Suomessa pystypuiden kokoa määrättäessä toistaiseksi melkein yksinomaan käytetään. Kaatoleikkauksen läpimitan mittausta ei myöskään ole mitään syytä tehdä ½″:aa tarkemmin, sillä jo leikkauksen epäsäännöllinen muoto aiheuttaa mittaussuunnasta riippuen usein huomattavastikin suurempia poikkeuksia tuloksiin kuin käytetty mittaustarkkuus.

Jos kaadettavia puita on metsässä suhteellisen harvassa, ryhtyy tekijä kaadettuaan puun sen valmistamiseen paperipuiksi. Jos puita sitävastoin on tiheässä tai ryhmissä, voi tekijä kaataa yhteen menoon useampia puita ja vasta senjälkeen ryhtyä niitä valmistamaan. Siirtymiseen kuluva aika ei näinkään menetellen tule tavallista suuremmaksi, vaikkakin puulta toiselle joudutaan siirtymään useampaan kertaan, sillä kaikissa työvaiheissa joudutaan siirtymään kuitenkin aina puun pituinen matka, joten siirtymisaikaa lisäämättä voidaan aina päästä siirtymään helposti uudelle läheisemmälle puulle, koska runkojen välimatka työaikana tapahtuvaan siirtymiseen verraten on aivan vähäinen.

Ensimmäinen työvaihe kaadetun rungon käsittelyssä on karsiminen. Karsimisaika runkoa kohden riippuu ratkaisevasti puun suuruudesta ja oksaisuudesta. Puun koko, jonka tunteminen on tarpeellinen muidenkin työvaiheiden vaatiman ajan tutkimisessa, määrättiin mittaamalla puun kokonaispituus, läpimitta rinnan korkeudelta ($D_{1.3}$) ja läpimitta puun keskeltä (D_m). Puut kuutioitiin pituuden ja keskiläpimitan perusteella.

Puiden oksaisuutta on vaikea absoluuttisesti mitata, ja vaikkakin tällainen mittaus olisi mahdollinen, ei sitä työaikatutkimuksessa sen suuritöisyyden vuoksi voitaisi eikä ole syytäkään käyttää. Oksaisuus onkin tämän vuoksi määritelty sopivaa luokitusta käyttäen. Puiden oksaisuus on jaettu 3 luokkaan seuraavasti:

Luokka I: Keskinkertaista ohuemmat oksat, $d < 1$ cm ja (tai) harvaoksainen puu, $d < 1.5$ cm.
» II: Keskinkertaisen paksuoksainen puu, oksien $d < 1.5$ cm ja (tai) kohtalaisen tiheä ja ohutoksainen puu, oksien $d < 1$ cm.
» III. Paksuoksainen puu, oksien $d > 1.5$ cm ja (tai) erittäin tiheäoksainen puu.

Puiden karsiminen tapahtuu tavallisesti kahdessa vaiheessa. Ensin karsitaan rungon yläpuoli ja sivut. Tämän jälkeen käännetään runkoa ja karsitaan alapuoli. Vähäoksaiset puut karsitaan kuitenkin usein yhtäjaksoisesti ympäri rungon.

Kun runko on karsittu, ryhdytään kuorintaan. Kuorinta suoritetaan kuorimaraudalla l. petkeleellä. Työkalun muodostaa kolmiomainen terä, joka on tupella yhdistetty puiseen varteen. Puiden koko ja oksaisuus sekä kuoren paksuus vaikuttavat kuorimiseen kuluvan ajan pituuteen. Kuoren paksuus on huomioitu kolmessa paksuusluokassa (Aro 1935). Käytetty luokitus on seuraava:

Luokka I: Kuoren paksuus keskimäärin alle 5 mm, kuori yleensä tasapintaista ja elävää ilman varsinaista kaarnamuodostumaa.
» II: Kuoren paksuus keskimäärin noin 5 mm, kuoren pinnalla ohut kaarnamuodostuma.
» III: Kuoren paksuus keskimäärin yli 5 mm, kuoren pinnalla huomattavasti kaarnaa.

Kuorinnan jälkeen seuraa rungon pölkyttäminen. Tyvipäästä lähtien katkotaan runko paperipuun mittaa vastaaviin kappaleisiin.

Pölkytystä jatketaan latvaan päin siksi, kunnes latvasta ei enää saada minimiläpimittaista pölkkyä. Katkosahauksessa käytetään rungon alla sitä kannattamassa kolmijalkaista pukkia.

Oman erikoisen työvaiheryhmän muodostaa valmistettujen paperipuiden pinoaminen. Metsään tehtävät pinot ovat yleensä pieniä sisältäen vain muutaman pm^3 puita. Pinottaessa puut pieniin pinoihin vältytään kokoamasta puita pinoon suhteettoman laajalta alalta. Jotta vältettäisiin mittauksen epätarkkuus ja osittain ajan helpottamiseksi on pienin pino, jonka saa tehdä, määrätty ½—1 pm^3:n suuruiseksi. Pinoamisessa erotetaan seuraavat työvaiheet: pinon pohjan teko, pölkkyjen siirtäminen pinon läheisyyteen ja varsinainen pinoaminen. Jos pölkyt ovat hyvin suppealla alalla, voidaan ne kuitenkin suoraan maasta panna pinoon. Tutkimuksessa on huomioitu erikseen kaikki kolme mainittua työvaihetta. Pinopohjan muodostaa kaksi aluspuuta, joiden päälle puut ladotaan sekä pinon päissä olevat pystysuorat tukipuut, jotka on yläpäästään yhdistetty toisiinsa vaakasuorilla sidepuilla. 2-metrisille pölkyille käytetään pinon molemmissa päissä kahta pääpuuta, 1-metrisille yhtä. Mainittu eroavaisuus vaikuttaa melkoisesti pohjantekoaikaan. Pölkkyjen siirtoon pinon läheisyyteen kuluva aika riippuu alueen laajuudesta, jolta pinoon tulevat pölkyt on koottava. Osittain vaikuttaa asiaan myös pölkkyjen pituus ja läpimitta. Varsinainen pinoamisaika riippuu viimeksi mainituista tekijöistä. Pölkkyjen kokoamisalueen laajuuden mittana on käytetty alueen arvioitua keskimääräistä sädettä metreinä. Pölkkyjen läpimitta on mainittu siten, että on laskettu, montako pölkkyä on ollut pinossa ja jakamalla tämä luku pinon sivun m^2-luvulla saadaan tulokseksi, montako pölkkyä menee keskimäärin pinon sivun m^2:lle. Kiintomittataulukoita (Tapio 1930) apuna käyttäen voidaan tästä luvusta määrätä pölkkyjen keskimääräinen läpimitta.

Edellä esitettyjen työvaiheiden lisäksi on tutkimuksessa otettu huomioon myös työn kestäessä lepoon käytetty aika. Aika on luettu lepoajaksi, vaikka työntekijä istuessaan on teroittanut työkalujaan.

Ilman lämpötilan työennätyksiin aiheuttaman vaikutuksen selvittämiseksi on ilman lämpö mitattu Celsius-lämpömittarilla. Mittaus suoritettiin kaksi kertaa, nimittäin aamulla työn alkaessa ja keskipäivällä.

Tutkimuksessa tehdyt aikamittaukset on suoritettu pysäytyslaitteella varustetulla kellolla, jonka taulu on jaettu laskutyön helpottamiseksi sadasosa minuutin asteikkoon. Osittaisaikojen tarkistamiseksi on aika ruokaväleittäin määrätty myös tavallisella kellolla. Osa-aikojen summa on yleensä huomattavan suurella tarkkuudella vastannut kokonaisaikaa.

Kunkin työntekijän työtä on seurattu joka päivä aamusta iltaan yhden viikon ajan.

Seuraavassa asetelmassa 1 esitetään lopuksi tutkittujen työntekijöiden työennätyksiin vaikuttavia ominaisuuksia sekä heidän käyttämiensä työkalujen laatu.

Taulukkoon on merkitty muutamien työntekijöiden sellaisia ominaisuuksia, joiden on oletettu vaikuttavan työennätyksiin (Lowry 1927). Samoin on taulukossa maininnat siitä, missä kunnossa käytetyt työkalut ovat olleet. Työkalujen kuntoisuus on ilmaistu kolmea luokkaa käyttäen, nimittäin I työkalujen kunto hyvä, II kohtalainen ja III huono. Työkalujen kuntoisuusluokituksen perustana on ollut silmämääräinen arvostelu, jota on tarkistettu tekemällä havaintoja siitä, missä määrin eri työntekijät ovat teräaseiden kiviin tai muihin terävyyttä vioittaviin esineisiin käytyä ne heti kunnostaneet. Kirveen kuntoisuutta kuvaavana on pidetty myös teroituskulmaa sekä hiontapinnan muotoa. Parhaassa kuntoisuusluokassa on teroituskulma pieni ja hiontapinnat suorat tai hieman sisäänpäin kuperat. Teroituskulman suurentuessa ja hiontapinnan käydessä ulos päin kuperaksi on kirves luettu harkinnan mukaan alempiin kuntoisuusluokkiin. Kirveen terän leikkaavan särmän mahdollinen sahalaitaisuus ja koloisuus on myös kuntoisuutta alentavana tekijänä otettu huomioon.

Kuntoisuusluokka I: Kirveet, joiden teroituskulma on pieni (noin 10—11°), hiontapinta suora tai sisäänpäin kovero ja leikkaava särmä ilman sahalaitaisuutta.

Kuntoisuusluokka II: Kirveet, joiden teroituskulma on hieman suurempi kuin edellisessä luokassa, hiontapinta hieman kupera ja leikkaavassa särmässä pientä sahalaitaisuutta.

Kuntoisuusluokka III: Kirveet, joiden teroituskulma on huomattavasti suurempi kuin luokassa I, hiontapinta huomattavasti kupera ja leikkaavassa särmässä huomattavasti koloja.

Sahojen kuntoisuusluokituksessa on pidetty silmällä sekä kehystä että sahan terää.

Kuntoisuusluokka I: Kehys sellainen, että terää voidaan mielin määrin jännittää, terä suora, hampaat tasamittaisia ja hampaitten jaoitus tasainen sekä hampaat hyvin teroitettuja.

Kuntoisuusluokka II: Hieman edellistä lievemmät vaatimukset. Missään edellä mainitussa kuntoisuussuhteessa ei kuitenkaan saa esiintyä huomattavaa puutteellisuutta.

Kuntoisuusluokka III: Sahan kuntoisuus jossakin edellä mainitussa suhteessa huomattavasti I-luokan vaatimuksia alhaisempi tai useassa suhteessa melkoista alhaisempi. Hampaat erimittaiset

Asetel-

Selostus aineistossa esiintyvistä työn-

1 Työnteki-jän N:o	2 Ikä	3 Pituus	4 Ruumiin-rakenne	5 Ravitse-mustila	6 Yritys	7 Toiminta-nopeus	8 Työkoke-mus paperi-puunteossa	9 Kirves a Laatu	9 Kirves b Kunto
1.	34	165	hoikka jäntevä	laihahko	hyvä	keskinkert.	yli 10 v.	Kellokoski 12. 5. II	I
2.	42	174	normaali	»	erinom.	nopea	»	Kellokoski 1	I
3.	19	178	hento	laiha	heikko	hidas	2 v.	Billnäs 13	II
4.	36	182	vankka	»	hyvä	keskink.	yli 10 v.	Kellokoski 7	II
5.	34	164	normaali	normaali	erinom.	»	»	leveäteräinen valm. tuntematon	I
6.	28	172	»	lihavahko	tavall.	»	noin 10 v.	Billnäs 12	I
7.	29	174	vankka	normaali	heikko	hidas	»	» 12	II
8.	20	176	hoikka	hyvin laiha	erinom.	nopea	noin 5 v.	» 13	II
9.	29	173	hento	laiha	heikko	hidas	2 v.	» 13	III
10.	24	168	normaali	normaali	tavall.	keskink.	3 v.	» 13	II
11.	28	168	»	»	hyvä	»	10 v.	» 12.1	II
12.	30	168	vankka	lihavahko	»	»	»	» 12.1	I
13.	25	172	normaali	laihahko	erinom.	nopea	5 v.	» 12.1	I
14.	22	165	»	normaali	hyvä	keskink.	4 v.	» 12.1	II
15.	24	165	vankka	»	tavallinen	»	1 v.	» 12.2	II

ja seassa katkenneita hampaita, jaoitus epätasainen. Terä katkeamisen jälkeen niitaten jatkettu tai alamittainen.

Kuorimaraudan kuntoisuutta on arvosteltu seuraavilla perusteilla:

Kuntoisuusluokka I: Terä valmistettu sellaisesta teräksestä, että sen kovuusaste ja karkaisu vastaa työn asettamia vaatimuksia siten, ettei terä lohkeile eikä myös liian pehmeänä taivu. Terän leikkaava särmä terävä ilman sahalaitaisuutta.

Kuntoisuusluokka II: Terän raaka-aineeseen nähden samat vaatimukset kuin edellä, mutta teroitus ei täysin ensiluokkainen.

Kuntoisuusluokka III: Terä liian kova tai liian pehmeä, josta johtuu, että teroituksesta huolimatta terän kunto epätyydyttävä, koloinen ja tylsä.

Pukin kuntoisuusluokitus on seuraava.

Kuntoisuusluokka I: Pukki keskikokoinen, kevyt, luja ja ehyt.
» II: Pukki iso ja raskas, luja ja ehyt.
» III: Pukki erittäin raskas tai rikkinäinen.

ma 1.

tekijöista ja heidän työkaluistaan.

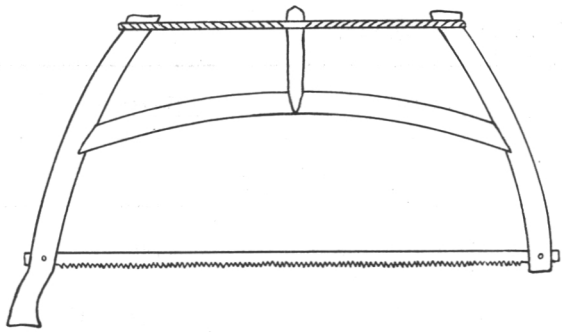
10 Saha			11 Kuorimarauta		12 Pukki		13 Mittakeppi		14	15	16
a		b	a	b	a	b	a	b			
Laatu		Kunto	Laatu	Kunto	Laatu	Kunto	Laatu	Kunto	Työkalujen yleiskunto	Työntekijän yleisarvolause	Työpäivän keskim. pituus
Sandviken	392	I	tavallinen tehdasrauta	I	kevyt	I	paksu	I	hyvä	9	6 t 54′
»	392	I	»	I	iso	II	»	I	»	9	6 t 10′
»	99	III	»	II	heikko	III	heikko	III	huono	6	7 t 35′
»	392	I	»	II	keski-kokoa	I	ohut	II	hyvä	8	6 t 24′
»	99	I	kotitekoinen ohut terä kouru	I	pieni	I	tavallinen	II	»	10	7 t 20′
»	99	II	tavallinen tehdasrauta	I	eritt. iso	III	paksu	I	keskinkert.	7	7 t 29′
»	392	II	»	II	normaali	II	»	I	»	6	6 t 11′
»	99	III	»	II	ei käyttänyt pukkia		heikko	III	huono	7	5 t 56′
»	99	III	liian pehmeä terä	III	huono	III	huono	III	»	6	6 t 24′
»	99	II	tavallinen tehdasrauta	II	normaali	II	paksu	I	keskinkert.	7	6 t 18′
»	99	II	»	II	tavallinen	II	mittana sahan poka	I	»	8	5 t 45′
»Orsa»		I	»	II	»	I	»	I	hyvä	8	6 t 13′
Sandviken	99	I	»	I	»	II	»	I	»	10	6 t 23′
»	99	III	»	II	»	III	»	II	keskinkert.	7	5 t 24′
»	99	II	»	II	normaali	II	tavallinen	II	»	8	5 t 52′

Mittakepin laatu ja kuntoisuus on määrätty täysin arvion perusteella ilman luokitusohjeita, koska mittakepin tarkka pituus on sen tärkein laatuominaisuus ja sen täytyy pakosta olla kaikilla oikein.

Seuraavat kuvat esittävät paperipuiden teossa käytettyjä työkaluja.

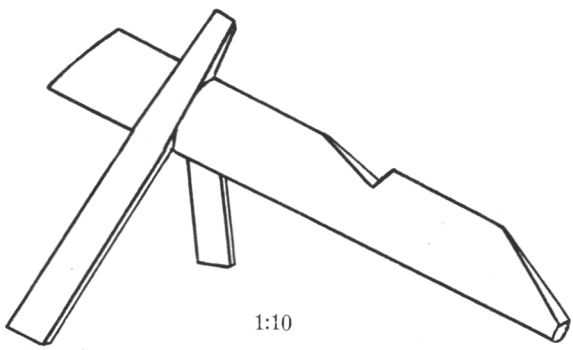
Työläisten ominaisuudet on luonnollisesti voitu absoluuttisesti määrätä vain ikään, pituuteen ja työkokemuksen pituuteen nähden. Ruumiin rakenteen määrittely on tehty vertaamalla painoa pituuteen ja otettu arvostelussa huomioon myös ravitsemustila. Jos paino on suunnilleen vastannut yli yhden metrin menevän pituuden senttimetrilukua ja ravitsemustila on ollut normaali, on ruumiin rakennetta pidetty normaalisen vankkana. Painon poiketessa senttimetriluvusta useita kiloja on ruumiin rakenne merkitty hoikaksi tai vankaksi, aina kuitenkin ottaen ravitsemustila huomioon.

Muut ominaisuuden määrät perustuvat arvioon, joka on tehty niiden havaintojen perusteella, mitä työtä seurattaessa on tehty. Arviot voivat täten olla melko subjektiivisiakin, mutta kun ne kui-



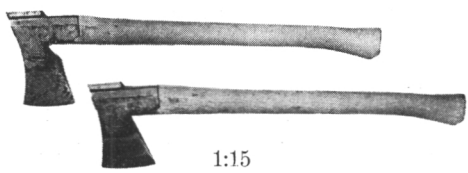
1:15

Suomalainen jännesaha.



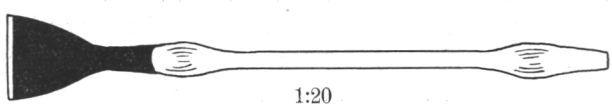
1:10

Sahauspukki.



1:15

Suomalainen kirves.



1:20

Kuorintapetkele.

Suomalaisen paperipuuntekijän työvälineet.

tenkin on tehty tutkimustuloksia tuntematta, antavat ne sentään viitteitä siihen, mitkä työntekijän ominaisuudet ovat omiaan parantamaan työennätyksiä paperipuiden teossa.

Taulukon viimeisessä sarekkeessa on vielä esitetty kunkin työntekijän työpäivän keskimääräinen pituus. Päivän pituudeksi on tällöin laskettu se aika, jonka työläinen on ollut metsässä ruoka-aikaa mukaan lukematta, mutta vähentämättä työn kestäessä sattuneita lepohetkiä. Tehollisen työpäivän pituus on keskimäärin 6 t. 25 min. Eri työläisten työpäivän pituus vaihtelee melkoisesti. Se johtuu etupäässä siitä, ettei työtä sadepäivinä ole aina tehty täyttä päivää. Ottamalla huomioon metsään meno- ja sieltä paluuaika, muodostuu työpäivän pituus kuitenkin keskimäärin aina 8-tuntiseksi. Varsinaiseen työhön metsässä käytetty aika ei sitä kuitenkaan yhdessäkään tapauksessa ole. Tehokas työaika on ollut huomattavasti pitempi kuin mitä se useimmissa tapauksissa on tukkientekotyössä. Se johtuu lähinnä siitä, että paperipuiden teossa työskentelee kukin tekijä täysin toisista riippumatta, joten metsätöittemme heikko organisatio ei voi lyhentää tehollista työaikaa, kuten tukkien teossa on asian laita. Kesäteon aikana lisää työpäivän pituutta myös valoisan ajan pituus talvipäivään verrattuna.

III. Tutkimustulokset.

A. Kokonaistyöajan jakaantuminen eri työvaiheisiin paperipuiden teossa.

Kuten työaikatutkimuksissa yleensä tarkastetaan seuraavassakin aluksi kokonaistyöajan jakaantumista eri työvaiheiden kesken. Työajan jakaantuminen on laskettu erikseen kullekin tekijälle. Näin on menetelty sen vuoksi, että saataisiin selville, millaisia vaihteluja työajan jakaantumisessa eri tekijöiden työskentelyssä esiintyy. Vaihtelut voivat aiheutua monista tekijöistä, mutta tarkastamalla eri tekijöiden keskiarvoja voidaan kuitenkin päätellä, miten työaika keskimäärin jakaantuu normaalisiksi katsottavissa olosuhteissa.

Kokonaistyöajan jakaantuminen on tarkastelua varten jaettu seuraaviin päätyövaiheisiin: siirtyminen puulta toisella, puun kaato, karsiminen, kuoriminen, pölkyttäminen, pinoaminen ja lepoon käytetty aika. Työvaiheet karsiminen, kuoriminen ja pölkyttäminen jaettiin vielä kahteen osaan, nimittäin varsinaiseen päätyöhön sekä satunnaisluontoisiin sivutöihin ja siirtymisiin sekä pinoamistyö kolmeen osaan, nim. pohjantekoon, pölkkyjen siirtämiseen ja varsinaiseen pinoamiseen. Näin meneteltiin sen vuoksi, että eri työvaiheiden vaatimaa aikaa voitaisiin paremmin tutkia määrätyistä tekijöistä riippuen, kun satunnaisten tekijöiden aiheuttama ajan menekki voidaan eroittaa varsinaisesta päätyön viemästä ajasta.

Seuraava asetelma esittää kokonaistyöajan jakaantumista eri tekijöiden työskennellessä. Asetelmassa olevat työntekijät on jaettu kolmeen ryhmään sen perusteella, minkä pituista valmistettu paperipuu on ollut. Pölkkyjen pituus oli näet erilainen jokaisella kolmella työmaalla, missä tutkimuksia suoritettiin. Kuorinta-ase sitävastoin oli aina sama. Paperipuut kuorittiin aina puolipuhtaiksi.

Asetelmasta nähdään, että eniten aikaa vievä työvaihe on kuorinta, jonka osuus koko työajasta on keskimäärin 35.9 %. Seuraava järjestyksessä on pölkytys, 19.9 % ja sen jälkeen pinoaminen, 16.3 %.

Asetelma 2.

Eri työvaiheet %:eina koko työajasta puolipuhtaaksi kuorittujen paperipuiden teossa.

Pölkkyjen pituus 2.0 m.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tekijän N:o	Siirtyminen puulta toiselle	Puun kaataminen	Karsiminen	Sivutyöt	Karsiminen kaikkiaan	Kuoriminen	Sivutyöt	Kuorimistyö kaikkiaan	Pölkyttäminen	Sivutyöt	Pölkyttäminen kaikkiaan	Pohjan teko	Pölkkyjen siirrot	Pinoaminen	Pinoamistyö kaikkiaan	Lepoa	Yhteensä	Puiden keskikuutio
1	4.8	7.2	13.0	1.0	14.0	32.4	2.0	34.4	13.2	2.5	15.7	8.2	5.0	5.6	18.8	5.1	100.0 %	6.23
2	3.4	6.4	10.1	0.7	10.8	34.6	3.2	37.8	13.0	3.1	16.1	8.9	5.7	5.9	20.5	5.0	»	5.65
3	3.7	6.1	10.7	0.8	11.5	38.0	2.6	40.6	12.0	3.4	15.4	8.8	5.8	6.1	20.7	2.0	»	5.83
4	3.5	4.1	12.7	2.4	15.1	39.3	1.8	41.1	11.1	3.4	14.5	6.7	4.2	5.2	16.1	5.6	»	5.85
5	4.2	6.1	14.5	2.0	16.5	27.2	2.6	29.8	15.6	4.0	19.6	8.4	4.8	6.7	19.9	3.9	»	6.26
6	3.4	7.0	15.6	1.7	17.3	27.2	1.5	28.7	14.8	2.9	17.7	7.0	6.4	4.9	18.3	7.6	»	7.16
7	4.4	6.6	5.9	1.1	7.0	34.3	2.6	36.9	15.2	4.3	19.5	8.3	3.6	4.4	16.3	9.3	»	4.94
8	2.7	6.5	9.8	1.6	11.4	33.1	1.1	34.2	18.5	3.3	21.8	8.1	4.8	5.6	18.5	4.9	»	7.17
9	4.0	7.5	6.9	0.7	7.6	35.2	2.9	38.1	12.6	4.7	17.3	7.6	4.8	5.1	17.5	7.9	»	5.17
10	2.8	6.8	9.0	1.0	10.0	41.7	2.9	44.6	12.8	3.2	16.0	5.5	4.9	4.2	14.6	5.2	»	5.40
M 1—10	3.7	6.4	10.8	1.3	12.1	34.3	2.3	36.6	13.9	3.5	17.4	7.7	5.0	5.4	18.1	5.7	100 %	5.97
	Pölkkyjen pituus 1.0 m.																	
11	2.3	5.3	12.4	0.8	13.2	29.2	1.6	30.8	20.8	2.2	23.0	4.8	2.0	7.6	14.4	11.0	100.0 %	7.16
12	2.2	5.9	9.9	1.1	11.0	30.0	2.3	32.3	17.4	1.9	19.3	5.1	2.2	7.0	14.3	15.0	»	6.85
13	1.6	5.6	8.9	0.9	9.8	37.8	1.6	39.4	25.1	1.1	26.2	5.0	2.1	7.8	14.9	2.5	»	9.13
14	0.8	7.9	11.7	0.6	12.3	34.2	1.0	35.2	27.6	0.9	28.5	4.3	1.5	7.0	12.8	2.5	»	7.91
M 11—14	1.7	6.2	10.7	0.9	11.6	32.8	1.6	34.4	22.7	1.5	24.2	4.8	2.0	7.3	14.1	7.8	100.0 %	7.76
	Pölkkyjen pituus 1.2 m. (Talviteko).																	
15	1.7	7.3	14.8	0.6	15.4	33.8	2.9	36.7	17.0	1.1	18.1	6.5	3.1	7.1	16.7	4.1	100.0 %	7.80
Keski-arvojen keskiarvo	2.4	6.6	12.1	0.9	13.0	33.6	2.3	35.9	17.9	2.0	19.9	6.3	3.4	6.6	16.3	5.9	100.0 %	6.54

Karsiminen on vielä vienyt aikaa 13.0 %, mutta siirtyminen puulta toiselle, kaato ja lepo ovat vieneet aikaa suhteellisen vähän.

Asetelman lukuja tarkastetaan vielä seuraavassa lähemmin siinä järjestyksessä, missä työvaiheet on asetelmassa esitetty. Aluksi on tällöin huomattava, että kun kysymyksessä on eri työvaiheiden suhteellinen osuus koko työajasta, vaikuttaa määrätyn työvaiheen poikkeuksellisen suuri osuus alentavasti toisten työvaiheiden suhteelliseen osuuteen. Täten antaa siis työvaiheiden suhteellisten osuuksien tarkastelu vain ylimalkaisen kuvan eri tekijöiden vaikutuksesta työn kulkuun.

Puulta toiselle siirtymiseen käytetty suhteellinen aika vaihtelee eri tekijöiden työskennellessä huomattavasti. Tämän vaihtelun aiheuttaa kuitenkin pääasiassa metsien erilainen tiheys, vaikkakin työntekijöiden erilaiset ominaisuudet sekä työskentelytapa vaikuttavat myös osaltaan siihen.

Puun kaatamiseen kuluva suhteellinen aika vaihtelee yleensä sangen vähän. Tämä johtuu lähinnä siitä, ettei puiden kaatoleikkauksen läpimitta vaihtele varsin paljoa, ja sikäli kuin se vaihtelee, vaihtelee myös puun koko ja sen mukaan myös muitten työvaiheitten vaatima aika (Vuoristo 1933). Merkittävin poikkeus suhteellisessa kaatoajassa esiintyy työntekijällä N:o 4. Poikkeus johtuu osittain tekijän hyvästä ruumiillisesta kunnosta, joka on omiaan lyhentämään raskaimman työvaiheen, kaatosahauksen aikaa, sekä osaksi siitä, että palstan puut olivat tavallista pitempiä ja metsä harvahkoa, joten konkeloon kaatumisen mahdollisuutta ei ollut.

Karsimiseen kulunut suhteellinen aika vaihtelee luonnollisista syistä huomattavasti. Puiden oksaisuus, josta karsimisaika ratkaisevasti riippuu, vaihtelee näet eri metsiköissä sangen paljon. Työntekijöiden N:o 7 ja 9:n tavallista pienempi karsimisaika johtuu siitä, että metsä heidän palstoillaan oli suhteellisen pientä ja vähäoksaista. Puiden pienuus lisäsi kokonaistyöaikaa, mutta vähäoksaisuus alentaa karsimisaikaa, joten suhteellinen karsimisaika muodostuu poikkeavan pieneksi.

Suhteellisen kuorimisajan vaihtelut eivät ole varsin suuria, vaikkakin poikkeuksia puiden koon ja laadun sekä työntekijöiden erilaisen kuntoisuuden vuoksi esiintyykin. Suurimmat poikkeukset esiintyvät työntekijöiden N:o 5 ja 6:n työskentelyä esittävissä aikajakaantumissarjoissa. Syynä poikkeuksiin on pääasiassa se, että palstojen puut olivat keskimääräistä kookkaampia sekä se, että mainitut työntekijät suorittivat karsimisen huolellisesti uhraten siihen tavallista enemmän aikaa, joten kuorimistyö helpottui vastaavasti. Osittain alentaa työntekijän N:o 6 kuorinta-aikaa myös tavallista heikompi kuorinta-aste.

Pölkytykseen kulunut suhteellinen aika vaihtelee verraten vähän samanpituisia pölkkyjä tehneillä työntekijöillä. Pölkkyjen pituuden lyheneminen lisää sitävastoin keskimäärin selvästi pölkytysaikaa.

Pinoamiseen kuluvan ajan vaihtelu seuraa melkoisen säännöllisesti paperipuupölkkyjen pituusvaihtelua. Se johtuu suureksi osaksi pinon pohjan erilaisuudesta 2- ja 1-metrisille pölkyille. 2-metrisille pölkyille käytettiin näet pinossa 2 pääpuuta, 1-metrisille yhtä. Suhteellisen pienien metsäpinojen pohjanteko vie 2-metrisiä pölkkyjä tehtäessä siis enemmän aikaa kuin 1-metrisien puiden pinojen pohjanteko.

Työn kestäessä lepoon käytetyn ajan suhteellinen osuus on keskimäärin sangen pieni, mutta vaihtelee eri työntekijöillä huomattavasti. Lepoajan suuri vaihtelu riippuu lähinnä siitä, kuinka ripeästi työ kokonaisuudessaan suoritetaan. Jos työtä tehdään tavallista rivakammin, vaatii ruumis välillä lepoa enemmän kuin hitaammin työskenneltäessä. Useissa tapauksissa ovat rivakat työntekijät myös tavallista ammattitaitoisempia ja kunnostavat työkalujaan lepoaikoina, joten lepoajat pyrkivät muodostumaan keskimääräistä pitemmiksi.

Tutkimustulosten mukaista kokonaistyöajan jakaantumista eri työvaiheiden kesken on mielenkiintoista verrata muiden tutkimusten mukaiseen vastaavaan työajan jakaantumiseen.

Ensimmäinen vertailu tehdään tekijän tutkimukseen mäntytukkien teosta (Vuoristo 1933). Vertailussa voidaan ottaa huomioon työn erilaisuudesta johtuen vain seuraavat työvaiheet: siirtyminen puulta toiselle, puun kaato, karsiminen ja pölkyttäminen. Pölkyttäminenkään ei tukkien ja paperipuiden teossa täysin vastaa toisiaan, koska paperipuurungot katkotaan paljon lyhyemmiksi kappaleiksi kuin tukit. Tämän eroavaisuuden pienentämiseksi verrataankin seuraavassa tukkien tekoa 2 m. paperipuiden tekoon. Seuraava asetelma esittää työvaiheitten suhteellista osuutta vastaavien työvaiheitten yhteenlasketusta ajasta tukkien ja paperipuiden teossa.

Asetelma 3.

Muutamien työvaiheiden vaatimat suhteelliset ajat paperipuiden ja mäntytukkien teossa.

	Siirtyminen puulta toiselle	Puun kaataminen	Karsiminen	Pölkytys	%
Paperipuiden teko (2 m. pölkyt)	9.3	16.1	30.6	44.0 =	100
Mäntytukkien teko	11.2	32.0	22.8	34.0 =	100

Asetelmasta nähdään, että suhteellinen siirtymisaika paperipuiden teossa on jonkin verran pienempi kuin tukkien teossa. Erotus johtuu siitä, että tukkileimikot ovat huomattavasti harvempia kuin paperipuuleimikot. Todellisuudessa pitäisi siirtymisaikojen erotuksen olla huomattavasti suurempi kuin %-luvut osoittavat. Eroa pienentää huomattavasti se, että paperipuiden teossa on työkalujen määrä noin kaksi kertaa suurempi kuin tukkien teossa, joten niiden mukana kuljettaminen ja kokoaminen hidastaa siirtymistä.

Mäntytukkien kaatamiseen kuluva aika on suhteellisesti yli kaksi kertaa pitempi kuin paperipuiden kaatamiseen kulunut aika.

Tämä johtuu osaksi siitä, että paperipuut kuusipuina ovat keskimäärin oksaisempia kuin männyt, joten niiden karsimisaika on suhteellisen pitkä, ja kun lisäksi paperipuiden katkominen pölkkyjen lyhyyden vuoksi vie myös enemmän aikaa kuin tukkien katkominen, muodostaa paperipuiden kaataminen suhteellisesti pienemmän osan työajasta kuin tukkien kaato. Erotus edellisestä johtuen ei kuitenkaan voi olla niin suuri kuin %-luvut osoittavat, vaan vaikuttaa erotukseen myös se, että tukkipuut Perä-Pohjolan puina ovat olleet melkoista tyvekkäämpiä kuin paperipuut Etelä-Suomessa.

Seuraavassa verrataan työajan jakaantumista amerikkalaisten metsätyötutkimusten tuloksiin. Olosuhteet sekä puiden koko eroavat tosin sangen suuresti toisistaan, mutta vertaus on siitä huolimatta mielenkiintoinen. Vertailu voidaan tehdä kaatamisen, karsimisen ja pölkyttämisen osalta. Amerikkalaiset tiedot työajan jakaantumisesta on saatu. B. Bruce'in (1922) ja Axel J. F. Brandstrom'in (1933) tutkimuksista. Asetelma 4 esittää mainittujen työvaiheiden suhteellista suuruutta tämän tutkimuksen tekijän tukkientekotutkimuksen (Vuoristo 1933) ja amerikkalaisten tutkimusten mukaan.

Asetelma 4.

Muutamien työvaiheiden suhteelliset pituudet tukkien ja paperipuiden teossa.

	Kaatominen	Karsiminen	Pölkytys	Rungon keskim. läpimitta D 1.3 m.	Puulaji
Paperipuiden teko (2 m) ..	17.7	33.8	48.5 = 100 %	7″	Kuusi
Tukkien teko (Vuoristo) ...	36.0	25.6	38.4 = 100 »	9″	Mänty
Tukkien teko (Bruce)	36.4	25.0	38.6 = 100 »	36″	Keltamänty
Tukkien teko (Brandstrom)	50.0	5.3	44.7 = 100 »	36″	Douglaskuusi
Tukkien teko (Brandstrom)	53.2	6.4	40.4 = 100 »	26″	Hemlock

Asetelmasta nähdään, että suhteellinen pölkytysaika on kaikkien tutkimusten mukaan suunnilleen sama. Karsimis- ja kaatamisaika vaihtelee sitävastoin suuresti. Kaatotyö näyttää vievän sitä enemmän aikaa, mitä kookkampia puut ovat. Karsimisen vaatima aika taas pienenee puiden suurentuessa. Poikkeuksen tekee tosin keltamänty, jonka karsimisaika on suhteellisen suuri suuresta koosta huolimatta. Keltamänty Sierra Nevada'lla onkin harvassa kasvava ja siten suhteellisen paksuoksainen puu, jota vastoin etenkin douglas-kuusi puhdistuu erittäin hyvin oksistaan ja hemlock on taas yleisesti ohutoksainen (Ilvessalo—Jalava 1930).

B. Siirtyminen puulta toiselle.

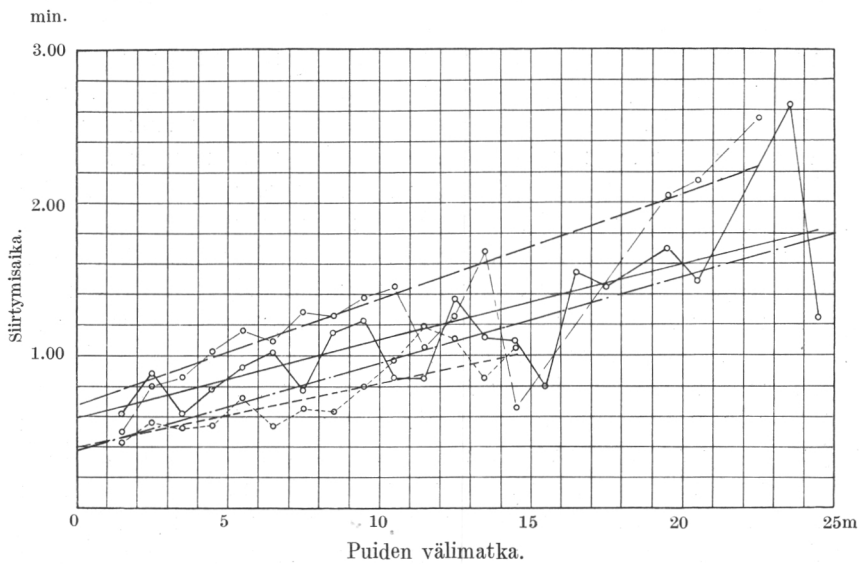
Eräs metsätyön luonteenomainen piirre on se, että työntekijä joutuu työskennellessään siirtymään puulta toiselle voidakseen työn suorittaa. Tällaista siirtymistä tapahtuu melkein alati työn kestäessä, mutta selvimpänä esiintyy siirtyminen työntekijän siirtyessä puulta toiselle.

Puulta toiselle siirtyminen ei supistu ainoastaan puiden välimatkan kulkuun, vaan täytyy työntekijän kuljettaa mukanaan myös työkalunsa. Siirtymistyö voidaan siten jakaa kahteen osaan, nimittäin varsinaiseen siirtymiseen ja työkalujen kuljettamiseen. Tällainen jaotus on tarpeen sen vuoksi, että työkalujen kuljetustapa vaihtelee puiden välimatkasta riippuen. Jos välimatka on aivan lyhyt, heittää tekijä työskennellessään tarpeettomiksi käyneet työkalut jo määrättyä puuta valmistaessaan seuraavalle puulle, ja siirtyminen supistuu siten vain siirtymiseen puulta toiselle. Jos puiden välimatka on pitkähkö, kuljettaa tekijä työkalut mukanaan puulta toiselle. Näin menetellen kuluu työkalujen kokoamiseen jonkin verran aikaa, joka aika on tutkimuksessa luettu siirtymisaikaan, ja pidentää sitä siis suhteellisesti puiden välimatkan pitentyessä. Toiselta puolen on kuitenkin huomattava, että siirtymisnopeus on yleensä sitä suurempi, mitä pitempi puiden välimatka on (Vuoristo 1933). Pitkää puiden välimatkaa kulkiessa muodostuu siirtymisnopeus näet tavallista kävelynopeutta vastaavaksi, mutta lyhyillä valimatkoilla se on paljon hitaampaa. Syynä ilmiöön on pääasiassa se, että tekijä jo siirtyessään tekee huomioita puun kaatosuunnasta ja leimatun puun etsintä ja valinta tapahtuu myös siirtymisen aikana. Harvassa leimikossa on kaadettavien puiden löytäminen helpompaa kuin tiheissä ja ainakin alkupuoli siirtymismatkasta voidaan suorittaa ripeästi ja puun valinta ja kaatosuunnan arvostelu tehdään vasta kaadettavaa puuta tai puuryhmää lähestyttäessä.

Paperipuun leimikoissa ovat puut tavallisesti verrattain tiheässä, joten siirtymismatka on yleisesti alle 20 m., ja 80 % kaikista aineistossa esiintyvistä siirtymismatkoista on alle 10 m. Seuraavassa tarkastetaan aluksi siirtymiseen käytetyn ajan riippuvaisuutta siirtymismatkan pituudesta erikseen kullakin tekijällä. Täten menetellen käy ilmi, miten työkalujen erilainen käsittely ja työntekijöiden erilaiset ominaisuudet vaikuttavat siirtymisaikaan.

Siirtymisajan ja -matkan välinen riippuvaisuus esitetään seuraavassa graafisesti, siten että piirroksissa x-akselilla on puiden välimatka metreinä ja y-akselilla siirtymisaika minuutteina. Siirtymisaikojen keskiarvot on merkitty piirroksiin pienillä ympyröillä. Ympy-

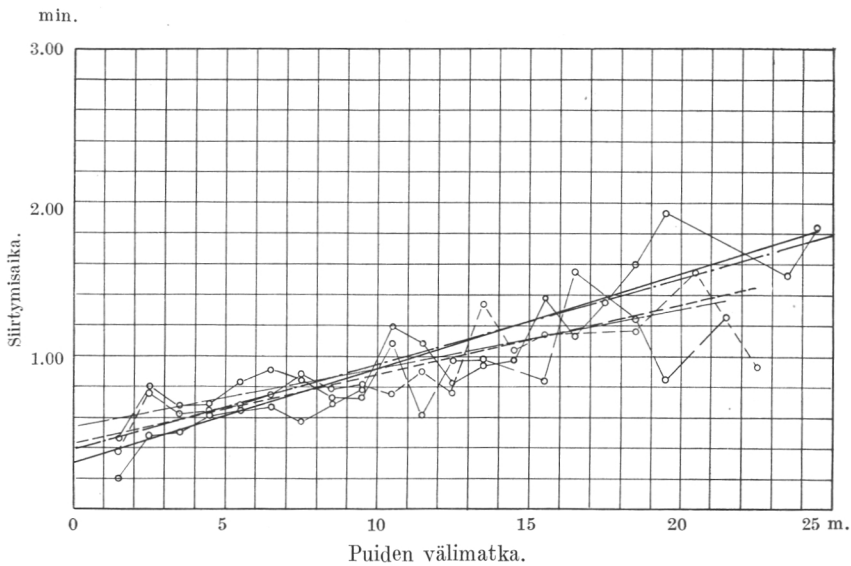
rät on yhdistetty toisiinsa murtoviivoilla ja murtoviiva tasoitettu graafisesti suoralla. Murtoviivojen ja tasoitussuorien kulkua tarkastettaessa on todettava, että suoraviivainen tasoitus yleensä sangen hyvin vastaa siirtymisajan ja siirtymismatkan välistä riippuvaisuuden yleistä suuntaa, vaikkakin epämääräisiin suuntiin olevia poikkeuksia esiintyykin aineiston jakaantuessa verraten pieniin osiin. Kussakin piirroksessa on esitetty kolmen työntekijän siirtymisajat sekä vertauksen helpottamiseksi tutkimustulosten keskiarvoa esittävä suora. Kuvassa esitetään työntekijöiden N:o 1, 2 ja 3 siirtymisaikojen riippuvaisuutta puiden välimatkasta.



Kuva 1. Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.
Työntekijä N:o 1 ————————
» » 2 - - - - - - - - - - -
» » 3 — — — —

Kuvasta nähdään, että siirtymisajat poikkeavat melkoisesti toisistaan. Eniten aikaa siirtymiseen on käyttänyt työläinen N:o 3. Se onkin luonnollista, kun otetaan huomioon hänen heikko fyysillinen kuntonsa sekä vähäinen yrityshalunsa (vert. s. 22). Osittain vaikuttaa siirtymisajan pituuteen myös se, että maasto hänen palstallaan on epätasaista kangaskorpea. Tekijän N:o 1 siirtymisaikaa lyhyillä välimatkoilla lisää se, että hän lyhyenkin matkan ollessa kysymyksessä järjestelmällisesti kokosi kaikki työkalunsa ja siirsi ne seuraavalle puulle. Tekijän verkkainen luonne on lisännyt siirtymisaikaa keskiarvoon verraten kaikilla matkoilla. Maasto työpaikalla

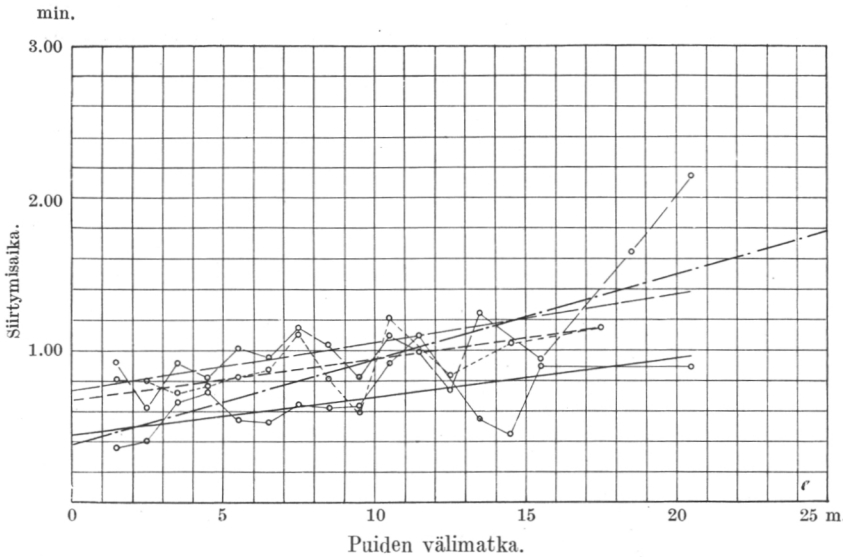
oli tasaista kangasta, joten se siis liikunnan kannalta oli mahdollisimman edullinen. Työntekijän N:o 2 käyttämä siirtymisaika on pienin kuvassa 1 esitetyistä. Tekijä oli keski-ikäinen tottunut paperipuun tekijä, joka osasi hyvin järjestää työnsä. Keskimäärin verraten tiheissä metsissä työskennellen olivat siirtymismatkat suhteellisen lyhyet, ja heitti tekijä työkalut sitä mukaa kuin ne vapautuivat käytöstä uudelle puulle. Varsinainen siirtymisaika muodostui täten suhteellisen lyhyeksi vastaten suunnilleen aineiston keskiarvoa. Työn hyvälle järjestelylle oli vastapainona ilmeisesti tekijän korkeampi ikä toisiin verraten (42 v.) ja siitä johtuen hitaampi liikehtiminen. Maasto työpaikalla oli tasaista kangasta, joten se siis liikunnan kannalta oli edullinen.



Kuva 2 Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.
Työntekijä N:o 4 — — — — —
» » 5 - - - - - - - - - - -
» » 6 ———————

Kuvassa 2 esitetään työläisten N:o 4, 5 ja 6 siirtymisajat. Työläiset N:o 4 ja 5 olivat hyviä ja tottuneita paperipuun tekijöitä, iältään noin 35-vuotiaita. Molemmat kuljettivat kaikki työkalut kerralla mukanaan puulta toiselle siirtyessään, ja tästä johtuen on heidän siirtymisaikansa lyhyillä matkoilla suhteellisen pitkä. Jo noin 9 m. seuduilla alenee heidän siirtymisaikansa alle keskiarvon, mikä onkin luonnollista tekijöiden hyvän kunnon ja työkalujen käsittelyn vuoksi. Maasto oli tasaista kangasta. Tekijä N:o 6 oli iältään

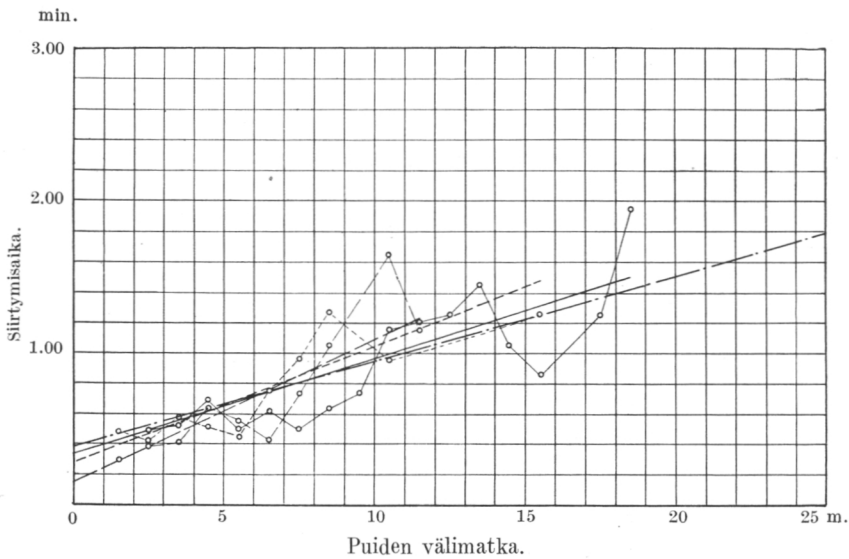
edellisiä nuorempi (28 v.), mutta oli lihava ja veltto. Hänen suhteellisen pienen siirtymisaikansa lyhyillä matkoilla selvittää työkalujen käsittely. Hän ei näet varsinaisesti kerännyt työkaluja ennen siirtymistä, vaan siirtyi sinne mukanaan ne kalut mitä sattui ensin tarvitsemaan. Menettelytapa joudutti luonnollisesti siirtymistä, mutta aiheutti viivästystä työn kuluessa, kun työvälineet oli noudettava. Tekijän suhteellinen nuoruus vaikuttanee pääasiassa sen, että hänen siirtymisaikansa kokonaisuudessaan vastaa suunnilleen aineiston keskiarvoa.



Kuva 3. Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.
Työntekijä N:o 7 - - - - - - - - - -
» » 8 ——————
» » 9 — — — — —

Kuvassa 3 nähdään työntekijöiden 7, 8 ja 9 siirtymiseen käyttämät ajat. Kaikki tekijät kuljettivat työkalut siirtyessään mukanaan, joten heidän siirtymisaikansa lyhyillä matkoilla on keskiarvoista pitempi. Tekijä 8 ei käyttänyt pukkia ollenkaan, ja kun hän lisäksi oli nuori (20 v.) sekä nopea ja ahkera, muodostuu hänen siirtymisaikansa kaikilla matkoilla huomattavan alhaiseksi. Vasta aivan lyhyillä siirtymismatkoilla on siirtymisaika työkalujen kokoamisen vuoksi keskiarvoisen ajan pituinen. Maasto palstalla oli siirtymiselle edullista kuivaa rinnettä. Maan kaltevuus luonnollisesti kuitenkin vaikuttaa siihen suuntaan, ettei siirtyminen ole yhtä nopeaa kuin tasaisella maalla. Työläinen N:o 7 oli iältään 29-vuotias, jäykkäruumiinen ja hidasliikkeinen. Työkalujen kokoaminen on nostanut

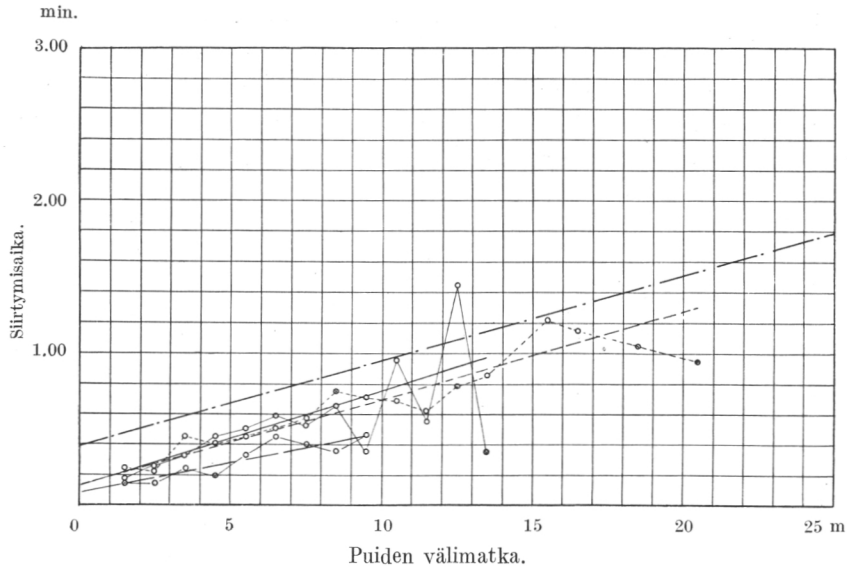
lyhyiden matkojen siirtymisajan huomattavan suureksi, mutta nuoruus ja hyvä fyysillinen kunto alentavat siirtymisajan pitkillä matkoilla alle keskiarvon. Maasto palstalla oli loivaa rinnettä, mutta maan pinta tasaista, joten siirtyminen oli suunnilleen yhtä edullista kuin tasaisella maalla. Työläinen N:o 9 oli iältään myös 29-vuotias, mutta ruumiilliselta kunnoltaan heikko. Hänen siirtymisaikansa onkin hieman keskiarvoista pitempi. Osittain vaikuttanee tähän myös se, että palsta oli mättäistä korpea.



Kuva 4. Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.
Työntekijä N:o 10 ————————
» » 11 - - - - - - - - - - - -
» » 12 — — — — — —

Kuvassa 4 esitetään työläisten 10, 11 ja 12 siirtymisajat. Työläinen N:o 10 oli 24-vuotias ja hyvä työntekijä. Vaikka hän kokosi työvälineensä ja kuljetti ne kaikki mukanaan puulta toiselle, on hänen siirtymisaikansa lyhyillä matkoilla keskiarvoa hieman pienempi. Työläinen N:o 11 oli edelliseen verrattava 28-vuotias, työssä keskitasoa huolellisempi. Lyhyillä matkoilla on siirtymisaika alhainen, mutta pitemmillä suhteellisen pitkä. Metsän tiheyden vuoksi esiintyi pitkiä siirtymismatkoja kuitenkin sangen vähän, joten niiden perusteella on epävarmaa tehdä päätelmiä. Maastona ollut kangaskorpi voi myös hieman lisätä siirtymisaikaa pitkillä matkoilla kovempaan maahan verrattuna. Työläinen N:o 12 oli 30-vuotias, lihavahko ja hiljainen. Lyhyillä siirtymismatkoilla oli siirtymisaika sangen pieni, mutta lisääntyi jyrkästi matkan pidentyessä. Kohtalaisen pitkiä

siirtymismatkoja esiintyi tiheässä metsässä aivan vähän, joten esiintyvät tapaukset voivat olla poikkeuksellisia. Maasto oli palstalla samanlaista kuin edellisessäkin tapauksessa.



Kuva 5. Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.
Työntekijä N:o 13 ————————
» » 14 — — — — —
» » 15 - - - - - - - - -

Kuvassa 5 esiintyvät työntekijöiden 13, 14 ja 15 siirtymisajat matkan pituudesta riippuen. Työläinen N:o 13 oli 25-vuotias ja erittäin pystyvä ja nopea tekijä. Siirtymiseen käytetty aika onkin huomattavasti alapuolella keskiarvon. Seuraavan työläisen N:o 14 siirtymiseen käyttämä aika on kuitenkin vielä huomattavasti alhaisempi. Pisin siirtymismatka oli tässä tapauksessa aina alle 10 m, joten metsä oli jo keskimäärin niin tiheää, että työkalut jo kokoamattakin olivat aina aivan uuden puun läheisyydessä, joten niitä ei siirtymisen yhteydessä tarvinnut koota. Maasto kahdessa viimeisessä tapauksessa oli tasaista, joten siis siirtymismahdollisuudet olivat hyvät. Viimeisen työläisen N:o 15 ikä on 24 vuotta ja on hän myös hyvä työntekijä kuten kaksi edellistäkin, vaikkakin ensi kertaa paperipuun teossa. Siirtymisaika oli suunnilleen sama kuin työntekijällä N:o 13.

Edellä on pyritty selvittelemään, mitkä syyt ja tekijät ovat aiheuttaneet aikaerot, joita eri työntekijöiden puulta toiselle siirtymisessä esiintyy. Seuraavassa yritetään vielä valaista asiaa myöhemmin esitettävää »sareke-menetelmää» käyttäen. Aluksi tarkas-

tetaan lyhyesti, mitä mahdollisuuksia yleensä on käytettävissä olevan aineiston perusteella tarkastaa eri tekijöiden vaikutusta työaikamenekkiin. Kuten työaikatutkimuksissa yleensäkin, vaikuttavat tämänkin tutkimuksen kohteena olevan työn tuloksiin mitä lukuisimmat vaihtelevat tekijät. Vaikka mainitut tekijät jaetaan kahteen ryhmään, työnsuorituksen ulkoisista edellytyksistä riippuviin ja työntekijästä riippuviin tekijöihin ja tarkastetaan ainoastaan jälkimmäistä ryhmää, on tekijöiden määrä erittäin suuri. Kun nämä tekijät vielä vaihtelevat muodostaen moninaisia yhdistelmiä, käy suppean aineiston perusteella sangen vaikeaksi, jopa epävarmaksi tehdä päätelmiä, mitä kukin tekijä on työennätyksen suuruuteen vaikuttanut. Tästä huolimatta ei tutkimuksessa kuitenkaan ole katsottu olevan syytä kysymyksessä olevaakaan probleemaa kokonaan syrjäyttää, sillä niilläkin tuloksilla ja päätelmillä, joita tämän tutkimuksen aineiston perusteella voidaan saavuttaa, voi jatkuvia tutkimuksia tehtäessä olla arvoa.

Asetelma 5.

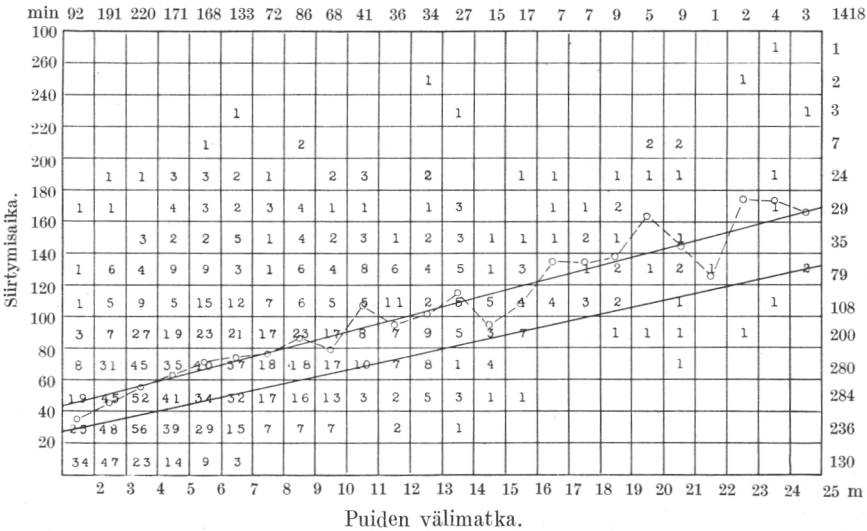
Työntekijöiden eräiden ominaisuuksien vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.

Työntekijän N:o	Siirtymisajan yhtälö	Puiden välimatka m. 5	12	Ikä yli 30 v.	Pituus yli 170 cm	Ruumiin rakenne vankka	Yritys hyvä	Nopea	Työkokemus yli 10 v.	
		siirtymisaika								
1	$t_s = 5.0\ s + 59$	84	119	×			×		×	
2	$= 4.0\ s + 40$	60	88	×	×		×	×	×	
3	$= 6.8\ s + 68$	102	150		×					
4	$= 3.8\ s + 54$	73	100	×	×	×	×		×	
5	$= 4.5\ s + 43$	66	97	×			×		×	
6	$= 6.2\ s + 30$	61	104		×				×	
7	$= 2.6\ s + 68$	81	99		×	×			×	
8	$= 2.6\ s + 44$	57	75		×		×	×		
9	$= 3.2\ s + 74$	90	112		×					
10	$= 6.2\ s + 34$	65	108							
11	$= 7.6\ s + 28$	66	119				×		×	
12	$= 9.3\ s + 15$	62	127	×		×			×	
13	$= 6.3\ s + 12$	44	88		×		×	×		
14	$= 4.0\ s + 8$	28	56				×			
15	$= 5.7\ s + 13$	42	81			×				
	$t_s = 5.2\ s + 39$	65		69	71	65	60	54	69	Siirtymisaikojen keskiarvot puiden välimatkan ollessa 5 m
			102	106	102	102	93	84	107	» 12 m.

Asetelmasta 5 selviää, millaista menetelmää on käytetty tutkittaessa työntekijöiden eri ominaisuuksien vaikutusta työennätykseen. Asetelmassa nähdään kunkin työntekijän siirtymisajan yhtälöt ja niiden mukaan lasketut siirtymisajat puiden välimatkan ollessa 5 ja 12 m. Seuraavissa sarekkeissa on risteillä merkitty ne työntekijät, joiden sarekkeiden yläpuolella mainittu ominaisuus esiintyy tavallista runsaampana. Vastaavien sarekkeiden kahteen alempaan riviin on laskettu ristillä merkittyjen työläisten siirtymisaikojen keskiarvot puiden välin ollessa 5 ja 12 m. Vertaamalla näitä keskiarvoja koko aineiston keskiarvoihin, voidaan suurin piirtein nähdä, mikä ominaisuus on vaikuttanut siirtymisaikaan. Päätelmien teko keskiarvoja vertaamalla on kuitenkin tehtävä mitä varovaisimmin. Ei näet ole sanottu, että eron keskiarvojen välillä aiheuttaa juuri se ominaisuus, jota tarkkaillaan, vaan mahdollisesti kysymyksessä olevien tekijöiden muut ominaisuudet. Päätelmiä tehtäessä kiinnitetään tähän seikkaan huomiota, ja vielä tavallista enemmän silloin, kun jokin ominaisuus näyttää huomattavasti vaikuttavan työennätykseen.

Asetelman aikakeskiarvosta nähdään, samoin kuin edellä esitetty yksityiskohtainen selostuskin osoitti, että lisääntyvä ikä näyttää hieman lisänneen siirtymisaikaa. Se ei kuitenkaan liene yksinomaan iän vaikutusta, sillä saman suuntainen vaikutus on ollut myös suuremmalla työtottumuksella, ja yli 10 v. kokemuksen omaavat työläiset ovat suhteellisen vanhoja. Tottuneet tekijät ovat taas yleensä halunneet järjestelmällisesti kuljettaa kaikki työkalut yhdellä kerralla mukanaan uudelle puulle, ettei niitä tarvitsisi työn kestäessä haeskella ja siten menettää vielä enemmän aikaa kuin hieman hitaampaan siirtymiseen kuluu. Pituus ja vankka ruumiinrakenne eivät näytä vaikuttaneen siirtymisaikaan poikkeusta keskiarvosta. Hyvä yritys ja nopeus ovat ne ominaisuudet, jotka ovat edullisimmin vaikuttaneet siirtymisaikaan. Siirtymisajan ja siirtymismatkan välinen korrelatio on eri tekijöiden työskennellessä yleensä kuitenkin siinä määrin saman suuntainen, ettei esiintyneiden pienten poikkeusten perusteella voida tulla muuhun tulokseen kuin *että metsän tiheysvaihtelu vaikuttaa siirtymiseen kuluvaan aikaan aina keskimäärin samalla tavoin, kulukoonpa aikaa hieman enemmän tahi vähemmän.* Metsän tiheyden ja siirtymisen välisen keskimääräisen riippuvaisuuden selvittämiseksi esitetäänkin taulukossa 1 yhteinen korrelatiotaulukko, jossa ovat koko aineiston siirtymistapaukset ja kullekin siirtymispituudelle lasketut keskiajat. Pienillä ympyröillä merkityt keskiajat on yhdistetty murtoviivaksi. Kuten nähdään, on murtoviiva hieman

paraboolinen, mutta voidaan se kuitenkin täysin tyydyttävästi tasoittaa suoralla viivalla. Tasoitus on tehty siten, että on laskettu



Korrelatiotaulukko 1. Puiden välimatkan vaikutus puulta toiselle siirtymisaikaan.

yksityisten tekijöiden siirtymisaikojen tasoitussuorien yhtälöiden resultanttiyhtälö ja pidetty laskettaessa kutakin yksityisyhtälöä saman painoisena. Resultanttisuoran yhtälö on seuraava:

$$1)\ t_s = 5.2\ s\ +\ 39,\ \text{jossa}\ t_s = \text{siirtymisaika}\ \frac{\text{min}}{100}$$

$$s = \text{siirtymismatka metreinä.}$$

Saatua tulosta voidaan verrata tekijän aikaisempaan tutkimukseen tukkien tekotyöstä Perä-Pohjolassa (Vuoristo 1933). Tämän tutkimuksen mukaista siirtymisaikaa esittää taulukossa 1 oleva alempi suora. Ajan ja matkan välinen korrelatio on sangen saman suuntainen kuin mihin tässäkin tutkimuksessa on tultu, mutta aika on yleensä jonkin verran lyhyempi. Aika-ero voidaan kuitenkin helposti selittää. Kuorimattomien tukkien teossa ovat työkaluina ainoastaan saha, kirves ja mittakeppi sekä mahdollisesti tukkikanki. Paperipuiden teossa on näiden lisäksi työkaluina kuorimarauta ja pukki, joista varsinkin pukki on suhteellisen kookas ja painava esine. Työkalujen suurempi määrä aiheuttaa näin ollen helposti hieman lisäaikaa siirtymiseen, jota tukkien tekoaikana esiintynyt lumikaan ei näytä tasoittaneen.

Jos verrataan siirtymistä toisiin paperipuiden teossa esiintyviin työvaiheisiin, on todettava, että se eroaa niistä huomattavasti sen vuoksi, ettei siihen kuluva aika lainkaan riipu puiden koosta tai laadusta, vaan ainoastaan niiden välimatkasta eli siis leimikon tiheydestä. Näin kuitenkin vain niin kauan kuin tarkastetaan siirtymisaikaa runkoa kohden. Jos siirtymisaika sitävastoin lasketaan kuutioyksikköä kohden, on aika kääntäen verrannollinen rungon kuutioon, ja puiden koolla on näin ollen erittäin voimakas vaikutus siirtymisaikaan.

C. Puun kaataminen.

1. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Ensimmäinen työvaihe leimatulle puulle saavuttua ja kaatosuunnan tultua määrätyksi, on puun kaataminen. Kaato suoritetaan sahalla mahdollisimman lyhyeen kantoon. Sahana käytetään jännel. pokasahaa, jossa kehyksen korkeus on niin suuri, että sillä voidaan normaaliset paperipuut kaataa. Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa on mainittu, käsittää puun kaataminen useita eri työvaiheita. Varsinainen kaatosahaus on kuitenkin toisiin verraten ratkaisevan pitkän ajan vievä, jonka vuoksi työvaiheita ei tässä ole erotettu toisistaan, vaan on tarkkailtu kaatoaikaa kokonaisuudessaan. Puun kaatoon kuluva aika riippuu ratkaisevasti kaatoleikkauksen läpimitasta t.s. puun paksuudesta sahauskohdalla.

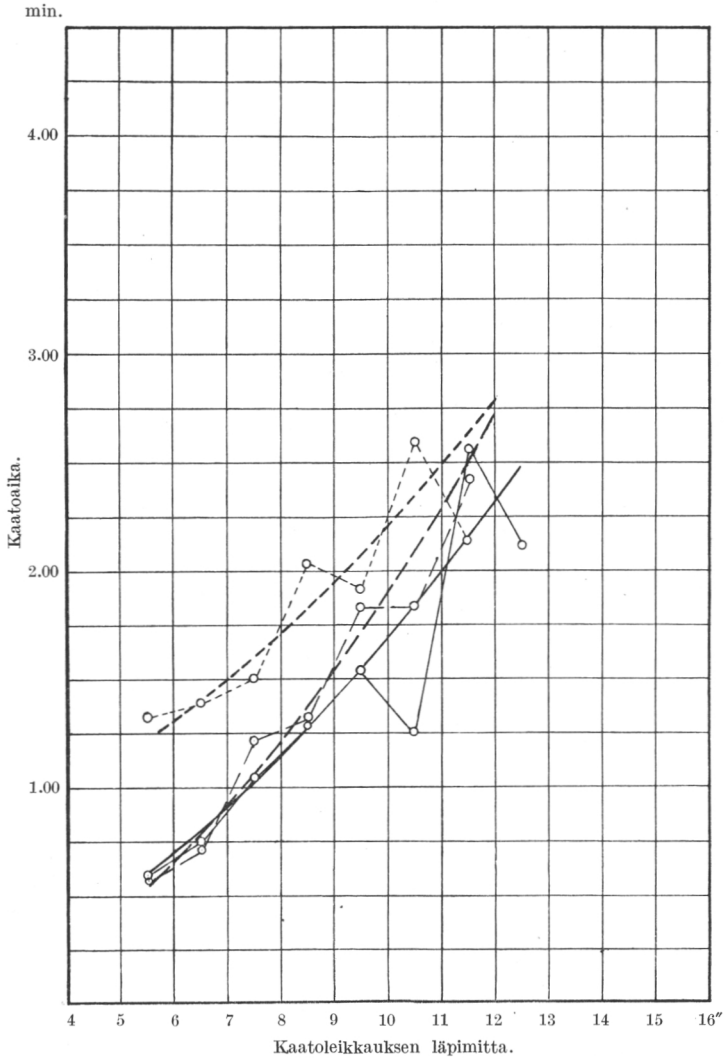
Kuten edelläkin, tarkastetaan tässäkin aluksi kaatotyötä kunkin aineistossa esiintyvän henkilön suorittamana. Kuvat 6—10 esittävät kaatoajan riippuvaisuutta kaatoleikkauksen läpimitasta eri työntekijöillä. Kussakin kuvassa on kolmen tekijän kaatoajat. Murtoviiva esittää aineiston mukaista tulosta tasoittamattomana ja käyrät tehtyä tasoitusta. Tasoituskäyränä on aina käytetty paraabelia, jonka yleinen yhtälö on

$$2) \qquad t_k = a\ D_k^2 + b.$$

Tasoituskäyrän tyypin valintaan on johtanut se, että tekijän aikaisempi tutkimus, samoin muutkin tutkimukset, on osoittanut mainitun käyrän hyvin kuvaavan kaatoajan riippuvaisuutta kaatoleikkauksen läpimitasta (Bruce 1922, Lassila 1930, Vuoristo 1933). Teoreettisilla päätelmillä voidaan käyrän käyttöä myös puolustaa. Oikean puolen ensimmäinen termi huomioi poikkisahattavan pinta-alan vaikutuksen sahausaikaan ja toinen termi runkoa kohden kuluvan ,suurin piirtein rungon suuruudesta riippumattomien töiden, kuten puun ympäristön raivaamisen, kaatamisen avustamisen

y.m.s. töiden viemän ajan. Kussakin erikoistapauksessa tullaan näkemään, että käyrä tasoittaa sangen hyvin aineiston arvot, vaikkakin yhtälön oikeanpuoleisten termien suhteellinen suuruus vaihtelee huomattavasti eri työntekijöiden henkilöllisistä ominaisuuksista riippuen.

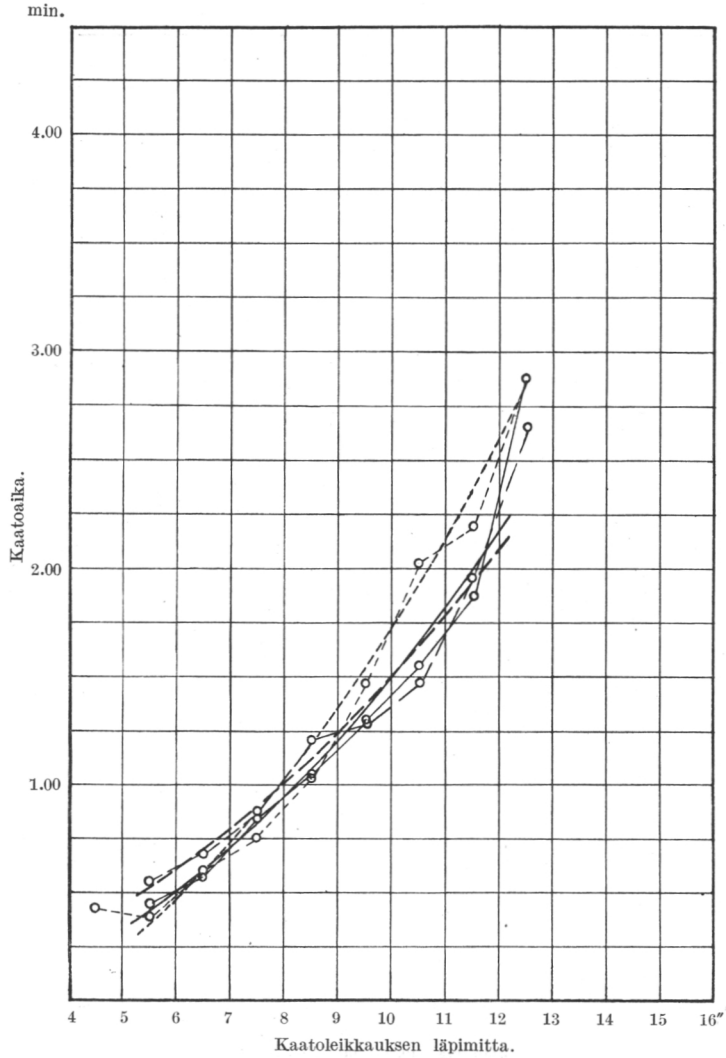
Kuvista 6—10 huomataan, että eri tekijöiden puun kaatoon käyttämä aika vaihtelee absoluuttisesti huomattavasti. Samoin on



Kuva 6. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Työntekijä N:o 1 ————————
» » 2 — — — — —
» » 3 - - - - - - - - - -

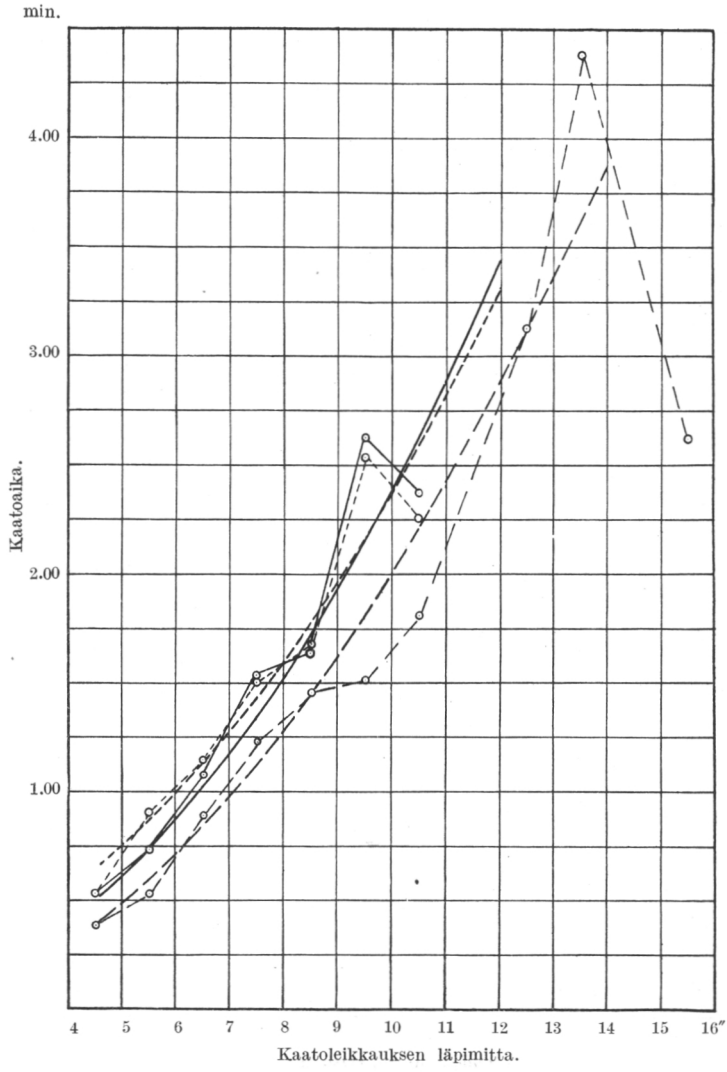
kaatoleikkauksen läpimitan vaikutus kaatoaikaan erilainen eri tekijöillä. Jotta näitä vaihteluja voitaisiin lähemmin tarkastaa ja vertailla toisiinsa sekä päätellä, mitkä syyt ne ovat aiheuttaneet, esitetään seuraavassa asetelmassa eri työntekijöiden kaatoaikoja esittävät yhtälöt sekä rinnan niiden kanssa kaatoleikkaukseltaan 6, 8 ja 10″:isen puun kaatoon kulunut aika ja eri työntekijöiden ajan menek-



Kuva 7. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Työntekijä N:o 4 ————————
» » 5 — — — — —
» » 6 - - - - - - - - - -

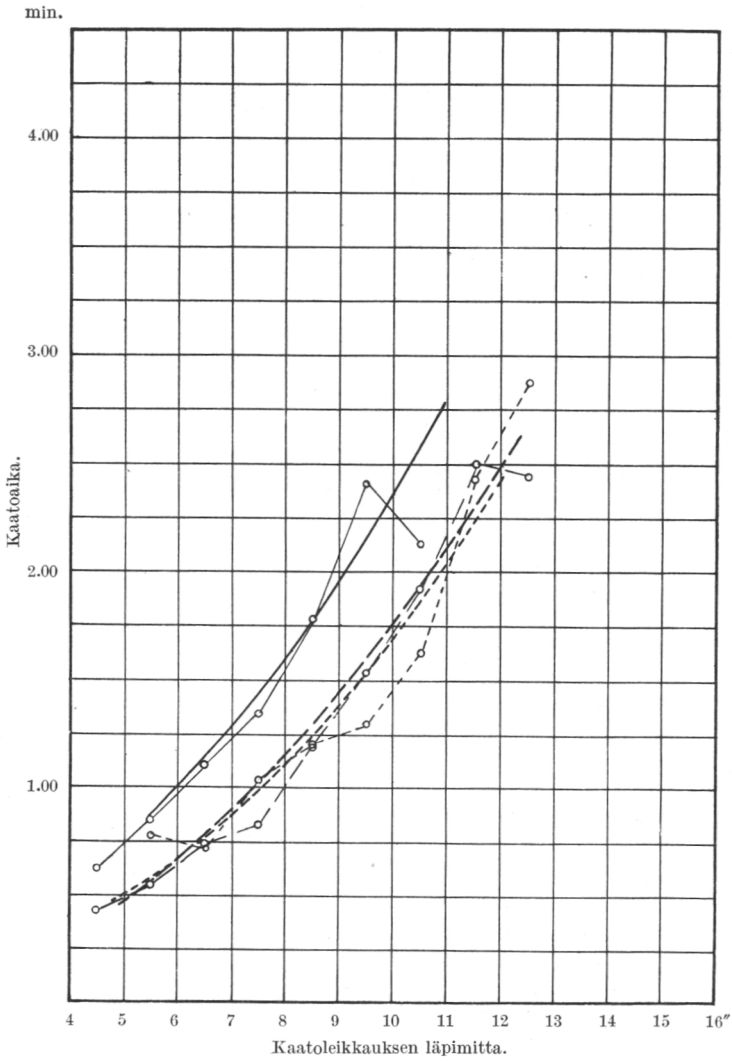
kiin vaikuttavia ominaisuuksia. Mainitut yhtälöt on saatu siten, että aluksi on suoritettu murtoviivan graafinen tasoitus ja luettu tasoituskäyrältä kaksi arvoparia siten, että arvoparien abskissojen ero vastaa noin puolta käyrän X-akselin suuntaan mitatusta pituudesta. Nämä arvot on sitten asetettu yleiseen kaatoajan yhtälöön, jolloin on saatu kaksi yhtälöä kahdella tuntemattomalla ja ratkaisemalla ne



Kuva 8. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Työntekijä N:o 7 ————————
» » 8 — — — — —
» » 9 - - - - - - - - - -

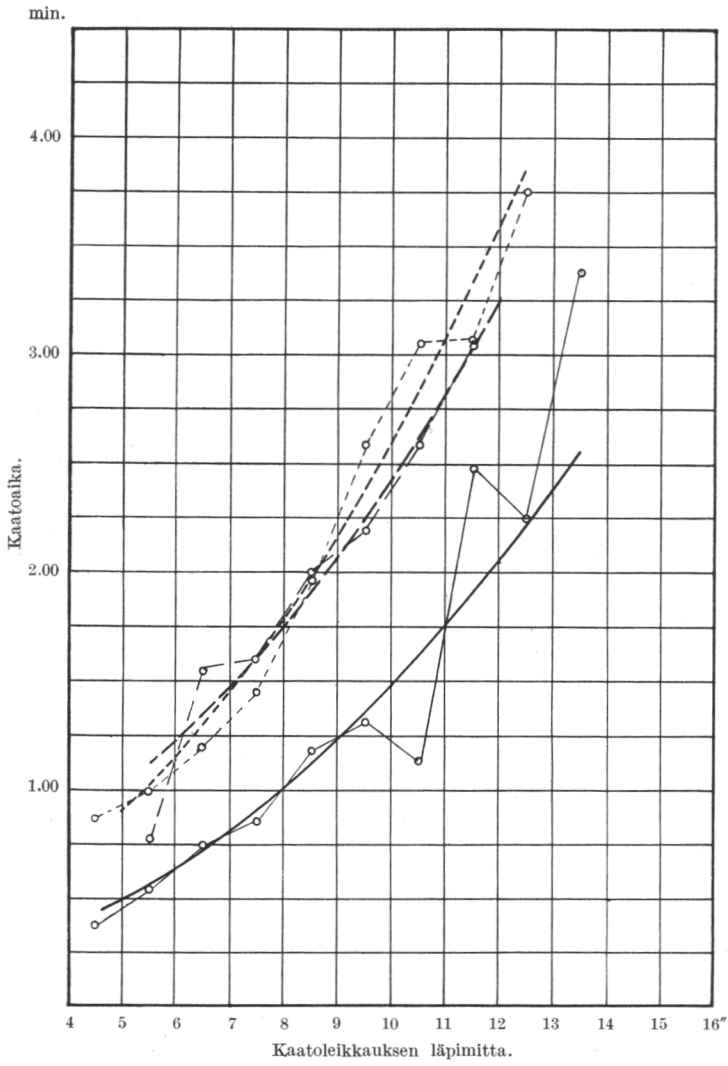
vakioiden a ja b arvo määrätyksi. Tämän jälkeen on saatuun yhtälöön sijoitettu muita D:n arvoja, kuin minkä avulla yhtälö määrättiin, ja tarkastettu, vastaako yhtälöstä saatu kaatoaika käyrältä luettua kaatoaikaa. Jos näin ei tapahdu, tarkastetaan, voidaanko yhtälön mukaista käyrää kaikesta huolimatta pitää riittävän tarkkana tasoituskäyränä. Siinä tapauksessa, ettei tasoitusta voida pitää tyydyttä-



Kuva 9. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Työntekijä N:o 10 ——————
» » 11 — — — — —
» » 12 - - - - - - - - - -

vänä, on valittu uudet kaatoajan ja läpimitan arvoparit niiltä kohdilta käyrää, jossa poikkeukset edellisessä tapauksessa olivat suurimmat ja määrätty uusi yhtälö samoin kuin edellä. Tämän jälkeen on suoritettu uusi yhtälön tarkistus, ja ellei yhtälön mukainen käyrä nytkään tasoita murtoviivaa tyydyttävästi, on jatkettu siksi, kunnes paras mahdollinen tasoituskäyrän yhtälö on löydetty.



Kuva 10. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta.

Työntekijä N:o 13 ————————
» » 14 — — — — —
» » 15 - - - - - - - - - -

Asetelma 6.

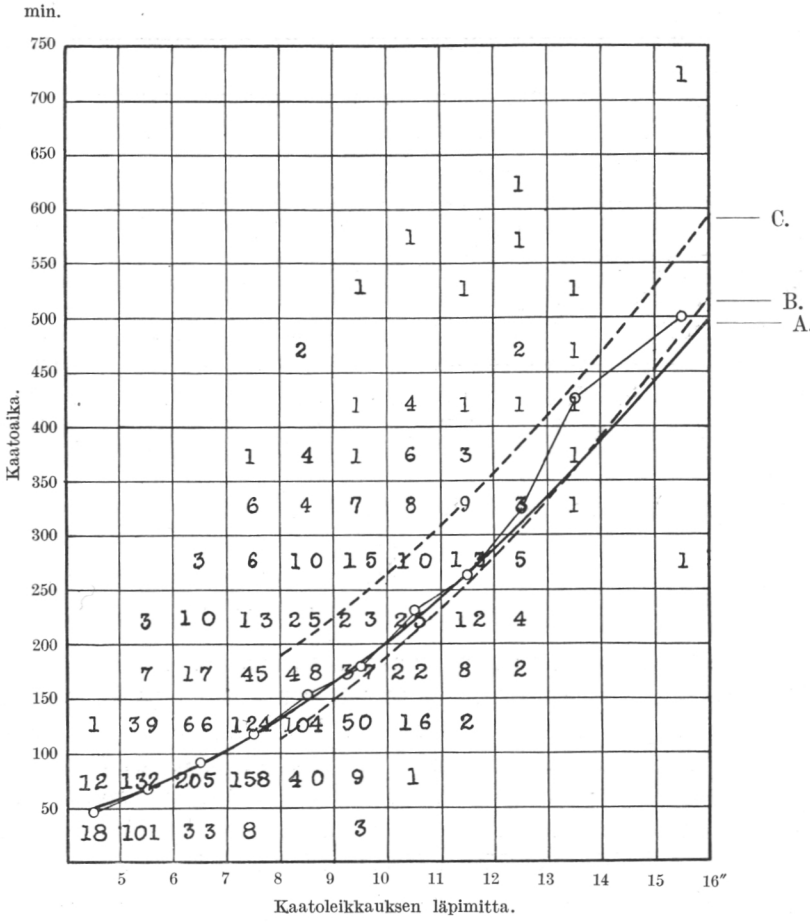
Työntekijöiden eräiden ominaisuuksien sekä sahan kuntoisuuden vaikutus puun kaatoaikaan.

Työntekijän N:o	Kaatoajan yhtälö	Kaatoaika kåatoleikkauksen läpimitan ollessa			Pituus yli 170 cm	Ruumiin rakenne vankka	Yritys hyvä	Nopea	Kokemus yli 10 v.	Saha hyvässä kunnossa
		6″	8″	10″						
1	$t_k = 1.50\ D^2_k + 18$	0.72	1.14	1.68			×		×	×
2	$= 1.90\ D^2_k$	0.68	1.22	1.90	×		×	×	×	×
3	$= 1.39\ D^2_k + 82$	1.32	1.71	2.21	×					
4	$= 1.56\ D^2_k - 6$	0.50	0.94	1.50	×	×	×		×	×
5	$= 1.40\ D^2_k + 15$	0.65	1.05	1.55			×		×	×
6	$= 2.00\ D^2_k - 26$	0.46	1.02	1.74	×				×	
7	$= 2.40\ D^2_k$	0.86	1.54	2.40	×	×			×	
8	$= 2.00\ D^2_k$	0.72	1.28	2.00	×		×	×		
9	$= 2.14\ D^2_k + 23$	1.00	1.60	2.37	×					
10	$= 2.14\ D^2_k + 23$	1.00	1.60	2.37						
11	$= 1.70\ D^2_k + 5$	0.66	1.14	1.75			×		×	
12	$= 1.65\ D^2_k + 5$	0.64	1.11	1.70		×			×	×
13	$= 1.30\ D^2_k + 18$	0.65	1.01	1.48	×		×	×		×
14	$= 1.88\ D^2_k + 55$	1.23	1.75	2.43			×			
15	$= 2.23\ D^2_k + 36$	1.10	1.79	2.59		×				
	$M_{tk} = 1.81\ D^2_k + 17$	0.81			0.77	0.78	0.73	0.68	0.65	0.64
			1.33		1.29	1.35	1.19	1.17	1.15	1.08
				1.98	1.95	2.05	1.79	1.79	1,78	1.64

Asetelmassa on esitetty kunkin tekijän kaatoaikaa kuvaava yhtälö. Yhtälöiden perusteella on laskettu kaatoleikkaukseltaan 6″, 8″ ja 10″:isen puun kaatoajat kullekin työntekijälle. Kaatoleikkaukseltaan 8″:inen puu vastaa aineiston mukaan paperipuiksi tehtyjen runkojen keskipuuta. Asetelman seuraavissa sarekkeissa on esitetty työntekijöiden sekä työkalujen erilaisia ominaisuuksia, joiden voidaan olettaa vaikuttavan käytettyyn kaatoaikaan. Siinä tapauksessa, että ominaisuus oletettuun edulliseen suuntaan on ylittänyt ominaisuuden keski- l. normaaliarvon, on sarekkeisiin työntekijän kohdalle merkitty risti. Tämän jälkeen on kunkin sarekkeen kolmeen alimpaan riviin laskettu ristillä merkittyjen työntekijöiden kaatoaikojen keskiarvo. Ylimmässä rivissä on 6″ puiden, seuraavassa 8″ ja alimmassa 10″:n puiden kaatoaika. Vertaamalla näitä keskiarvoja koko aineiston työntekijöiden keskiarvoisiin kaatoaikoihin, voidaan suurin piirtein päätellä, vaikuttaako kysymyksessä oleva ominaisuus ja missä määrin puun kaatoon kuluvaan aikaan.

Asetelmasta nähdään, että kaatoleikkaukseltaan 6″:isen puun kaatoajan keskiarvo on 0.81 min., 8″:isen 1.33 min. ja 10″:sen 1.98 min. Jos verrataan näitä keskiarvoja niiden työntekijöiden keskiarvoisiin kaatoaikoihin, joiden pituus on ollut yli 170 cm ja ruumiin rakenne vankka, huomataan, että keskiarvot ovat suurin piirtein

samat. Työntekijäin koolla ei näin ollen liene ainakaan merkittävää vaikutusta työennätykseen puun kaadossa. Näin on laita varsinkin, koska voidaan huomata, että kookkailla miehillä on runsaammin muita työtä edistäviä ominaisuuksia kuin toisilla työntekijöillä. Asetelmassa esitetyt toiset työntekijäin sekä työkalun ominaisuudet:



Korrelatiotaulukko 2. Kaatoajan riippuvaisuus kaatoleikkauksen läpimitasta eräitten tutkimusten mukaan.

Käyrä A. Tämän tutkimuksen mukaan.
» B. Vuoriston tukkientekotutkimuksen mukaan ilman lumenpoistotyötä.
» C. Vuoriston tukkientekotutkimuksen mukaan (koko aika).

yrityksen hyvyys, työntekijän nopeus ja työkokemus sekä puun kaadossa käytetyn työkalun, sahan kunto, ovat vaikuttaneet kaatoaikaan suunnilleen samalla tavoin. Sahan hyvässä kunnossa oleminen on kuitenkin vaikuttanut voimakkaimmin kaatoaikaa alentavasti.

Etenkin paksuja puita kaadettaessa on ajan pienentyminen huomattava, kuten onkin luonnollista. Edellisiin tuloksiin on vaikuttanut jossakin määrin se, että työennätyksen kannalta edulliset ominaisuudet esiintyvät huomattavassa määrin samoilla työntekijöillä. Asetelman perusteella voidaan kuitenkin päättää, että puun kaadossa voidaan saavuttaa keskimääräistä parempia tuloksia hyvällä ahkeruudella sekä pitämällä saha terävänä ja hyvässä kunnossa. Molemmat mainitut tekijät ovat jokaisen työntekijän saavutettavissa, joten keskimääräistä parempiin tuloksiin pääsemiseksi ei puun kaadossa vaadita mitään erikoisia synnynnäisiä ominaisuuksia, vaan voi hyviä tuloksia saavuttaa jokainen, jolla on riittävästi halua.

Edellä on tarkastettu kunkin tekijän puun kaatamiseen käyttämän ajan riippuvaisuutta kaatoleikkauksen läpimitasta. Tutkimuksen lopputulosta silmällä pitäen yhdistetään saadut tulokset esittämään kaatoajan ja kaatoleikkauksen välistä keskimääräistä riippuvaisuutta. Yhdistämistä suoritettaessa pidetään kutakin yksityistapausta saman arvoisena ja lasketaan siis kaikki kaatoaikaa kuvaavat yhtälöt yhteen ja jaetaan summa tapausten luvulla. Täten menetellen saadaan kaatoajalle seuraava yhtälö:

$$3) \qquad t_k = 1.81\ D_k^2 + 17, \text{ jossa } t_k = \text{kaatoaika } \frac{\text{min.}}{100}$$

D_k = kaatoleikkauksen läpimitta tuumina.

Jotta kävisi ilmi, miten saatu keskimääräinen yhtälö vastaa aineistoa kokonaisuudessaan, esitetään seuraava korrelatiotaulukko 2, jossa esiintyy kunkin aineiston puun kaatoaika ja vastaava kaatoleikkauksen läpimitta. Kullekin läpimittaluokalle on laskettu kaatoajan keskiarvo ja keskiarvoja esittävät ympyrät on yhdistetty murtoviivaksi. Taulukkoon on murtoviivan tasoituskäyräksi kokeiltu yhtälön 3 mukaista käyrää, mutta se antaa keskikokoa suuremmille puille jonkin verran liian pieniä arvoja. Taulukkoon on tämän vuoksi piirretty tasoituskäyrä, jonka yhtälö on:

$$4) \qquad t_k = 1.90\ D_k^2 + 13.$$

Kuten nähdään, tasoittaa se sangen hyvin murtoviivan. Yhtälön voidaan näin ollen katsoa työn laatuun nähden riittävän tarkasti kuvaavan puun kaatoajan riippuvaisuutta kaadettavan puun kaatoleikkauksen läpimitasta. Syynä siihen, ettei keskiarvoyhtälö täysin hyvin tasoita koko aineiston keskiarvojen mukaista murto-

viivaa, on se, että erilaiset työntekijät ovat eri suuressa määrin kaataneet pieniä ja isoja puita.

Saatua tulosta voidaan verrata tekijän aikaisemmin mainitun mäntytukkien tekoa käsittelevän tutkimuksen tuloksiin (Vuoristo 1933). Tällöin on kuitenkin huomattava, että tukkien teko tapahtuu talviaikaan Perä-Pohjolassa lumen paksuuden ollessa noin 60—70 cm. Puun kaatoa varten täytyy lumikerros puun juurelta poistaa ja kuluu siihen melkoisesti aikaa, kun taas vastaavaa ajan menekkiä ei esiinny tämän tutkimuksen kaatoajassa. Vertailua varten jätetäänkin tämän vuoksi valmistavien töiden viemä aika mäntytukkien kaatoajassa aluksi huomioon ottamatta. Kaatoaika on tällöin seuraavan yhtälön mukainen:

$$5) \quad t_k = 2.09\ D_k^2 - 19.5, \text{ jossa } t_k = \text{kaatoaika} \frac{\text{min.}}{100}$$

D_k = kaatoleikkauksen läpimitta.

Kuten nähdään, ovat kaatoaikojen yhtälöt suurin piirtein samat. Vertailun havainnollistuttamiseksi on kaavan 5 mukainen käyrä B piirretty taulukkoon 2. Molempien tutkimusten mukaiset käyrät A ja B kulkevat sangen lähellä toisiaan ja melkein saman suuntaisina. Mäntytukkien kaatoaikaa kuvaava käyrä on 13 ½″ kaatoleikkauksen läpimittaan saakka tämän tutkimuksen mukaisen käyrän alapuolella, mutta leikkaa tällä kohdalla käyrän ja kohoaa hieman sen yläpuolelle. Mäntytukkien kaatokäyrä on toisin sanoen hieman jyrkemmin nouseva kuin tämän tutkimuksen mukainen käyrä. Syynä tähän voi osittain olla se, että on kysymys eri puulajista, osittain se, että mäntytutkimusta tehtäessä keskellä talvea olivat puut kovassa jäässä, mutta tätä tutkimusta tehtäessä sulia. Valmistavien töiden viemän ajan pois jättäminen jyrkentää myös osaltaan mäntykäyrän nousua. Valmistaviin töihin kuluva aika on näet puun koosta riippumaton, joten se lisää suhteellisesti eniten pienien puiden kaatoaikaa.

Jos mäntytukkien kaatoaikaan luetaan myös valmistavien töiden viemä aika, kuvaa kaatoaikaa seuraava yhtälö:

$$6) \quad t_k = 2.09\ D_k^2 + 57.0.$$

Tämänkin yhtälön mukainen käyrä (C) on piirretty taulukkoon 2. Se kulkee melkoista ylempänä kuin edelliset käyrät. Tämä johtuu siitä huomattavan pitkästä ajasta, mikä kuuluu puun tyven paljastamiseen lumesta. Käyrän suunta on hieman loivemmin nouseva kuin

mäntytukkien kaadon ilman valmistavia töitä kuvaavan käyrän, joten sen suunta on suunnilleen sama kuin tämän tutkimuksen mukaisen käyrän.

Edellä esitetty tutkimustulosten keskinäinen vertailu todistaa, että puun kaatoaika voidaan työaikatutkimusten tarkoitusta silmällä pitäen määrätä riittävän tarkasti kaatoleikkauksen läpimitan funktiona.

2. Kaatoajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

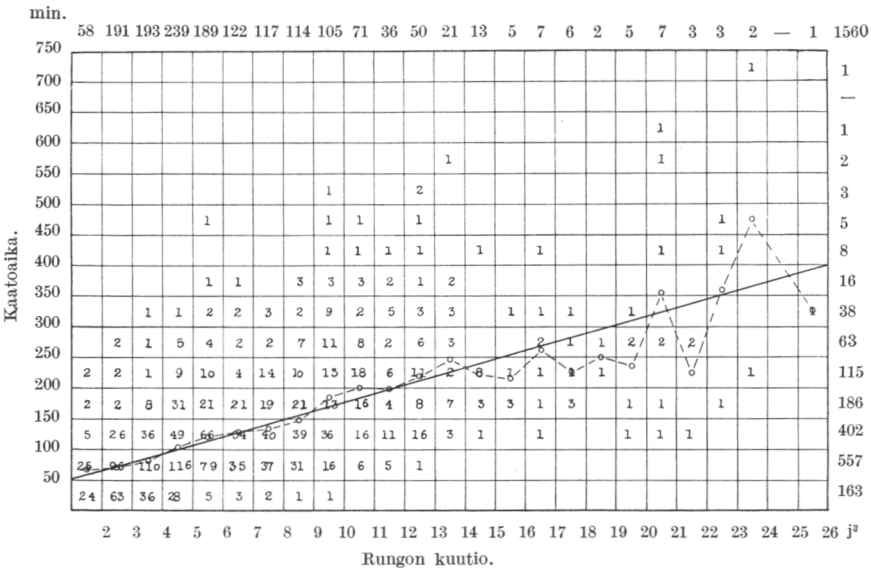
Vaikka kaatoleikkauksen läpimitta on paras argumentti kaatoajan määräämiseksi, ei kaatoleikkauksen läpimitan ja kaatoajan välisen riippuvaisuuden tuntemisella ole suurtakaan käytännöllistä merkitystä. Kaatoleikkauksen ja puun muiden yleisemmin tunnettujen ominaisuuksien riippuvaisuus on näet toistaiseksi sangen huonosti selvitetty, joten tutkimustuloksia on vaikea muuttaa sellaisista puiden ominaisuuksista riippuviksi, jotka käytäntöä varten yleisesti määrätään ja tunnetaan. Tutkimustulosten käyttökelpoisuus riippuu kuitenkin kokonaan siitä, voidaanko työhankaluus ja työajan menekki niiden perusteella määrätä tällaisista tekijöistä riippuen. Tekijöinä, joista riippuen tutkimustuloksien käyttökelpoisuus on hyvä, mainittakoon metsän arvioinnissa yleisesti tunnetut puiden ominaisuudet, rinnankorkeusläpimitta ja puun kuutio.

Vaikka tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole puun rungon mittasuhteitten selvittäminen, esitetään seuraavassa kappaleessa kuitenkin pari korrelatiotaulukkoa, jotka esittävät kaatoleikkauksen läpimitan sekä rinnankorkeusläpimitan ja rungon kuution välistä suhdetta. Kun mainitut suhteet on saatu määrätyksi, voidaan kaatoleikkauksen läpimitasta riippuvat tutkimustulokset muuntaa jommasta kummasta toisesta argumentista riippuviksi.

Paitsi edellistä tapaa tutkimustulosten muuntamiseen uudesta argumentista riippuviksi, voidaan kaatoaika määrätä luonnollisesti myös suoraan aineiston perusteella joko rinnankorkeusläpimitasta tai rungon kuutiosta riippuen. Seuraavassa esitetäänkin ensin korrelatiotaulukko, joka osoittaa koko aineiston mukaista kaatoajan ja rungon kuution välistä riippuvaisuutta. Rungon kuutio on valittu argumentiksi sen vuoksi, että pölkyttäminen ja kuorinta on edullisempaa määrätä rungon kuutiosta kuin rinnankorkeusläpimitasta riippuen. Rungon kuutiossa tulee näet huomioiduksi puun läpimitan ohella myös sen pituus, jolla on huomattava vaikutus viimeksi mainittuihin työvaiheisiin. Rungon kuutio on määrätty todellisena

kuutiona kuorineen, ja se on laskettu keskeltä mitatun läpimitan ja pituuden perusteella kaavalla:

7) $v = \frac{\pi D_m^2}{4} l$, jossa D_m = puun läpimitta rungon keskeltä,
l = rungon pituus,
v = rungon todell. kuutio j³:oina.



Korrelatiotaulukko 3. Rungon kuution vaikutus kaatoaikaan.

Koska edellä esitetyistä yksityiskohtaisista puun kaatotutkimuksista käy ilmi, että puun kaatamiseen kuluva aika on verrannollinen kaatoleikkauksen toiseen potenssiin t. s. kaatoleikkauksen pinta-alaan ja rungon kuutio määrätyissä rajoissa myös tähän tekijään suoraan verrannollinen, saadaan rungon kuution ja kaatoajan välille suoraviivainen korrelatio. Kuten korrelatiotaulukkoon 3 piirretty tasoitussuora osoittaa, on suoraviivainen tasoitus sangen tyydyttävä. Tasoitussuorana on käytetty ensimmäistä regressiosuoraa,[1]) ja on sen yhtälö seuraava:

8) $t_k = 0.14\ v + 0.39$, jossa t_k = kaatoaika min:eina,
v = rungon kuutio j³:oina.

[1]) Kts. esim. Lindeberg, J. W., Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Helsinki. 1927.

3. Puun kaatoaikaan vaikuttavien rungon mittasuhteiden välinen riippuvaisuus.

Kuten edellä mainittiin, riippuu työaikatutkimustulosten käyttökelpoisuus huomattavasti siitä, voidaanko tutkimustulokset muuntaa sellaisesta argumentista riippuviksi, joka metsätaloudessa yleisesti tunnetaan. Mitään yksin vallitsevaa tunnettua argumenttia ei kylläkään ole olemassa, mutta kaatoleikkauksen läpimitta on joka tapauksessa siksi tuntematon suure, että sen ja jonkin muun yleisesti tunnetumman ominaisuuden välinen riippuvaisuussuhde täytyy muuntamismahdollisuutta silmällä pitäen määrätä.

Seuraavassa tarkastetaan aluksi kaatoleikkauksen (D_k) ja rinnankorkeusläpimitan ($D_{1.3}$) välistä suhdetta. Mainittujen ominaisuuksien välinen korrelatio on laskettu erikseen kunkin tekijän kaatamille puille. Seuraavat 15 yhtälöä esittävät ensimmäisten regressiosuorien yhtälöt kussakin yksityistapauksessa. Yhtälöiden rinnalla on esitetty myös korrelatiokertoimen[1]) (r) arvot.

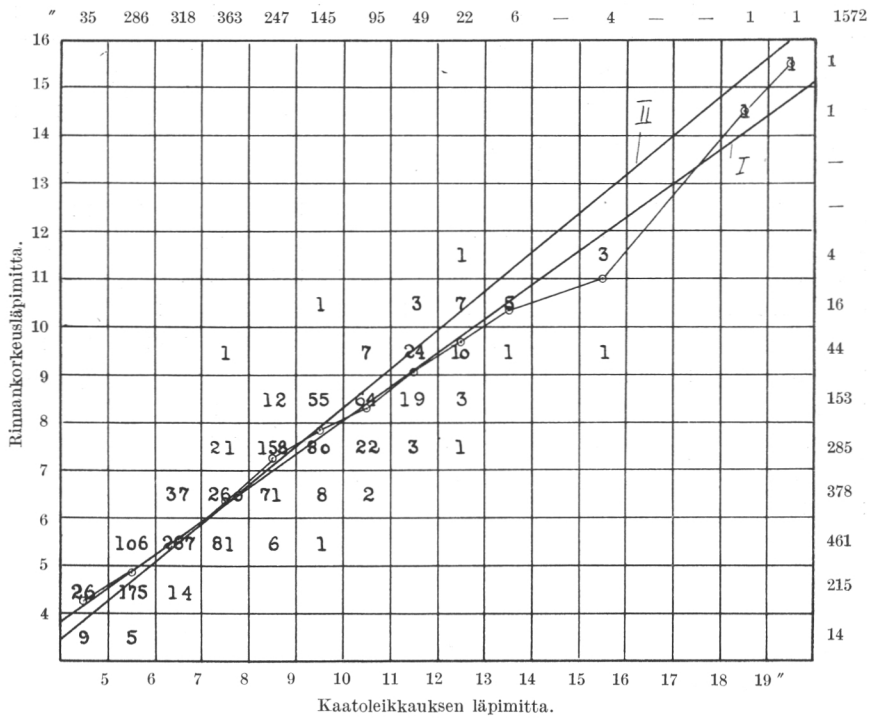
Palsta	N:o 1	$D_{1.3} = 0.76\ D_k + 0.79$	$r = +\ 0.907$
»	» 2	$= 0.71\ D_k + 0.98$	$= +\ 0.915$
»	» 3	$= 0.73\ D_k + 0.86$	$= +\ 0.896$
»	» 4	$= 0.79\ D_k + 0.54$	$= +\ 0.940$
»	» 5	$= 0.72\ D_k + 0.95$	$= +\ 0.924$
»	» 6	$= 0.81\ D_k + 0.48$	$= +\ 0.961$
»	» 7	$= 0.79\ D_k + 0.55$	$= +\ 0.923$
»	» 8	$= 0.80\ D_k + 0.54$	$= +\ 0.952$
»	» 9	$= 0.75\ D_k + 0.90$	$= +\ 0.939$
»	» 10	$= 0.73\ D_k + 0.84$	$= +\ 0.964$
»	» 11	$= 0.75\ D_k + 0.54$	$= +\ 0.916$
»	» 12	$= 0.52\ D_k + 2.21$	$= +\ 0.773$
»	» 13	$= 0.70\ D_k + 1.08$	$= +\ 0.953$
»	» 14	$= 0.69\ D_k + 1.01$	$= +\ 0.924$
»	» 15	$= 0.70\ D_k + 0.84$	$= +\ 0.945$
		$D_{1.3} = 0.73\ D_k + 0.81$	$r = \quad 0.922$

Yhtälöt esittävät rinnankorkeusläpimitan ($D_{1.3}$) riippuvaisuutta kaatoleikkauksen läpimitasta (D_k). Korrelatiokertoimen (r) arvot ovat yleensä huomattavan korkeat, osoittaen siis kaatoleikkauksen ja rinnankorkeusläpimittojen riippuvan sangen kiinteästi toisistaan. Mainittujen läpimittojen välinen suuruussuhde on eri yhtälöiden mukaan myös aina suunnilleen sama, joten rinnankorkeusläpimittaa voidaan siis hyvin käyttää puiden kaatohankaluuden mittana. Yhtä-

[1]) Kts. esim. Lindeberg, J. W., Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Helsinki. 1927.

lössä 12 esiintyvä huomattava poikkeus koko muusta aineistosta aiheutuu siitä, että mainitulla palstalla esiintyi maan nousemaa hyvin runsaasti ja maan nouseman vioittaman puun tyven muoto on tavallisesti huomattavan epäsäännöllinen. Pieni korrelatiokertoimen arvo tässä tapauksessa todistaa selvästi tätä epänormaalisuutta.

Edellä on esitetty rinnankorkeus- ja kaatoleikkausläpimitan väliset suhteet eri hakkuupalstoille. Seuraava korrelatiotaulukko esittää koko aineistoa yhdessä.



Korrelatiotaulukko 4. Kaatoleikkausten ja rinnankorkeusläpimittojen suhde.

I = ensimmäinen regressiosuora.
II = toinen »

Korrelatiotaulukon perusteella on laskettu ensimmäisen regressiosuoran yhtälö sekä päätunnuslukujen arvot. Kaatoleikkauksen keskiarvoksi D_{km} on saatu 7.66″ ja rinnankorkeusläpimitan $D_{1.3\,m}$ 6.43″, Korrelatiokertoin r = 0.930. Korrelatiokertoimen arvo on siis sangen korkea todistaen kaatoleikkauksen ja rinnankorkeusläpimitan välistä kiinteää riippuvaisuutta. Ensimmäisen regressiosuoran yhtälö on seuraava:

9) $$D_{1.3} = 0.70\ D_k + 1.04$$

Jos verrataan saatua yhtälöä edellä esitettyyn hakkuupalstoittain laskettujen yhtälöiden keskiarvoon, huomataan, että se poikkeaa hieman siitä. Poikkeus johtuu siitä, että laskettaessa palstoittaisia yhtälöitä, voivat muutamat poikkeukselliset arvoparit kääntää regressiosuoran suhteettoman paljon suorien yleisestä suunnasta ja aiheuttaa vastaavia poikkeuksia suorien kulmakertoimiin ja konstanttitermiin. Nämä poikkeukset vaikuttavat sitten keskiarvoyhtälöön voimakkaammin kuin muutamat poikkeukset koko aineiston mukaisen regressiosuoran suuntaan. Koko aineiston mukainen regressiosuoran yhtälö poikkeaa palstoittain laskettujen yhtälöiden keskiarvosta kuitenkin suhteellisen vähän. Tämä osoittaa edellä esitetyn lisäksi, että rinnankorkeusläpimitta ja kaatoleikkauksen läpimitta ovat sangen kiinteässä suhteessa toisiinsa.

Edellisen tarkastelun pohjana on tutkimuksen suoritusta silmällä pitäen pidetty tapausta, että kaatoleikkauksen läpimitta on tunnettu, ja rinnankorkeusläpimitta on määrättävä. Käytännössä tulee kuitenkin useimmiten aina kysymykseen päinvastainen tapaus, siis että rinnankorkeusläpimitta on tunnettu ja kaatohankaluus, siis kaatoleikkauksen läpimitta on määrättävä. Esitetty ensimmäinen regressiosuoran yhtälö ei tällaisessa tapauksessa ole käyttökelpoinen mainittujen läpimittojen toisistaan riippuvaisuuden kuvaaja, vaan toisen regressiosuoran yhtälö on käyttökelpoisempi. Seuraavassa esitetään palstoittain laskettujen toisten regressiosuorien yhtälöt ja niiden keskiarvo.

Palsta	N:o	1	$D_{1.3} = 0.93\ D_k - 0.38$
»	»	2	$= 0.85\ D_k - 0.04$
»	»	3	$= 0.90\ D_k - 0.48$
»	»	4	$= 0.93\ D_k - 0.46$
»	»	5	$= 0.82\ D_k + 0.22$
»	»	6	$= 0.88\ D_k - 0.07$
»	»	7	$= 0.93\ D_k - 0.36$
»	»	8	$= 0.80\ D_k + 0.54$
»	»	9	$= 0.85\ D_k + 0.21$
»	»	10	$= 0.79\ D_k + 0.43$
»	»	11	$= 0.89\ D_k - 0.57$
»	»	12	$= 0.87\ D_k - 0.62$
»	»	13	$= 0.77\ D_k + 0.51$
»	»	14	$= 0.80\ D_k + 0.08$
»	»	15	$= 0.79\ D_k + 0.09$
M			$D_{1.3} = 0.85\ D_k - 0.06$

Yhtälöistä nähdään, että ne poikkeavat suhteellisen vähän toisistaan. Koko aineistoa vastaava, korrelatiotaulukosta 4 laskettu toisen regressiosuoran yhtälö on:

10) $$D_{1.3} = 0.81\ D_k + 0.19$$

Viimeksi mainittu yhtälö ja keskiarvoyhtälö poikkeavat toisistaan suunnilleen saman verran kuin vastaavat ensimmäisten regressiosuorienkin yhtälöt. Molemmissa tapauksissa ovat poikkeukset kuitenkin siksi pienet, ettei niillä ole puun kaatohankaluuden kannalta merkitystä.

Koska tässä tutkimuksessa pidetään paperipuiden tehohankaluuden pääargumenttina rungon kuutiota, ja kaatoaika on määrätty kaatoleikkauksen läpimitasta riippuen, täytyy tarkastaa, millainen riippuvaisuus näiden suureiden välillä vallitsee. Kaatoleikkauksen ja rinnankorkeusläpimitan välinen suhde tosin selvittää suurin piirtein tämän riippuvaisuuden, mutta tutkimustulosten laskemiseksi kysymyksessä olevan aineiston perusteella on kuitenkin syytä määrätä kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välinen suhde.

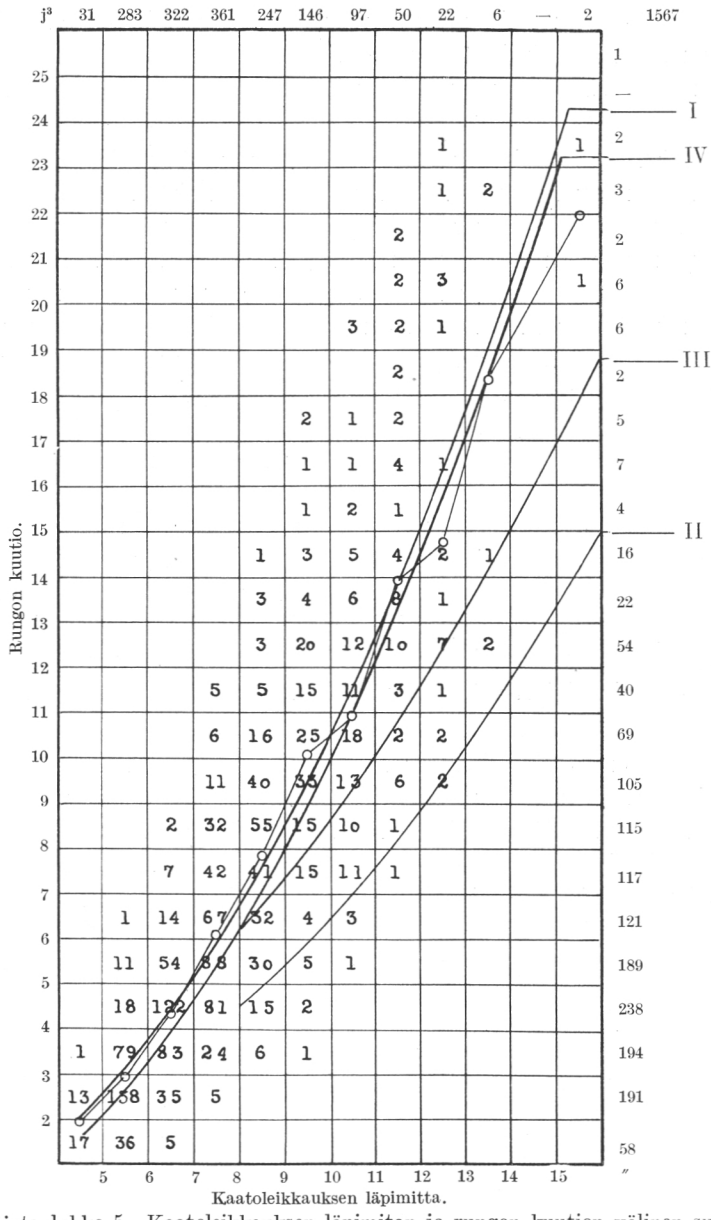
Kunkin työntekijän kaatamista puista on muodostettu korrelatiotaulukko kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välille. Taulukkoihin on laskettu eri kaatoleikkauksien läpimittoja vastaavat rungon kuution keskiarvot. Keskiarvot on senjälkeen graafisesti tasoitettu ja sitten määrätty yhtälön

11) $$v = a\ D^2_k + b$$

vakiot siten, että yhtälö mahdollisimman hyvin vastaa graafista tasoitusta. Yhtälön yksinkertaisuudesta huolimatta on vakiot voitu määrätä siten, että tasoitus on aina tullut sangen tyydyttäväksi.

Yksityistapauksissa saadut kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välistä suhdetta kuvaavat yhtälöt ovat seuraavat:

Palsta	N:o	1	$v = 0.120\ D_k^2 - 0.5$
»	»	2	$v = 0.100\ D_k^2$
»	»	3	$v = 0.105\ D_k^2$
»	»	4	$v = 0.120\ D_k^2 - 0.5$
»	»	5	$v = 0.100\ D_k^2$
»	»	6	$v = 0.090\ D_k^2 - 0.5$
»	»	7	$v = 0.125\ D_k^2 - 1.0$
»	»	8	$v = 0.130\ D_k^2 - 1.0$
»	»	9	$v = 0.125\ D_k^2 - 1.0$
»	»	10	$v = 0.105\ D_k^2 - 1.0$
»	»	11	$v = 0.130\ D_k^2 - 1.0$
»	»	12	$v = 0.100\ D_k^2$
»	»	13	$v = 0.135\ D_k^2$
»	»	14	$v = 0.135\ D_k^2 - 1.0$
»	»	15	$v = 0.105\ D_k^2 - 1.0$
			$v = 0.115\ D^2_k - 0.6$



Korrelatiotaulukko 5. Kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välinen suhde eräiden tutkimusten mukaan.

Käyrä I. Tämän tutkimuksen mukaan (rungon kuutio ilmoitettu todellisena kuutiona).
» II. Vuoriston Perä-Pohjolan mäntytukkeja koskevan tutkimuksen mukaan (rungon kuutio ilmoitettu tukeiksi tehtynä latvakuutiona).
» III. Vuoriston Perä-Pohjolan mäntytukkeja koskevan tutkimuksen mukaan (rungon kuutio ilmoitettu tukkien todellisena kuutiona).
» IV. Tämän tutkimuksen mukaan (rungon kuutio ilmoitettu todellisena paperipuuksi valmistettuna käyttöpuun kuutiona).

Yhtälöistä nähdään, että kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välinen suhde vaihtelee jonkin verran eri palstoilla. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan ole syytä lähemmin tutkia näiden vaihteluiden syitä. Suurimmista poikkeuksista esitettäköön kuitenkin muutama sana. Kaatoleikkauksen läpimittaan verraten suhteellisen pieni rungon kuutio on palstoilla N:ot 6, 10 ja 15. Se johtuu siitä, että puut noilla palstoilla ovat olleet keskimääräistä oksaisempia. Puiden runko on senvuoksi ollut nopeasti kapeneva ja rungon kuutio näin ollen kaatoleikkauksen läpimittaan verrattuna pieni.

Korrelatiotaulukko 5 esittää kaatoleikkauksen läpimitan ja rungon kuution välistä riippuvaisuutta koko aineiston perusteella. Kullekin kaatoleikkauksen läpimittaluokalle on laskettu rungon kuutioiden keskiarvot ja pisteet yhdistetty murtoviivaksi. Tasoituskäyränä on taulukossa kokeiltu edellä esitettyä palstoittaisten yhtälöiden keskiarvoyhtälön mukaista käyrää. Käyrä antaa kuitenkin hieman liian suuria arvoja kookkaille puille. Taulukkoon on senvuoksi piirretty tasoituskäyrä I, jonka yhtälö on:

$$12) \qquad v = 0.105\ D_k^2.$$

Käyrän antama tasoitus on erittäin hyvä kaatoleikkauksen läpimitan vaihdellessa niissä rajoissa, missä kaadettavien puiden kaatoleikkaus meillä yleensä vaihtelee. Suurimmille kaatoleikkauksen läpimitoille antaa käyrä aineistoon verrattuna hieman liian suuria arvoja, mutta pysyy kuitenkin vielä sangen hyvin aineiston hajaantumisalueella.

Taulukkoon on piirretty myös tekijän mäntytukkienteko-tutkimuksen mukainen käyrä II, joka esittää kaatoleikkauksen läpimitan ja tukeiksi tehdyn latvakuution välistä riippuvaisuutta Perä-Pohjolan männyille. Jotta käyrä saataisiin kuutiomäärään nähden vertauskelpoiseksi, on sen arvot muunnettu todellisiksi tukeiksi tehdyn käyttöpuun kuutioiksi, käyttäen apuna Tapion kiintomittataulukoita sekä tekijän tutkimusta tukkipuurunkojen ja sahatukkien välisestä kuutiosuhteesta (Vuoristo 1935). Näiden tietojen avulla on kutakin kaatoleikkauksen läpimittaa vastaava tukeiksi tehty latvakuutio muutettu tukkien todelliseksi kuutioksi. Täten saatuja arvoja esittää taulun käyrä III. Taulukkoon on lisäksi piirretty käyrä IV, joka esittää käyrän mukaisia kokonaiskuutioita vastaavia käyttöpuun kuutioita tämän tutkimuksen aineiston perusteella laskettujen %-lukujen mukaan (vert. s. 105).

Vertaamalla toisiinsa käyriä III ja IV nähdään, että puun kaato käyttöpuun määrää silmällä pitäen on pienien puiden kysymyksessä

ollen suunnilleen yhtä työlästä Pohjois-Suomen männylle kuin Etelä-Suomen kuuselle. Kookkaiden Pohjois-Suomen mäntyjen kaato on sitävastoin huomattavasti hankalampaa kuin vastaavan kokoisten Etelä-Suomen kuusien.

D. Rungon karsiminen.

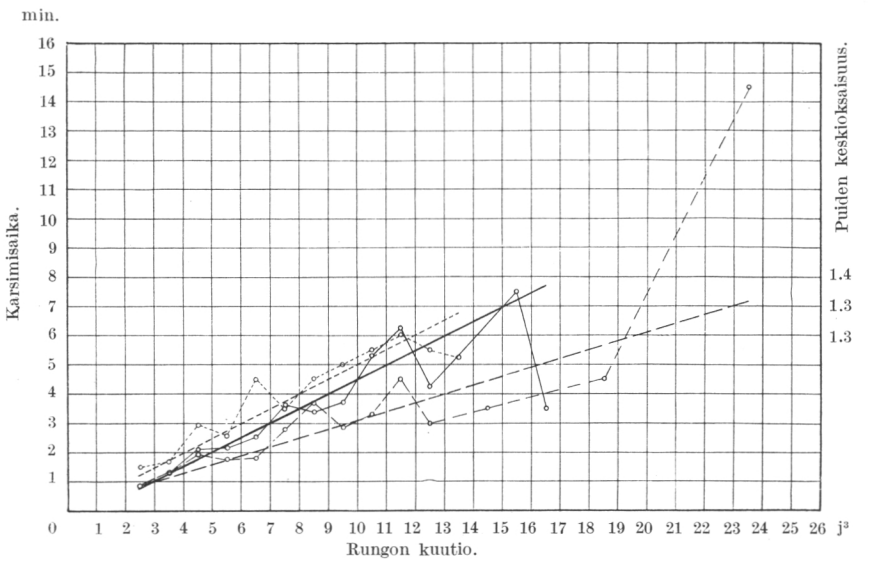
Ensimmäinen työvaihe puun kaadon jälkeen on rungon karsiminen. Karsiminen suoritetaan kirveellä. Tavallisimmin karsitaan ensin rungon yläpuoli ja sivut ja sen jälkeen käännetään runkoa sen verran, että alapuoli voidaan karsia. Karsimisen huolellinen suorittaminen helpottaa huomattavasti kuorintaa. Huolimattomasti karsittaessa jäävät oksan tyngät koholle puun pinnasta, ja tyngät täytyy kuorittaessa hakata poikki kuorintapetkeleellä, joka on tähän työhön paljon huonompi työase kuin kirves. Taitava tekijä karsiikin rungon jo heti aivan pinnan myötäisesti säästääkseen työtä kuorinnassa. Huolellinen karsinta ei sitäpaitsi vie aikaa juuri sen enempää kuin huonompi karsintakaan.

Rungon karsintaan kuluvan ajan pituus riippuu sangen useista tekijöistä. Kuten käsillä olevassa tutkimuksessa yleensäkin, tarkastetaan tässäkin karsinta-ajan riippuvaisuutta puun erilaisista ominaisuuksista. Karsinta-aika runkoa kohden riippuu rungon koosta, oksien määrästä ja paksuudesta sekä karsittavan rungon osan pituudesta (Lassila 1930, Vuoristo 1933). Kolmea viimeksi mainittua oksaisuuden laatua kuvaavaa tekijää ei käytännössä suoritettavassa työaikatutkimuksessa voida kuitenkaan kohtuullisella havaintotyöllä erikseen huomioida. Se ei olekaan tutkimuksen kannalta mitenkään välttämätöntä, etenkin kun on kysymyksessä kuusipuu. Kuusi puhdistuu näet oksistaan verraten huonosti, joten karsittavan latvuksen pituus on suurin piirtein verrannollinen puun suuruuteen. Tässä kohden esiintyviä vaihteluja kuvaa puiden oksaisuusluokittelu, joka on esitetty sivulla 19. Jos puun oksat ovat yleensä pieniä, puhdistuu puu paremmin oksistaan kuin paksuoksainen puu. Oksaisuusluokittelun luokkia I, II ja III vastaa näin ollen karsittavan latvuksen suhteellisen pituuden vaihtelu lyhyemmästä pitempään vastaavassa järjestyksessä. Oksien paljous ja läpimitta on yhteisvaikutukseltaan huomioituna käytetyssä oksaisuusluokituksessa. Käytetty oksaisuusluokitus kuvaa siis sellaisenaan suurin piirtein kaikkia työhankaluuteen vaikuttavia oksaisuuden vaihteluja.

Rungon koko ja oksaisuusluokka ovat täten ne ominaisuudet, joista karsinta-aika riippuu. Jos tahdotaan käyttää kussakin erikois-

tapauksessa koko aineistoa kysymyksessä olevan kolmen muuttujan, karsimisajan, rungon kuution ja oksaisuuden välisen riippuvaisuuden määräämiseksi, on turvauduttava useamman ominaisuuden korrelatiolaskentaan (Lindeberg 1927). Koska tämäkin menetelmä, huolimatta siitä, että sitä käytettäessä tullaan toimeen pienemmällä aineistolla kuin jakamalla aineisto määrättyyn ominaisuuteen nähden homogeenisiin osiin, kuitenkin vaatii melkoisen aineiston, ei sitä käytetä yksityisten työntekijöiden karsimiseen käyttämää aikaa tutkittaessa, vaan vasta karsimisaikaa koko aineiston perusteella tutkittaessa. Yksityisten työläisten karsintaan käyttämä aika määrätään rungon kuution funktiona ja vaihtelevan oksaisuuden vaikutuksen selvittämiseksi lasketaan puiden keskimääräinen oksaisuusluokka sekä oksaisuusluokka erikseen pienille ja isoille rungoille. Pieniksi rungoiksi luetaan kappaleluvulla punniten laskettua keskirunkoa pienemmät rungot ja isoiksi sitä suuremmat rungot. Rungon keskikoko on aineiston mukaan 6.54 j^3.

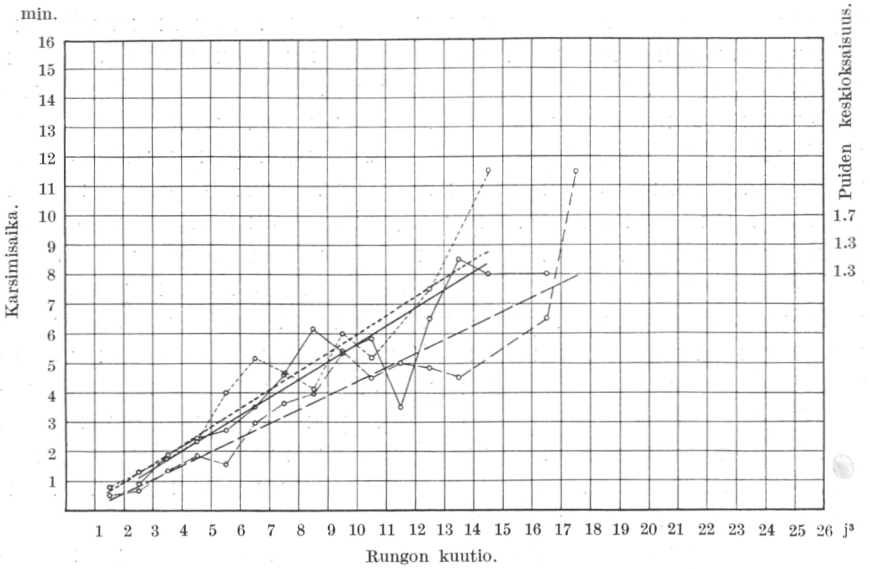
Seuraavat piirrokset 11—15 esittävät karsinta-aikaa rungon kuution funktiona kullekin tekijälle erikseen. Murtoviiva esittää aineiston



Kuva 11. Karsimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

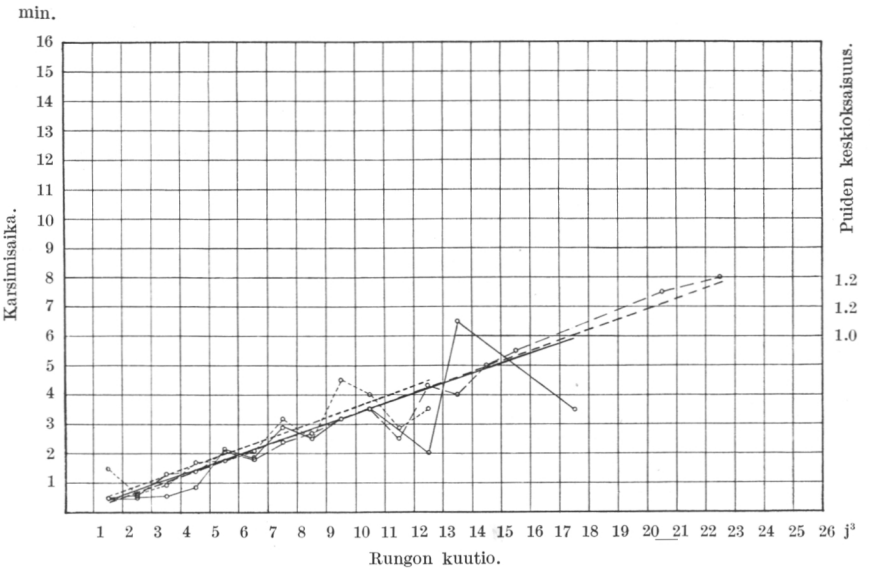
Työntekijä N:o 1 ————————
» » 2 — — — — —
» » 3 - - - - - - - - -

keskiarvojen mukaista tasoittamatonta karsinta-aikaa ja suoran tasoitusviivana käytettyä ensimmäistä regressiosuoraa. Kunkin kuvan alla ovat regressiosuorien yhtälöt numeroituina työntekijöiden järjes-



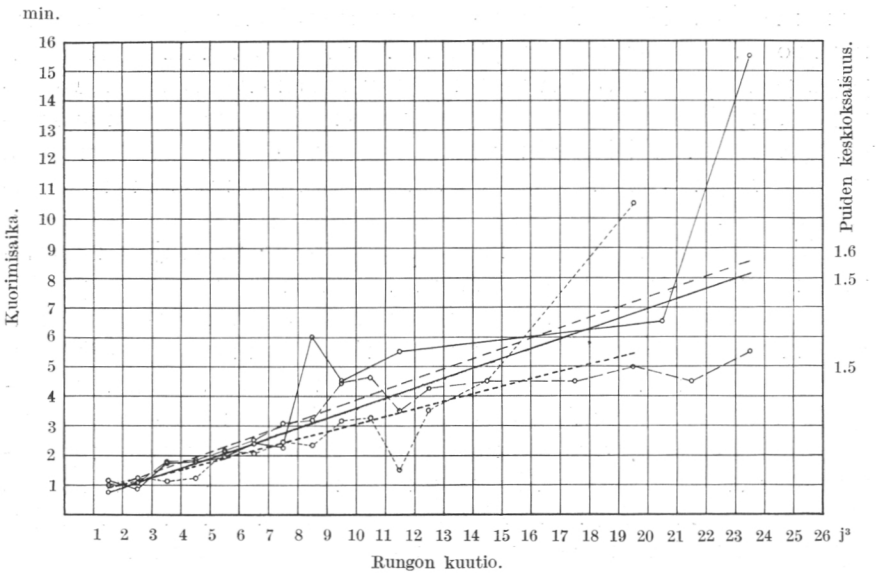
Kuva 12. Karsimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 4 ————————
» » 5 — — — — —
» » 6 - - - - - - - - - -

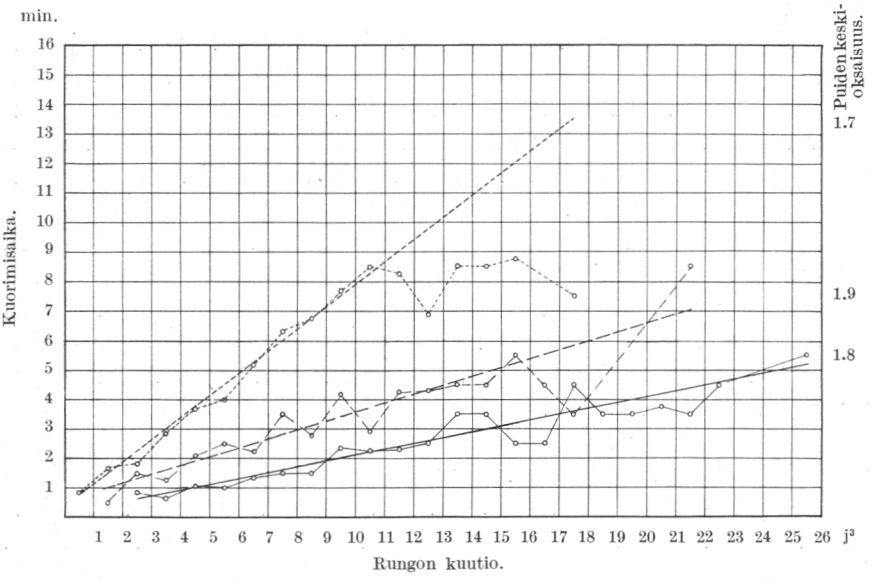


Kuva 13. Karsimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 7 ————————
» » 8 — — — — —
» » 9 - - - - - - - - - -



Kuva 14. Karsimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.
Työntekijä N:o 10 ——————
» » 11 — — — — —
» » 12 - - - - - - - - - -



Kuva 15. Karsimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.
Työntekijä N:o 13 ——————
» » 14 — — — — —
» » 15 - - - - - - - - - -

tysnumeroilla. Karsimisaikaa esittävät suorat on myös vastaavasti numeroitu. Jokaisen yhtälön jälkeen on ilmoitettu kunkin työntekijän paperipuiksi valmistamien puiden keskimääräinen oksaisuus. Keskimääräinen oksaisuus on laskettu eri puiden oksaisuusluokkanumeroiden keskiarvona. Mitä pienempi oksaisuutta esittävä luku on, sitä vähäisempi on puiden oksaisuus. Koko aineistonmukainen keskioksaisuus on 1.44.

Tarkastettaessa kuvia, nähdään, että eri työntekijöiden karsimiseen käyttämän ajan pituus, samoinkuin sen riippuvaisuus puiden koosta, vaihtelee suuresti. Jotta tätä vaihtelua ja sen syitä voitaisiin havainnollisesti vertailla eri työläisten työskennellessä, esitetään seuraavassa kunkin työntekijän karsimisajan yhtälö, yhtälön perusteella laskettu karsimisaika 3, 7 ja 11 j^3:n rungoille sekä seuraavissa sarekkeissa työläisten sekä työssä käytetyn työkalun muutamia ominaisuuksia samalla tavoin kuin sivulla 46 puun kaatoa tutkittaessa. Asetelman viimeisissä sarekkeissa on kunkin työntekijän käsittelemien puiden keskimääräistä oksaisuutta, samoin 6.54 j^3 pienempien ja sitä suurempien puiden oksaisuutta kuvaavat luvut. Viimeksi mainitut luvut on otettu asetelmaan sen vuoksi, että niiden perusteella voidaan päätellä, miten kunkin tekijän käsittelemien puiden oksaisuus suhtautuu aineiston puiden keskimääräiseen oksaisuuteen.

Ensiksi tarkastetaan kookkaiden ja vankkojen työntekijöiden karsimisaikaa. Sarekkeessa »pituus yli 170 cm» paksun viivan alla olevat erikoisten runkojen karsimisaikojen keskiarvot ovat hieman alemmat kuin niistä vasemmalla vinorivissä olevat koko aineistoa vastaavat keskiarvot. Pitkien miesten karsinta-aikojen keskiarvojen alapuolella olevat puiden oksaisuusluvut osoittavat verrattaessa niitä oikealla olevassa vinorivissä oleviin koko aineiston oksaisuuslukuihin, että pitkien työntekijöiden karsimat puut ovat olleet keskiarvoista vähäoksaisempia. Hieman keskiarvoista alhaisemmat karsinta-ajat johtuvat täten ilmeisesti puiden vähäoksaisuudesta, eikä työntekijän koolla liene vaikutusta tulokseen. Ruumiinrakenteeltaan vankkojen työläisten karsimisaikojen keskiarvot ovat kaikki huomattavasti keskiarvoisia pitempiä, vaikka puut ovat olleet keskimääräistä vähäoksaisempia. Työläisten fyysillistä voimaa kuvaavat ominaisuudet, pituus ja ruumiinrakenteen vankkuus, näyttävät näin ollen olevan puiden karsintatyössä suhteellisen toisarvoisia ominaisuuksia. Päätelmää vahvistaa se seikka, että kookkailla työntekijöillä on koon ohella suhteellisesti enemmän työn teon kannalta edullisia ominaisuuksia kuin muilla aineiston työntekijöillä. Olettamusta tukee vielä se seikka, ettei edes suurien puiden suhteellisen raskas karsimistyö

Asetelma 7.

Työntekijöiden eräiden ominaisuuksien sekä kirveen kuntoisuuden vaikutus rungon karsimiseen.

Tekijän N:o	Karsimisajan yhtälö	Rungon karsimisaika min:eina puun kuution ollessa j^3:oina			Työntekijän ominaisuus					Kirves hyvässä terässä	Puiden oksaisuuden keskiarvo	6.54 j^3 pienempien puiden oksaisuus	6.54 j^3 suurempien puiden oksaisuus	
		3	7	11	Pituus yli 170 cm	Vankka	Yritys hyvä	Nopea	Kokemus yli 10 v.					
1	$t_{krs} = 0.51\,v - 0.5$	1.03	3.07	5.11			×		×	×	1.3	1.1	1.6	
2	$= 0.30\,v + 0.1$	1.00	2.20	3.40	×		×	×	×	×	1.3	1.2	1.4	
3	$= 0.50\,v$	1.50	3.50	5.50	×						1.4	1.2	1.6	
4	$= 0.60\,v - 0.4$	1.40	3.80	6.20	×	×	×		×		1.3	1.1	1.6	
5	$= 0.47\,v - 0.3$	1.11	2.99	4.87			×		×	×	1.3	1.1	1.6	
6	$= 0.62\,v - 0.2$	1.66	4.14	6.62	×				×	×	1.7	1.4	2.2	
7	$= 0.35\,v - 0.2$	0.85	2.25	3.65	×	×			×		1.0	1.0	1.1	
8	$= 0.36\,v - 0.2$	0.88	2.32	3.76	×		×	×			1.2	1.1	1.3	
9	$= 0.36\,v$	1.08	2.52	3.96	×						1.2	1.1	1.5	
10	$= 0.34\,v + 0.2$	1.22	2.58	3.94							1.5	1.4	1.8	
11	$= 0.35\,v + 0.3$	1.35	2.75	4.15			×		×		1.6	1.4	1.8	
12	$= 0.25\,v + 0.5$	1.25	2.25	3.25		×			×	×	1.5	1.2	1.8	
13	$= 0.20\,v + 0.1$	0.70	1.50	2.30	×		×	×		×	1.8	1.3	2.1	3 j^3:n rungon karsimisajan keskiarvo
14	$= 0.30\,v + 0.6$	1.50	2.70	3.90			×				1.9	1.6	2.2	
15	$= 0.75\,v + 0.4$	2.65	5.65	8.65		×					1.7	1.4	2.0	
	$M_{tkrs} = 0.42\,v + 0.03$	1.28			1.13	1.54	1.12	0.86	1.21	1.13				
			2.95		2.78	3.49	2.67	2.01	2.93	2.69				7 »
				4.62	4.42	5.44	4.21	3.15	4.66	4.26				11 »
														Kaikkien puiden oksaisuuden keskiarvo.
					1.36	1.38	1.46	1.43	1.38	1.48	1.45			
														Alle 6.54 j^3 olevien puiden keskiarvo
					1.18	1.18	1.24	1.20	1.19	1.22		1.24		
														Yli 6.54 j^3 olevien puiden keskiarvo.
					1.60	1.63	1.70	1.60	1.64	1.78			1.71	

ole käynyt tavallista joutuisammin. Seuraavassa sarekkeessa olevat karsinta-aikojen keskiarvot työläisille, joiden yrityshalu on tavallista parempi, ovat kaikki huomattavasti alle keskiarvojen ja se siitä huolimatta, että puiden oksaisuus on vastannut aineiston keski-oksaisuutta, jopa hieman ylittänyt sen. Yrityshalua on pidettävä siis tässä, kuten työssä yleensäkin, erittäin arvokkaana työntekijän ominaisuutena (Lowry 1927). Tavallista nopeampien työntekijöiden karsinta-aika poikkeaa eniten keskiarvoista edulliseen suuntaan. Suurien puiden keskiarvoa pienempi oksaisuus on kuitenkin jonkin verran vaikuttanut siihen. Karsinta-aikojen pienuus on kuitenkin siksi ilmeinen, että nopeuden on katsottava huomattavasti vähentävän

karsinta-aikaa. Tällainen tulos onkin luonnollinen, kun otetaan huomioon karsimistyön laatu. Työtä tehdessään joutuu tekijä näet olemaan alati liikkeessä ja kohdistamaan iskunsa vaihteleviin suuntiin, joten tekijän nopealiikkeisyydellä on huomattava vaikutus työn kulkuun. Pitkä-aikainen työkokemus ei aineiston mukaan ole sanottavammin vaikuttanut karsinta-aikaan. Sekä karsinta-aikojen keskiarvot että puiden oksaisuus vastaavat suunnilleen koko aineiston keskiarvoja. Työkaluna käytetyn kirveen hyvä kunto on sitävastoin alentanut melkoisesti karsinta-aikaa, vaikka puiden oksaisuus on ollut keskiarvoista suurempi. Ottaen huomioon hyvän karsinnan tärkeyden paperipuiden teossa, onkin luonnollista, että terävällä aseella saavutetaan tulos nopeammin kuin tylsällä.

Yhteenvetona edellisestä voidaan siis sanoa, että hyvä yritys, nopeus ja kirveen terävyys ovat tärkeimmät tekijät hyviin työtuloksiin pääsemiseksi puiden karsintatyössä.

Edellä on osoitettu, että eri työntekijöiden karsimiseen käyttämä aika vaihtelee huomattavasti. Osittain vaikuttaa siihen karsittavien puiden erilaisuus, osittain tekijöiden erilainen työkuntoisuus ja erilaiset ominaisuudet.

Seuraavassa tarkastetaan, miten karsimisaika aineiston mukaan on keskimäärin vaihdellut ja mitä karsittavien runkojen koko ja oksaisuus on tähän vaihteluun vaikuttanut.

Koska kuusen heikko oksista puhdistuminen aiheuttaa sen, että eivät oksaisuuden vaihtelut kuusella keskimäärin ole vallan suuret, tarkastetaan aluksi karsimisajan vaihtelua pelkästään rungon suuruudesta riippuen. Karsimisajan ja rungon kuution välistä riippuvaisuutta koko tutkimusaineiston perusteella esittää korrelatiotaulukko n:o 6.

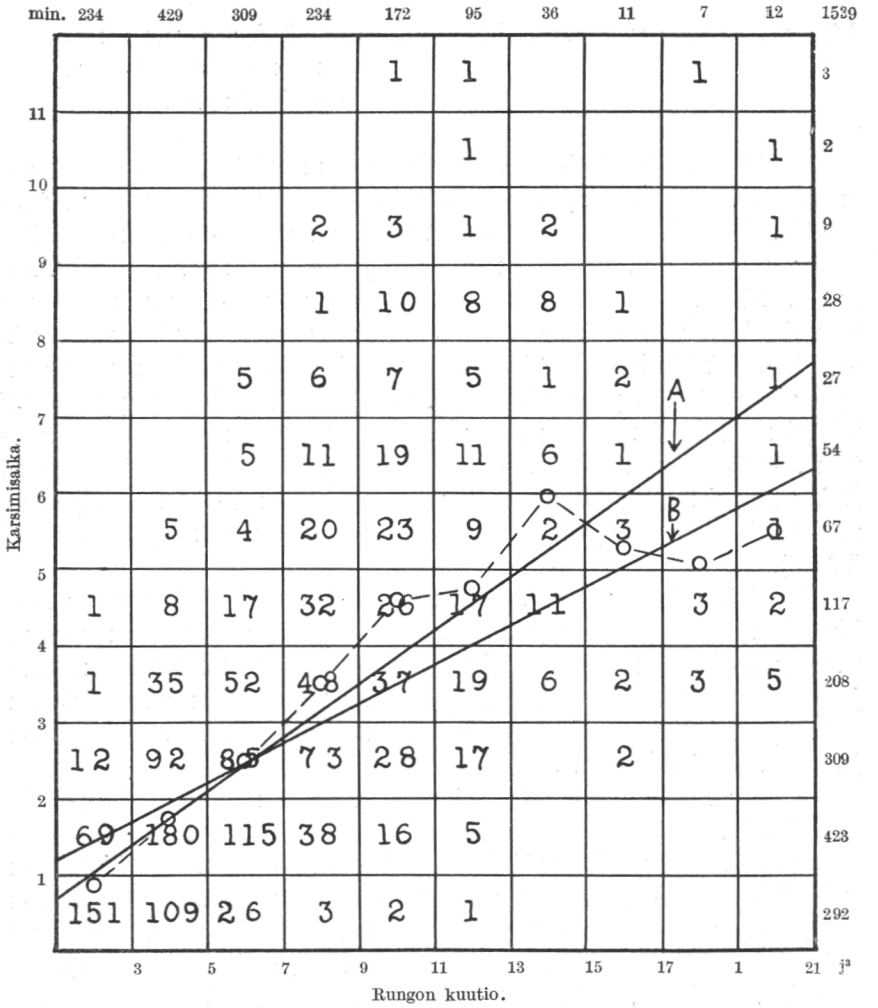
Taulukon perusteella on laskettu ensimmäisen regressiosuoran yhtälö, joka on seuraava:

13) $t_{krs} = 0.35\ v - 0.36$, jossa t_{krs} = karsimisaika min:eina,
v = rungon todellinen kuutio j^3:oina.

Yhtälön kulmakertoin on jonkin verran pienempi kuin eri työntekijöiden karsimisaikojen keskiarvoyhtälön. Se johtuu erikokoisten ja erioksaisten puiden epätasaisesta jakaantumisesta eri työntekijöiden kesken.

Taulukkoon 6 on piirretty yhtälön 13 mukainen tasoitussuora A. Vertaamalla sitä erikokoisten puiden karsimisaikojen keskiarvoja yhdistävään murtoviivaan todetaan suoraviivaisen tasoituksen olevan

tyydyttävän. Tosin melkoisiakin poikkeuksia esiintyy, mutta ovat ne lähinnä sellaisissa rungon suuruusluokissa, joissa aineistoa on niukasti.



Korrelatiotaulukko 6. Rungon kuution vaikutus karsimisaikaan.

A. Rungon kuution keskimääräinen vaikutus karsimisaikaan.
B. » » vaikutus karsimisaikaan oksaisuuden pysyessä muuttumattomana.

Karsimisajan yhtälöstä 13 nähdään, että karsimisaika on keskimäärin suunnilleen suoraan verrannollinen rungon kuutioon. Tulosta voidaan pitää luonnollisena sen vuoksi, että puiden suurentuessa suurenee keskimäärin myös oksien paksuus ja siten myös

karsimiseen kuluva aika. Samaan tulokseen johti myös kirjoittajan aikaisempi mäntytukkien tekoa käsittelevä tutkimus (Vuoristo 1933). Senmukainen karsimisajan yhtälö on:

14) $t_{krs} = 0.22\ v + 0.13$, jossa t_{krs} = karsimisaika min:eina,
v = rungon tukeiksi tehty latvakuutio j^3:oina.

Yhtälöt 13 ja 14 eivät ole täysin verrannollisia, koska edellisessä on kuutiona todellinen kuutio, jälkimmäisessä tukeiksi tehty latvakuutio. Todellinen kuutio on luonnollisesti suurempi kuin tukeiksi tehty latvakuutio. Erotuksen suuruus riippuu rungon koosta (Aro 1935). Karsinta-aikaan vaikuttaa edellistä voimakkaammin se, että paperipuiden pienin katkaisuläpimitta on melkoista pienempi kuin tukkien, etenkin Perä-Pohjolassa, ja karsittavan latvuksen pituus on samassa suhteessa pitempi. Vertaamalla toisiinsa kuusipaperipuuksi tehtyjen runkojen ja mäntytukkipuiden karsinta-aikaa huomataan, että kuusien karsinta-aika on noin kaksi kertaa suurempi kuin mäntyjen. Pääasiallinen syy siihen on luonnollisesti kuusipuiden suurempi oksaisuus ja heikko oksista puhdistuminen (Laitakari 1935).

Edellä esitetty karsinta-ajan yhtälö on laskettu ottamatta huomioon oksaisuuden vaihtelua. Seuraavassa tarkastetaan useamman ominaisuuden korrelatiolaskentaa käyttäen, mitä puiden koko ja oksaisuus vaikuttavat karsinta-aikaan. Tätä varten muodostetaan kaikki parittaiset korrelatiotaulut rungon kuution, puiden oksaisuuden ja karsinta-ajan kesken.

Laskemalla taulukoista eri ominaisuuksien väliset korrelatiokertoimet nähdään, että oksaisuuden lisääntyessä on karsinta-aika keskimäärin huomattavasti kasvanut ($r_{tkrs} = +0.58$). Tulokseen vaikuttaa kuitenkin osittain myös se, että puun koon ja oksaisuuden välillä on myös huomattava positiivinen korrelatio ($r_{vo} = +0.51$). Osittaisregressiokertointen arvoksi saadaan $\alpha = +0.25$ ja $\beta = +1.10$. Edellinen osoittaa, paljonko karsimisaika keskimäärin poikkeaa keskiarvostaan, jos rungon kuutio suurenee tai pienenee yhden j^3:n. Jälkimmäinen kertoin taas ilmaisee karsinta-ajan poikkeuksen keskiarvosta oksaisuuden poiketessa keskiarvosta yhden luokan verran. Kertomalla edelliset osittaisregressiokertointen arvot niitä vastaavilla hajonnan arvoilla (σ_v ja σ_o), nähdään, millaisia poikkeuksia keskiarvoiseen karsinta-aikaan kumpikin tekijä on aiheuttanut. Tulot ovat seuraavat: $\alpha \cdot \sigma_v = +0.25 \times 3.71 = 0.93$ min. ja $\beta \cdot \sigma_o = +1.10 \times 0.61 = 0.67$ min. Niissä rajoissa, joissa koko ja oksaisuus aineistossa on keski-

määrin vaihdellut, osoittavat tulojen suhteelliset suuruudet, että puiden oksaisuuden vaihtelu on aiheuttanut karsimisaikaan vaihteluja, joiden suuruus on noin 72% rungon koon aiheuttamista vastaavista vaihteluista. Tulos osoittaa selvästi, että puiden oksaisuus on sangen merkittävänä tekijänä otettava työhankaluutta määrättäessä huomioon.

Osittaisregressiokertointen avulla muodostuu karsinta-ajan sekä puiden kuution ja oksaisuuden välille seuraava yhtälö:

15) $t_{krs} = 0.26\,v + 1.10\,o - 0.62$, jossa t_{krs} = karsinta-aika runkoa kohden min:eina,
v = rungon todellinen kuutio j³:oina,
o = oksaisuusluokkanumeron lukuarvo (1, 2 tai 3).

Jos oletetaan hetkeksi, että puiden oksaisuus vastaa koko aineiston keskimääräistä oksaisuutta $M_o = 1.44$, saadaan edellinen yhtälö muotoon:

16) $t_{krs} = 0.26\,v + 0.96$, jossa t_{krs} = karsinta-aika runkoa kohden min:eina,
v = rungon todellinen kuutio j³:oina.

Verrattaessa edellistä yhtälöä 16 yhtälöön 15, joka on määrätty oksaisuuden vaihtelua huomioon ottamatta, huomataan, että oksaisuuden pysyessä muuttumattomana vaikuttaa puiden koko huomattavasti vähemmän karsinta-aikaan, kuin mitä keskimäärin aineiston mukaan on ollut asian laita. Syynä siihen on se, että pienet kuuset ovat keskimäärin vähemmän oksaisia kuin suuret. Yhtälön 16 mukainen suora B on piirretty taulukkoon 6. Siitä huomataan selvästi, että suurien puiden tavallista suurempi oksaisuus on lisännyt melkoisesti niiden karsinta-aikaa.

Oksaisuuden vaikutusta karsinta-aikaan tarkastetaan vielä siten, että aineistosta on laskettu kolmea eri rungon suuruusluokkaa olevien puiden keskiarvoiset karsinta-ajat eri oksaisuusluokissa. Rungon suuruusluokaksi on valittu 4—5.99, 6—7.99 ja 8—9.99 j³. Karsinta-aikojen keskiarvot ovat seuraavat:

Rungon kuutio	Karsinta-aika eri oksaisuusluokissa			Karsinta-ajan lisäys %-eina oksaisuuden noustessa seuraavaan korkeampaan luokkaan	
	I	II	III	I—II	II—III
4—5.99 j³ ...	1.84 min.	2.81 min.	4.87 min.	+ 53 %	+ 73 %
6—7.99 » ...	2.45 »	3.59 »	5.58 »	+ 47 »	+ 55 »
8—9.99 » ...	2.83 »	4.27 »	6.44 »	+ 51 »	+ 51 »
				M = + 50 %	+ 60 %

Puiden oksaisuuden lisääntyessä alemmasta lähinnä seuraavaan ylempään oksaisuusluokkaan on karsinta-aika lisääntynyt 50—60 %:a.

Jos erikokoisten runkojen karsimisajat lasketaan osittaisregressiokertointen perusteella muodostetun yhtälön 15 mukaan eri oksaisuusluokkaa oleville puille, ja lasketaan paljonko karsinta-aika on lisääntynyt oksaisuuden lisääntyessä yhden luokan verran, saadaan tulokseksi seuraavat %-luvut:

Rungon kuutio	Karsinta-ajan lisääntyminen %:eina oksaisuuden noustessa seuraavaan korkeampaan oksaisuusluokkaan	
	I—II	II—III
5 j[3]	63 %	44 %
7 »	48 »	33 »
9 »	33 »	25 »
Keskiarvo	+ 48 %	+ 34 %

Verrattaessa saatua tulosta aineistosta suoraan laskettuun vastaavaan tulokseen, huomataan, että karsimishankaluuden lisääntyminen oksaisuuden lisääntyessä on suunnilleen sama. Se ero, mikä tuloksissa esiintyy, johtuu siitä, ettei oksaisuuden ja karsinta-ajan välillä tutkimuksen oksaisuusluokitusta käyttäen ole täysin suoraviivaista korrelatiota. Osittaisregressiokertointen avulla muodostettu yhtälö ei rakenteensakaan vuoksi kuvaa ominaisuuksien välisiä suhteita kuin vain keskimäärin ja verrattain lähellä ominaisuuksien keskiarvoja. Joka tapauksessa vahvistavat molemmilla tavoin saadut tulokset toisiaan, ja karsimisajan voidaan katsoa lisääntyvän keskimäärin 50 %:lla oksaisuuden lisääntyessä yhden luokan verran.

E. Rungon kuoriminen.

1. Puiden vaihtelevan laadun vaikutus kuorimishankaluuteen.

Rungon kuorimiseen kuluva aika riippuu puun erilaisia ominaisuuksia ja määrättyä puulajia silmällä pitäen pääasiassa rungon koosta, kuoren laadusta sekä oksaisuudesta (Klump 1929, Lassila 1930, Hampe 1930, 1932, Vuoristo 1934). Lisäksi vaikuttaa kuorinta-aikaan huomattavasti myös ilman lämpötila (Helander 1923, Hampe 1930, Vuoristo 1934). Kaikki tutkimukset ovat yhdenmukaisesti johtaneet siihen tulokseen, että kuorinta-aika on suurin piirtein suoraan verrannollinen kuorittavan puun vaippapinnan suuruuteen. Kun toiselta puolen puun vaippapinnan suuruus on suoraan verrannollinen puun pituuteen ja keskiläpimittaan, on puun paksuudella ratkaiseva vaikutus kuorintahankaluuteen. — Mitä paksumpaa puun kuori on, sitä työläämpää on puun kuoriminen. Paksu kuori vastustaa

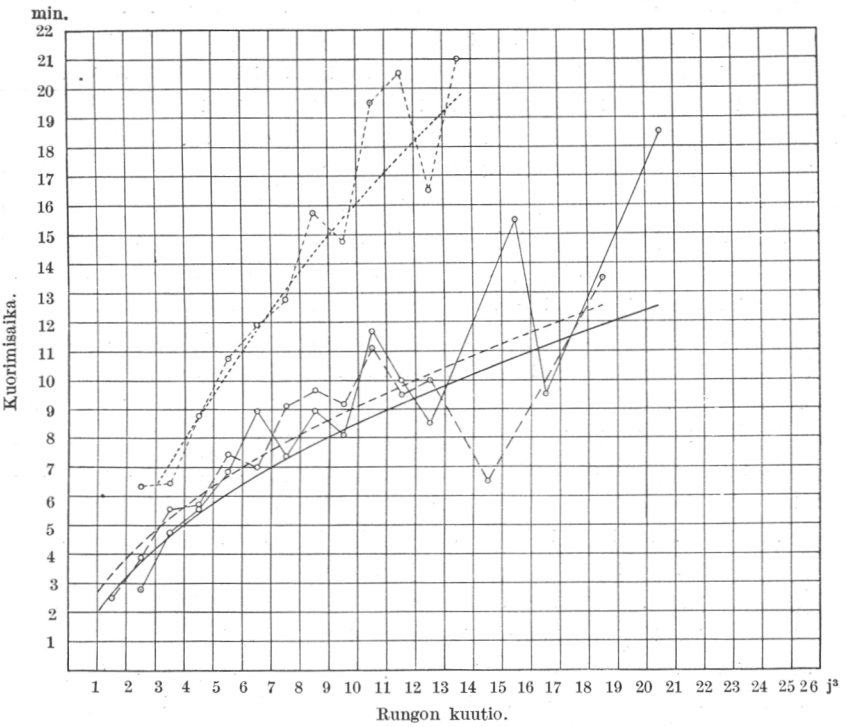
kuorimaraudan terän leikkausta aina enemmän kuin ohut. Puun pinnan paljastamiseksi joudutaan paksukuorista puuta kuorittaessa leikkaamaan kuorta myös suhteellisesti leveämmältä kuin ohutkuorisen puun kuorinnassa. Ohut kuori on myös tavallisesti vielä elävänä pehmeää, jota vastoin paksun kuoren päällä on kova kuollut kaarnakerros. Oksaisuuden kuorinta-aikaa lisäävä vaikutus aiheutuu siitä, että oksat tulevat vain ani harvoin niin puun pintaa myöten karsituiksi, ettei kuorimarauta töksähtelisi niiden tynkiin ja etteivät oksan tyngät tulisi kuorittaessa kuorimaraudalla hakattaviksi pois. Kuorinta-ajan lisääntyminen pakkasella aiheutuu kuoren jäätymisestä. Jäätynyt kuori on näet huomattavasti kovempaa kuin sula. Ohuen, normaalioloissa pehmeän kuoren kuorintaan vaikuttaa jäätyminen suhteellisesti voimakkaammin kuin paksun kuoren kuorintaan.

Koska jokaisesta rungosta jää melkoinen osa kuorimatta sen vuoksi, ettei puun latva pienen läpimittansa vuoksi kelpaa paperipuuksi, ja koska kuorimatta jäävän latvuksen suhteellinen suuruus vaihtelee huomattavasti rungon suuruudesta riippuen, täytyy tätä seikkaa hieman lähemmin tarkastaa. Rungon määrättyyn minimiläpimittaan tehtävään paperipuuhun kelpaamattoman osan suhteellinen pituus riippuu keskimäärin rungon suuruudesta. Asiaan vaikuttaa myös luonnollisesti rungon pituus ja muoto, mutta täytyy nuo tekijät tässä yhteydessä jättää huomioon ottamatta. Koska tässä tutkimuksessa lopputuloksen pääargumenttina pidetään rungon kokonaiskuutiota, ja kuorintatulos käytännössä mitataan valmiin osan paperipuumäärän mukaan, on kuorimistyön kannalta paperipuuksi kelvottoman latvuksen suuruudella tässä kohden merkitystä.

Kuorittavaksi tulevan puun pinnan suhteellinen määrä on kuitenkin saman kokoisilla rungoilla keskimäärin aina sama, joten aluksi voidaan ilman muuta tarkastaa eri työläisten kuorintaan käyttämän ajan pituutta rungon kuutiosta riippuen. Puiden erilainen kuoren paksuus ja oksaisuus häiritsevät jossain määrin tätä tarkastelua. Aineiston liian pieniin osiin jakaantumisen estämiseksi ei näitä tekijöitä kuitenkaan voida ottaa vielä yksityiskohtaisesti tarkasteltuina huomioon, vaan on tyydyttävä laskemaan vain kunkin tekijän kuorimien puiden keskimääräinen kuoren paksuus ja oksaisuus. Nämäkin luvut selvittävät jo suhteellisen paljon eri työläisten kuorinta-ajoissa esiintyviä vaihteluja, mikäli ne riippuvat kuorittavien puiden laadusta. On lisäksi huomattava, että kuoren paksuuden ja oksaisuuden vaikutus kuorinta-aikaan on puun koon rinnalla verrattain vähäinen. Tekijän aikaisemmin suorittaman sahatukkien kuorintaa käsittelevän tutkimuksen mukaan vaihtelee

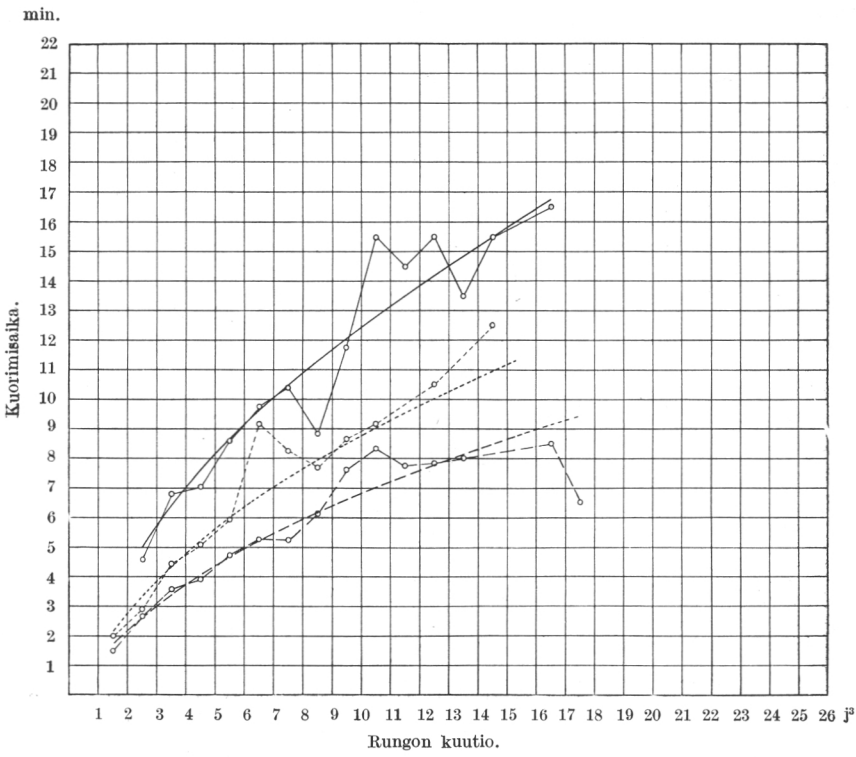
kuorinta-aika kuoren paksuuden muuttuessa yhden kuoren paksuusluokan verran keskimäärin 8 ½ %. Oksaisuuden vaihtelun vaikutus on vastaavasti noin 5 ½ % (Vuoristo 1934). Tämän tutkimuksen mukaan on kuoren paksuuden vaihtelun vaikutus kuorinta-aikaan, kuten tullaan näkemään, luokkaa kohden keskimäärin noin 7 ½ %. On otettava myös huomioon, että määrätyllä palstalla olevien puiden keskimääräinen kuoren paksuus ja oksaisuus kuvaa verraten hyvin kunkin yksityisen puunkin vastaavia ominaisuuksia, joten kuorinta-aikatutkimus kuhunkin yksityiseen työntekijään kohdistuen voidaan suorittaa ottamalla huomioon puiden koon ohella ainoastaan kuoren paksuuden ja oksaisuuden keskiarvot. Lämpötilan laskiessa alle jäätymispisteen vaikeutuu kuorinta erittäin huomattavasti. Tämän vuoksi onkin kolmen pakkasella kuorineen työntekijän kuorinta-ajat esitetty erikseen omana ryhmänään.

Seuraavat kuvat esittävät kuorinta-ajan riippuvaisuutta kuorittavien runkojen kuutiosta eri työläisten työskennellessä. Kuvissa



Kuva 16. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 1 ————————
» » 2 — — — — —
» » 3 - - - - - - - - - - -

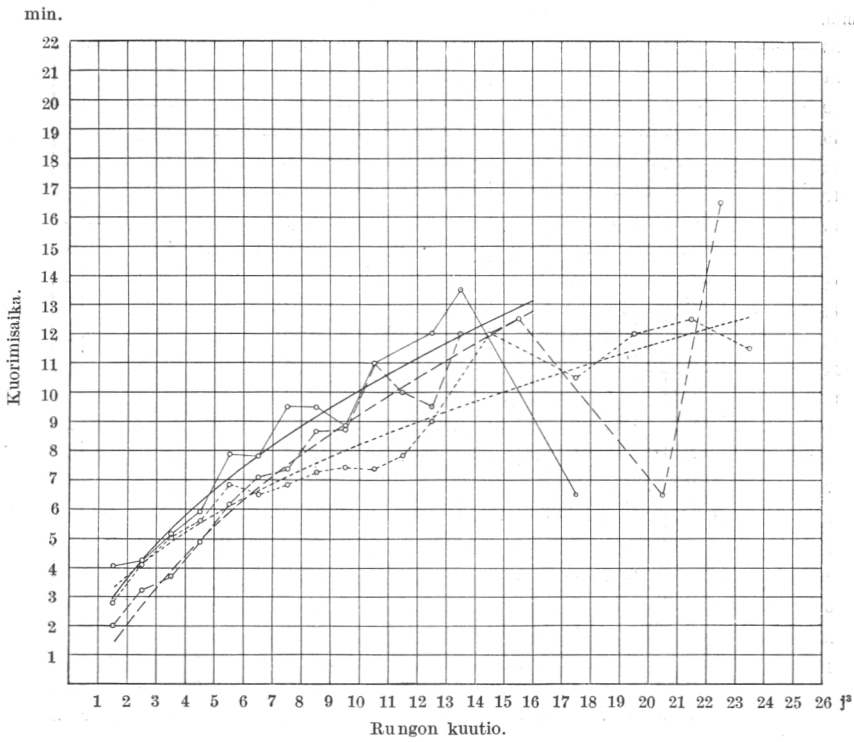


Kuva 17. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.
Työntekijä N:o 4 ————————
» » 5 — — — — —
» » 6 - - - - - - - - - -

olevat murtoviivat esittävät tasoittamattomia kuorinta-aikoja erikokoisille rungoille, käyrät taas tasoitettuja aikoja. Tasoituskäyränä on jokaisessa tapauksessa pidetty samantyyppistä paraabelia, jonka yleinen yhtälö on:

17) $t_{kri} = a\sqrt{v} + b$, jossa t_{kri} = kuorimisaika,
v = rungon kuutio,
a ja b = vakioita.

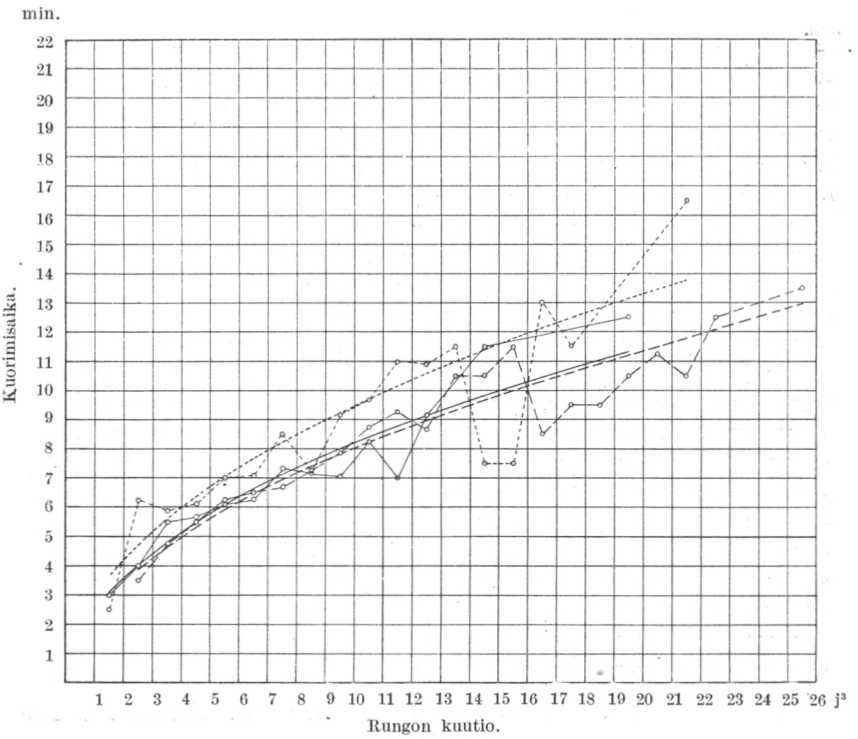
Käyrätyypin valintaan on johtanut se, että kaikki aikaisemmat puiden kuorintaa käsittelevät tutkimukset ovat osoittaneet, että puun kuorintaan kuluva aika on suunnilleen suoraan verrannollinen niiden vaippapinnan alaan (Klump 1929, Hampe 1931, 1932, 1933, Vuoristo 1934). Puun vaippapinta olisi kuitenkin sellaisenaan sangen hankala argumentti kuorimisajan määräämistä varten



Kuva 18. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.
Työntekijä N:o 7 ————————
» » 8 — — — — —
» » 11 - - - - - - - - - -

käytännössä. Tämän vuoksi on pyrittävä valitsemaan jokin toinen käytännöllisempi suure, jolla se ainakin suurin piirtein voidaan korvata. Koska puun kuutio on suunnilleen suoraan verrannollinen keskiläpimitan toiseen potenssiin ja vaippapinta läpimitan ensimmäiseen potenssiin, on puun kuution neliöjuuri saman pituisille puille suoraan verrannollinen puiden vaippapintaan. Puiden pituudet vaihtelevat kuitenkin huomattavasti niiden kuution mukaan. Mitä suurempi on puun kuutio, sitä suurempi on myös pituus. Kuorintatyön kannalta tehostaa pituuden vaihtelua vielä se, että suuresta puusta jää paperipuuksi kelpaamatonta latvusta suhteellisesti vähemmän kuin pienestä. Ottaen nämä seikat huomioon ei tehdä merkittävää virhettä, vaikka kuorittavan rungon osan vaippapintaa pidetään suoraan verrannollisena rungon kuution neliöjuureen.

Tasoituskäyrät on saatu graafisella tasoituksella ja niiden yhtälöt samaa menetelmää käyttäen kuin kaatoaikaa kaatoleikkauksen funktiona kuvaavien käyrien yhtälöt sivulla 43.

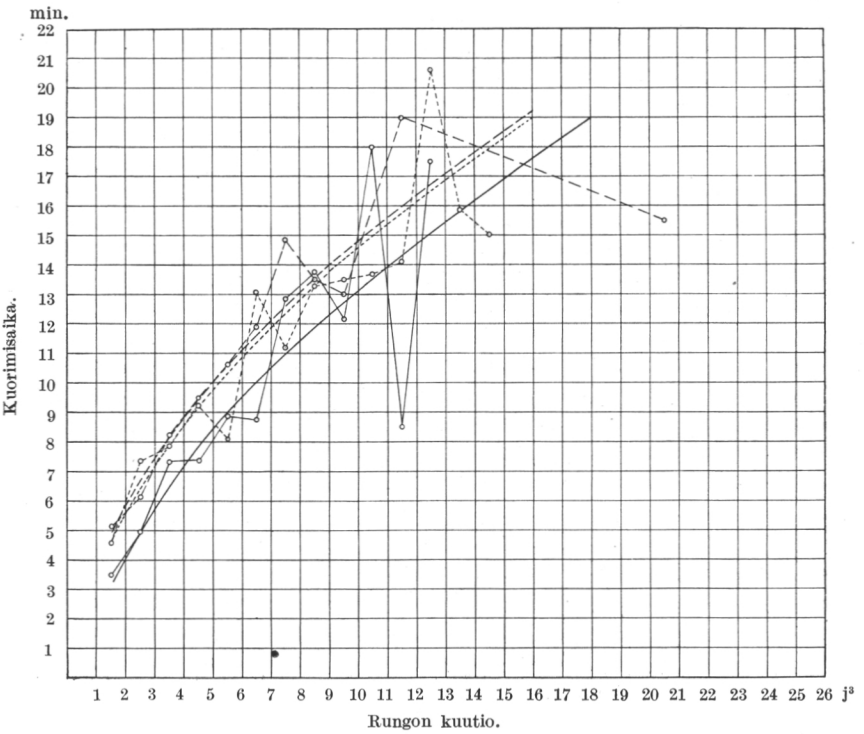


Kuva 19. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 12 ————————
» » 13 — — — — —
» » 14 - - - - - - - - - -

Jo kuorinta-aikaa esittävistä kuvista nähdään, että erikokoisten runkojen kuorimisaika vaihtelee eri työntekijöiden kuoriessa huomattavasti. Selvän kuvan saamiseksi tästä vaihtelusta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä esitetään seuraavassa asetelmassa kunkin työntekijän kuorimisajan yhtälö, 4 ja 9 j³:n runkojen kuorimisajat sekä muutamia työntekijän ja puiden ominaisuuksia, jotka ilmeisesti vaikuttavat kuorimisaikaan.

Asetelmassa 8 on esitetty kunkin työntekijän kuorimisaikaa kuvaava yhtälö sekä sen mukaiset kuorimisajat 4 ja 9 j³:n rungoille. Kahdessa seuraavassa sarekkeessa on kunkin tekijän käsittelemien puiden keskimääräinen kuoren paksuus ja oksaisuus laskettuna sivulla 19 esitetyn luokituksen perusteella. Seuraavissa sarekkeissa on työntekijöiden eräitä työn tuloksen kannalta ilmeisesti merkittäviä ominaisuuksia, ja niiden keskiarvoista suurempi esiintyminen on merkitty ristillä vastaavaan sarekkeeseen työntekijän kohdalle. Viimeisessä sarekkeessa on kuorimaraudan tavallista parempi kunto samoin



Kuva 20. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 9 ————————
» » 10 — — — — —
» » 15 - - - - - - - - - -

ristillä merkittynä. Asetelmassa on työntekijät jaettu kahteen ryhmään, syystä että kolme viimeksi esitettyä työntekijää on kuorinut puut ilman lämpötilan ollessa alle 0° C, joten heidän kuorinta-aikansa eivät ole verrannollisia toisten työaikoihin.

Ensimmäisessä ryhmässä olevan 12 työläisen kuorinta-ajat ovat sitävastoin ilman lämpötilaan nähden keskenään verrannollisia. Seuraavassa tarkastetaan, mitä työntekijöiden asetelmassa esitetyt ominaisuudet ovat vaikuttaneet kuorinta-aikaan. Sitä varten on laskettu kuorima-aikojen keskiarvot 4 ja 9 j³:n rungoille kaikkien 12 työläisen kuorinta-aikojen keskiarvona. Keskiarvot ovat mainitussa järjestyksessä 5.48 ja 9.02 min. Lisäksi on laskettu kaikkien työläisten käsittelemien puiden keskimääräinen kuoren paksuus (1.34) ja keskimääräinen oksaisuus (1.44). Työntekijöiden ja kuorimaraudan ominaisuuksia esittäviin sarekkeisiin on ensimmäisen paksun poikkiviivan alle kahteen riviin laskettu ristillä merkittyjen työntekijöiden

Asetelma 8.

Työntekijöiden eräiden ominaisuuksien sekä kuorimaraudan kuntoisuuden vaikutus kuorimisaikaan.

Työntekijän N:o	Lämpötila	Kuorimisajan yhtälö	Kuorimisaika min:eina rungon kuution ollessa 4 j³	Kuorimisaika min:eina rungon kuution ollessa 9 j³	Kuoren paksuuden keskiarvo	Oksaisuuden keskiarvo	Työntekijän ominaisuus: Pituus yli 170 cm	Työntekijän ominaisuus: Ruumiin rakenne vankka	Työntekijän ominaisuus: Yritys hyvä	Työntekijän ominaisuus: Nopea	Työntekijän ominaisuus: Kokemus yli 10 v.	Kuorimaraudan kunnossa hyvässä kunnossa	
1	Lämpötila yli 0° C.	$t_{kri} = 3.0\sqrt{v} - 1.0$	5.0	8.0	1.1	1.3			×		×	×	
2		$= 3.0\sqrt{v} - 0.4$	5.6	8.6	1.1	1.3	×		×	×	×	×	
3		$= 7.0\sqrt{v} - 6.0$	8.0	15.0	1.4	1.4	×						
4		$= 4.7\sqrt{v} - 2.4$	7.0	11.7	1.2	1.3	×	×	×		×		
5		$= 2.6\sqrt{v} - 1.4$	3.8	6.4	1.2	1.3			×		×	×	
6		$= 3.4\sqrt{v} - 2.0$	4.8	8.2	1.5	1.7	×				×	×	
7		$= 3.7\sqrt{v} - 1.6$	5.8	9.5	1.0	1.0	×	×			×		
8		$= 4.2\sqrt{v} - 4.0$	4.4	8.6	1.4	1.2	×		×	×			
11		$= 2.6\sqrt{v}$	5.2	7.8	1.9	1.6			×		×		
12		$= 2.6\sqrt{v}$	5.2	7.8	1.4	1.5		×			×		
13		$= 2.6\sqrt{v} - 0.2$	5.0	7.6	1.5	1.8	×		×	×		×	
14		$= 3.0\sqrt{v}$	6.0	9.0	1.4	1.9			×				
M_{1-14}	Lämpötila alle 0° C	$t_{kri} = 3.53\sqrt{v} - 1.6$	5.48		1.34		5.80	6.00	5.25	5.00	5.30	4.84	4 j³
				9.02		1.44	9.89	9.67	8.46	8.27	8.50	7.76	9 j³
							1.30 / 1.39	1.20 / 1.27	1.35 / 1.46	1.33 / 1.43	1.30 / 1.38	1.28 / 1.48	Keskim. kuoren paksuus / Keskim. oksaisuus
9		$t_{kri} = 5.2\sqrt{v} - 3.2$	7.2	12.4	1.1	1.2							
10		$= 5.2\sqrt{v} - 1.6$	8.8	14.0	1.3	1.5							
15		$= 5.2\sqrt{v} - 1.8$	8.6	13.8	1.7	1.7							
$M_{9, 10, 15}$		$t_{kri} = 5.20\sqrt{v} - 2.2$	8.20		1.37								
				13.40		1.47							
		$t_{kri} = 3.86\sqrt{v} - 1.72$	5.89	9.90	1.35	1.45							

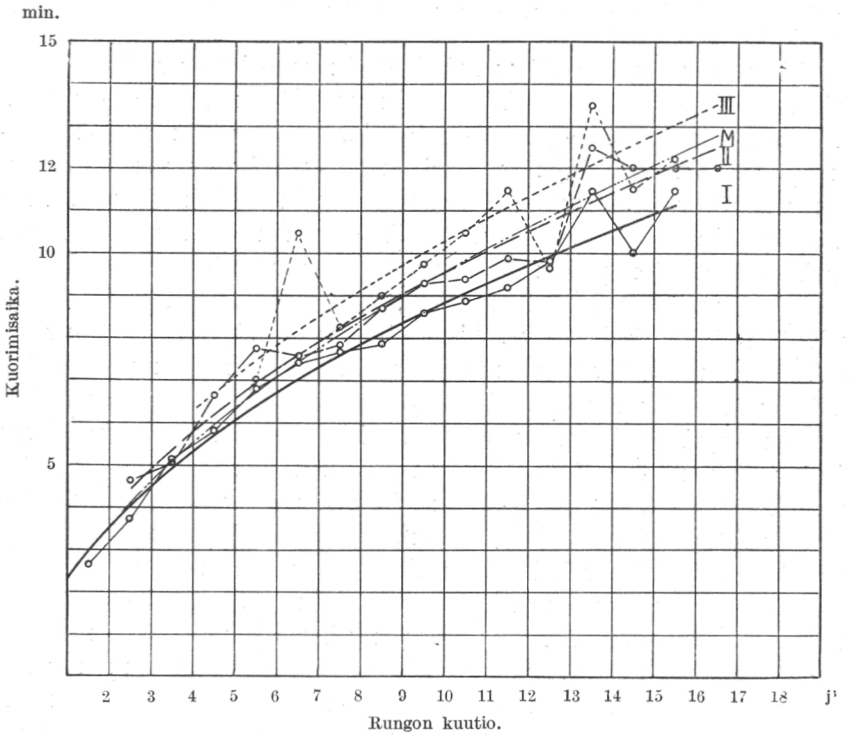
kuorimisaikojen keskiarvot. Ylemmän rivin luvut esittävät 4 j³:n rungon ja alemman 9 j³:n rungon kuorimisaikaa. Näiden lukujen alla on vinoviivalla jaetussa ruudussa mainittujen karsinta-aikoja vastaavien puiden keskimääräinen kuoren paksuus ja oksaisuus. Jos verrataan yli 170 cm. pitkien sekä vankkarakenteisten työntekijöiden kuorinta-aikojen keskiarvoja (5.80 ja 9.89 sekä 6.00 ja 9.67) vastaaviin kaikkien työläisten keskiarvoihin (5.48 ja 9.02) huomataan, että ne ovat keskiarvoja suuremmat, siitäkin huolimatta, että puiden kuoren paksuus ja oksaisuus ovat olleet keskiarvoa pienemmät. Kuorintatyön kannalta ei siis työläisen kokoa ja siihen keskimäärin suoraan verrannollista voimaa voitane pitää välttämättömänä hyviin työtuloksiin johtavana ominaisuutena. Seuraava huomioon otettu ominaisuus, yrityksen hyvyys on alentanut kuorinta-aikaa sekä pieniä että suuria puita kuorittaessa, vaikkakin käsitellyt puut ovat olleet hieman keskiarvoista paksukuorisempia ja oksaisempia. Työntekijän toimintanopeus on myös alentanut kuorinta-aikaa, vaikkakaan sen vaikutus siihen ei ole yhtä voimakas kuin useiden muiden työvaiheiden vaatimiin aikoihin. Pitkä työkokemus on samoin jonkin verren alentanut kuorinta-aikaa, mutta kokemuksen ansio tässä suhteessa lienee kuitenkin aivan vähäinen, koska aikaerot ovat pienet, ja puut ovat olleet jonkin verran keskimääräistä ohutkuorisempia ja vähäoksaisempia. Kuorimaraudan hyvässä kunnossa oleminen on alentanut kuorimisaikaa melkoisesti, ja puut ovat laadultaan suunnilleen vastanneet aineiston keskiarvoa. Kuoreltaan ne ovat olleet keskiarvoa ohutkuorisempia, mutta vastapainoksi tavallista oksaisempia.

Yhteenvetona edellisestä tarkastelusta voidaan esittää, että parhaisiin työennätyksiin ovat jälleen päässeet työntekijät, jotka ovat ahkerasti yrittäneet sekä pitäneet työkalunsa terävinä ja hyvässä kunnossa.

Seuraavassa tarkastetaan, miten kuorinta-aika koko aineiston mukaan on vaihdellut puiden koosta ja kuorenpaksuudesta riippuen. Puiden kuution ja kuoren paksuuden vaihtelun vaikutuksen selvittämiseksi jaetaan aineisto kolmeen osaan kuoren paksuusluokkien perusteella.

Kuvaan 21 on merkitty pienillä ympyröillä keskimääräiset kuorinta-ajat kutakin kuoren paksuusluokkaa oleville erikokoisille rungoille ja yhdistetty samaa kuoren paksuusluokkaa olevat pisteet murtoviivoiksi. Murtoviivoissa esiintyy melkoisia mutkia, mutta ne ovat kuitenkin verraten säännöllisesti toistensa yläpuolella kuoren paksuusluokkien järjestyksessä. Kuten jo edellä on mainittu, soveltuu paraabeli kuorintatyön luonteesta johtuen keskiarvojen tasoitus-

käyräksi. Kuvaan 21 on piirretty tasoituskäyrät kullekin kuoren paksuusluokalle. Käyrien yhtälöt ovat:



Kuva 21. Kuorimisajan riippuvaisuus rungon kuutiosta ja kuoren paksuudesta

Käyrä I. kuoren paksuusluokka I.
» II. » » II.
» III. » » III.
» M aineiston keskiarvo.

18) $t_I = 3.00 \sqrt{v} - 0.7$
19) $t_{II} = 3.25 \sqrt{v} - 0.7$
20) $t_{III} = 3.50 \sqrt{v} - 0.7$, joissa t_{I-III} = kuorimisaika runkoa kohden min:eina kuoren eri paksuusluokissa,
v = rungon kokonaiskuutio j³:oina.

Jos verrataan kuorinta-aikoja äärimmäisissä kuoren paksuusluokissa vastaavaan aikaan luokassa II, huomataan, että kuoren paksuuden vaihtelu vaikuttaa kuorinta-aikaan kuoren paksuuden lisääntyessä tai vähentyessä yhden luokan verran noin $\pm$ 7 ½ %.

Tulos vastaa siis suunnilleen tekijän aikaisemman tukkien kuorintaa käsittelevän tutkimuksen tulosta, jonka mukaan kuoren paksuuden muuttuessa yhden luokan verran, kuorinta-aika muuttuu 8 ½ % (Vuoristo 1934).

Kuvaan 21 on piirretty myös kaikkien yli 0° C lämmössä kuorineiden työntekijöiden kuorinta-aikojen yhtälöiden keskiarvoyhtälön mukainen käyrä (M) pilkku-pisteviivalla. Erikokoisten puiden kuoren paksuuden vaihtelun vuoksi on käyrä jyrkemmin kohoava kuin määrättyä kuorenpaksuusluokkaa olevien puiden käyrät. Asemansa puolesta kuvassa oleviin toisiin käyriin nähden vastaa käyrä hyvin erikokoisten puiden kuorenpaksuuden vaihtelua.

Seuraavassa tarkastetaan vielä, mitä oksaisuuden vaihtelu on vaikuttanut kuorimisaikaan. Tarkastelu voitaisiin tehdä useamman ominaisuuden korrelatiolaskentaa käyttäen koko aineiston perusteella, mutta menettely edellyttäisi, että oksaisuusvaihtelu olisi tasaista kaikkien työntekijöiden palstoilla. Koska asianlaita aineistossa ei ole tällainen, voisi työntekijöiden erilainen kuntoisuus huomattavastikin vaikuttaa lopputuloksiin ja sen välttämiseksi käytetään toista menettelytapaa, jossa satunnaisesti vaihtelevien tekijöiden vaikutus on vähäisempi. Koska kaikki puiden kuorintaa käsittelevät tutkimukset ovat yhdenmukaisesti osoittaneet, että kuorimisaika on suoraan verrannollinen kuorittavaan pinta-alaan, lasketaan aluksi kunkin yksityisen puun kuorimisaika kuoritun vaippapinnan m^2:ä kohden. Täten menetellen ei aineistoa enää tarvitse jakaa rungon suuruusluokkiin, vaan voidaan kaikenkokoiset puut käsitellä yhtenä ryhmänä ja tarkastaa kuorimisaikaa puiden oksaisuudesta ja kuoren paksuudesta riippuvana. Aineisto jaetaan kolmeen osaan kuoren paksuusluokkien mukaan. Kutakin kuoren paksuusluokkaa olevien puiden kuorimisajat jaetaan edelleen kolmeen osaan oksaisuusluokkien perusteella. Aineisto jaetaan edellä esitetyllä tavoin kunkin työntekijän osalta erikseen. Tämän jälkeen lasketaan keskiarvoiset kuorimisajat kutakin kuoren paksuus- ja oksaisuusluokkaa oleville puille, erikseen kullekin työntekijälle. Näin saaduille keskiarvoille lasketaan aritmeettiset keskiarvot, jotka esittävät keskimääräistä oksaisuuden vaihtelun vaikutusta kuorimisaikaan kuorittavan pinnan m^2:ä kohden eri kuoren paksuusluokkiin kuuluville puille. Keskiarvot ovat asetelmassa 9.

Asetelman keskiarvoiset kuorimisajat m^2:ä kohden osoittavat, että kuorimisaika on vaihdellut oksaisuuden vaihdellessa yhden luokan verran keskimäärin 3 ½ %. Oksaisuuden vaikutus kuorimisaikaan on siis verrattain vähäinen. On kuitenkin huomattava, että tulokseen vaikuttaa jossakin määrin se, että puiden koon ja oksaisuuden

Asetelma 9.

Kuoren paksuuden ja oksaisuuden vaikutus kuorimisaikaan kuorittavan pinnan m²:ä kohden.

Kuoren paksuusluokka	Oksaisuusluokka			Keskiarvot
	I	II	III	
	Kuorimisaika min/m²			
I	1.26	1.32	1.37	1.32
II	1.30	1.33	1.39	1.34
III	1.40	1.48	1.52	1.47
Keskiarvot	1.32	1.38	1.43	1.38
Suhdeluvut	96	100	103	

välillä on voimakas positiivinen korrelatio, sillä pienet puut ovat kuusimetsissämme aina keskimäärin vähemmän oksaisia kuin kookkaat puut. Tämän tutkimuksen aineistossa on rungon kuution ja oksaisuuden välisen korrelatiokertoimen arvo = + 0.499. Kun toiselta puolen pienien puiden kuorinta pinta-alayksikköä kohden muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina on hieman hitaampaa kuin suurien, tasaantuu oksaisuuden vaikutus kuorimisaikaan tarkastettaessa kuorimisaikaa pinta-alan funktiona huomioon ottamatta puiden läpimittaa (Vuoristo 1934). — Joka tapauksessa on ilmeistä, että kuusipuiden ollessa kysymyksessä on oksaisuuden vaihtelun vaikutus kuorimishankaluuteen vähäinen. Tutkimuksen lopputulosta määrättäessä lasketaan oksaisuuden vaihtelun yhden luokan verran aiheuttavan kuorimisaikaan 3 ½ %:n muutoksen.

2. Ilman lämpötilan vaikutus kuorimishankaluuteen.

Koska paperipuita usein joudutaan tekemään ja kuorimaan pakkasaikoina, on tärkeää tuntea lämpötilan vaikutus kuorimisaikaan. Aina on ollut yleisesti tunnettua, että pakkanen lisää kuorimishankaluutta (Helander 1922). Varsinaisia tutkimuksia asian selvittämiseksi ei kuitenkaan ole tehty. Ainoastaan tekijän tukkien kuorimishankaluutta käsittelevässä tutkimuksessa on tätäkin kysymystä aineiston perusteella käsitelty (Vuoristo 1934).

Pakkasen vaikutus kuorimishankaluuteen olisi kuitenkin monestakin syystä perusteellisesti selvitettävä. Eräänä tällaisena syynä mainittakoon, että pinotavaran tekoa joudutaan Suomessa suorittamaan työnpuutteen aikoina talvisaikaan reservityönä, ja kohtuullisen urakkapalkkauksen järjestämiseksi olisi tärkeää tuntea, miten paljon pakkanen alentaa työennätyksiä. Tällöin voitaisiin mahdollisesti päästä siihen, että puutavaraliikkeet siirtäisivät tarpeellisen määrän pinotavaran teosta talvisaikaan ja maksaisivat työstä normaalipalkan yhteiskunnan korvatessa pakkasen aiheuttaman työhankaluuden erotuksen.

Kuten mainittiin, vaikuttaa alhainen ilman lämpötila kuorintahankaluutta lisäävästi. Jäätynyt puun kuori on näet huomattavasti kovempaa kuorimisaseen terän leikata kuin sula. Syksytalvea silmällä pitäen, jolloin puun kuori on yleensä sula, alkaa lämpötilan vaikutus kuorintahankaluuteen esiintyä vasta lämpötilan painuessa alle jäätymäpisteen, jolloin kuori alkaa jäätyä. Kuoren ollessa sulana ei lämpötilan vaihteluilla ole huomattavaa merkitystä kuorimishankaluuteen. Kevättalvella on lämpötilan vaikutus jossakin määrin toisenlainen kuin syksyllä. Puiden kuori on silloin yleensä jäässä ja ilman vähäiset lämpöasteet eivät ehdi kuorta kokonaan sulattaa päivän kuluessa, ja yöllä se useimmiten jäätyy uudelleen. Kevätpuolella helpottaa nouseva lämpötila huomattavasti 0-asteen yläpuolellakin kuorintaa. Ilmiö on luonnollisena seurauksena siitä, että kuorintahankaluuteen vaikuttaa todellisuudessa luonnollisesti kuoren eikä ilman lämpötila.

Aineiston keräysaikaan esiintyi pakkasia kolmen työntekijän kuoriessa, nimittäin N:oiden 9, 10 ja 15. Lämpötilan vaihtelut kahden ensiksi mainitun kuoriessa olivat kuitenkin aivan pienet lämpötilan pysyessä koko ajan suunnilleen —7° C. Kuorinta-aikojen perusteella ei näin ollen voida tarkastaa lämpötilan vaihtelun vaikutusta kuorinta-aikaan. Kuorintatulosta voidaan ainoastaan verrata toisten lämpimillä ilmoilla kuorineiden vastaaviin tuloksiin. Työntekijän N:o 15 kuoriessa vaihteli lämpötila sitävastoin suuresti lämpöasteista pakkasasteisiin, joten hänen kuorinta-aikojensa perusteella voidaan saada selville lämpötilan vaikutus kuorinta-aikaan. Hänen käsittelemiään puita on aineistossa 150. Aineisto lämpötilan vaikutuksen selvittämiseksi ei siis ole varsin suuri, mutta kun kuorintatyö on yhden miehen suorittama, ovat tulokset tässä suhteessa yhdenmukaisia, ja suppeammankin aineiston perusteella käy lämpötilan vaihtelun vaikutus ilmi. Saatuja tuloksia voidaan lisäksi verrata kahden muun pakkasella kuorineen kuorintatulokseen, joten ne tämän avulla varmistuvat.

Kun halutaan tutkia lämpötilan vaikutusta kuorimishankaluuteen käytännössä suoritetussa työssä järjestämättä varsinaisia kuorintakokeita, vaihtelevat kaikki kuorimishankaluuteen vaikuttavat tekijät yhtäaikaisesti lämpötilan kanssa, joten lämpötilan vaikutuksen selvittämiseksi täytyy muiden tekijöiden vaikutus saada eliminoiduksi pois. Koska aineiston suhteellinen suppeus ei salli aineiston jakamista muihin tekijöihin kuin lämpötilaan nähden homogeenisiin osiin, käytetään tuloksen saamiseksi useamman ominaisuuden korrelatiolaskentaa.

Kuorimishankaluuteen vaikuttavina tekijöinä lämpötilan ohella otetaan huomioon puiden koko ja kuoren paksuus. Oksaisuuden vaikutusta ei ole katsottu olevan syytä huomioida, koska sen vaihtelu on aivan vähäinen. Rungon kokoa kuvaamaan on tässä tapauksessa käytetty rinnankorkeusläpimittaa, koska se paremmin kuin rungon kuutio edustaa kuorintaan ratkaisevasti vaikuttavan puun läpimittaa. Kuoren paksuus on huomioitu samaa luokitusta käyttäen kuin edelläkin. Ilman lämpötila on mitattu Celsius-asteina. Kuorinta-ajan ja edellä mainittujen ominaisuuksien välille on muodostettu kaikki mahdolliset parittaiset korrelatiotaulukot ja niiden perusteella laskettu tarpeelliset tunnusluvut osittaisregressiokertointen määräämiseksi. Tunnusluvuille on saatu seuraavat arvot:

Kuorimisajan keskiarvo	M_{tkri}	= 10.23 min.	σ_{tkri}	= 5.47 min.
Puiden rinnankorkeusläpimitan keskiarvo	$M_{D\,1.3}$	= 7.03 »	$\sigma_{D\,1.3}$	= 1.68 »
Keskimääräinen kuoren paksuus	M_{kri}	= 1.67 »	σ_{kri}	= 0.76 »
Keskimääräinen lämpötila	M_T	= —2.78 »	σ_T	= 4.25 »

Korrelatiokertointen arvot ovat seuraavat:

$$
\begin{aligned}
r_{D\,1.3\,tkri} &= +\,0.646 \\
r_{kri\,D\,1.3} &= +\,0.743 \\
r_{krit} &= -\,0.137 \\
r_{tkri} &= -\,0.729 \\
r_{D\,1.3} &= -\,0.287 \\
r_{kri\,tkri} &= +\,0.565
\end{aligned}
$$

Osittaisregressiokertointen arvoiksi saadaan edellisten tunnuslukujen perusteella:

$$
\begin{aligned}
\alpha &= +\,0.817 \\
\beta &= +\,2.115 \\
\nu &= -\,0.789
\end{aligned}
$$

Osittaisregressiokertointen merkeistä nähdään, että suureneva puun koko ja kuoren paksuus ovat lisänneet kuorimisaikaa runkoa kohden. Nouseva lämpötila on sitävastoin sitä alentanut. Osittaisregressiokertoimen arvo osoittaa kuorimisajan muutosta minuuteissa osittaisregressiokertointa vastaavan ominaisuuden muuttuessa yhden käytetyn mittayksikön verran. Kertoimien arvoista nähdään, että yhden asteen lämpötilan muutos aiheuttaa kuorimisaikaan suunnilleen samansuuruisen muutoksen kuin rinnankorkeusläpimitan muuttuminen yhdellä tuumalla. Kun kuoren paksuus voi vaihdella korkeintaan kaksi luokkaa, siis I:stä III:een, aiheuttaa samansuuruisen poikkeuksen kuorinta-aikaan noin 5 asteen lämpötilan muuttuminen.

Osittaisregressiokertointen avulla saadaan kuorinta-ajalle edellä mainituista tekijöistä riippuen seuraava yhtälö:

21) $t_{kri} = 0.82\, D_{1.3} + 2.12\, kri - 0.79\, T - 1.23$, jossa

t_{kri} = kuorimisaika runkoa kohden min:eina,

$D_{1.3}$ = rinnankorkeusläpimitta tuumina,

kri = kuoren paksuusluokituksen luokkanumeron lukuarvo (I, II tai III),

T = ilman lämpötila Celsius-asteina.

Jotta kävisi selville, miten voimakas lämpötilan vaikutus on ollut kuorinta-aikaan, lasketaan, monenko %:n muutoksen kuorinta-aikaan yhden asteen lämpötilan muuttuminen on aiheuttanut. Kuorinta-ajan keskiarvon ollessa 10.23 min. vastaa osittaisregressiokertoimen mukainen yhden asteen lämpötilan muuttumista vastaava kuorimisajan muutos 0.79 min. ja vastaa 7.7 %:n muutosta kuorinta-ajassa. Lämpötilan vaikutus kuorimisaikaan on siis sangen voimakas. On kuitenkin huomattava, että kuorimishankaluus muuttuu syys-talvella vasta lämpötilan mennessä 0-asteen alapuolelle kuoren alkaessa jäätyä.

Edellä saadun tuloksen tarkastamiseksi verrataan seuraavassa toisiinsa keskimääräisiä kuorinta-aikoja lämpötilan ollessa yli ja alle jäätymäpisteen. Kuorinta-aikojen yhtälöt ovat seuraavat:

22) Lämpötila yli 0° C $t_{kri} = 3.53\, \sqrt{v} - 1.6$

23) » alle 0° C $t_{kri} = 5.20\, \sqrt{v} - 2.2$

Kuorimisaika pakkasella on siis ollut keskimäärin huomattavasti pitempi. Laskemalla pakkasella kuorintapäivien keskilämpötila kunkin työntekijän kuoriessa ja saatujen keskilämpötilojen keskiarvo, saadaan lämpötilan keskiarvoksi pakkasella kuorittaessa —6.4° C. Edellä saatiin lämpötilan vaihtelun vaikutukseksi, että pakkasen lisääntyessä yhdellä asteella lisääntyy kuorimisaika 7.7 %. Pakkaspäivien keskilämpötila vastaa siis kuorinta-ajan lisääntymistä noin 49 %:lla. Jos kuorinta-aikaan lämpötilan ollessa yli 0° C lisätään 49 %, pitäisi tuloksen vastata suunnilleen pakkasella kuorinta-ajan keskiarvoa. Kertomalla yhtälö 22 1.49:llä tulee se muotoon:

24) $$t_{kri\,-\,6.4\,^{\circ}C} = 5.26\ \sqrt{v} - 2.38$$

Yhtälö on siis suurin piirtein sama kuin pakkasella kuorinta-aikojen keskimääräinen yhtälö 23. Tulokseen voivat luonnollisesti vaikuttaa monet erilaiset tekijät, joten on koetettava tarkastaa, eroavatko olosuhteet muuhun kuin lämpötilaan nähden toisistaan. Työntekijöiden kuntoisuuden vertaamiseksi molemmissa tapauksissa lasketaan sivulla 22 esitettyjen yleisarvolauseiden keskiarvo kumpaakin tapausta varten. Pakkasella kuorineitten yleisarvosanan keskiarvo on 7 ja lämpimillä ilmoilla kuorineitten 7.9. Työntekijöitten kuntoisuusero on siis ilmeisesti hieman lisännyt kuorinta-aikojen eroa pakkasella ja lämpimällä ilmalla. Keskimääräinen puiden kuoren paksuus ja oksaisuus ovat molemmissa tapauksissa suurin piirtein samat. Edellisen perusteella eivät siis muut tekijät kuin lämpötilojen ero ole merkittävästi voineet vaikuttaa keskiarvoisten kuorinta-aikojen erotukseen pakkasella ja lämpimällä ilmalla kuorittaessa. Näin ollen molemmilla esitetyillä tavoilla saadut tutkimustulokset lämpötilan vaikutuksesta kuorinta-aikaan vahvistavat toisiaan.

Tästä huolimatta on otettava huomioon, että käytettävissä olevan aineiston perusteella voidaan varmuudella sanoa ainoastaan se, että lämmön laskeutuessa alle jäätymäpisteen lisääntyy kuorimishankaluus voimakkaasti pakkasen kiihtyessä (Hilf 1930, Vuoristo 1934). Miten tämä kuorintahankaluuden lisääntyminen eri pakkasasteita vastaten yksityiskohtaisesti tapahtuu, siihen ei aineiston perusteella, ikävä kyllä, voida antaa vastausta. Keskiarvoinenkin tulos on jo kuitenkin käytännön kannalta arvokas, koska sen perusteella voidaan tehdä keskimääräinen palkan korotus, jos kuorintaa joudutaan suorittamaan talvisaikaan.

Saatua tulosta voidaan myös verrata tekijän tukkien kuorintaa käsittelevän tutkimuksen vastaavaan tulokseen (Vuoristo 1934). Sen mukaan on kuorintahankaluus muuttunut lämpötilan muuttuessa yhden asteen 3.2 %:a. Lämpötilan vaikutus kuorintahankaluuteen on siis ollut vain puolet siitä, mitä tämän tutkimuksen tulos osoittaa. Syynä tähän eroon on epäilemättä se, että tutkimukset on tehty eri vuodenaikoihin. Syystalvella vaikuttaa pienikin pakkasen lisääntyminen kuoren jäätymiseen verraten voimakkaasti, jotavastoin keväällä, jolloin mainittu tukkien kuorintatutkimus tehtiin, vaikuttaa lämpötilan muutos huomattavasti hitaammin kuoren jäätyneisyysasteeseen, kun puu sisältä on jäässä ja yöt tavallisesti säännöllisesti kylmiä.

Lämpötilan vaikutusta kuorintahankaluuteen on käsitellyt tutkimuksessa saksalainen Hampe ja todennut pakkasen lisäävän kuorintahankaluutta (Hampe 1931). Tutkimus on kuitenkin ilman lämpötilan vaikutukseen nähden niin ylimalkainen, ettei sen perusteella ole voitu tehdä yksityiskohtaisempia päätelmiä.

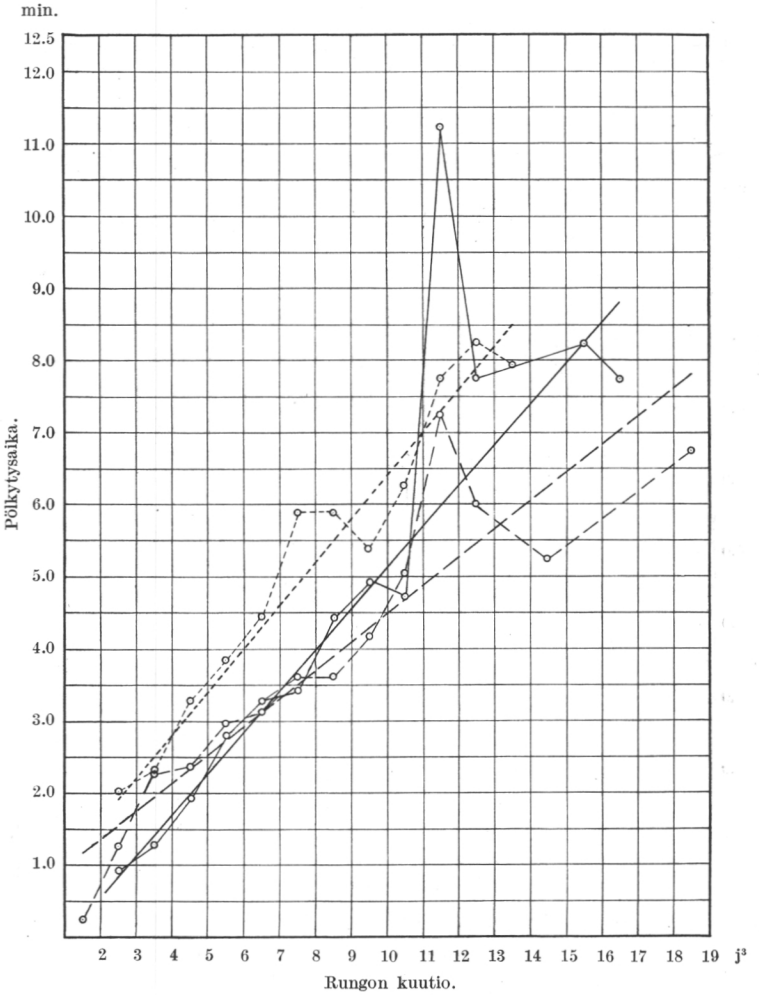
Vaikkakaan lämpötilan vaikutus kuorimishankaluuteen ei vielä tämän tutkimuksen avulla olisikaan tullut täysin selvitetyksi, osoittaa tutkimus kuitenkin selvästi sen, että lämpötilan alentuessa 0-asteen alapuolelle lisääntyy kuorintahankaluus sangen huomattavasti.

F. Rungon pölkyttäminen.

Kun runko on saatu kuorituksi, katkotaan se paperipuun pituisiksi kappaleiksi. Katkominen aloitetaan rungon tyvipäästä. Pölkkyjen pituus mitataan erityisellä mittakepillä tai käytetään mittana sahan kehyksen päätypuiden välimatkaa. Joskus on päätypuiden päihin lyöty nauloista tehdyt piikit, joiden välimatka on 1 m., ja jotka helpottavat mittauskohtien merkintää runkoon. Piikillä raapaisten jää mittauskohtaan selvä merkki, ja mittaus tulee tarkaksi.

Rungon pölkyttämiseen kuluva aika riippuu rungon paksuudesta sekä pituudesta. Rungon paksuus määrää sahausajan katkaisua kohden ja pituus katkaisujen lukumäärän pölkyn pituuden ollessa määrätty. Mitä lyhyempiä paperipuita tehdään, sitä enemmän luonnollisesti tulee katkaisuja ja sitä pitempi on myös pölkytysaika. Tutkimusaineiston perusteella voidaan viimeksi mainittua seikkaakin tarkastaa, syystä että aineisto käsittää 2, 1.20 ja 1 metristen paperipuiden katkomista.

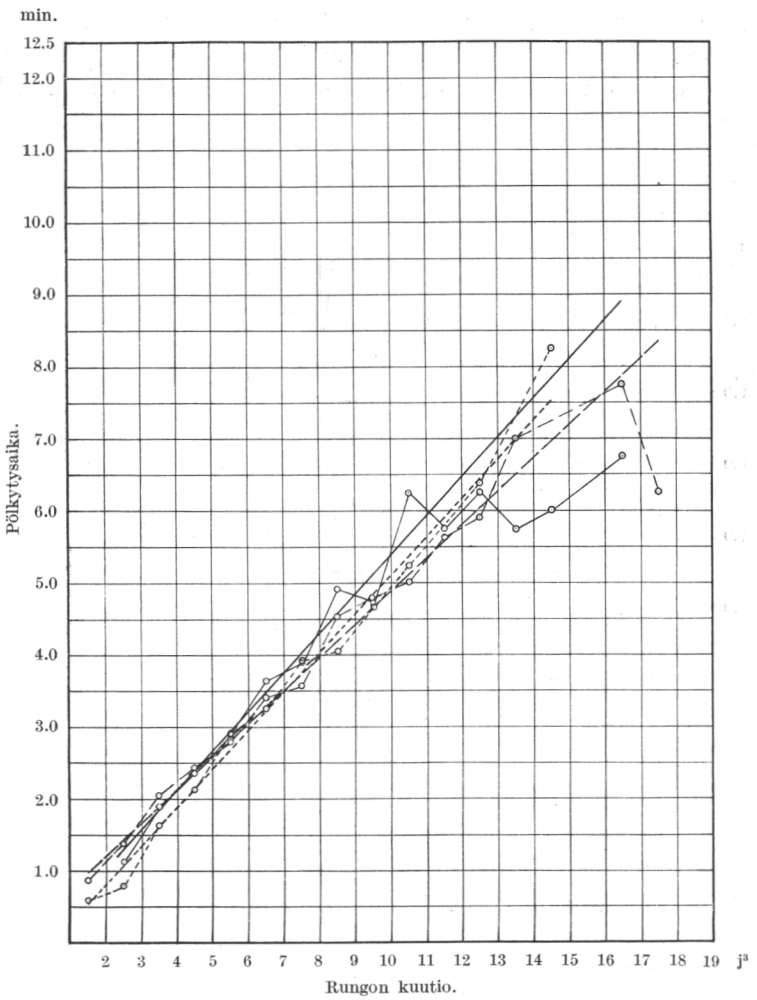
Aluksi tarkastetaan hieman teoreettisesti pölkytykseen kuluvan ajan todennäköistä pituutta. Niissä rajoissa, joissa paperipuurunkojen paksuus yleensä vaihtelee, on puun poikkisahausaika suunnilleen



Kuva 22. Pölkytysajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 1 ———— 2 m. pölkyt.
» » 2 — — — — — »
» » 3 - - - - - - - - - - »

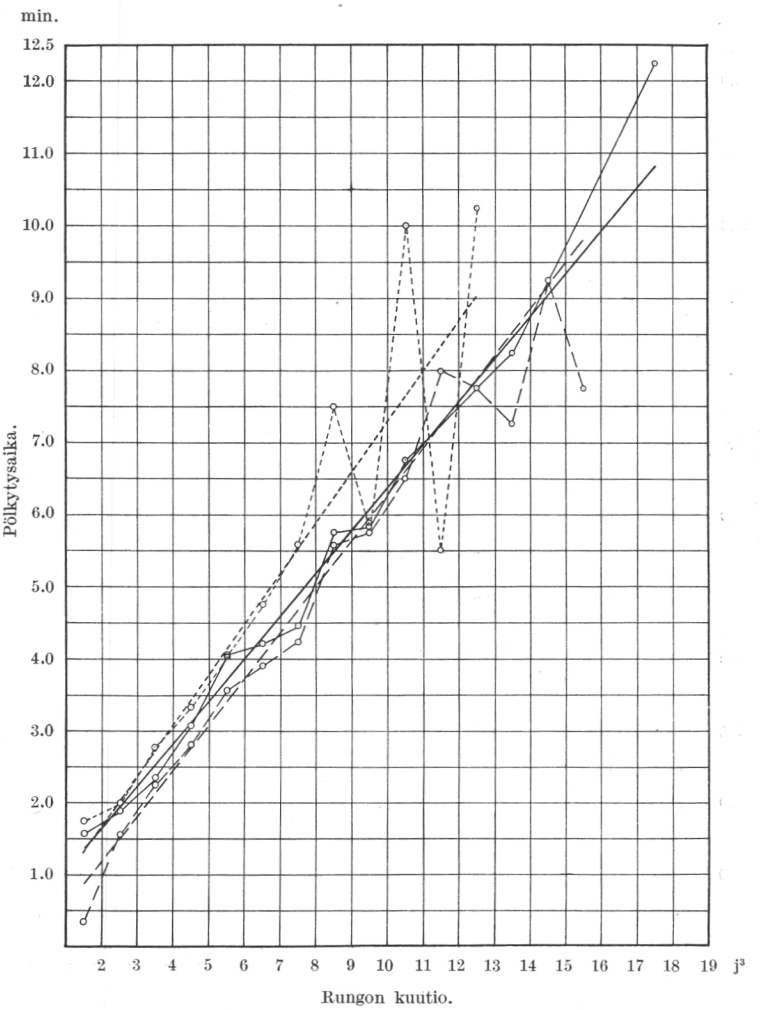
suoraan verrannollinen poikkileikkauksen pinta-alaan (Vuoristo 1933). Poikkileikkausten lukumäärä on taas suoraan verrannollinen puun pituuteen. Pölkytysaika on näin ollen suoraan verrannollinen puun poikkileikkauksen pinta-alaan ja pituuteen t.s. rungon kuutiotekijöihin. Leikkausta kohden syntyvä siirtymis- ja sivutyöaika uusiintuu



Kuva 23. Pölkytysajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 4 ———— 2 m pölkyt.
» » 5 — — — — — »
» » 6 - - - - - - - - - - »

jokaista leikkausta kohden, ja on näistä töistä johtuva ajan menekki siis suoraan verrannollinen puun pituuteen. Kun lisäksi otetaan huomioon, että sivutöihin kuluva aika monessa tapauksessa on suurempi suuria kuin pieniä puita käsiteltäessä, johdutaan tarkastelussa siihen lopputulokseen, että pölkytysaika kokonaisuudessaan on suurin piirtein suoraan verrannollinen pölkytettävän rungon kuutioon. Tosin paperipuuksi kelpaamattoman latvaosan pituuden vaihtelun pitäisi vaikuttaa jossakin määrin häiritsevästi edellä olevan teoreettisen

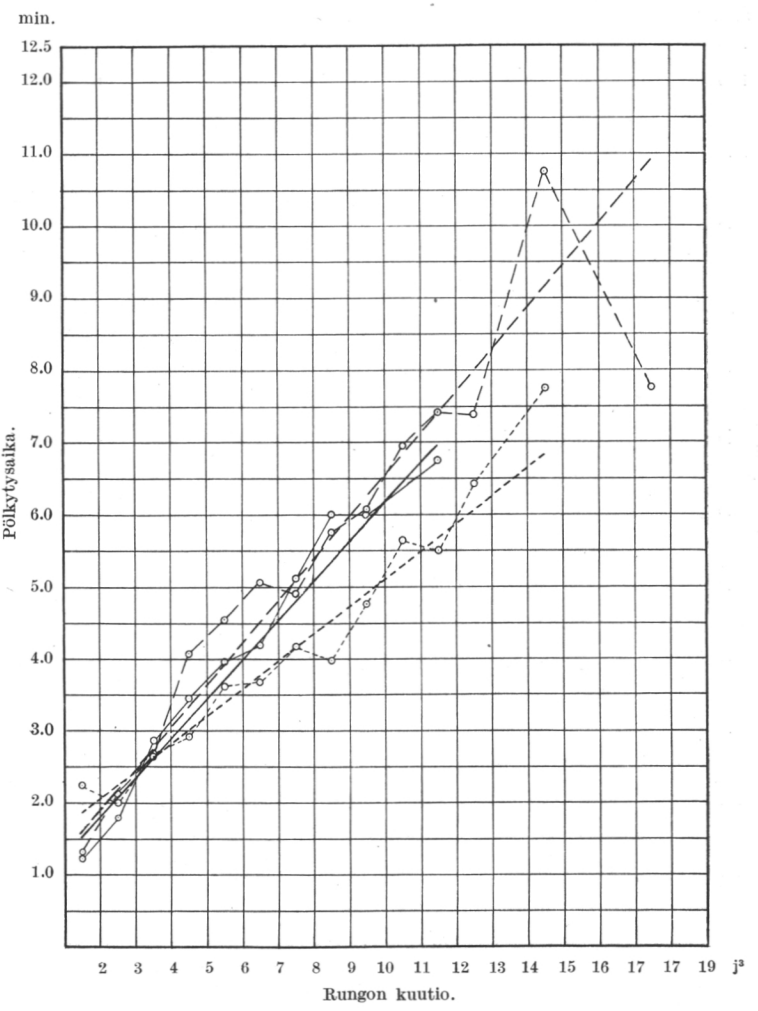


Kuva 24. Pölkytysajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 7 ———————— 2 m pölkyt.
» » 8 — — — — — — »
» » 9 - - - - - - - - - - »

tarkastelun antamaan lopputulokseen, mutta tutkimusaineisto osoittaa joka tapauksessa, että ajan menekki pölkytyksessä on suurin piirtein suoraan verrannollinen rungon kuutioon.

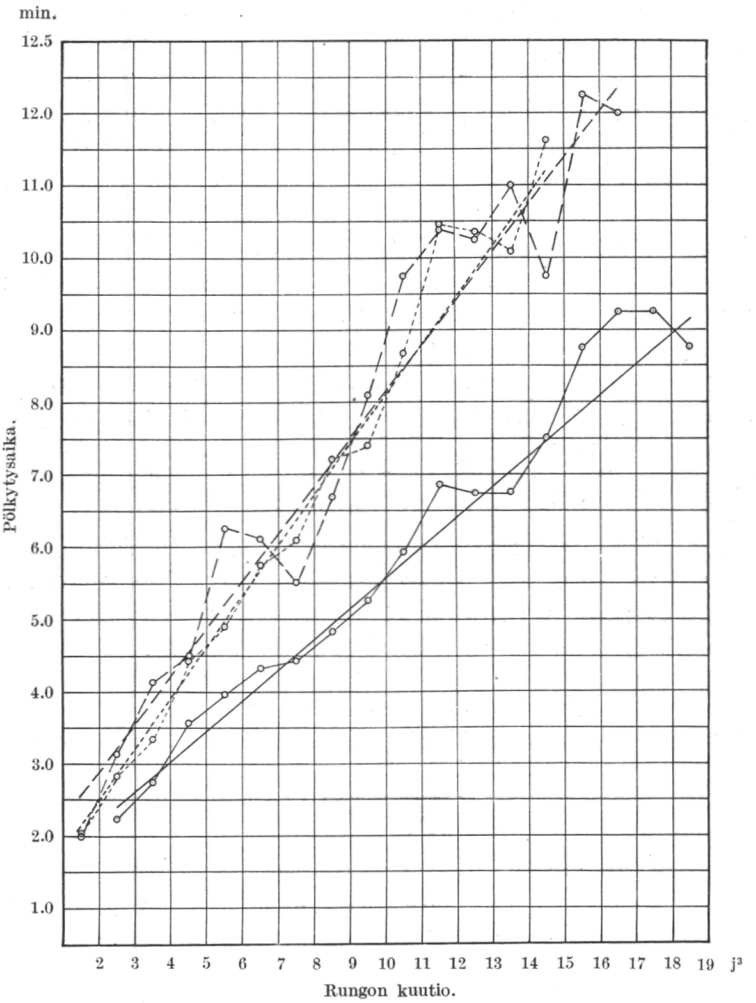
Seuraavassa tarkastetaan aluksi eri työntekijöiden pölkytykseen käyttämää aikaa rungon kuution funktiona. Kullekin tekijälle on sitä varten laskettu erikokoisten runkojen pölkytysajat ja esitetään ne kuvissa 22—26.



Kuva 25. Pölkytysajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 10 ———————— 2 m pölkyt
» » 11 — — — — — — 1 m pölkyt
» » 12 - - - - - - - - - - »

Kuvia tarkastettaessa on aluksi huomattava, että työntekijät N:ot 1—10 ovat valmistaneet 2 m pituisia pölkkyjä, mutta toisilla on pölkyn pituus ollut 1—1.2 m. Ottamalla tässä pölkkyjen pituusero huomioon ja tarkastamalla saman pituisia pölkkyjä valmistaneiden työaikaa huomataan, että samankokoisten runkojen pölkytykseen kulunut aika on eri työntekijöiden työskennellessä, kuten luonnollista, jossakin määrin vaihdellut. Vaihtelu ei kuitenkaan ole



Kuva 26. Pölkytysajan riippuvaisuus rungon kuutiosta.

Työntekijä N:o 13 ———————— 1 m pölkyt.
» » 14 — — — — — — »
» » 15 - - - - - - - - - - 1.2 m »

suhteellisesti yhtä suuri kuin useimmissa edellä esitetyissä työvaiheissa. Havainnollisen kuvan saamiseksi pölkytysaikaan vaikuttaneista tekijöiden ominaisuuksista samoinkuin sahan kuntoisuudesta esitetään seuraava asetelma 10. Asetelmassa on kunkin työntekijän pölkytysajan yhtälö sekä sen mukainen pölkytysaika 6.54 j³:n rungolle. Työntekijöiden ominaisuudet on merkitty samoin kuin edelläkin vastaavissa asetelmissa. Asetelmaan on laskettu pölkkyjä tehneiden työnteki-

jöiden pölkytysaikojen keskiarvot, joiksi on saatu 2-metrisille pölkyille 3.83 min. ja 1—1.2 m pituisille pölkyille 4.48 min. Lisäksi on laskettu myös kaikkien aineiston työntekijöiden pölkytysaikojen keskiarvo ottamatta huomioon tehtyjen pölkkyjen pituutta. Vertaamalla pölkytysaikojen keskiarvoja vastaaviin, eri ominaisuuksilla varustettujen työntekijöiden pölkytysaikojen keskiarvoihin, voidaan päätellä, mitä mikin ominaisuus on pölkytysaikaan vaikuttanut.

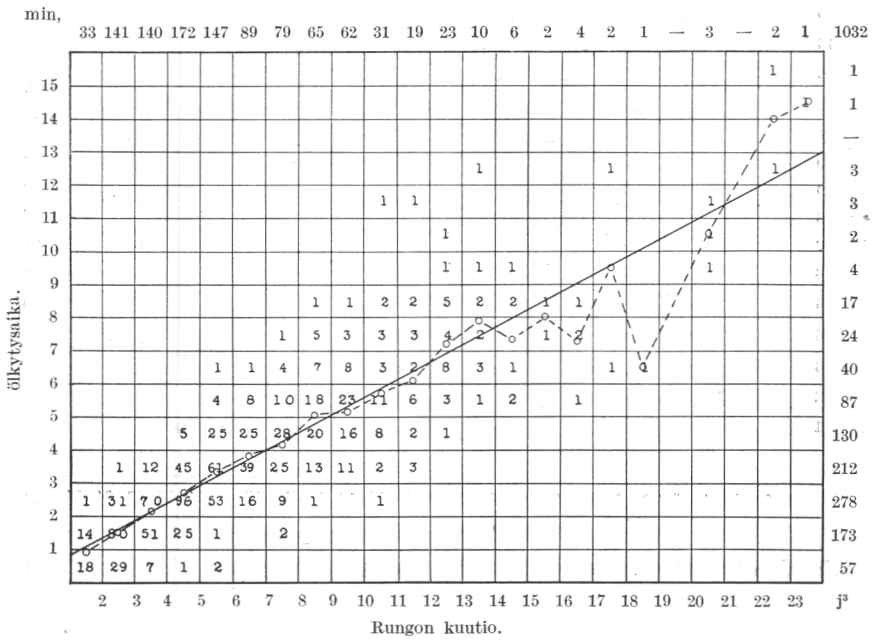
Tarkastettaessa asetelman lukuja huomataan, että työntekijän pituus ja vankka ruumiinrakenne eivät ole keskimäärin lyhentäneet pölkytysaikaa. Nopeus, pitkä kokemus ja sahan hyvä kunto ovat sitävastoin kaikki asetelman mukaan lyhentäneet työaikaa, sahan hyvä kunto kuitenkin voimakkaimmin. Verrattaessa saatua tulosta huomioon otettujen ominaisuuksien vaikutukseen muihin paperipuiden teossa esiintyviin työvaiheisiin, on huomattava, että pitkän kokemuksen edullinen vaikutus työaikaan on pölkytyksessä suurempi kuin muissa työvaiheissa, joissa se ei yleensä ole sanottavasti työaikaa lyhentänyt. Tämä johtunee siitä, että sahan kunnostamistaito yleensä lisääntyy työkokemuksen lisääntyessä ja tavallista paremmassa kunnossa olevan sahan merkitys pölkytyksessä on kaikista tutkimuksessa huomioonotetuista ominaisuuksista voimakkain.

Asetelma 10.

Työntekijöiden eräiden ominaisuuksien sekä sahan kuntoisuuden vaikutus pölkytysaikaan.

Työntekijän N:o	Pölkytysajan yhtälö		Pölkytysaika rungon kuution ollessa 6.54 j³	Työntekijän ominaisuus: Pituus yli 170 cm	Ruumiin rakenne vankka	Yritys hyvä	Nopea	Kokemus yli 10 v.	Saha hyvässä kunnossa
1	Pölkkyjen pituus 2 m	$t_p = 0.56\,v - 0.50$.	3.16			×		×	×
2		$= 0.39\,v + 0.60$.	3.15	×		×	×	×	×
3		$= 0.59\,v + 0.50$.	4.36	×					
4		$= 0.54\,v - 0.10$.	3.43	×	×	×		×	×
5		$= 0.46\,v + 0.30$.	3.31			×		×	×
6		$= 0.54\,v - 0.25$.	3.28	×				×	
7		$= 0.59\,v + 0.45$.	4.31	×	×			×	
8		$= 0.64\,v - 0.10$.	4.08	×		×	×		
9		$= 0.69\,v + 0.40$.	4.91	×					
10		$= 0.54\,v + 0.75$.	4.28						
(1—10)		$M_{tp} = 0.55\,v + 0.21$.	3.83	3.93	3.87	3.43	3.62	3.44	3.26
11	Pölkkyjen pituus 1—1.2 m	$= 0.59\,v + 0.65$.	4.50			×		×	
12		$= 0.38\,v + 1.30$.	3.78		×			×	×
13		$= 0.42\,v + 0.85$.	3.60	×		×	×		×
14		$= 0.66\,v + 1.05$.	5.36			×			
15		$= 0.70\,v + 0.60$.	5.18		×				
(11—15)		$M_{tp} = 0.55\,v + 0.89$.	4.48	3.60	4.48	4.49	3.60	4.14	3.69
(1—15)		M	4.03	3.89	4.18	3.82	3.61	3.62	3.41

Seuraavassa tarkastetaan pölkytysajan ja rungon kuution välistä keskimääräistä riippuvaisuutta. Tarkastelua varten aineisto on jaettava kahteen osaan, syystä että tehtyjen paperipuiden pituus vaihtelee siksi paljon, ettei koko aineistoa sen vuoksi voida käsitellä yhdessä. Ensimmäiseen aineistoryhmään luetaan 2 m pituisten paperipuiden pölkytys, ja tulee tähän ryhmään 10 työntekijän työ. Toiseen ryhmään luetaan 1 m ja 1.2 m pituisten paperipuiden pölkytys, ja tulee ryhmään kuulumaan 5 työntekijän pölkytysajat. Pölkkyjen pieni pituusero vaikuttaa luonnollisesti hieman pölkytysaikaan, mutta siitä huolimatta ei ole katsottu olevan syytä jakaa aineistoa tehtyä pienempiin osiin, koska 1.2 m pituisia puita on tehnyt vain yksi mies.



Korrelatiotaulukko 7. Rungon kuution vaikutus pölkytysaikaan (pölkkyjen pituus 2 m).

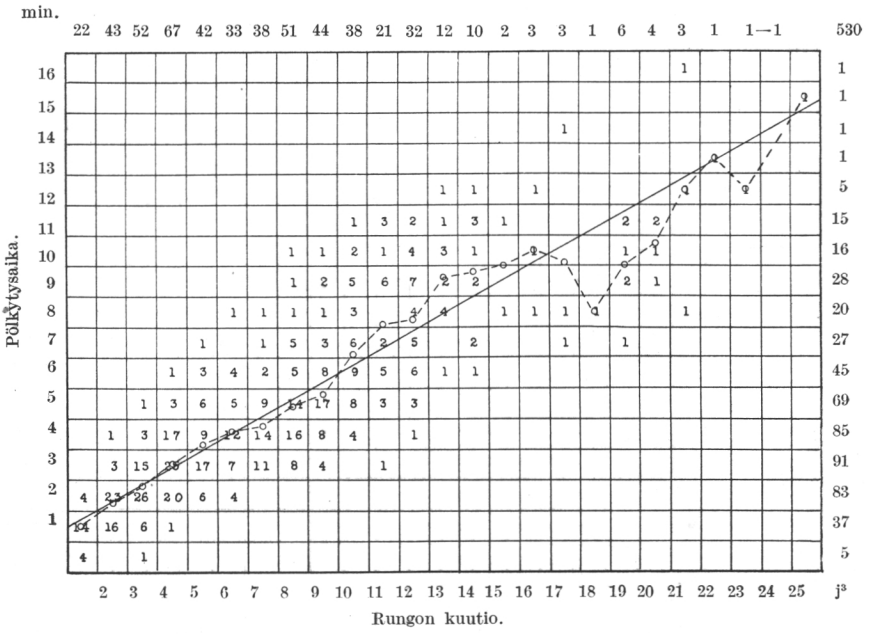
2 metrin pituisten paperipuiden tekijöiden pölkytysaikaa rungon kuutiosta riippuen esittää korrelatiotaulukko 7. Taulukkoon on merkitty pienillä ympyröillä kunkin rungon suuruusluokan pölkytysaikojen keskiarvo. Keskiarvoja yhdistävät suorat muodostavat murtoviivan, joka esiintyy taulukossa.

Taulukon arvojen perusteella on laskettu ensimmäisen regressiosuoran yhtälö, joksi on saatu:

28) $t_p = 0.53\ v + 0.29$, jossa t_p = pölkytysaika runkoa kohden min:eina
v = rungon todellinen kuutio j³:oina

Kuten taulukosta nähdään, antaa regressiosuora sangen hyvän tasoituksen. Sanottavia poikkeuksia tasoitussuoralla esiintyy vasta suurimmissa rungon suuruusluokissa, joissa aineistoa on aivan niukalti.

Yhtälö 28 esittää siis erikokoisten runkojen pölkytysaikaa 2-metrisiä paperipuita tehtäessä paperipuiden minimiläpimitan ollessa 9 cm.



Korrelatiotaulukko 8. Rungon kuution vaikutus pölkytysaikaan (pölkkyjen pituus 1.0—1.2 m).

Korrelatiotaulukko 8 esittää erikokoisten runkojen pölkytykseen kulunutta aikaa 1 m ja 1.2 m pituisia paperipuita tehtäessä.

Erisuuruisten runkojen pölkytysajat on jälleen merkitty ympyröillä taulukkoon ja yhdistetty ympyrät viivoilla toisiinsa. Murtoviivan suunta osoittaa, että suoraviivainen tasoitus on täysin tyydyttävä, vaikkakaan murtoviiva ei ole yhtä suora kuin edellisessä tapauksessa. Tasoitussuorana on käytetty ensimmäistä regressiosuoraa, ja sen yhtälö on seuraava:

29) $t_p = 0.56\ v + 0.93$, jossa t_p = rungon pölkytysaika min:eina,
v = » todellinen kuutio j³:oina

Yhtälö 29 esittää siis erikokoisten runkojen pölkytysaikaa 1 ja 1.2 m pituisia paperipuita tehtäessä puiden minimiläpimitan ollessa 9 cm.

Jos verrataan eripituisten paperipuiden pölkytysajalla saatuja yhtälöitä toisiinsa huomataan, että pölkytysaika on, kuten luonnollista, pitempi lyhyempiä kuin pitempiä paperipuita tehtäessä. Tehtäessä 1 m pituisia paperipuita on aineiston mukaan keskikokoisen rungon pölkyttämiseen kulunut 22 % enemmän aikaa kuin 2-metrisiä paperipuita tehtäessä. Koska katkaisuja edellisessä tapauksessa on suunnilleen kaksi kertaa niin paljon kuin jälkimmäisessä, tuntuu työaikaerotus suhteettoman pieneltä. Osittain vaikuttaa pieneen aikaeroon runkojen erilainen mittaustapa pitkiä ja lyhyitä paperipuita tehtäessä. Metrisiä puita katkottaessa suoritettiin mittaus jatkuvasti kunkin poikkisahauksen jälkeen, mutta 2-metrisiä paperipuita tehtäessä mittasi tekijä ensin koko rungon, merkiten katkaisukohdat, ja ryhtyi vasta sitten katkomaan runkoa pölkyiksi. Mainittu mittaustapa johtui siitä, että puiden latvoista valmistettiin kaivospölkkyjä, joten puun latvaa ei ilman muuta voitu katkaista paperipuun minimimitan yläpuolelta, koska kaivospölkkyjen minimiläpimitta oli huomattavasti pienempi. Suunnilleen samaa mittaustapaa vastaavat suhteelliset pölkytysajat saadaan aineistosta siten, että pölkytysajaksi luetaan vain varsinainen pölkytysaika jättämällä sivutyö ja siirtymisaika huomioon ottamatta. Aineiston mukaan keskikokoisen rungon (6.54 j^3) pölkytysajoiksi saadaan tällöin 2-metrisille puille 2.91 min. ja 1-metrisille 4.15 min. Erotus on 2-metristen paperipuiden pölkytysaikaan verrattuna 41.5 %. Pölkkyjen lyhentymisen aiheuttama poikkisahausten lisääntyminen ei siis lisää pölkytysaikaa samassa suhteessa kuin sahausten lukumäärä lisääntyy. Edellisen perusteella aiheuttaa määrätty poikkisahausten prosenttinen lisääntyminen pölkytysaikaan lisäyksen, joka on noin 40 % poikkisahausten suhteellisesta lisäyksestä. Seuraavassa tullaan näkemään, että tämä pitää suunnilleen paikkansa muidenkin pölkkyjen pituuksien ollessa kysymyksessä.

Saatuja tutkimustuloksia on vielä syytä verrata aikaisemmin suoritettujen tutkimusten tuloksiin. Tässäkään tapauksessa ei tosin vertauskelpoisia tutkimustuloksia ole muita kuin kirjoittajan monesti aikaisemmin mainittu mäntytukkien tekoa käsittelevä tutkimus (Vuoristo 1933). Tukkien teossa esiintyvä pölkytys eroaa kylläkin huomattavasti katkaisujen pienemmän lukumäärän vuoksi paperipuiden pölkytyksestä, mutta koko työ on kuitenkin molemmissa tapauksissa täysin samanlaista, joten vertailu antaa hyvän kuvan tuloksien yhdenmukaisuudesta. Mäntytukkien tekoa käsittelevässä

tutkimuksessa on rungon mittaus ja katkominen käsitelty eri työvaiheina, joten nämä työt on ensin yhdistettävä. Tässä tutkimuksessahan on rungon mittaaminen ja varsinainen pölkyttäminen käsitelty yhtenä työvaiheena. Mäntytukkien pölkytysajaksi runkoa kohden saadaan täten:

30) $t_p = 0.32\ v + 0.24$, jossa t_p = rungon pölkyttäminen tukeiksi min:eina,
v = rungon tukeiksi tehty latvakuutio j³:oina,

Tukkipuurungon pölkyttämiseen kuluvan ajan lauseke on siis suunnilleen samanlainen kuin edellä esitetyt paperipuiden pölkytysaikaa esittävät lausekkeetkin. Pölkytysaika on kuitenkin jonkin verran pienempi. Erotus on todellisuudessa vielä suurempi kuin mitä lauseke 30 osoittaa, sillä siinä oleva rungon tukeiksi tehty latvakuutio täytyisi muuntaa todelliseksi kuutioksi, jota kuutiota tässä tutkimuksessa on käytetty. Suoran kulmakertoin olisi tällöin noin 0.25. Jos verrataan täten muunnettua tukkipuiden pölkytysajan yhtälöä 2 m paperipuiden pölkytysajan yhtälöön, todetaan, että pölkytysaika tukkien teossa on lähes puolet vastaavasta paperipuiden pölkytysajasta. Tukkien keskipituuden ollessa noin 18 jalkaa, on katkaisuita 2 m paperipuiden pölkytyksessä noin 2.75 kertaa niin paljon kuin tukkien pölkyttämisessä. Katkaisujen lukumäärä 2 m paperipuita tehtäessä on siis noin 175 % suurempi kuin tukkien teossa. Pölkytysajan lisääntyminen on vastaavasti noin 80 %. Jos aikalisäys laskettaisiin sen perusteella, mitä edellä saatiin tulokseksi, nimittäin, että pölkytysaika lisääntyy noin 40 % siitä, mitä katkaisujen lukumäärä lisääntyy, olisi aikalisäys oleva 70 %. Tulokset ovat siis käytännöllisesti katsoen samat. Katkaisujen lukumäärä ei siis lisää pölkytysaikaa samassa suhteessa, kuin niiden määrä lisääntyy, vaan on pölkytysajan lisäys vain noin 40 % katkaisujen lukumäärän suhteellisesta lisäyksestä.

G. Paperipuiden pinoaminen.

Paperipuiden pinoaminen muodostaa laadultaan varsinaisesta paperipuiden teosta eroavan työvaiheen. Työskentely pinoamistyössä kohdistuu valmiisiin paperipuupölkkyihin eikä yksityisiin puihin, kuten paperipuiden teossa. Pinoamistyö jakaantuu kahteen työvaiheeseen, nimittäin pohjan tekoon ja puiden pinoamiseen. Jälkim-

mäinen työvaihe voidaan vielä jakaa kahtia, ja ovat osat pölkkyjen siirtäminen pinon pohjan läheisyyteen ja varsinainen pölkkyjen pinoaminen. Metsään tehdyt paperipuupinot ovat yleensä suhteellisen pieniä ja niiden koko vaihtelee aineistossa ½—3 pm³. Yleisimmin on pinojen suuruus kuitenkin 1—2 pm³. Koska pinojen suuruus yleensä on pieni, muodostaa pohjan teko huomattavan osan pinoamiseen kuluvasta kokonaisajasta. Pohjan tekoon kuluva aika ei näet lisäänny läheskään suhteessa pinon kuutiosisältöön, sillä pienikin pino vaatii päätypuut molempiin päihin, ja päätypuitten valmistaminen ja paikoilleen asettaminen on huomattavin osa pinon pohjan teosta. Pinoamiseen on aineiston mukaan kulunut keskimäärin 16.3 % koko työajasta. Mainitusta pinoamiseen menevästä kokonaisajasta on pohjan tekoa noin 3.9 % ja loput pinoamista. Aluksi tarkastetaan pohjan tekoon kuluvaa aikaa.

1. Pinon pohjan teko.

Kuten sivulla 20 on selostettu, vaihtelee pinon pohjan tekotapa pölkkyjen pituuden mukaan. 2 m pituisista pölkyistä tehdyssä pinossa on pinon päissä kaksi pystypuuta ja 1 m pituisista pölkyistä tehdyssä pinossa vain yksi. Pinon pohjan teko pitempiä pölkkyjä varten on siis huomattavasti suuritöisempi kuin vastaava työ lyhyempien pölkkyjen ollessa kysymyksessä. Mainitusta erosta johtuen täytyykin pohjan tekoon kuluvaa aikaa tarkastaa erikseen 2 ja 1 metrin pölkkyjä pinottaessa. Aineistossa on pohjantekotapauksia kaikkiaan 152. Aineistoa ei näin ollen voida jakaa erikseen kullekin tekijälle, vaan pohjantekoaikaa on tarkastettava koko aineiston perusteella jakamalla se vain 2- ja 1- metristen pölkkyjen pinon pohjien tekoon. Seuraava asetelma esittää 2- metrisiä pölkkyjä varten tehtyjen pinon pohjien tekoon kulunutta aikaa.

Asetelma 11.

Pinon pohjantekoaika 2-metrisiä pölkkyjä varten.
Pinon päissä kaksi päätypuuta.

2 Pohjien lukumäärä	1 Pohjantekoaika min:eina. 7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	S:a	3 Pinon koko pm³:einä	4 Keskim. tekoaika min:eina
	1	1	5	8	13	7	1	1	1				38	1	18.16
		1	1	10	6	11	2	3	3	3	1		41	2	21.31
				1			2	1					4	3	22.50
Σ	1	2	6	19	19	18	5	5	4	3	1		83	M = 1.6	M = 19.92

Asetelmasta nähdään, että pohjan tekoon kulunut aika on samansuuruisenkin pinon ollessa kysymyksessä huomattavasti vaihdellut. Vaihtelu on luonnollinen seuraus sekä vaihtelevista olosuhteista pohjantekopaikalla että työntekijöiden erilaisuudesta. Keskimäärin on pohjan tekoon kulunut sitä enemmän aikaa, mitä suurempi pino on ollut. Erotus on kuitenkin sangen vähäinen. Pinon keskimääräinen suuruus on ollut noin 1.6 pm³, ja on pohjan tekoon kulunut aikaa vastaavasti 19.92 min.

Seuraava asetelma esittää 1 ja 1.2 m pituisia paperipuita varten tehtyjen yhdellä päätypuulla varustettujen pohjien tekoon kulunutta aikaa.

Asetelma 12.

Pinon pohjan tekoon 1- metrisiä pölkkyjä varten kuluva aika. Pinon päässä yksi päätypuu.

2 Pohjien lukumäärä	1 Pohjantekoaika min:eina 2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15	3 Pinon koko pm³:einä	4 Keskim. tekoaika min:eina
	1	3	2	1		7	0.5	7.35
	2	10	21	3		36	1.0	8.00
		4	3	4		11	1.5	8.75
		1	6	3		10	2.0	9.25
			1		1	2	2.5	11.25
				2	1	3	3.0	12.08
Σ	3	18	33	13	2	69	M = 1.3	M = 9.50

Pohjan tekoon kuluva aika lisääntyy jälleen säännöllisesti pinon suurentuessa. Ajan menekin lisääntyminen ei kuitenkaan ole läheskään suhteellista pinon suurentumiseen. Keskimääräinen pinon suuruus on ollut 1.3 m³ ja pohjan tekoon kulunut aika vastaavasti 9.50 min.

Vertaamalla toisiinsa yksi- ja kaksipäätypuisten pinon pohjien tekoon kuluneita aikoja, huomataan, että jälkimmäisten tekoon on mennyt suunnilleen kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin edellisten. Lyhyiden paperipuiden pinoaminen on siis pohjan teon kannalta edullisempaa kuin pitkien. Käytännössä korvaa tämä edullisuus suunnilleen sen lisätyön, minkä pölkyttäminen lyhyitä paperipuita tehtäessä aiheuttaa.

2. Pölkkyjen pinoaminen.

Seuraavassa tutkitaan puiden pinoamisaikaa pölkkyjen koosta ja sen alueen laajuudesta riippuen, jolta pölkyt on pinoon kerättävä. Pölkkyjen koko vaikuttaa pinoamisaikaan sen vuoksi, että pölkkyjä

käsitellään niiden koosta huolimatta melkein poikkeuksetta yksitellen, joten hieman suurempikin pölkky tulee käsitellyksi suunnilleen samassa ajassa kuin pienempikin (Vuoristo 1935). Alueen laajuus, jolta pölkyt pinoon kerätään, vaikuttaa taas luonnollisesti siihen työmäärään, jonka pinoaminen aiheuttaa, koska etäämmällä pinosta olevia pölkkyjä joudutaan kantamaan pinoon tai ainakin heittämään ne ensin pinon lähelle.

Seuraavassa tarkastelussa on pölkkyjen koko määrätty siten, että on laskettu, montako pituusmetriä puuta on pinokuutiometrissä. Pinoamisalueen laajuus on määrätty alueen keskimääräisen säteen avulla, pinoa keskipisteenä pitäen.

Aineistoa ei tässäkään tapauksessa ole jaettu kunkin työntekijän työtä vastaavasti, vaan käsitellään vain erikseen eripituisten pölkkyjen pinoaminen. Aineisto jakaantuu täten kolmeen osaan, nimittäin 2-, 1.2- ja 1-metristen puiden käsittelyyn.

Pinoamisajan, pölkkyjen koon ja pinoamisalueen laajuuden välistä riippuvaisuutta tarkastetaan useamman ominaisuuden korrelatiolaskentaa käyttäen. Aineiston kustakin osasta muodostetaan kaikki parittaiset korrelatiotaulukot edellä mainittujen kolmen ominaisuuden välille. Taulukkoja muodostettaessa on pinoamisaikaa pm^3:ä kohden min:eina merkitty y:llä, pinoamisalueen sädettä m:einä x:llä ja nimellisessä pinokuutiometrissä olevaa pölkkyjuoksumetrimäärää j:lla.

Korrelatiotauluista laskien saadaan 2 m pölkkyjen pinoamista kuvaamaan seuraavat päätunnusluvut:

Pinoamisajan keskiarvo	$M_{tpi} = 16.9$ min/pm^3
Pölkkyjuoksumetrejä/pm^3	$M_j = 61.8$ jm/pm^3
Pinoamisalueen säde	$M_a = 11.4$ m.

Muut tarpeelliset tunnusluvut ovat seuraavat:

$\sigma_{tpi} = 3.865$	$r_{tpij} = +0.255$
$\sigma_j = 12.54$	$r_{ja} = -0.208$
$\sigma_a = 1.011$	$r_{tpia} = +0.087$

Osittaisregressiokertointen arvoiksi saadaan:

$$\alpha = +0.088$$
$$\beta = +0.188$$

Osittaisregressiokertointen merkit osoittavat, että pinoamisalueen laajentuessa ja pm^3:ssä olevan pölkyn metrimäärän suurentuessa, siis pölkkyjen pienentyessä, on pinoamisaika lisääntynyt.

Osittaisregressiokertointen avulla saadaan pinoamisajalle seuraava yhtälö:

31) $t_{pi} = 0.09\,a + 0.19\,j + 4.30$, jossa t_{pi} = pm³:n pinoamisaika min:eina,
a = pinomisalueen säde m:einä,
j = pm³:ssä oleva paperipuujuoksumetrimäärä.

Jotta saataisiin käsitys siitä, miten voimakkaasti pinoamisalueen säde ja pölkkyjen koko vaikuttaa pinoamisaikaan, on otettava huomioon näiden tekijöiden keskimääräisen vaihtelun suuruus. Alueen säteen pituuden hajonta $(\sigma_a) = 3.0$ m ja pm³:ssä olevan paperipuun metrimäärän hajonta $(\sigma j) = 12.5$ jm. Jos kumpikin hajonta erikseen lisätään ja vähennetään vastaavaan keskiarvoon, ja näin saadut arvot sijoitetaan yhtälöön 31, saadaan tulokseksi, että pinoamisalueen säteen vaihdellessa hajonnan verran keskiarvon ylä- ja alapuolelle, vaihtelee pinoamisaika noin $\pm$ 2 % ja pm³:ssä olevan paperipuumetrimäärän vaihdellessa hajonnan verran, on vastaava vaihtelu pinoamisajassa $\pm$ 13 ½ %. Pölkkyjen koon aiheuttamat pinoamisajan vaihtelut ovat siis aineiston mukaan olleet melkoisen suuret. Pinoamisalueen laajuuden vaihtelun vaikutus on sitä vastoin vähäinen. Mainittu tekijä voi kuitenkin käytännössä vaihdella huomattavasti enemmän, kuin mitä se on keskimäärin aineistossa vaihdellut.

Seuraavassa tarkastetaan sitten lyhyiden paperipuiden pinoamista, ja sen jälkeen vertaillaan tuloksia toisiinsa.

Päätunnusluvuille saadaan 1.2 m pituisten paperipuiden pinoamista kuvaavista korrelatiotaulukoista seuraavat arvot:

Pinoamisajan keskiarvo	$M_{tpi} = 19.5$ min/pm³
Pölkkyjuoksumetrejä/pm³	$M_j = 44.2$ jm/pm³
Pinoamisalueen säde	$M_a = 9.3$ m.

Muut tarpeelliset tunnusluvut ovat seuraavat:

$\sigma_{tpi} = 4.24$ min	$r_{tpij} = + 0.702$
$\sigma_j = 7.96$ jm	$r_{ja} = + 0.556$
$\sigma_a = 2.77$ m	$r_{tpia} = + 0.650$

Osittaisregressiokertointen arvoiksi saadaan

$$\alpha = + 0.532$$
$$\beta = + 0.290$$

Kertoimien + merkki osoittaa, että pinoamisalueen säteen sekä pm^3:ssa olevan pölkkyjuoksumetrimäärän lisääntyessä myös pinoamisaika lisääntyy.

Kertoimien avulla saadaan pinoamisajalle pölkkyjen koosta ja pinoamisalueen säteestä riippuen seuraava yhtälö:

32) $t_{pi} = 0.53\,a + 0.29\,j + 1.74$, jossa t_{pi} = pinoamisaika pm^3:iä kohden min:eina,
a = pinoamisalueen säde m:einä,
j = pm^3:ssä oleva paperipuujuoksumetrimäärä.

Jos verrataan saatua yhtälöä 32 2-metristen pölkkyjen pinoamisajan yhtälöön 31, huomataan, että pölkkyjen koon ja pinoamisalueen säteen vaikutus pinoamisaikaan on huomattavasti voimistunut. Muutos voi osittain aiheutua työntekijöiden erilaisuudesta, mutta epäilemättä vaikuttaa asiaan eniten pölkkyjen erilainen pituus. Viimeksi esitetyssä tapauksessa ovat pölkyt lähes puolta lyhyempiä kuin edellisessä, joten siis läpimitaltaan samanpaksuisten pölkkyjen kuutiosisältö on myös puolta pienempi. 2-metristenkin pölkkyjen koko käsittelyhankaluutta silmällä pitäen on keskimäärin siksi pieni, että työennätys pölkyn kuution ylittäessä keskikoon kasvaa nopeasti ja alittaessa päin vastoin. Pölkyn koko ei näin ollen vielä vastaa käsittelyn kannalta optimi-kokoa. Yhden metrin pölkkyjen koko samanlaisesta metsästä tehtyinä alittaa siis huomattavasti optimikoon ja työhankaluuden vaihtelu kappalekoon vaihdellessa joutuu kappalepaljouden lain mukaista työhankaluuden vaihtelua esittävällä käyrällä nopeasti nousevalle alkuosalle, joten siis kappalekoon vaikutus pinoamisaikaan on voimakas (Vuoristo 1935). Tällä tavoin on siis hyvin selitettävissä pölkkyjen läpimitan voimakas vaikutus pinoamisaikaan lyhyitä paperipuita pinottaessa. Pinoamisalueen säteen voimistunut vaikutus johtunee myös pääasiassa käsiteltävien pölkkyjen pienentymisestä. Mitä pienempiä pinottavat pölkyt keskimäärin ovat, sitä pienemmäksi käy hyötykuorma ihmisen omaan painoon verrattuna hänen joutuessaan kantamaan pölkkyjä pitkältä matkalta (Amar 1914). Lyhyen matkan ollessa kysymyksessä pinoaa tekijä pölkyt suoraan pinoon, joten liikkuminen tällöin on vähäistä varsinaiseen pinoamistyöhön verrattuna.

Hajonnan arvoja vastaava poikkeus (2.77 m) pinoamisalueen säteessä aiheuttaa pinoamisaikaan $\pm$ 7 ½ % vaihtelun. Pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän hajonnan suuruinen poikkeus (7.96 jm.) aiheuttaa pinoamisaikaan vastaavasti $\pm$ 12 % poikkeuksen.

Pinoamisalueen säteen hajonnan arvo on suunnilleen sama kuin 2-metrisiäkin puita pinottaessa, mutta sen suuruinen vaihtelu vaikuttaa noin 4 kertaa voimakkaammin pinoamisaikaan. Puiden koon vaihtelua vastaava hajonta on noin 50 % pienempi kuin vastaava hajonta 2-metrisiä puita pinottaessa, mutta sen suuruinen poikkeus keskiarvosta aiheuttaa lähes yhtä suuren poikkeuksen pinoamisaikaan.

Lopuksi tarkastetaan vielä 1 m pituisten paperipuiden pinoamista. Osittaisregressiokertointen laskemista varten muodostetuista korrelatiotaulukoista saadaan päätunnusluvuille seuraavat arvot:

Pinoamisajan keskiarvo	$M_{tpi} = 11.24$ min/pm³
Pölkkyjuoksumetrejä/pm³	$M_j = 61.67$ jm/pm³
Pinoamisalueen säde	$M_a = 5.43$ m.

Muut tarpeelliset tunnusluvut ovat seuraavat:

$\sigma_{tpi} = 1.953$ min.	$r_{tpij} = + 0.467$
$\sigma_j = 7.766$ jm.	$r_{ja} = - 0.272$
$\sigma_a = 1.352$ m.	$r_{tpia} = - 0.106$

Osittaisregressiokertointen arvoiksi saadaan:

$$\alpha = + 0.062$$
$$\beta = + 0.123$$

Kertoimet ovat + merkkisiä osoittaen siis ominaisuuksien välistä positiivista korrelatiota.

Ominaisuuksien keskiarvoja tarkastettaessa ja verrattaessa niitä edellisiin 1.2 m pituisten pölkkyjen vastaaviin keskiarvoihin, huomataan, että keskimääräinen pinoamisaika pm³:ä kohden on melkoista pienempi, pölkkyjen koko myös huomattavasti pienempi ja pinoamisalueen säde noin puolta pienempi kuin edellä.

Osittaisregresiokertointen avulla saadaan pinoamisajan yhtälöksi pinoamisajan säteestä ja pm³:ssä olevasta pölkkyjuoksumetrimäärästä riippuen seuraava yhtälö:

33) $t_{pi} = 0.06\,a + 0.12\,j + 3.54$, jossa t_{pi} = pinoamisaika min:eina pm³:ä kohden,
a = pinoamisalueen säde m:einä,
j = pm³:ssä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä.

Jos verrataan yhtälöä 1.2 m pituisten pölkkyjen pinoamista kuvaavaan yhtälöön 32, huomataan pölkkyjen koon ja ennen kaikkea pinoamisalueen säteen vaikutuksen pinoamisaikaan absoluuttisesti heikontuneen. Pääsyynä tähän on ilmeisesti pinoamisalueen säteen huomattava pienentyminen. Keskimääräisen pinoamisalueen säteen ollessa noin 5 m. on pölkkyjen siirtomatka jo siksi pieni, etteivät matkassa esiintyvät pienet erot pääse aineistossa samassa suhteessa näkyviin kuin siirtomatkojen enemmän vaihdellessa. Pölkkyjen kantamista ei näin lyhyiden matkojen ollessa kysymyksessä myöskään esiinny, joten aika-erot tästäkin johtuen pienenevät. Pölkkyjen kokoa kuvaavan pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän vaikutus pinoamisaikaan on myös noin puolta heikompi kuin 1.2 m pituisia pölkkyjä pinottaessa. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon, että 1 m paperipuut ovat olleet melkoista pienempiä kuin 1.2 m pituiset, ja mitä suurempi juoksumetrimäärä puuta on pm^3:ssä sitä vähemmän vaikuttaa saman suuruinen juoksumetrimäärän vaihtelu prosentuaalisesti pölkkyjen kokoon. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että hajonnan suuruinen pölkkyjuoksumetrimäärän vaihtelu vaikuttaa pölkkyjen kokoon 1.2 m pituisissa puissa noin 18 %, hajonnan ollessa 7.96 jm ja 1 metrin pituisissa puissa vain 12.5 %, hajonnan ollessa suunnilleen saman suuruinen, 7.77 jm.

Pinoamisalueen säteen ja pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän vaikutusta arvosteltaessa on otettava huomioon myös pinoamisaika, joka 1 m pituisia puita pinottaessa on metsän tiheyden ja työläisten työkuntoisuuden vuoksi ollut huomattavasti pienempi kuin muissa tapauksissa. Tämä seikka tulee huomioiduksi, kun lasketaan, miten suuria prosentuaalisia vaihteluja pinoamisaikaan hajonnan suuruinen pölkkyjuoksumetrimäärän ja pinoamisalueen säteen vaihtelu on aiheuttanut. Hajonnan eroa vastaava poikkeus pinoamisalueen säteessä (1.35 m) on aiheuttanut pinoamisaikaan vain $\pm$ 0.7 % vaihtelun. Pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän hajonnan suuruinen poikkeus (7.77 jm) on sitä vastoin aiheuttanut pinoamisaikaan $\pm$ 8 % vaihtelun. Pinoamisalueen säteen vaihtelun vaikutus on siis ollut sangen pieni, sillä hajonnan suuruinen säteen vaihtelu on 1.2 m ja 1 m pituisia pölkkyjä pinottaessa ollut keskiarvoon verrattuna prosentuaalisesti suunnilleen sama, nimittäin noin 25 %. Pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän hajonnan vaihtelu on sitävastoin 1 m pituisille puille ollut, kuten jo edellä mainittiin, prosentuaalisesti huomattavasti pienempi kuin 1.2 m pituisille puille; edellisille vastaa hajonnan suuruinen vaihtelu 12.5 %:a, jälkimmäisille 18 %:a. Jos pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän vaikutus redusoidaan 1 m pituisia pölkkyjä pinottaessa vastaamaan suhteellisesti saman suu-

ruista pm^3:ssä olevan juoksumetrimäärän vaihtelua kuin 1.2 m pituisillekin pölkyille, saadaan pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän vaihtelun vaikutukseksi suunnilleen sama 12 % kuin 1.2 m pituisillekin pölkyille.

Edellisen perusteella voidaan päättää, että pinoamisalueen säteen vaikutus pinoamisaikaan on pienen pinoamisalueen ollessa kysymyksessä suhteellisen vähäinen, mutta lisääntyy alueen suurentuessa nopeammin kuin alueen säde. Pinottavien pölkkyjen koon vaikutus pinoamisaikaan noudattaa kappalepaljouden lakia, niin että pinoamisaika tulee suhteellisesti sitä suuremmaksi, mitä pienempiä pölkyt ovat.

Jotta edellä saatuja tutkimuksia voitaisiin sovelluttaa käytäntöön samalla tavoin kuin tämän tutkimuksen muidenkin osien tuloksia, on määrättävä, miten pinoamisalueen säde ja pm^3:ssä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä on keskimäärin vaikuttanut pinoamisaikaan. Yhden yhtälön saamiseksi on laskettu edellisille kolmelle yhtälölle punnittu keskiarvoyhtälö. Painolukuina on käytetty kutakin pölkkypituutta käsitelleiden työntekijöiden määrää. Yhtälö on seuraava:

34) $t_{pi} = 0.11\,a + 0.18\,j + 3.56$, jossa t_{pi} = pinoamisaika pm^3:ä kohden min:eina,
a = pinoamisalueen säde m:einä,
j = pm^3:ssä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä.

Koska pinokuutiometrissä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä voi käytännössä vaihdella huomattavasti enemmän kuin pinoamisalueen säde, vaikuttaa metsän järeys pinoamisaikaan voimakkaammin kuin metsän tiheys. Metsän tiheyden vaikutusta tehostaa kuitenkin se, että harvassa metsässä täytyy pinot tehdä pieniä ja pinon pohjien tekoon kuluu siksi suhteellisesti enemmän aikaa kuin tiheässä metsässä.

H. Työn kestäessä lepoon käytetty aika.

Jo esitettäessä kokonaistyöajan jakaantumista eri työvaiheiden kesken sivulla 19 on mainittu, että työn kestäessä lepoon käytetty aika muodostaa aineiston mukaan keskimäärin 5.9 % koko työajasta. Eri työntekijöiden työskennellessä vaihtelee lepoajan suhteellinen pituus huomattavasti. Eniten lepoon aikaa käyttäneellä on lepoajan

osuus 15 % kokonaistyöajasta ja vähiten levänneellä vain 2 %. Seuraavassa tarkastetaan lepoajan pituuteen mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä. Tätä varten esitetään seuraavassa asetelmassa eri työntekijöiden lepoaikojen pituudet %:eina tehollisesta työajasta sekä näiden %-lukujen ohella muutamia työntekijöiden sekä käsiteltyjen puiden ominaisuuksia, joiden voidaan olettaa vaikuttavan lepoajan pituuteen.

Asetelma 13.

Lepoajan suhteellisen pituuden ja eräiden siihen vaikuttavien tekijöiden vertailu.

Työntekijän N:o	Lepoaika %:eina tehollisesta työajasta	Työntekijän yritys hyvä	Työkalut hyvässä kunnossa	Käsitellyt puut keskikokoa suurempia	8 tehollisena työaikana suhteellisesti parhaaseen työennätykseen päässyttä
1.....	5.4	×	×		
2.....	5.3	×	×		
3.....	2.1				
4.....	6.0	×	×		
5.....	4.0	×	×		×
6.....	8.2			×	
7.....	10.2				
8.....	5.1	×		×	×
9.....	8.6				×
10.....	5.5				×
11.....	12.4	×		×	×
12.....	17.6		×	×	×
13.....	2.6	×	×	×	×
14.....	2.6	×		×	×
15.....	4.2			×	
M	6.65	5.43	6.82	7.53	7.30

Asetelma osoittaa, että työn kestäessä lepoon käytetyn ajan pituus on keskimäärin 6.65 % tehokkaan työajan pituudesta. Asetelmasta nähdään lisäksi, että ne työntekijät, joiden yritys on ollut keskimääräistä parempi, ovat käyttäneet lepoon hieman keskimäärää lyhyemmän ajan. Koska lepoajaksi on luettu myös työkalujen terottamisaika, on asetelmaan laskettu myös niiden työntekijöiden lepoon käyttämän suhteellisen ajan keskiarvo, joiden työkalut ovat olleet tavallista paremmassa kunnossa. Tämä keskiarvo poikkeaa koko aineiston keskiarvosta kuitenkin aivan vähän. Keskikokoa suurempia puita käsitelleiden työntekijöiden lepoon käyttämä aika on jonkin verran keskiarvoista pitempi. Samoin on asianlaita keskiarvoista parempiin työennätyksiin tehollisena työaikana päässeiden työntekijöiden lepoajan. Erotukset kahdessa viimeksi mainitussa tapauksessa ovat kuitenkin melko pienet ja aiheutuvat pääasiassa

siitä, että kumpaankin ryhmään kuuluvat työntekijät 11 ja 12, joiden lepoon käyttämä aika on huomattavasti tavallista suurempi. Edellisen perusteella näyttääkin siltä, että lepoajan suhteellinen pituus on vaihdellut satunnaisista seikoista johtuen riippumatta puiden koon vaikutuksesta työn raskauteen enempää kuin työn intensiteetistäkään tehollisena työaikana. Edellä esitettyjen työhankaluutta koskevien tutkimustulosten kannalta ei työn kestäessä lepoon käytetyllä ajalla siis ole huomioon otettavaa merkitystä.

Paitsi lepoon käytetyn ajan suhteelliseen pituuteen on syytä kiinnittää huomiota myös työpäivän pituuteen sekä työajan sijaitsemiseen vuorokauden aikaan nähden. Työajaksi lasketaan tällöin työntekijän metsässäoloaika vähennettynä ruokailuajalla, huolimatta siitä, onko työntekijä ruokaillut metsässä tai käynyt muualla syömässä. Asetelman 14 viimeisessä sarekkeessa olevat luvut esittävät eri työntekijöiden työpäivän keskimääräistä pituutta. Eri työntekijöiden työpäivän pituus vaihtelee epäsäännöllisesti ja huomattavan paljon. Vaihteluun vaikuttaa huomattavasti se, missä määrin kutakin työläistä tarkkailtaessa on sattunut sadeilmoja. Sadepäivinä tahtoo työaika näet aina muodostua lyhyemmäksi kuin hyvällä säällä. Vuodenaika ja siitä johtuva valoisan ajan pituus näyttää myös jonkin verran vaikuttaneen työpäivän pituuteen. Pimeänä aikana joulutammikuulla työskennelleiden työntekijöiden (N:ot 9, 10 ja 15) työaika on näet aina keskiarvoista työpäivän pituutta lyhyempi. Valoisan ajan pituuden vaikutus työajan pituuteen on kuitenkin aivan vähäinen. Työntekijöiden eri suuri ahkeruuskaan ei keskimäärin ole vaikuttanut työpäivän pituuteen, sillä keskimääräistä ahkerampien työläisten työpäivän pituus on hieman alle keskiarvon. Työpäivän pituus näyttää näin ollen vaihdelleen kokonaan sattumasta ja työntekijöiden tottumuksista riippuen.

Asetelma 14 esittää työ- ja ruokailuajan sijoitusta vuorokauden aikaan nähden.

Asetelmasta nähdään, että työläiset ovat yleensä alkaneet työn metsässä noin klo 8 aamulla. Ainoastaan työläinen N:o 15, jonka työtä tarkkailtiin tammikuulla, ja joka kulki yöksi kotiinsa noin 10 km päähän polkupyörällä, on alkanut työnsä noin $^3/_4$ t myöhemmin. Ruokailuajan ovat kaikki työläiset pitäneet suunnilleen klo 12 ja 13 välillä. Työajan pituus ennen ruoka-aikaa on keskimäärin 3 t 52′. Ruoka-ajan pituus vaihtelee 33—69 min:iin ja on keskimäärin 55 min. Jos työläisten asunto on ollut suhteellisen lähellä työmaata (matka alle 1 km), ovat he käyneet asunnossaan syömässä, muussa tapauksessa syöneet työpaikalla. Asunnollaan ruokailleitten ruoka-aika on, kuten luonnollista, ollut hieman pitempi kuin työmaalla ruokailleitten.

Asetelma 14.

Eri työntekijöiden keskimääräinen normaalinen työ- ja ruokailuajan pituus ja sijoitus vuorokauden aikaan nähden.

Työntekijän N:o	Kellon määrä			Keskimäär. normaalinen		Keskimäärin työhön käytetty työaika päivässä
	Työaika	Ruoka-aika	Työaika	Työpäivä	Ruoka-tunti	
1....	7.50—12.07		13.04—17.12	8 t 25′	57′	6 t 54′
2....	7.39—11.49		12.47—16.37	8 t 00′	58′	6 t 10′
3....	8.09—12.00		13.08—17.11	7 t 54′	68′	7 t 35′
4....	7.56—11.46		12.50—16.43	7 t 43′	64′	6 t 24′
5....	7.55—11.57		13.06—16.56	7 t 52′	69′	7 t 20′
6....	7.54—12.01		13.01—16.26	7 t 32′	60′	7 t 29′
7....	7.57—12.00		13.05—16.33	7 t 31′	65′	6 t 11′
8....	8.10—11.59		13.04—15.53	7 t 38′	65′	5 t 56′
9....	7.58—11.57		12.53—15.58	7 t 04′	56′	6 t 24′
10....	8.18—11.43		13.40—15.38	6 t 23′	57′	6 t 18′
11....	8.10—12.13		12.58—15.42	6 t 47′	45′	5 t 45′
12....	8.11—11.39		12.12—15.39	6 t 55′	33′	6 t 13′
13....	8.11—12.04		12.54—15.51	6 t 50′	50′	6 t 23′
14....	8.06—12.00		12.36—15.16	6 t 36′	36′	5 t 24′
15....	8.46—12.00		12.41—15.29	6 t 02′	41′	5 t 52′
M	8.05—11.57		12.52—16.13	7 t 13′	55′	6 t 25′

Työajan pituus iltapäivisin on keskimäärin 3 t 21′, siis hieman lyhyempi kuin aamupäivällä. Normaalisen työajan pituudeksi saadaan edellisen perusteella 7 t 13′. Koska keskimääräinen työaika tutkimusaikana on 6 t 25′ päivässä, on satunnaisia työpäivän lyhentymisiä sattunut verrattain runsaasti. Syynä tällaisiin tavallista lyhyempiin työpäiviin ovat pääasiassa sade-ilmat ja etäällä asuvien työläisten kotona käynnit. Suurimmat erot tavallisen ja keskimääräisen työpäivän pituuden välillä esiintyvät säännöllisesti pisimmän päivän aikana. Myöhäissyksyllä ja talvella ovat työpäivät kaikki suunnilleen saman pituisia.

Edellisestä käy selville, että tavallisen työpäivän pituus on paperipuiden teossa noin 10 % lyhyempi kuin työaika-lainsäädäntömme yleensä edellyttää. Kun tätäkään aikaa ei kaikkina päivinä työskennellä, jää todellinen työaika päivässä noin 22 % lyhyemmäksi lain edellyttämää työaikaa.

I. Koko rungon ja paperipuuksi valmistetun rungon osan keskinäinen suhde.

1. Koko rungon kuution ja paperipuuksi valmistetun rungon osan kuutiosuhde.

Koska edellä paperipuiden teossa esiintyvien eri työvaiheiden viemää työaikaa tutkittaessa on argumenttina pidetty rungon kokonaiskuutiomäärää ilman kantoa, mutta osa tästä rungon kuutiosta

jää paperipuita valmistettaessa hakkuutähteeksi, täytyy aluksi määrätä, miten suuri tämä rungon osa on. Mainitun rungon osan suhteellisen suuruuden määräämiseksi voitaisiin käyttää Aron tutkimusta (Aro 1935), mutta kun tulokset Aron tutkimuksessa on laskettu rinnankorkeusläpimitan ja katkaisuläpimitan perusteella ja puiden vaihteleva pituus voisi aiheuttaa yksityistapauksissa asian laatuun katsoen melkoisiakin vaihteluja, lasketaan hakkuutähteeksi jäänyt rungon osa tämän tutkimuksen oman aineiston perusteella, ja verrataan saatua tulosta Aron tutkimuksen tuloksiin. Kuten edellä on mainittu, on runkojen kokonaiskuutio määrätty pituuden ja rungon keskeltä mitatun läpimitan mukaan. Paperipuuksi kelpaamattoman latvuksen kuutio lasketaan latvaosan pituuden ja 9 cm läpimitan perusteella olettaen, että latvus on paraboloidi. Viimeksi mainittu olettamus ei tietysti kaikissa yksityistapauksissa ole täysin oikea, mutta ei se kuitenkaan aiheuttane häiritsevän suuria virheitä, kun katkaisuläpimitta on suhteellisen pieni.

Seuraava korrelatiotaulukko esittää paperipuuksi valmistetun rungon osan kuutiota %:eina rungon koko kuutiosta ilman kantoa rungon kuution funktiona.

Korrelatiotaulukosta on laskettu kullekin rungon suuruusluokalle käyttöpuu-%:n keskiarvo. Keskiarvot on merkitty taulukkoon pienillä ympyröillä ja yhdistetty murtoviivaksi. Murtoviivan muoto on selvästi hyperbeli, kuten asian luonne edellyttää. Murtoviivanmukaiset keskiarvot on graafisesti tasoitettu ja tehdyn tasoituksen avulla on määrätty hyperbelin yleisessä yhtälössä:

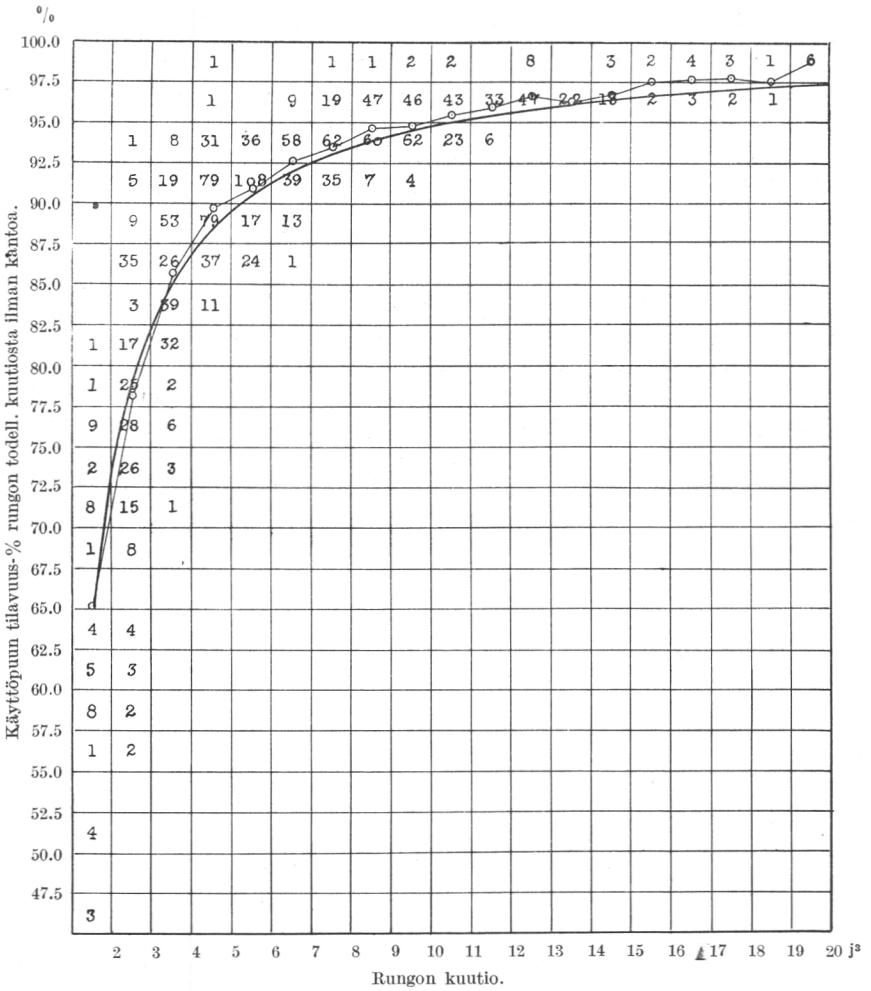
$$35) \qquad (x + a)\ (y + b) = c$$

olevien vakioitten arvot. Tasoituskäyrän yhtälöksi on hyväksytty

$$36) \qquad p = -\frac{52.5}{v} + 100, \text{ jossa } p = \text{käyttöpuu-\%},$$

v = rungon kuutio j³:oina.

Taulukkoon on piirretty yhtälönmukainen tasoituskäyrä. Kuten nähdään, on senmukainen tasoitus verrattain tyydyttävä. Parempikin tasoitus olisi tietysti voitu saada aikaan, mutta olisi senmukainen yhtälö hieman monimutkaisempi ja hankalampi käyttää kuin edellä esitetty yhtälö 36. Yhtälön 36 käyttö ei ole myöskään teoreettisesti aivan oikein, sillä hyperbelin toinen asymtootti on 100 %:n p:n arvoa vastaava x-akselin suuntainen viiva ja toisena suunnilleen 1 j³ rungon suuruutta vastaava y-akselin suuntainen viiva. Yhden kuutiojalan runko on näet jo niin pieniläpimittainen, ettei siitä enää saada minimimittaista paperipuuta. Joka tapauksessa tasoittaa yhtälön 36 mukainen käyrä siksi hyvin aineiston arvot,



Korrelatiotaulukko 9. Rungon kuution vaikutus käyttöpuun tilavuus-%:iin.

että sitä hyvällä syyllä voidaan sen yksinkertaisuuden vuoksi käyttää rungon kuution ja käyttöpuu-%:n välistä suhdetta valaisemaan.

Jos rungon kuutio tunnetaan, saadaan paperipuuksi valmistetun rungon osan kuutioksi edellä esitetyn perusteella:

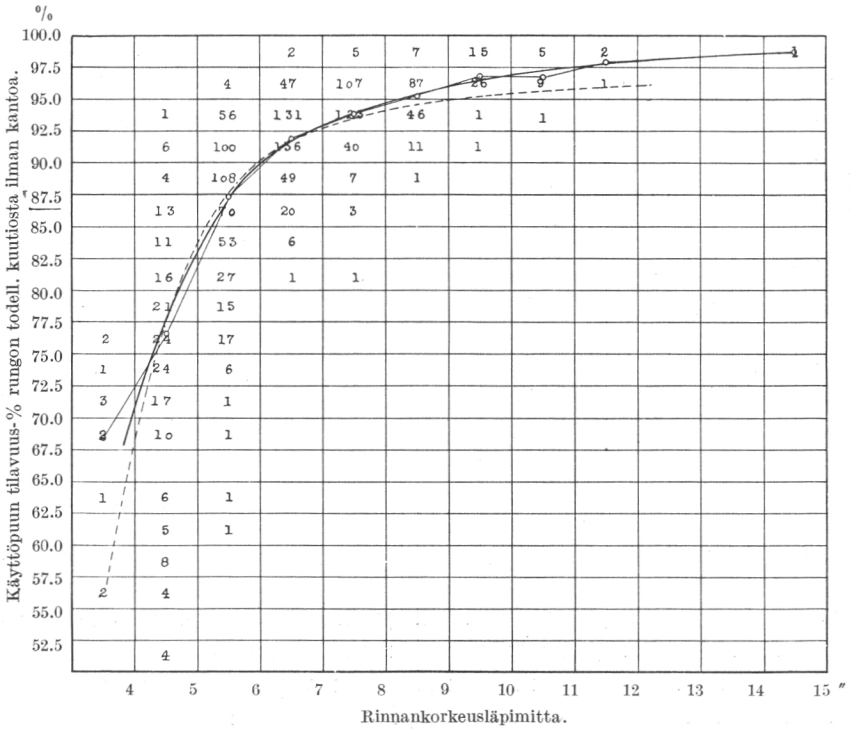
37) $v_p = \left(1 - \frac{0.525}{v_\Sigma}\right) v_\Sigma = v_\Sigma - 0.525$, jossa v_p = paperipuiksi tehdyn rungon osan kuutio j³:oina,

v_Σ = rungon koko kuutio j³:oina.

Kuten edellisestä nähdään, johtaa tutkimus siihen tulokseen, että latvaosan kuutio on keskimäärin saman suuruinen kaikenkokoisilla rungoilla. Kuusipuiden ollessa kysymyksessä se onkin täysin mahdollista, syystä ettei kuusella ole taipumusta tasalatvaisuuteen, ja lisäksi on paperipuiksi tehtävien puiden kokoisilla kuusilla pituuskasvu vielä kesken, joten latvus on tavallisesti terävä.

2. Käyttöpuu-%:n riippuvaisuus rinnankorkeusläpimitasta.

Jotta edellä esitettyä koko rungon ja paperipuuksi valmistetun rungon osan kuutiosuhdetta voitaisiin verrata Aron samaa asiaa käsittelevän tutkimuksen tuloksiin, on aineiston perusteella muodostettu korrelatiotaulukko rinnankorkeusläpimitan ja käyttöpuu-%:n välille (Aro 1935). Käyttöpuu-% on tässä sama kuin edelläkin.



Korrelatiotaulukko 10. Rinnankorkeusläpimitan vaikutus käyttöpuun tilavuus-%:iin.
Jatkuvana viivana piirretty käyrä tämän tutkimuksen tulos.
Pilkkuviivana » » Aron » mukaan.

Aineiston perusteella on laskettu käyttöpuun keskiarvot eri rinnankorkeusläpimittaluokille ja merkitty ne taulukkoon pienillä ympyröillä. Ympyrät on yhdistetty viivoilla murtoviivaksi, joka on

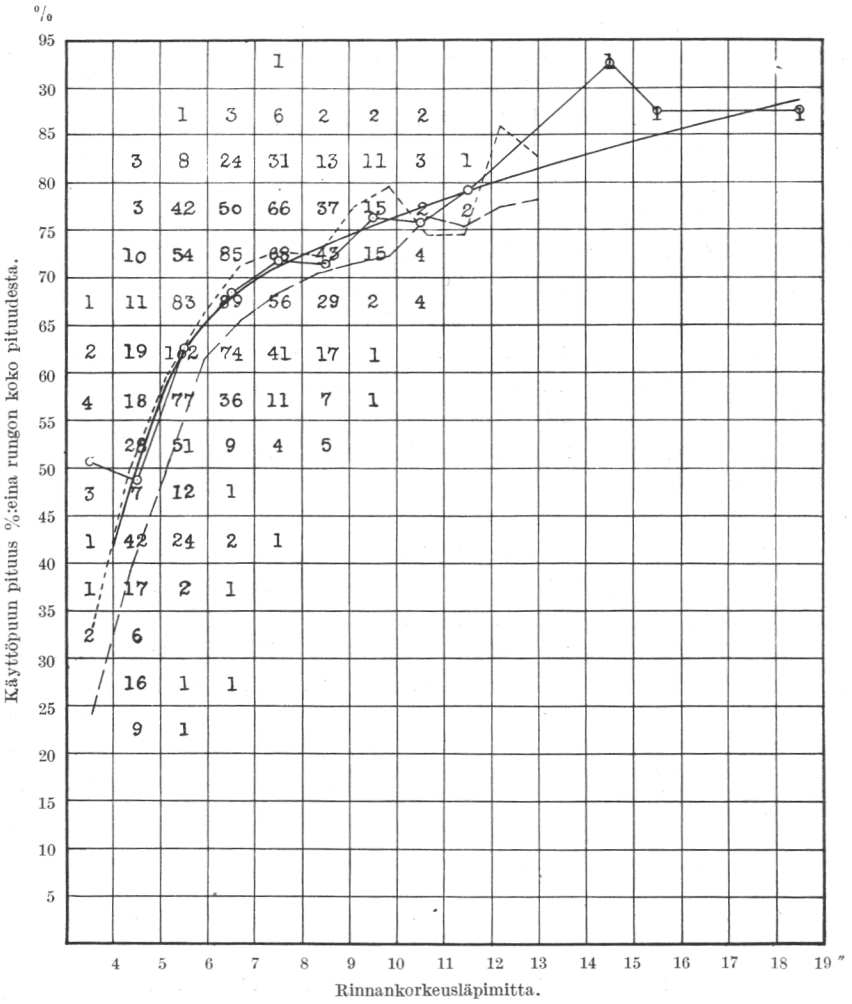
graafisesti tasoitettu. Murtoviiva on suhteellisen tasajuoksuinen ja muodoltaan hyperboolinen, kuten asian luonne edellyttää. Taulukkoon on piirretty myös käyttöpuu-%:a esittävä käyrä 8 cm katkaisuläpimittaluokassa Aron tutkimuksen mukaan (Aro 1935). Pilkkuviivalla piirretty käyrä kulkee suunnilleen yhdessä tämän tutkimuksen aineiston mukaisen käyrän kanssa noin 7 ½″ rinnankorkeusläpimittaan saakka, mutta jää sen jälkeen melkoisesti sen alapuolelle. Aron tasoittamattomien aineiston keskiarvojen mukaan kulkevat käyrät yhdessä 9″ rinnankorkeusläpimittaan saakka, mutta sen yläpuolella tekevät Aron keskiarvot melkoisen painuman alaspäin. Viimeinen keskiarvo kumminkin nousee jälleen tämän tutkimuksen arvoa korkeammalle. Aron keskiarvoissa esiintyvä epäoleellinen painuma osoittaa käytetyn aineiston suppeaksi ja tehdyn tasoituksen epävarmaksi, mutta kun tämänkin tutkimuksen aineisto on vastaavissa läpimittaluokissa suppea, ei asiasta voida sen enempää päätelmiä tehdä.

Syynä siihen, että tämän tutkimuksen 9 cm nimellistä katkaisuläpimittaa vastaava käyttöpuu-% vastaa suunnilleen Aron tutkimuksen 8 cm katkaisuläpimitan mukaisia käyttöpuu-%:n arvoja, on se, että Aron tutkimuksessa on otettu huomioon myös kanto, jonka osuus rungon kuutiosta hänen tutkimuksensa mukaan Etelä-Suomen kuusille on keskimäärin 2.40 %, sekä osittain se, että työntekijät sekä teettäjät pyrkivät käyttämään puun latvan mahdollisimman tarkkaan paperipuuksi ja senvuoksi tinkivät jossakin määrin määrätystä läpimitasta.

3. Käyttöpuun pituus %:eina koko rungon pituudesta.

Erikokoisten puiden paperipuiksi tekoon tarpeellinen työmäärä kuorinnan sekä pölkytyksen osalta riippuu ratkaisevasti siitä, miten pitkä paperipuiksi valmistettu rungon osa on koko rungon pituuteen verrattuna. Tämän vuoksi tarkastetaan seuraavassa käyttöpuun pituuden suhteellista määrää rungon koko pituuteen verrattuna erikokoisilla puilla. Kuten edellä on puiden nimellinen katkaisuläpimitta tässäkin 9 cm ja puun pituutena sen pituus kaatoleikkauksesta latvaan. Aineisto muodostaa rinnankorkeusläpimitan ja käyttöpuun pituus-%:n välille seuraavan korrelatiotaulukon.

Taulukkoon merkityt käyttöpuun pituus-%:t on graafisesti tasoitettu ja vertailun vuoksi on taulukkoon merkitty myös Aron tutkimuksen mukaiset 8 cm katkaisuläpimittaa vastaavat käyttöpuun pituus-%:ien keskiarvot. Vertailuun on täytynyt käyttää



Korrelatiotaulukko 11. Rinnankorkeusläpimitan vaikutus käyttöpuun pituus-%:iin.

———— Tämän tutkimuksen mukaan (nimellinen katkaisuläpimitta 9 cm, puun pituus ilman kantoa).
— — — — Aron » » (katkaisuläpimitta 9 cm, puun pituus kanto mukaan luettuna).
- - - - - - - » » » (katkaisuläpimitta 8 cm, puun pituus kanto mukaan luettuna).

tasoittamattomia keskiarvoja, syystä ettei vastaavia tasoitettuja arvoja esiinny Aron tutkimuksessa. Aron keskiarvojen kautta kulkevan murtoviivan tasoitukseen kelpaisi suurin piirtein sama käyrä, kuin mitä tämän tutkimuksen arvojen tasoitukseen on käytetty, joten molempien tutkimusten aineistot johtavat suurin piirtein samaan

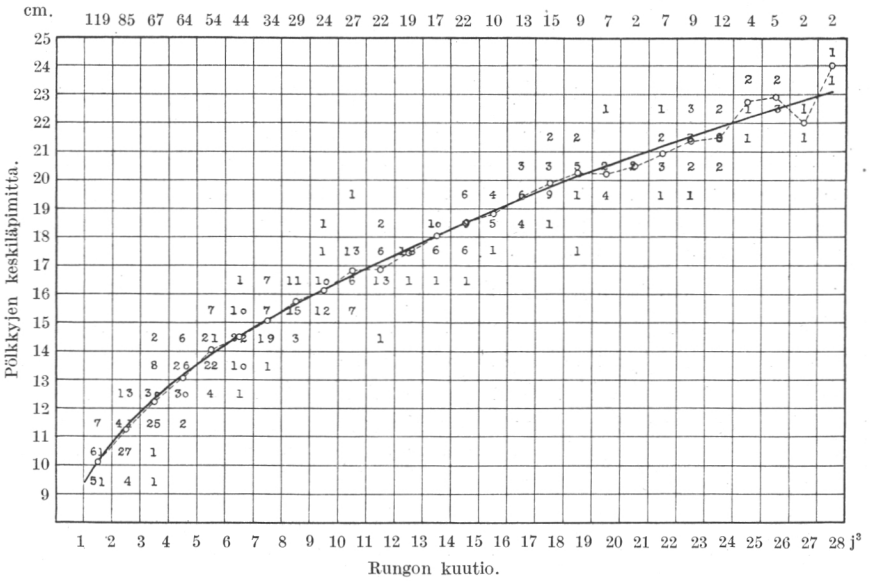
tulokseen, kun otetaan huomioon minimikatkaisuläpimitan tinkiminen paperipuiden teossa sekä se, että Aron tutkimuksessa on otettu huomioon myös kannon pituus, joka keskimäärin Etelä-Suomen kuuselle on 0.92 %.

4. Puiden koon vaikutus niistä valmistettujen paperipuiden läpimittaan.

Niiden kuusipuurunkojen suuruutta, joista paperipuita valmistetaan, ei käytännössä tunneta muulloin kuin poikkeustapauksissa. Tämän tutkimuksen pääargumentti, rungon kuutio ei siis sellaisenaan sovellu käytäntöön paperipuiden tekohankaluuden määräämisen perustaksi. Sen jälkeen kun useita runkoja on paperipuiksi valmistettu ja pölkyt sekoittuneet, ei runkojen kokoa enää voida määrätä, vaikka sitä haluttaisiinkin. Jotta tutkimustulokset kaikesta huolimatta saataisiin käyttökelpoiseen muotoon, täytyy rungon koko voida määrätä jostakin sellaisesta argumentista riippuen, joka voidaan todeta vielä paperipuiden teon jälkeen. Tällaisena argumenttina on paperipuiden läpimitta käyttökelpoinen. Seuraavassa tarkastetaan rungon kuution ja siitä valmistettujen paperipuiden keskiläpimitan välisiä suhteita.

Koska aikatutkimuksia suoritettaessa olisi käynyt vaikeaksi ja työlääksi koota aineistoa rungon kuution ja paperipuiden läpimitan välisen suhteen selvittämistä varten, käytetään tähän tarkoitukseen metsänhoidon ylioppilaiden metsänarvioimisen töissä vv. 1920—34 tekemien runko-analyysien tuloksia. Tehdyt analyysit ovat käsillä olevaan tarpeeseen erittäin sopivia, syystä että rungot niissä on kuutioitu 2 m. pitkinä, ja mittauskohdat sattuvat juuri saman pituisten paperipuupölkkyjen keskikohdille. Rungosta valmistettujen paperipuiden keskiläpimitan määräämiseksi on menetelty siten, että kaikkien 2 metrin päässä toisistaan olevien mittauskohtien poikkipinta-alat on laskettu yhteen ja summa on jaettu mittauskohtien luvulla. Siten saatua keskipoikkipinta-alaa vastaava halkaisija on merkitty paperipuiden keskiläpimitaksi. Koska paperipuilla käytännössä on minimiläpimitta, on edellä esitetyssä laskussa otettu huomioon vain ne mittauskohdat, joiden läpimitta on ollut 10 cm tai sitä enemmän. Koska viimeinen mittauskohta on rungosta tehtävän pienimmän pölkyn keskikohdalla ja minimiläpimittausten paperipuiden kapeneminen on keskimäärin 1 cm pituusmetriä kohden, saadaan edellä esitettyä menettelyä käyttäen paperipuiden keskiläpimitta 9 cm minimilatvaläpimittaan tehtynä (Jalava 1929, Vuoristo 1936).

Aineisto käsittää 566 puuta ja ne edustavat Etelä-Suomen puoliskon mustikka- ja osittain puolukkatyyppiä sekä kasvullista korpea. Eri metsätyyppien puut on käsitelty yhdessä, koska alustavassa tarkastelussa osoittautui, ettei aineiston perusteella voitu huomata oleellista eroa paperipuiden keskiläpimitoissa tyypittäin. Seuraava korrelatiotaulukko esittää aineistoa.



Korrelatioaulukko 12. Rungon kuution vaikutus niistä valmistettujen paperipuiden läpimittaan.

Taulukkoa tarkastettaessa huomataan, että määrätyn kokoisista rungoista tehtyjen paperipuiden keskiläpimitta vaihtelee sangen vähän. Lisäksi muodostaa eri rungon suuruusluokkien keskiarvojen kautta kulkeva murtoviiva hyvin säännöllisen käyrän. Pieniä poikkeuksia täydellisestä tasajuoksuisuudesta kuitenkin esiintyy, joten tasoitus on tarpeellinen. Taulukkoon onkin piirretty tasoituskäyrä, jonka yhtälö on

38) $d_m = 3.2\sqrt{v} + 6.3$, jossa d_m = rungosta valmistettujen paperipuiden keskiläpimitta cm:einä,
v = rungon kuutio j³:oina.

Taulukosta nähdään, että yhtälön mukainen käyrä tasoittaa erittäin hyvin aineiston arvot. Yhtälö on määrätty samalla tavoin kuin muutkin tasoituskäyrien yhtälöt tässä tutkimuksessa.

J. Metsän ja puiden laadun vaikutus paperipuiden tekohankaluuteen.

Edellä on yksityiskohtaisesti tutkittu paperipuun teon eri työvaiheita ja niiden vaatimaan työaikaan vaikuttavia tekijöitä. Seuraavassa kohdistetaan huomio paperipuiden tekotyöhön kokonaisuudessaan.

Paperipuun teon alkuvaiheissa kohdistuu toiminta puuyksilöihin, mutta työn edistyttyä valmiisiin paperipuupölkkyihin. Tämän vuoksi jaetaan seuraava tarkastelu kahteen osaan, joista ensimmäinen käsittelee varsinaista paperipuiden valmistamista, toinen valmiiden pölkkyjen käsittelyä, siis pinoamista.

1. Paperipuiden valmistus.

a. *Paperipuiden tekohankaluuden riippuvaisuus työntekijöiden ominaisuuksista.*

Jotta saataisiin selville millaisen työajan minkinlainen puun paperipuiksi valmistaminen vaatii, on laskettava yhteen edellä esitetyt eri työvaiheiden vaatimat työajat. Koska eri työvaiheiden viemä aika vaihtelee melkoisesti eri tekijöistä riippuen, on työaikojen yhdistäminen ilman määrätynlaista rajoitusta huomioon otettavien tekijöiden suhteen sangen vaikeaa ja johtaa joka tapauksessa epäkäytännöllisiin tuloksiin. Asian yksinkertaistuttamiseksi oletetaankin tämän vuoksi aluksi, että paperipuiden tekohankaluuteen vaikuttavista tekijöistä vaihtelee ainoastaan rungon koko, ja toiset tekijät esiintyvät aineiston keskiarvoisissa määrissä. Kun tulos tällä perusteella on saavutettu, voidaan sen jälkeen ottaa huomioon toisten tekijöiden vaikutus.

Tarkastelu käsittää seuraavat paperipuiden teossa esiintyvät työvaiheet: siirtymisen puulta toiselle, puun kaatamisen, rungon karsimisen, rungon kuorimisen ja pölkyttämisen.

Paperipuiden tekohankaluuden vaihtelua rungon koosta riippuen tarkastetaan aluksi erikseen kunkin työntekijän työsaavutusten perusteella. Näin tehdään sen vuoksi, että saadaan selville, vaihteleeko tekohankaluus eri tavoin työntekijöiden ominaisuuksista riippuen. Seuraava asetelma esittää eri työvaiheiden viemää aikaa kuvaavien eri työntekijöiden yhtälöiden summayhtälöt, jotka siis osoittavat rungon paperipuiksi tekoon kuluvaa aikaa rungon kuutiosta riippuen. Kaikki yhtälöt on redusoitu, kuten edellä sanottiin, puiden ominai-

suuksien keskiarvoja vastaaviksi. Redusointi on suoritettu seuraavat seikat huomioon ottaen.

Karsimisaika lisääntyy 50 % oksaisuuden lisääntyessä yhden luokan verran.

Kuorimisaika lisääntyy 7.5 % kuoren paksuuden lisääntyessä yhden luokan verran.

Kuorimisaika lisääntyy 3.5 % oksaisuuden lisääntyessä yhden luokan verran.

Kuorimisaika lisääntyy 7.7 % yhtä lisääntyvää pakkasastetta kohden.

Pölkytysaika lisääntyy 40 % poikkisahausten määrän suhteellisesta lisääntymisestä pölkkyjen lyhentyessä.

Asetelma 15.

Puun paperipuiksi tekoon kuluva aika 2 m pituisia, puolipuhtaiksi kuorittuja paperipuita tehtäessä puiden oksaisuuden ollessa 1.44, kuoren paksuuden 1.34, lämpötilan yli 0° C. ja puiden välimatkan 6.3 m.

Työntekijän N:o	Työajan yhtälö	Työaika min:eina puun kuution ollessa			Työntekijän ominaisuus						Puun kokonaiskuutio j³:oina
		3 j³	6 j³	12 j³	Pituus yli 170 cm	Vankka ruumiin rakenne	Yritys hyvä	Nopea	Kokemus yli 10 v.	Työkalut hyvässä kunnossa	
1	$t = 0.05\,s + 1.23\,v + 3.16\,\sqrt{v} - 1.23$	8.24	14.21	24.78			×		×	×	
2	$t = 0.04\,s + 0.88\,v + 3.16\,\sqrt{v} + 0.80$	9.16	14.07	22.55	×		×	×	×	×	
3	$t = 0.07\,s + 1.22\,v + 7.00\,\sqrt{v} - 3.93$	12.28	20.98	35.40	×						
4	$t = 0.04\,s + 1.32\,v + 4.75\,\sqrt{v} - 2.41$	10.02	17.40	30.12	×	×	×		×	×	
5	$t = 0.04\,s + 0.88\,v + 2.63\,\sqrt{v} - 0.78$	6.66	11.26	19.13			×		×	×	
6	$t = 0.06\,s + 1.25\,v + 3.36\,\sqrt{v} - 1.78$	8.16	14.33	25.22	×				×		
7	$t = 0.03\,s + 1.23\,v + 3.81\,\sqrt{v} - 0.72$	9.75	16.18	27.41	×	×			×		
8	$t = 0.03\,s + 1.21\,v + 4.20\,\sqrt{v} - 3.77$	7.32	13.97	25.47	×		×	×			
9	$t = 0.03\,s + 1.28\,v + 2.25\,\sqrt{v} - 0.09$	7.83	13.29	23.24	×						
10	$t = 0.06\,s + 1.06\,v + 1.80\,\sqrt{v} + 1.10$	7.77	12.25	20.43							
11	$t = 0.08\,s + 0.89\,v + 2.50\,\sqrt{v} + 1.17$	8.67	13.14	21.00			×		×		
12	$t = 0.09\,s + 0.66\,v + 2.60\,\sqrt{v} + 1.71$	8.76	12.61	19.19		×			×	×	
13	$t = 0.06\,s + 0.70\,v + 2.57\,\sqrt{v} + 1.01$	7.93	11.88	18.68	×		×	×		×	
14	$t = 0.04\,s + 0.69\,v + 3.00\,\sqrt{v} + 1.80$	9.31	13.54	20.71			×				
15	$t = 0.06\,s + 1.37\,v + 3.54\,\sqrt{v} - 0.03$	10.58	17.24	29.04		×					
	$= 0.05\,s + 1.06\,v + 3.36\,\sqrt{v} - 0.48$	8.83			9.06	9.78	8.41	8.14	8.68	8.46	3
	M_t		14.42		15.26	15.86	13.68	13.31	14.14	13.56	6
				24.16	26.01	26.44	22.81	22.23	23.68	22.41	12

Asetelmasta 15 nähdään, että puun paperipuiksi tekoaika vaihtelee huomattavasti eri työntekijöillä. Erikokoisia puita paperipuiksi tehtäessä on vaihtelu keskiarvoon verrattuna seraava:

Rungon kuutio	Rungon paperipuiksi tekoajan suurin poikkeus keskiarvosta + ja — suuntaan		Hitaimman työntekijän työaika %:eina nopeimman työajasta
3 j³	— 24 %	+ 40 %	184 %
6 »	— 22 »	+ 45 »	187 »
12 »	— 23 »	+ 47 »	189 »

Prosenttiluvuista nähdään, että työaika vaihtelee aineiston keskiarvoon verrattuna — suuntaan noin 23 % ja + suuntaan noin 44 %. Hitain työntekijä on taas käyttänyt aikaa noin 87 % enemmän kuin nopein. Tulos osoittaa selvästi, että palkkausta paperipuun teossa ei mitenkään voida järjestää sellaiseksi, että ansio kaikille työntekijöille tulisi suunnilleen samaksi. Samoin osoittaa tulos myös sen, että työaikatutkimuksia tehtäessä voidaan päteviä tuloksia saavuttaa kuhunkin työntekijään erikseen huomiota kiinnittämättä vain silloin, kun kukin työntekijä joutuu työskentelemään suunnilleen samoissa olosuhteissa työhankaluuden vaihteluun nähden.

Seuraavassa tarkastetaan vielä, mitä työntekijöiden erilaiset ominaisuudet ovat vaikuttaneet työaikaan. Kuten jo edelläkin yksityisiä työvaiheita tarkastettaessa on käynyt ilmi, ei työntekijän keskimääräistä suurempi koko enempää kuin vankka ruumiinrakennekaan näytä olevan tarpeellinen ominaisuus hyviin työennätyksiin pääsemiseksi. Molempien mainituilla ominaisuuksilla varustettujen henkilöiden keskiarvoinen työaika on tässäkin kaikenkokoisia puita paperipuiksi tehtäessä keskiarvoista suurempi. Tällainen tulos on käsitettävissä ottamalla huomioon, että paperipuiden teossa on suoranaista voimaa vaativaa työtä suhteellisen vähän, ja työennätys riippuu pääasiassa työntekijän taidosta ja ahkeruudesta. Vaikkakin taito ilmeisesti on tärkeä työntekijän ominaisuus paperipuiden teossa, ei yli 10 v pituinen kokemus kuitenkaan ole alentanut työaikaa keskiarvosta juuri nimeksikään. Syynä siihen lienee pidettävä sitä, että työtaidon paperipuiden teossa ehtii hankkia jo paljon lyhyempänäkin aikana. Hyvä yritys, nopeus ja työkalujen hyvä kunto ovat kaikki alentaneet työaikaa suunnilleen yhtä paljon. Mainituista ominaisuuksista on hyvä työhalu jokaisen työntekijän saavutettavissa. Samoin on työkalujen kunnostamistaito suhteellisen helposti opittavissa. Hyviin työennätyksiin pääsemiseen paperipuiden teossa on näin ollen useimmilla työntekijöillä täydet mahdollisuudet, jos he sitä haluavat.

Seuraavassa tarkastetaan, onko puiden koko vaikuttanut eri tavalla erilaisten työntekijöiden työajan pituuteen. Tarkastelua varten lasketaan montako % 3 ja 12 j³:n runkojen paperipuiksi valmistusaika on 6 j³:n rungon paperipuiksi-valmistusajasta eri työntekijöillä. Asetelma esittää %-lukuja.

Asetelma 16.

Erikokoisten runkojen paperipuiksi valmistusaika %:eina 6 j³:n rungon vaatimaan aikaan verrattuna eri työntekijöillä.

Työntekijä N:o	Rungon kuutio		
	3 j³	6 j³	12 j³
	Suhteellinen työaika		
1	68 %	100 %	174 %
2	65 »	»	160 »
3	68 »	»	168 »
4	57 »	»	174 »
5	70 »	»	171 »
6	67 »	»	176 »
7	60 »	»	170 »
8	52 »	»	182 »
9	51 »	»	175 »
10	63 »	»	167 »
11	66 »	»	160 »
12	64 »	»	154 »
13	72 »	»	149 »
14	69 »	»	153 »
15	61 »	»	168 »
M	63.5 %	100 %	166.8 %

Asetelmasta nähdään, että puiden koko on vaikuttanut paperipuiden tekohankaluuteen suurin piirtein samalla tavoin kaikkien työntekijöiden työskennellessä. Sikäli kuin vaihtelua esiintyy, on se yleensä sen suuntainen, että työhankaluuden kuvaajan nousu puun suurentuessa on jonkin verran loiventunut tai jyrkentynyt. 3 j³:n runkojen paperipuiksi valmistamiseen kuluvaa aikaa kuvaavat %-luvut vaihtelevat 51—72 % ja 12 j³:n runkojen valmistusaikaa vastaava vaihtelu on 149—182 %. Suhteellisesti on vaihtelu pienillä puilla siis lähes puolta voimakkaampi kuin suurilla. Erikoisen jyrkästi on työhankaluus lisääntynyt puiden suurentuessa työntekijällä N:o 8. Syynä siihen lienee se, että mainittu työläinen oli uuttera ja nopealiikkeinen, joten pienet puut tulivat suhteellisen nopeasti käsitellyiksi, mutta kun työvälineet olivat keskinkertaista huonommassa kunnossa, vaikeutui työ puiden suurentuessa tavallista enemmän. Työläisen N:o 8:n heikko ravitsemustila voi myös osaltaan vaikuttaa siihen suuntaan, että työhankaluus puiden suurentuessa

on lisääntynyt suhteellisen nopeasti. Toisena äärimmäisyystapauksena on työhankaluuden vaihtelu työntekijällä N:o 13, jolla työhankaluus on vaihdellut puun koon vaihdellessa vähiten. Mainittu työläinen oli myös uuttera ja nopealiikkeinen, kuten edellinenkin, mutta työvälineet tavallista paremmassa kunnossa. Juuri viimeksi mainittu seikka lienee syynä siihen, että työhankaluus on puiden koon suurentuessa lisääntynyt suhteellisen hitaasti.

Vaikkakin suhteellinen työaika erikokoisia puita käsiteltäessä on melkoisesti vaihdellut, ei vaihtelua kuitenkaan voida pitää niin suurena, että se osoittaisi puiden koon vaikuttavan työhankaluuteen oleellisesti eri tavoin eri työntekijöiden työskennellessä. Suhteellisen työajan vaihtelu on myös absoluuttisen työajan vaihteluun verraten huomattavan pieni. (Vrt. s. 115.).

b. *Metsän ja puiden laadun vaikutus paperipuiden tekohankaluuteen.*

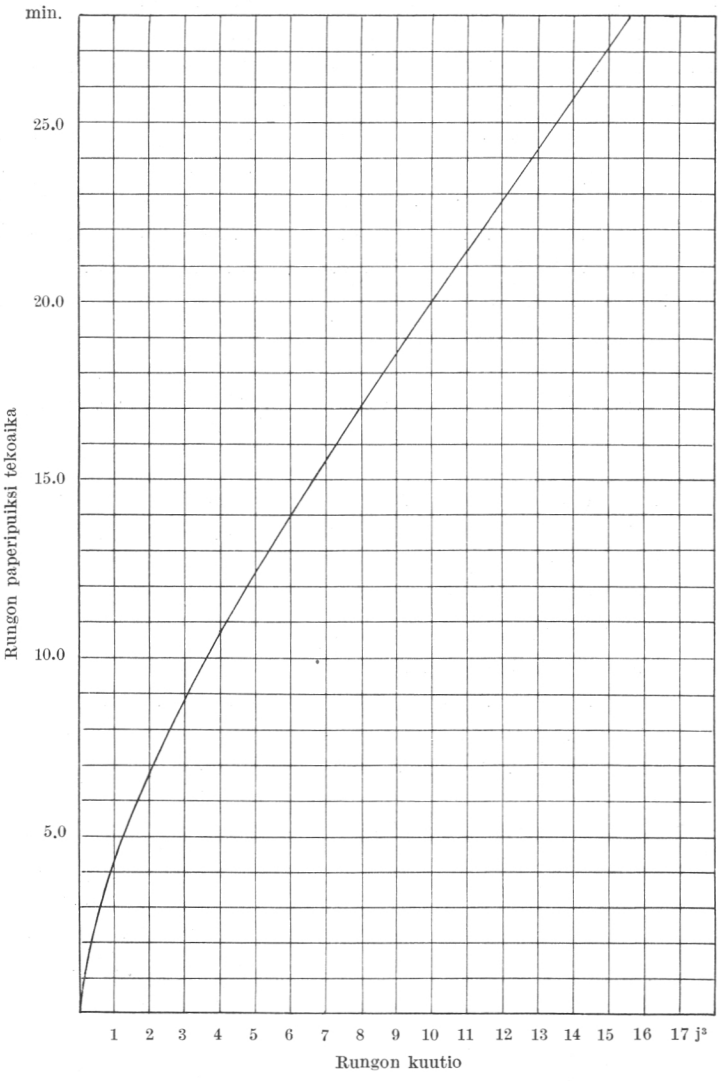
Edellä on osoitettu, että työntekijöiden erilaisuus ei sanottavasti vaikuta puiden koosta riippuvaan paperipuiden tekohankaluuteen. Tämän perusteella voidaankin seuraavassa tarkastaa puiden ja metsän laadun vaikutusta paperipuiden tekohankaluuteen tutkimuksen keskiarvoisten tulosten perusteella.

Sivulla 114 olevan asetelman 15 keskiarvoyhtälö esittää rungon paperipuiksi valmistukseen kuluvaa aikaa aineiston mukaan työhankaluuteen nähden keskimääräisissä olosuhteissa. Yhtälö esitetään tässä uudelleen selvyyden vuoksi. Se on seuraava:

39) $t = 0.05\,s + 1.06\,v + 3.36\,\sqrt{v} - 0.48$, jossa t = työaika runkoa kohden min:eina,
s = puiden välimatka m:einä,
v = rungon kokonaiskuutio j^3:oina.

Työajan yhtälön oikea puoli käsittää 4 termiä, joista yksi on vakio, yhden suuruus riippuu puiden välimatkasta (s) ja kahden rungon kuutiosta (v). Termien suhteellisen suuruuden kannalta ovat rungon kuutiosta riippuvat termit merkittävimmät. Esitetyn työajan yhtälö esittää työaikaa puiden oksaisuuden ollessa 1.44 ja kuoren paksuuden 1.34. Havainnollisen kuvan saamiseksi työajan

vaihtelusta rungon suuruudesta riippuen esitetään kuvassa 27 yhtälön 39 mukainen käyrä edellyttäen puiden välimatkan olevan aineiston keskiarvoa vastaava 6.3 m.



Kuva 27. Puun koon vaikutus rungon paperipuiksi tekoaikaan.

Kuva osottaa, että työaika runkoa kohden lisääntyy rungon kuution paraboolisena funktiona. Rungon koon vaikutus paperipuiden tekohankaluuteen on huomattava, vaikkapa asiaa tarkastettaisiin rungon kokonaiskuutiota silmällä pitäen. Käytännössä ei

hankaluuden perustana kuitenkaan voida pitää rungon koko kuutiota, vaan hankaluus on määrättävä paperipuuksi tehdyn rungon osan kuution, siis todellisen työn tuloksen perusteella. Kun tämä seikka otetaan huomioon, muuttuu tulos pienille rungoille erittäin paljon esitettyä epäedullisemmaksi. Kysymykseen palataan hieman jälempänä.

Edellä on tarkastettu rungon paperipuiksi tekoon kuluvaa aikaa ottamatta huomioon metsän harvuuden, puiden oksaisuuden ja kuoren paksuuden vaihtelua. Seuraavassa tarkastetaan, mitä mainittujen tekijöiden vaihtelu vaikuttaa työaikaan. Sitä varten muodostetaan yhtälö, siten että kunkin työvaiheen keskiarvoyhtälöt lasketaan yhteen, sekä otetaan huomioon puiden ja metsän laadun vaikutus kunkin työvaiheen viemään aikaan. Sen jälkeen sievistetään saatua summaa sikäli kuin siihen on mahdollisuutta. Täten saadaan työajalle seuraava yhtälö:

40) $t = 0.05\,s + 1.10\,o + k \times 3.00\,\sqrt{v} + 0.93\,v - 0.25$, jossa

t = rungon paperipuiksitekoaika min:eina,
s = puiden välimatka m:einä,
o = oksaisuuden luokkanumeroa vastaava lukuarvo (1, 2 tai 3),
k = vakio, jonka arvo on kuoren paksuuden vaihdellessa seuraava:
kuoren paksuusluokka I k = 1.0
» » II k = 1.08
» » III k = 1.16,
v = rungon koko kuutio j³:oina.

Jotta kävisi selville, millaisia poikkeuksia eri työhankaluuteen vaikuttavat tekijät aiheuttavat työaikaan, lasketaan yhtälön 40 perusteella työaika 6 j³:n rungolle ja katsotaan, millaisia poikkeuksia määrätyn ominaisuuden vaihtelu aiheuttaa. Aluksi tarkastetaan leimikon tiheyden vaikutusta työaikaan. Puiden välimatkan lisääntyessä aineiston mukaisesta keskiarvosta 6.3 m kolminkertaiseksi on kokonaistyöajan lisäys noin 4 ½ % edellyttäen, että rungot ovat kooltaan 6 j³. Puiden pienentyessä lisääntyy metsän harvuuden vaikutus ja suurentuessa päinvastoin. Leimikon tiheyden vaikutuksen arvostelemiseksi on huomattava, että 19 m puiden välimatkaa on jo paperipuuleimikoissa pidettävä suurimpana mahdollisena, vaikkapa puut olisivat keskikokoisiakin. Puiden oksaisuuden lisääntyessä yhden oksaisuusluokan verran lisääntyy työaika keskimäärin 7 ½ %. Jos puiden kuoren paksuus lisääntyy vastaavasti yhden luokan verran, on kokonaistyöajan lisäys noin 4 %.

Edellisestä käy ilmi, että metsän tiheys, puiden oksaisuus ja kuoren paksuus ovat työhankaluuteen siinä määrin vaikuttavia tekijöitä, ettei niiden vaikutusta työennätyksiin voida jättää huomiota vaille.

Edellisen lisäksi on syytä tarkastaa metsän ja puiden laadun vaikutusta kuorimattomien paperipuiden tekoaikaan. Yhdenmukaisesti edellä esitetyn kanssa johdetaan yhtälö kuorimattomien paperipuiden tekoajalle. Yhtälö on seuraava:

41) $t = 0.05\,s + 1.10\,o + 0.93\,v + 0.45$, jossa

t = rungon paperipuiksi tekoaika min:eina,
s = puiden välimatka m:einä,
o = oksaisuusluokka,
v = rungon kuutio j^3:oina.

Koska kuorintatyö on huomattava osa työstä kuorittuja paperipuita tehtäessä, vaikuttaa sen pois jääminen kuorimattomia puita tehtäessä sen, että metsän tiheyden ja oksaisuuden vaikutus kokonaistyöaikaan vahvistuu melkoisesti. Puiden välimatkan kolminkertaistuminen 6.3 m:stä 19 m:iin lisää kokonaistyöaikaa noin 7.7 %, siis lähes kaksi kertaa niin paljon kuin puolikuorittuja puita tehtäessä. Oksaisuuden vaikutus lisääntyy myös samassa suhteessa. Oksaisuuden lisääntyminen yhden luokan verran lisää kokonaistyöaikaa noin 14 %.

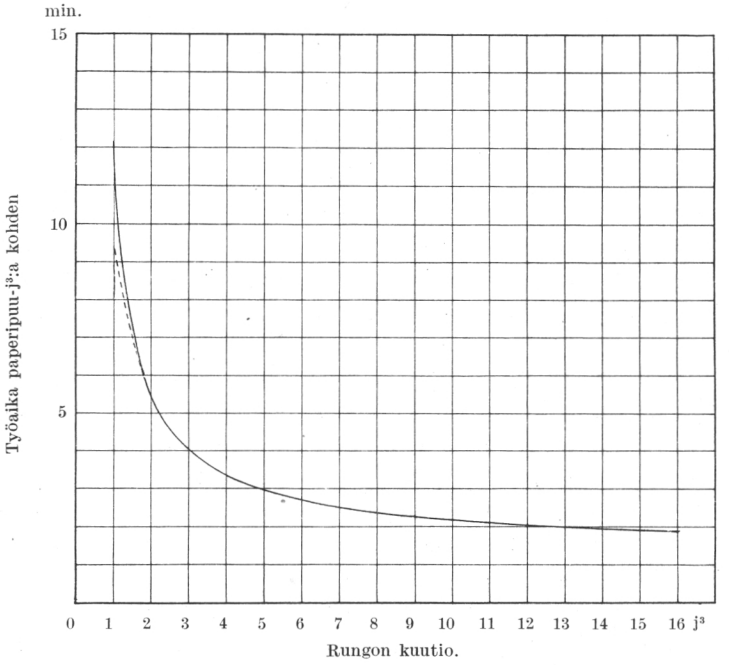
Edellä on tarkastettu paperipuiden tekohankaluutta pitämällä argumenttina rungon koko kuutiota. Käytännön kannalta katsoen pidetään työn tuloksen mittana kuitenkin saavutettua nettotulosta, siis tässä tapauksessa paperipuuksi valmistetun puun määrää. Edellä esitetyt tulokset on siis vielä muunnettava tätä puumäärää vastaaviksi. Tätä muuntamista varten on jo aikaisemmin määrätty käyttöpuun suhde rungon koko kuutioon erikokoisille puille. Jos rungon paperipuiksi tekoon kuluva aika jaetaan rungosta saadun käyttöpuun kuutiomäärällä, saadaan työaika paperipuun kuutiomäärää kohden. Toimittamalla laskut saadaan yhtälöiden 40 ja 37 osamääräksi tulosta sievistäen seuraava yhtälö:

42) $$t_{j^3} = \frac{0.05\,s + 1.10\,o + k \times 3.00\sqrt{v} + 0.24}{v - 0.525} + 0.93$$, jossa

t_{j^3} = työaika paperipuu-j^3:aa kohden min:eina,
s, o, k ja v merkitsevät samaa kuin edellisissäkin yhtälöissä.

Saatu yhtälö jää sievistämisestä huolimatta siksi hankalaan muotoon, että on syytä graafista tietä pyrkiä yksinkertaisempaan

esitykseen. Sitä varten lasketaan työaika paperipuukuutiojalkaa kohden erikokoisia puita käsiteltäessä edellyttäen, että puiden välimatka on 6.3 m, oksaisuus 1.5 ja kuoren paksuus samoin 1.5. Saadut arvot esitetään kuvassa 28 graafisesti.



Kuva 28. Työaika paperipuu-j³:aa kohden erikokoisia runkoja puolikuorituiksi peperipuiksi tehtäessä.

Käyrä on hyperbeli, kuten asian luonne kappalepaljouden lain mukaan edellyttääkin (Vuoristo 1935). Seuraavassa tarkastetaan käyrän perusteella työajan vaihtelua paperipuiden teossa erikokoisia puita käsiteltäessä. Työajan menekki paperipuu-j³:aa kohden vaihtelee sangen eri tavalla pienien ja isojen puiden ollessa kysymyksessä. Mitä pienempiä puut ovat, sitä voimakkaampi on puun koon vaikutus työaikaan. Puiden koon ylittäessä noin 5—6 j³:n hidastuu työajan lyheneminen jo verraten paljon. Mainittua kokoa pienempien puiden kuution pieneneminen sitävastoin lisää työaikaa hyvin nopeasti. Paperipuiden teko 2 j³:n rungoista vie näet aikaa noin 83 % enemmän kuin vastaava työ 5 j³:n rungoista. Puiden kuution lisääntyessä 12 j³:aan on työajan lyheneminen noin 33 %. Paperipuiden teko kooltaan pienimmistä, tarkoitukseen kelvollisista puista on siis ylen työlästä, ja on näin ollen kyseen alaista,

jääkö tällaisille puille lainkaan kantohintaa, jos ne joutuvat kantamaan todellisuudessa aiheuttamansa työkustannukset (Ernst 1933).

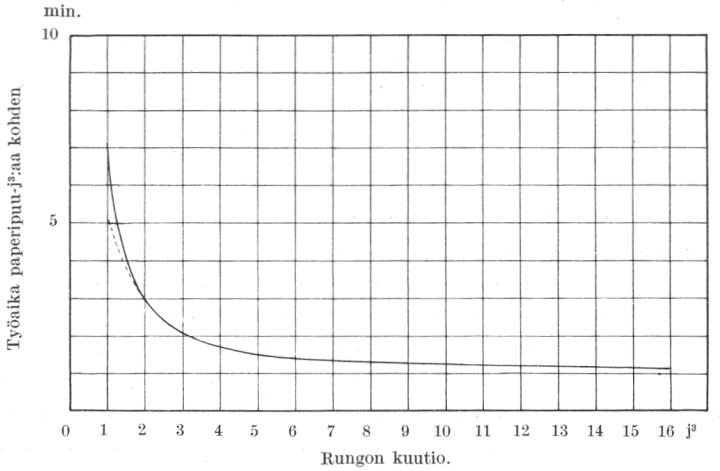
Jotta edellisen kuvan 28 mukaista tutkimustulosta voitaisiin käyttää tämän tutkimuksen muitten osien kanssa rinnan, johdetaan sille myös matemaattinen lauseke. Työn luonne huomioon ottaen määrätään vakiot kappalepaljouden lain yleiseen yhtälöön, jolloin saadaan yhtälö:

43) $t_{j^3} = \frac{7.98}{v} + 1.41$, jossa t_{j^3} = työaika paperipuu-j³:aa kohden min:eina,

v = rungon koko kuutio j³:oina.

Yhtälön mukaan lasketut arvot ovat yleensä siinä määrin samat kuin yhtälön 42 mukaan lasketut arvot, etteivät erot käy kuvassa 28 käytetyn mittakaavan puitteissa esiin muualla kuin j³:n rungoille. Kaavan 43 mukainen käyrä eroaa tutkimustuloksen mukaisesta jatkuvalla viivalla piirretystä käyrästä pilkkuviivan osottamalla tavalla. Vielä 1½ j³:n rungoille on erotus aivan pieni. Kaavan 43 voidaankin näin ollen katsoa riittävällä tarkkuudella kuvaavan työaikaa paperipuu-j³:aa kohden rungon kuutiosta riippuen.

Aivan vastaavalla tavalla kuin edellä puolipuhtaiksi kuorituille paperipuille johdetaan nyt työajan yksinkertaistettu kaava kuorimattomille paperipuille. Aluksi lasketaan yhtälöiden 41 ja 37 osamäärä ja saadun yhtälön perusteella määrätään työajat paperipuu-j³:aa kohden erikokoisia puita käsiteltäessä. Puiden oksaisuuden oletetaan olevan 1.5. Tulokset esitetään kuvassa 29 graafisesti.



Kuva 29. Työaika paperipuuj³:aa kohden eri kokoisia runkoja kuorimattomiksi paperipuiksi tehtäessä.

Kuvasta nähdään, että kuorimattomien paperipuiden tekoaikaa kuvaava käyrä on täysin samanmuotoinen kuin kuorittujenkin paperipuiden tekoaikaa esittävä käyrä. Käyrien muotoa voidaan parhaiten verrata niiden yhtälöiden perusteella. Kuorimattomien paperipuiden tekoajalle saadaan samalla tavoin menetellen kuin kuorittujenkin paperipuiden tekoajalle kaavaa johdettaessa seuraava yhtälö:

44) $t_{j^3} = \frac{4.22}{v} + 0.79$, jossa t_{j^3} = työaika paperipuu-j³:aa kohden min:eina,

v = rungon kuutio j³:oina.

Yhtälöstä saadut työajat eivät täsmälleen vastaa käyrästä luettavia aikoja, mutta erotukset ovat aivan pieniä muualla paitsi 1 j³:n rungoille. Pilkkuviiva osoittaa kaavan 44 mukaan laskettujen arvojen poikkeusta tutkimustuloksen mukaisista arvoista. Kuten nähdään, poikkeaa 1 j³:n rungon paperipuuksi tekoaika melkoisesti tutkimustulosten mukaisesta käyrästä, mutta on huomattava, ettei niin pieniä runkoja tavallisesti tehdä paperipuuksi, joten kaava 44 vastaa riittävän tarkasti tutkimustulosta niissä rungon suuruuden rajoissa, joissa paperipuuksi tehtävien puiden koko vaihtelee.

Vertaamalla toisiinsa kuorittujen ja kuorimattomien paperipuiden tekoaikojen yhtälöitä voidaan päättää, vaikuttaako puiden koko eri tavoin minittujen paperipuulaatujen tehokankaluuteen. Jos tekohankaluus vaihtelee puun koosta riippuen samalla tavoin, täytyy toista työtä kuvaavan työajan yhtälö voida määrätyllä vakiolla kertomalla muuttaa toiseksi. Niin onkin suurin piirtein asianlaita. Jos kuorimattomien puiden tekoaikaa kuvaava yhtälö kerrotaan 1.89:llä saadaan yhtälö, jonka rungon kuutiosta riippuva termi on sama ja konstanttitermi vain 6 % suurempi kuin kuorittujen paperipuiden tekoajan yhtälön vastaavat termit. Koska rungon kuutiosta riippuva termi on arvoltaan keskimäärin samansuuruinen kuin konstanttitermi, supistuu esiintyvä ero kokonaisaikaa silmällä pitäen noin 3 %:iin. Näin ollen voidaan hyvällä syyllä sanoa, että paperipuiden tekohankaluus riippuu puiden koosta samalla tavoin, kuorinta-asteen vaihtelusta huolimatta.

Edellä esitettyä tutkimustulosta voidaan kuorimattomien paperipuiden osalta verrata tekijän tukkien tekoa käsittelevän tutkimuksen tuloksiin (Vuoristo 1933, 34). Niiden mukaan on kuorimattomien tukkien tekoon kuluva aika seuraavan yhtälön mukainen:

45) $t = \frac{3.24}{v} + 0.99$, jossa t = työaika j³:aa kohden latvamittauksen mukaan kuutioituna,

v = rungon tukeiksi tehty latvakuutio.

Paperipuiden ja tukkien teolle saadut yhtälöt eroavat jonkin verran toisistaan, mutta ovat siitä huolimatta täysin verrannollisia. Rungon kuutiosta riippumaton termi on tukkien tekoaikaa esittävässä yhtälössä jonkin verran suurempi kuin vastaava termi paperipuiden tekoajan yhtälössä. Se johtuu tukkileimikoiden harvuudesta paperipuuleimikkoihin verrattuna. Rungon kuutiosta riippuvan termin osottaja on tukkien tekoajan yhtälössä noin 25 % pienempi kuin paperipuun tekoajan yhtälön vastaava luku. Koko termi ei tästä huolimatta kuitenkaan ole samassa suhteessa pienempi, sillä jakajana on rungon tukeiksi tehty latvakuutio, joka on pienempi kuin rungon todellinen kokonaiskuutio, joka on jakajana paperipuun tekoajan yhtälössä. Jos rungon kuutioimistapojen ero otetaan huomioon, ovat tulokset sangen hyvin keskenään verrannolliset, tukkien tekoajan ollessa jonkin verran paperipuiden tekoaikaa suurempi.

2. Paperipuiden pinoaminen.

Sen jälkeen kun paperipuut määrätyltä alueelta on saatu valmiiksi, kootaan ne useimmiten pinoihin. Tavallista harvemmissa metsissä on usein myös tapana panna paperipuut ristikoille. Työmailla, joilla tutkimus suoritettiin, käytettiin puiden pinoamista, ja sen vuoksi seuraavassa tarkastetaankin paperipuiden pinoamishankaluutta metsän ja puiden laadusta riippuen. Saatujen tulosten perusteella voidaan helposti määritellä työhankaluus myös ristikolle panoa käytettäessä. Molempia varastoimistapoja käytettäessä on työ näet suurin piirtein sama muissa suhteissa paitsi siinä, että ristikkoa käytettäessä pinonpohjan teko jää pois.

Koska pinoamistyötä suoritettaessa paperipuut ovat valmiina pölkkyinä, ei puiden laatu oksaisuuden ja kuoren paksuuden osalta vaikuta työhankaluuteen. Puiden kuutiosta riippuva pölkkyjen koko on näin ollen ainoa puiden laadusta johtuva pinoamishankaluuteen vaikuttava tekijä. Toinen tärkeä seikka, josta pinoamishankaluus riippuu, on metsän tiheys, joka määrää, miten laajalta alueelta pölkyt täytyy koota pinoon. Pinoamistyötä tutkittaessa saatiin pinoamisajalle mainituista tekijöistä riippuen seuraava yhtälö:

46) $t_{pim^3} = 0.11\,a + 0.18\,j + 3.56$, jossa t_{pim^3} = pinoamisaika pm^3:iä kohden min:eina,
a = pinoamisalueen säde m:einä,
j = pm^3:ssä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä.

Jotta yhtälön 46 mukaista tutkimustulosta voitaisiin käyttää rinnan paperipuiden valmistusta käsittelevien tutkimustulosten kanssa, täytyy se muuntaa samoista argumenteista riippuvaksi, kuin mitä paperipuiden valmistusta tutkittaessa on käytetty. Sitä varten on selvitettävä pinoamisalueen säteen ja puiden välimatkan välinen korrelatio, samoinkuin puiden kuution ja pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän välinen korrelatio.

Aluksi tarkastetaan pinoamisalueen säteen ja puiden välimatkan välistä suhdetta. Puiden kaatosuunta, epätasainen sijaitseminen sekä monet muutkin satunnaiset tekijät tekevät kysymyksessä olevan korrelation yksityistapauksissa jossakin määrin epävarmaksi, mutta jos asiaa tarkastetaan keskiarvoa silmällä pitäen, täytyy ominaisuuksien välillä olla selvä korrelatio. On myös huomattava, että pinoamisalueen säteeseen vaikuttaa tietysti myös pinon suuruus. Metsäpinot ovat kuitenkin aina suuruudeltaan suunnilleen sallittua minimikokoa, ellei metsä ole siksi tiheä, että pinoamisalueen säde pysyy suhteellisen pienenä, vaikka pinoa hieman suurennetaankin. Puiden välimatkan ja pinoamisalueen säteen välistä korrelatiota voidaan tarkastaa edellä sanotun johdosta olettamalla pinon suuruuden olevan 1 pm^3. Paitsi puiden välimatka vaikuttaa pinoamisalueen säteeseen myös runkojen koko. Mitä kookkaampia rungot ovat, sitä pienemmältä alalta saadaan pinokuutiometri paperipuita kokoon. Olettamalla keskimääräiseksi pinotiheydeksi 0.73, on tasamittaisessa pm^3:ssä pyöreästi 26 j^3 paperipuita. Tutkimusta tehtäessä oli pinoissa 15 %:n ylimitta, joten nimellisen pm^3:n puumäärä on noin 30 j^3. Jakamalla mainittu luku puiden paperipuiksi tehtyjen rungon osien keskikuutiolla saadaan tulokseksi, montako runkoa pinoon tarvitaan. Jos puiden keskimääräinen välimatka on tunnettu ja edellytetään, että puun kasvualue on neliö, saadaan pinoamisalueen säteen ja puiden välimatkan kesken seuraavan yhtälön mukainen riippuvaisuus:

47) $\pi\ a^2 = n\ s^2$, jossa a = pinoamisalueen säde m:einä,
n = pinoon menevien runkojen luku,
s = puiden keskim. välimatka m:einä.

Kun lisäksi otetaan huomioon kuutio, muuttuu yhtälö seuraavaan muotoon:

48) $a = s\sqrt{\frac{30}{\pi\ (v-0.525)}} = s\sqrt{\frac{9.6}{v-0.525}}$, jossa v = rungon keskikuutio j^3:oina,
a ja s merkitsevät samaa kuin edellisessä yhtälössä.

Lisäksi on tarkastettava vielä puiden kuution ja pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän välistä suhdetta. Pölkkyjen epätasainen kapeneminen, samoinkuin muutkin pölkkyjen muodon epäsäännöllisyydet, aiheuttavat, ettei pölkkyjen läpimitta yksin määrää pm^3:iin menevää jouksumetrimäärää, kuten teoreettisesti pitäisi olla asianlaita. Laskemalla Tapion kiintomittataulukkojen perusteella, montako juoksumetriä 2-metristä paperipuuta menee pm^3:iin, jos pölkkyjen keskeltä mitattu läpimitta vaihtelee, saadaan nimellisessä pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän ja läpimitan välille seuraava yhtälö:

49) $j = \frac{8\,400}{d^2} + 7$, jossa j = pm^3:ssä oleva pölkkyjuoksumetrimäärä,
d = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Koska paperipuupölkkyjen läpimitta ei tutkimuksessa esiinny argumenttina, korvataan se vielä rungon kuutiolla. Mainittujen ominaisuuksien välistä korrelatiota esittää yhtälö 38 (s. 112):

50) $d_m = 3.2 \sqrt{v} + 6.3$, jossa d_m = paperipuupölkkyjen keskiläpimitta cm:einä,
v = rungon kuutio j^3:oina.

Nimellisessä pm^3:ssä olevalle pölkkyjuoksumetrimäärälle saadaan täten yhtälö:

51) $$j = \frac{8\,400}{(3.2\ \sqrt{v} + 6.3)^2} + 7$$

Jos pinoamisalueen säteen ja pm^3:ssä olevan pölkkyjuoksumetrimäärän edellä saadut arvot sijoitetaan pinoamisajan yhtälöön (46), saadaan se seuraavaan muotoon:

52) $$t_{pim^3} = \frac{0.34\ s}{\sqrt{v} - 0.525} + \frac{1\,510}{(3.2\ \sqrt{v} + 6.3)^2} + 4.82,$$ jossa

t_{pim^3} = pinoamisaika pm^3:ä kohden min:eina,
toiset kirjaimet merkitsevät samaa kuin edellisissä yhtälöissäkin.

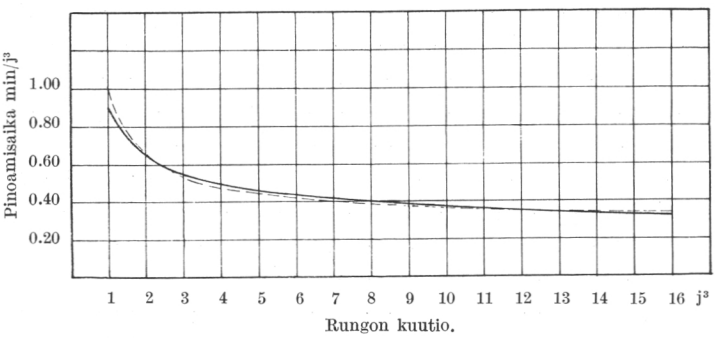
Jakamalla yhtälön molemmat puolet nimellisessä pm^3:ssä olevalla kiintokuutiojalkamäärällä, 30 j^3:lla, saadaan pinoamisaika

kuutiojalkaa kohden. Varsinaisen pinoamisajan kaava saa tällöin muodon:

$$53) \qquad t_{pij^3} = \frac{0.0113\ s}{\sqrt{v} - 0.525} + \frac{50}{(3.2\ \sqrt{v} + 6.3)^2} + 0.161$$

Edellinen kaava 53 esittää varsinaista pinoamisaikaa paperipuu-j³:aa kohden.

Saatu pinoamisajan yhtälö on monimutkaisuutensa vuoksi hankala käyttää. Tämän vuoksi kehitetäänkin seuraava yksinkertaisempi yhtälö, joka riittävän tarkasti kuvaa pinoamisaikaa. Kaavasta 53 lasketaan erikokoisista rungoista valmistettujen pölkkyjen pinoamisaika j³:aa kohden puiden välimatkan ollessa 6.3 m ja tulokset esitetään kuvassa 30 graafisesti.



Kuva 30. Pinoamisaika j³:aa kohden rungon kuutiosta riippuen.

Kuvasta nähdään, että pinoamisaika j³:aa kohden lisääntyy puiden pienentyessä. Koska pölkkyjen koon pienentyminen ei ole läheskään yhtä voimakas kuin niiden runkojen kuution pienentyminen, joista pölkyt on valmistettu, ei pinoamisaika lisäänny rungon kuutiota argumenttina pitäen niin nopeasti, kuin mitä kappalepaljouden laki rungon pienentymisen mukaan edellyttäisi. Kaikesta huolimatta on syytä pyrkiä määräämään pinoamisaika rungon kuution funktiona, jotta tulos voitaisiin helposti yhdistää paperipuiden valmistusajan yhtälöön ja lopputulos saataisiin mahdollisimman yksinkertaiseen muotoon. Yhtälön 54 mukainen käyrä on pilkkuviivalla piirretty kuvaan.

$$54) \qquad t_{pij^3} = \frac{0.76}{v} + 0.28$$

Käyrä kulkee sangen lähellä tutkimustuloksen mukaista käyrää muualla paitsi aivan pienien runkojen ollessa kysymyksessä. Vielä 2 j³:n rungoille on tulos suurin piirtein tyydyttävä, ja 1 j³:n rungoista,

joille tulos on jo liiaksi oikeasta poikkeava, ei enää normaalioloissa paperipuita tehdä.

Pinoamiseen kuluvan kokonaisajan määräämiseksi on vielä otettava huomioon pinonpohjan tekoon kuluva aika.

Koska pinon pohjantekoon kuluva aika pm³:ä kohden riippuu ratkaisevasti pinon suuruudesta, täytyy hieman tarkastaa metsän tiheyden ja pinojen suuruuden välistä riippuvaisuutta. Määrättyä suhdetta pinon suuruuden ja metsän tiheyden välillä on vaikea määrätä. Pinojen suuruus riippuu näet huomattavasti sattumasta ja puiden ryhmityksestä. Tiheissä ja järeissä leimikoissa ovat pinot kuitenkin keskimäärin kookkaampia kuin harvoissa ja pieniä puita käsittävissä leimikoissa. Koska pinon pohjanteko muodostaa sangen huomattavan osan koko pinoamistyöhön kuluvasta ajasta, on syytä tarkastaa asiaa tutkimusaineiston perusteella. Tätä varten lasketaan puumäärä neliömetrille kutakin pinoamiskertaa kohden. Aineiston perusteella ei pinon suuruuden ja neliömetriltä lasketun puumäärän välillä kuitenkaan ole määrättyä korrelatiota. Tulokseen vaikuttanevat pinon suuruuteen vaikuttavat satunnaiset tekijät, samoinkuin se, ettei metsän tiheys riittävässä määrin vaihtele. Pinon pohjantekoon täytyy näin ollen laskea aina menevän keskimäärin sama aika. Tämä aika lasketaan aineiston perusteella siten, että keskimääräinen pohjantekoaika jaetaan keskimääräisellä pinon suuruudella. Koska 2-metriset paperipuut käytännössä useimmiten tehdään kappalekaupalla ja pannaan ristikolle, lasketaan pinon pohjanteko 1-metristen puiden tekoa esittävän aineiston perusteella. Nimellistä pm³:ä kohden kuluu pohjantekoon tämän mukaan 7.30 min. Paperipuukuutiojalkaa kohden saadaan pohjantekoon kuluva aika jakamalla edellinen luku nimellisessä pm³:ssä olevalla puumäärällä, 30 j³:lla. Tosin 1 metrin paperipuiden pinotiheys vastaa hieman suurempaa kuutiomäärää, mutta ero on siksi pieni, ettei se vaikuta asiaan. Kuutiojalkaa kohden kuluvaksi pinon pohjantekoajaksi saadaan täten 0.24 min. Jos tämä aika lisätään varsinaisen pinoamisajan yhtälöön, saadaan koko pinoamisajan yhtälöksi:

$$55)\ t_{pij^3} = \frac{0.76}{v} + 0.52,$$

jossa t_{pij^3} = pinoamisaika j³:aa kohden min:eina,

v = rungon kuutio j³:oina.

3. Paperipuiden valmistus ja varastoiminen.

Yhdistämällä edellä esitetyt paperipuiden valmistus- ja pinoamisaikojen lausekkeet saadaan kokonaistyöajan lausekkeet. Seuraavassa esitetään kokonaistyöajan lausekkeet ainoastaan yksinkertaistettujen

työaikalausekkeiden perusteella. Tällöin erotetaan seuraavat tapaukset: 1. puolipuhtaiden paperipuiden teko ja pinoaminen, 2. puolipuhtaiden paperipuiden teko ja pano ristikolle, 3. kuorimattomien paperipuiden teko ja pinoaminen sekä 4. kuorimattomien paperipuiden teko ja pano ristikolle. Eri tapauksille saadaan seuraavat työajan lausekkeet:

56) **1.** $t_{\Sigma} = \frac{8.74}{v} + 1.93$

57) **2.** $t_{\Sigma} = \frac{8.74}{v} + 1.69$

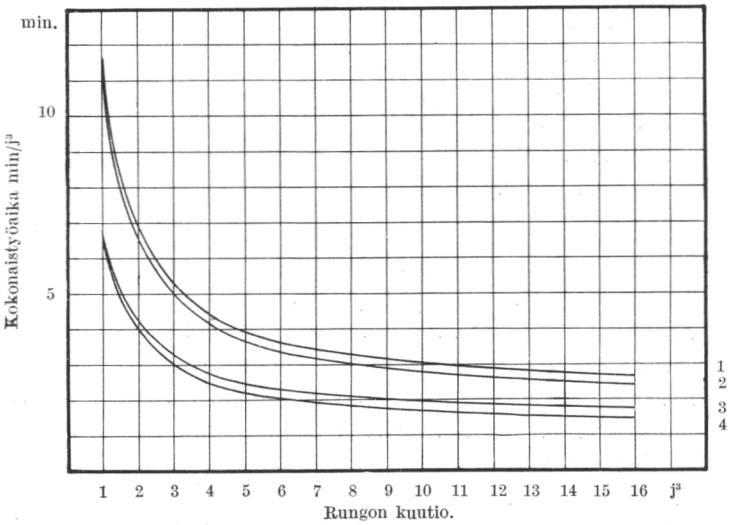
58) **3.** $t_{\Sigma} = \frac{4.98}{v} + 1.31$

59) **4.** $t_{\Sigma} = \frac{4.98}{v} + 1.07$

t_{Σ} = kokonaistyöaika paperipuiden teossa ilman työn kestäessä lepoon käytettyä aikaa min. paperipuukuutiojalkaa kohden,

v = rungon todellinen kuutio engl. j³:oina.

Edellisissä yhtälöissä ei ole enempää kuin vielä muissakaan yhtälöissä aikaisemmin otettu huomioon työn kestäessä lepoon käytettyä aikaa. Lepoon käytetyn ajan ollessa keskimäärin 6.65 % tehollisesta työajasta saadaan edellisistä yhtälöistä koko työajan lausekkeet kertomalla ne 1.0665:llä. Täten saatuja kokonaistyöaikoja rungon kuution funktioina esittää kuva 31 graafisesti.



Kuva 31. Paperipuiden valmistukseen ja varastoimiseen kuluva kokonaistyöaika rungon kuutiosta riippuen.

1. Puolipuhtaiden paperipuiden teko ja pinoaminen.
2. » » » » ristikolle pano.
3. Mustien paperipuiden teko ja pinoaminen.
4. » » » » ristikolle pano.

Kuvassa 31 esitetty tutkimustulos osoittaa, että työaikamenekki kuutioyksikköä kohden riippuu voimakkaasti paperipuiksi valmistettavien runkojen koosta. Kuten yksikkökäsittelyssä yleensäkin, vaikuttaa paperipuiksi valmistettavien runkojen koko voimakkaimmin pienempien puiden ollessa kysymyksessä. Jos paperipuita tehdään rungoista, joista keskimäärin saadaan kaksi 2 m pituista paperipuupölkkyä, on työaikamenekki kuutioyksikköä kohden noin kaksi kertaa suurempi kuin nykyään keskikokoisia runkoja paperipuiksi tehtäessä. Näin ollen on selvää, että nykyisin paperipuiden teossa käytännössä olevat palkkaustaksat, joissa palkka on metsän järeydestä riippumaton, eivät voi vastata oikeutettuja vaatimuksia työhankaluutta silmällä pitäen.

IV. Tutkimustulosten yhdistelmä.

Seuraavassa esitetään lyhyt yhdistelmä tutkimustuloksista.

1. Työajan käyttö puolipuhtaiden kuusipaperipuiden teossa jakaantuu eri työvaiheiden kesken keskimäärin seuraavasti:

Siirtyminen puulta toiselle	2.4 %
Puun kaataminen	6.6 »
Karsiminen	13.0 »
Kuoriminen	35.9 »
Pölkyttäminen	19.9 »
Pinon pohjan teko	6.3 »
Pinoaminen	10.0 »
Lepo työn aikana	5.9 »
	100.0 %

2. Paperipuiksi valmistettavien puiden koko vaikuttaa sangen voimakkaasti työaikamenekkiin paperipuiden teossa. Rungon kuution alittaessa 4 j^3 lisääntyy työaika kuutioyksikköä kohden hyvin nopeasti. Keskikokoisten ja kookkaiden puiden minimikatkaisuläpimitan pienentäminen ei sitävastoin sanottavasti lisää kokonaistyöaikamenekkiä.
3. Puiden oksaisuuden vaihdellessa vähäoksaisesta oksakkaaseen vaihtelee karsinta-aika keskiarvoon verraten noin $\pm$ 50 %. Puiden oksaisuus lisää myös kuorimisaikaa.
4. Paksukuoristen puiden kuorinta vie enemmän aikaa kuin ohutkuoristen, mutta erotus ei kuitenkaan ole vallan suuri, keskimäärin 17 %.

5. Kuorimiseen kuluva aika pakkasella on huomattavasti suurempi kuin lämpötilan ollessa yli nollan. Talvisaikana suoritettu kuoriminen vie aikaa keskimäärin noin 50 % enemmän kuin kesällä.
6. Pölkytykseen kuluva aika riippuu pölkkyjen pituudesta. Pölkytysaika ei kuitenkaan ole kääntäen verrannollinen pölkkyjen pituuteen, vaan lisääntyy työaika huomattavasti hitaammin kuin katkaisukohtien lisääntyminen edellyttäisi.
7. Puiden pienuus ja metsän harvuus lisäävät molemmat pinoamisaikaa. Vaikutus tulee kuitenkin voimakkaaksi vasta ominaisuuksien saadessa keskiarvoiseen verraten huomattavan pieniä arvoja.
8. Puiden ja metsän laadun vaihtelu vaikuttaa suhteellisesti samalla tavoin työaikamenekkiin riippumatta työntekijöiden erilaisuudesta ja työsaavutusten korkeudesta.
9. Kuusipuurunkojen kokonaiskuutio ja niistä valmistettujen paperipuiden keskiläpimitta riippuvat sangen kiinteästi toisistaan.
10. Paperipuiden teossa päivittäin työhön käytetty aika on huomattavasti alle 8 tuntia.

Kirjallisuusluettelo.

Albrecht K. I. 1929. Рационализация и механизация Лесозаготовок, Moskova.
Altmann und Ernst. 1925. Arbeitsleistungen in der Holzhauerei. — Forstwissenschaftliches Centralblatt.
Amar, Jules. 1923. Le Travail Humain. Paris.
Arbetsanalys och tidsstudier. 1934. Ingeniörvetenskapliga Meddelanden.
Aro, Paavo. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 20). Helsinki.
Ashe, W. W. 1916. Cost of Logging Large and Small Timber. — Forestry Quarterly. Vol. XIV.
Barth, E. 1931. Die Ermittlung des Zuschlages. Hannover.
—»— 1931. Leistungen im Hauungsbetrieb. — Der Deutsche Forstwirt.
Bergknecht. 1928. Leistungstafel für einige Kiefernsortimente. — Forstarchiv.
Blakeman, J. 1905. On Tests for Linearity of Regression in Frequency Distributions (Biometrichal Vol. IV. Part III.) Cambridge.
Boege, H. 1925. Der Arbeitsvorgang im Hauungsbetrieb der Praxis. — Forstarchiv.
Boiko, P. A. 1935. Mockba. Памятка Лесоруба.
Bradner, M. et. al. 1933. Analysis of Log Production in the »Inland Empire» Region. — U. S. Technical Bulletin.
Brandstrom, Axel J. F. 1933. Analysis of Logging Costs and Operating Methods in the Douglas Fir Region, Seattle.
Brown, N. C. 1934. Logging — Principales and Practices. New-York.
Bruce, Donald. 1922. The Relative Cost of Making Logs from Small and Large Timber — U. S. Technical Bulletin.
Bryant, R. C. 1913 & 1923. Logging.
Böckenförde, J. 1928. Richtzeiten für das Schälen von Fichtenholz. — Forstarchiv.
Cajander, A. K. 1931. Tieteellinen tutkimustyö sekä korkein opetus maatalouden ja metsätalouden alalla. Silva fennica 18. Helsinki.
—»— 1931. Die Organisation der forstwirtschaftlichen Forschungsarbeit in Finnland. Silva fennica 20. Helsinki.
Charlier, C. V. L. 1906. Researches into the Theory of Probability. Lunds Universitets Årsskrift.
Elderton, W. Palin. 1917. Frequency-Curves and Correlation. London.
Elisejew, y. m. Спутник Лесозаготовителя (Metsätyönjohtajan opas). Moskova.
Ermanski, J. 1925. Wissenschaftliche Betriebsorganisation und Taylor-System. Berlin.

Ernst, Chr. 1931. Leistungen im Hauungsbetriebe. — Der Deutsche Forstwirt.
—»— 1933. Der Leistungsnachweis im Hauungsbetrieb. — Zeitschrift für Forst und Jagdwesen.
Fuchs, O. 1931. Papierholzaufarbeitung. — Forstarchiv.
—»— 1931. Der Zuschlag bei der Zeitstudie. — Forstarchiv.
Garver, R. D. et. al. 1929 & 1930. Small Sawmill Utilization of Appalachian Hardwoods. Part I, II. Washington.
Gläser, H. 1929. Die forstliche Arbeitslehre als Mittel zur Leistungs- und Verdienst steigerung. — Landarbeiter Archiv.
Hampe, C. 1930. Die Arbeitsleistung in Fichtenhauungen. — Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Hannover.
—»— 1931. Arbeitsleistungen und Arbeitsverfahren im Hauungsbetrieb. — Forstarchiv.
—»— 1931. Leistungen im Hauungsbetrieb. — Der Deutsche Forstwirt.
—»— 1931. Die Aufarbeitung von Fichtengrubenholz. — Forstarchiv.
—»— 1931, 1932. Das Schälen von Nadelhölzern. — Forstarchiv.
—»— 1933. Lohn-, Leistungs- und Verdienststatistik im Hauungsbetrieb. — Forstarchiv.
—»— 1933. Schälverfahren für Fichtenstangen. — Forstarchiv.
Hampe, K. 1931. Arbeitsverfahren und Leistungen. — Forstarchiv.
Hassenberger, R. 1932. Schälstudien an Fichte und Tanne im Hochgebirge. — Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen.
Helander, A. Benj. 1923. Metsätalouden tarjoamasta ansiotyöstä: I. Kruununmetsät vv. 1911—1913. Acta forestalia fennica 26. Helsinki.
Hilf, H. H. 1930. Die Bedeutung der Angewandten Psychologie für die Forstwirtschaft. — Forstarchiv.
Hilf, Ries, Strehlke. 1927. Forstliche Arbeitswissenschaft. Berlin.
Ilvessalo, Lauri—Jalava, Matti. 1930. Maapallon metsävarat (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 16). Helsinki.
Jalava, Matti. 1929. Pyöreän pinopuutavaran mittaamisesta. (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. N:o 13). Helsinki.
Klump. 1929. Ergebnisse von Zeitstudien beim Schälen von Kiefernabschnitten in der Rhein-Mainebene. — Forstarchiv.
—»— 1930. Schälen von Kiefernholz. — Forstarchiv.
—»— 1931. Gesetzmässigkeiten von Einflüssen auf die Leistung in der Holzhauerei. — Allg. Forst- und Jagdzeitung.
Künanz, H. 1926. Über Begriffe, Methode und Bedeutung der Statistik. — Forstarchiv.
Kärnekull, Olof. 1922. Om Sparsamhet inom industriell drift. Stockholm.
Lassila, I. 1930. Työtieteellisiä tutkimuksia metsätyöstä. I Pinopuun teko. Acta forestalia fennica. 1936. Helsinki.
Lowry, Stewart M, Maynard, Harold B. and Stegemerten, G. J. 1927. Time and Motion Study. New York & London.
Lindeberg, J. W. 1927. Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Helsinki.
Lundgren, G. 1919. Några undersökningar vid huggning av kol- kast- och pinnved. Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
Maliniemi, Einar. 1933. Päivittäisistä paperipuiden valmistusmääristä eri vuoden aikoina Perä-Pohjolassa. Silva Fennica 29. Helsinki.

Matsson Mårn, L. 1927. Skogsekonomiska studier. Skogsvårdsföreningens Tidskrift.

Ostwald, E. 1931. Grundlinien einer Waldrententheorie. Riga.

Paperipuukysymys. 1933. Silva fennica 28. Helsinki.

Pöntynen, V. 1936. Metsän hakkuun ja ajon sekä puutavaran uiton työn kysynnästä. Acta Forestalia Fennica 42. Helsinki.

Ronge, E. W. 1920. Huggning och körning av timmer. Ljusdal.

—»— 1924. Ronges tvåtids- och tvåprissystem. Praktisk skogshandbuk. Stockholm.

Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 14). Helsinki.

—»— 1931. Tutkimuksia Suomen puuvanuketeollisuuden raaka-ainekustannuksista. Acta Forestalia Fennica 37. Helsinki.

—»— 1932. Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden raaka-ainekustannuksista. (Summary: Investigations into the cost of raw materials in the Finnish saw-mill industry.) Acta Forestalia Fennica 38. Helsinki.

Specht, A. 1929. Aufarbeitungszeiten in Kiefernhauungsbetrieb. — Forstarchiv.

Stadler. 1926. Beiträge zur Intensivierung des Holzaufbereitungsbetriebes. — Forstarchiv.

Stech. 1928. Einziges über Rationalisierung der Forstarbeit. — Der Deutsche Forstwirt.

Strehlke. 1927. Forstliche Arbeitswissenschaft (Hilf, Ries, Strehlke). Berlin.

Tapio. Kiintomittataulukkoja.

Wohlfarth. 1932. Leistungslohn und Stückzeittarif. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.

Vuoristo, I. 1925. Tukkipuiden suuruudesta riippuva sahaushankaluus. Suomen Paperi- ja Puutavaralehti.

—»— 1931. Puiden kaato- ja ajotaksat talvella 1930—31. Suomen Puu.

—»— 1932. Paperipuiden varastoiminen ja kuorinta tehtailla. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Vuosikirja.

—»— 1932. Sahalaitosten työpalkkakustannusten riippuvaisuus sahatukkien suuruudesta. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julkaisu 9. Helsinki.

—»— 1933. Sahatukkien teko ja ajo Perä-Pohjolan metsissä. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julkaisu 11. Helsinki.

—»— 1933. Puun hankinta. Puu, sen käyttö ja jalostus. Porvoo.

—»— 1934. Halpa-arvoisen metsäpuun käytöstä teollisuuspolttoaineena Mäntän tehtailla. Pienpuukomitean mietintö.

—»— 1934. Tukkien teko- ja ajopalkat todellista työvaikeutta vastaaviksi. Acta Forestalia Fennica 40. Helsinki.

—»— 1934. Sahatukkien kuorimisvaikeudesta. Eripainos Suomen Paperi- ja Puutavaralehdestä. Helsinki.

—»— 1934. Runkokuutio palkkausperusteeksi tukkien teossa ja ajossa. Suomen Puu.

—»— 1934. Tukkimetsien laatuarviointi. Suomen Puu.

—»— 1934. Runkokuutiotaksa. Suomen Puu.

—»— 1935. Tutkimuksia lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1922—31 (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 20). Helsinki.

Vuoristo, I. 1935. Työennätykset tukkien teossa ja ajossa Perä-Pohjolassa. Acta Forestalia Fennica 42. Helsinki.
—»— 1935. Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden kuusitukkien käytöstä v. 1934. Eripainos Suomen Paperi- ja Puutavaralehdestä. Helsinki.
—»— 1935. Tutkimuksia tukkipuurunkojen ja sahatukkien välisestä kuutiosuhteesta. Acta Forestalia Fennica 42. Helsinki.
—»— 1935. Kappalepaljouden laki. Suomen Paperi- ja Puutavaralehti.
—»— 1935. Työaikatutkimukset ja niiden merkitys metsätaloudessa. Metsätaloudellinen Aikakauskirja.
—»— 1935. Puiden keskikuution vaikutus sahatukkien dimensioniseen jakautumiseen. Suomen Puu.
—»— 1935. Eräitä näkökohtia palkkauksen perusteista metsätöissä. Metsätaloudellinen Aikakauskirja.
—»— 1935. Runkokuutio-kappaletaksa. Metsätaloudellinen Aikakauskirja.
—»— 1935. Riippuuko sahapuiden hinta käytännössä niiden koosta. Suomen Puu.
—»— 1935. »Tvåprissystem» och »stamkubik»-taxa. Trävaruindustrien.
—»— 1936. Suomen puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun laatututkimuksia (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 23). Helsinki.
Yule, G. Udny. 1929. An introduction to the theory of statistics. London.
Zon, Raphael et. al. 1930. Selective Logging in the Northern Hardwoods of the Lake States. U. S. Technical Bulletin.

Summary.

Investigations regarding the Working Time in the Preparation of Spruce Pulp-Wood.

I. Introduction.

The dividing of the actual producing costs between the different products is one of the most essential conditions in rational production. In case such product as pulp wood is used as raw material in woodworking industry, production costs of which are included in the total production, the dividing of costs for different parts of production is difficult. Such dividing is, however, necessary, for determining the stump-price of a tree and the self-cost price of the manufactured product. The stump-price of a tree cannot be fixed solely according to the cultivating expenses, because a considerable part of the wood material used is a product of nature, for which no price cannot be estimated on the basis of production costs, but by its value in use. When wood is used refined, the value of a tree can be determined by deducting from the price of product the costs of manufacture. The knowledge of manufacturing and also of logging expenses is therefore necessary for the determination of the value of wood. As the expenses of logging greatly vary, owing to the quality of the trees and forests, the actual stump-price of a tree varies accordingly. In case the stump-price of trees is fixed, the knowledge of the varied costs of logging is necessary for the calculation of the self-cost price for manufactured products from different kinds of wood. Thus the investigations, explaining the various logging costs, are of importance for estimating the value of forest, for the economical planning of forestry and also for the entire wood-working industry.

Also the knowledge of the varied labour difficulties, depending on the quality of trees and forests, is necessary for the arrangement of wages. The more unlike the pulp wood forests are, the worse and more unequal results the system of average wages shows. In some special cases the wages are disproportionally high, in other cases again exceptionally low. Although the average scale of wages could be considered equal and moderate, the workers on wages, below the usual scale, are compensated. »Compensation wages» and »Black kilometers», comparatively generally used, bear the practical evidence in this respect.

A salary, obtained by temporary compensations is always uncertain and leads often into misuses, diminishing the working ability and consequently

the results of work. Exceptionally low earnings are also apt to cause disturbances in work.

Examining the forestry work in general, it can be ascertained that in preparing of logs, where the work is concentrated more to each tree than in the preparation of piled wood, the factors affecting the working achievements are proportionally well-known. It has been noted even on the basis of practical work, how strong an influence the important factors have on the results of work. Therefore, even before informations obtained by investigations of working time were at hand, the tariffs of wages began to develop to correspond and meet the labour difficulties. Afterwards the investigations regarding the working time have further developed the taxes of payment. Studies regarding the working time in preparing of logs, have been performed in most of the forestry countries, of which the following are mentioned: United States of America, Sweden, Germany and Suomi (Ashe 1916, Bruce 1922, Brandström 1933, Ronge 1923, Hampe 1930, Vuoristo 1933, 1934).

Regarding the preparation of ordinary piled wood, there has not been made any investigations generally, with the exception of Lassila, Suomi, (Lassila 1930). The study of Lassila, explains, however, more the method of investigation, without giving any final result for practical use. The cause, why the preparation of piled wood has not received the attention of investigations, is perhaps the fact, that in America and in Scandinavian countries the piled wood is generally not cut in forest but first after hauling, wherefore the forest-work with regard to piled wood resembles much the log-work. Ronge, Sweden, has on the basis of his investigations regarding working time developed a general tariff of wages to be used besides for logs, also for other timber of the size of piled wood. (Ronge 1923).

In Suomi, however, it seems that the preparing of piled wood is more and more performed in the summer season, thus apart from the log-work, and owing to the proportionally cheap freights the use of railroad transportation will increase. Both of these facts have an effect, that the piled wood here is already in the forest cut into fixed lengths and therefore the preparing of piled wood has here its own characteristic. Thus the investigation, explaining the working time in the preparation of piled wood has a significance worth of consideration in our conditions.

This investigation is directed, indeed, solely to the preparation of pulp wood, but by its results the influence of the changeable factors of working achievements also in the preparation of pit props can be explained.

II. Method and Material of Investigations.

The method used in these investigations of working time, is more detailed than those earlier used. The study is directed to the working achievements of each worker separately and gives thus besides the the total result also the achievement of each worker. Thus it has been ascertained, whether the different qualifications of workers in the preparing of pulp wood have other than lowering or raising effect on the working results, without taking into consideration the varied quality of trees. From the earlier investigations regarding forestry working time can be noted, that methods of investigations used have been rather approximate and only the most important factors with regard to the working achievements in forestry have been explained. Generally the sizes

of trees have been the argument of the working difficulties. In this investigation also several other qualities of wood, which are affecting the working difficulty, have been taken into consideration.

During this investigation the labour of 15 workers was observed, the material consisting of about 1 600 spruces to be made to pulp wood. The measurements of time, observance of work and results have taken place for each worker during one week. Table 1 (page 22) shows such qualities of workers, which have an influence on the working results (Lowry 1927), and notes regarding the fitness of implements. The points of attention in the columns are: 2. the age of the worker, 3. length, 4. bodily structure, 5. state of nourishment, 6. effort, 7. working speed, 8. experience in the preparing of pulp wood. Regarding the implements according to their quality (a) and fitness (b) are mentioned: 9. axe, 10. saw, 11. barking iron, 12. sawhorse, 13. measurestick and 14. their common general fitness. The column 15 shows the general grade of a worker (1—10) and the column 16 the average length of an effective working day in hours and minutes.

Regarding the qualities of trees their size has been taken into consideration, viz. total length, breast-high diameter, diameter in the middle. The knottiness (branchness) was estimated in classes I—III, a tree of a first class being most knot-free. The thickness of the bark was also classified I—III, so that in class I the thickness was under 5 mm, in class II about 5 mm of which a thin layer of dead bark and in class III over 5 mm whereof considerable part dead bark.

In piling following was noted: making the base of a pile, hauling the props to the pile and the piling itself.

III. Results of Investigations.

A. Division of the total Working-time between the different Working Stages.

Table 2 (page 27) shows the different stages of the preparation of pulp wood. The time used in work and rest during the working time is mentioned in percentages of the total time. The columns show: 1. the number of the worker, 2. movement from one tree to another, 3. felling of the tree, 4. limbing of the tree, 5. its secondary work, 6. total trimming, 7. barking, 8. its secondary work, 9. total barking, 10. cutting into props, 11. its secondary work, 12. the whole logging, 13. making the base for a pile, 14. hauling of the props, 15. piling, 16. piling works in total, 17. time of rest. The column 19 shows the average cubic contents of the trees.

It is to be observed that the investigations were made in three different working places, where the lengths of the props made by the workers No. 1—10 were 2.0 m., 11—4 1.0 m. and No. 15 1.2 m. The barking was performed half-clean in each case. The time of barking was 35.9 %, cutting into props 19.9 %, piling 16.3 % and limbing 13.0 %. The movement from tree to tree, the felling and rest, have taken a proportionally short time.

B. Movement from Tree to Tree.

Table 1. (page 39) shows the time required for the movement from one tree to another and its dividing according to distances. The figures on left side show the time of movement in min/100 and the figures below the distances of the trees in metres. In this correlation table the average times have been

calculated for the events of movement of the whole material and for each distance of movement. The average times noted with circles are united to a broken line, resembling a parabola, but which can be quite satisfactorily adjusted with a straight line. The compensation is made so that the resultant equation of the equations of the straight lines, indicating the movement times, has been calculated, considering in the calculation the weight of each special equation as equal. The equation of the resultant straight line is as follows:

1) $t_s = 5.28 + 39$, in which t_s = movement time in min/100
s = movement distance in metres.

The lower straight line in the table 1 shows the variation of movement time, depending on distances, based on the earlier study regarding the preparation of saw-logs. (Vuoristo 1933.)

C. Felling of Tree.

1. *Dependence of the Felling Time on the Base Diameter.*

By comparing the results of this study with those of earlier investigations regarding the preparing of pine logs (Vuoristo 1933), it is most clearly ascertained, that the felling time of a tree, taking into consideration the purpose of working time studies, can be determined as the function of the base diameter with sufficient accuracy. Correlation table 2 (page 47) shows the felling time of each tree and the diameter of base cutting. For the different diameter classes the average values of the felling time have been calculated, and the circles indicating them are united to a broken line.

For the final result of the investigations the different results have been combined to show the average dependence between the felling time and the diameter of the base cutting. All equations describing the felling time of each worker are summed up and the final amount is divided by the number of cases. Thus the following equation:

3) $t_k = 1.81D_k^2 + 17$, in which t_k = felling time in min/100
D_k = diameter of base cutting

The curve of the equation 3 gives rather too low values for trees above the medium size. Therefore in the table 2 a compensation curve is drawn (A), the equation of which is 4) $t_k = 1.90D_k^2 + 13$. In comparison with the earlier investigations mentioned the curve B has been drawn, having following equation: 5) $t_k = 2.09D_k^2 - 19.5$ It shows the result obtained in the preparation of pine logs by omitting the preparatory work in felling caused by the removal of snow. For comparison there is in addition the curve C. with an equation of 6) $t_k = 2.09D_k^2 + 57$ and shows the result of the felling time of pine logs, including also the preparatory work before felling. During the time of these investigations such preparatory works could not be taken into consideration owing to the lack of snow.

2. *Correlation between the Trunk Dimensions and the Felling Time of a Tree.*

The correlation table 5 (page 56) shows the dependence between the base diameter and the cubic contents of the trunk with regard to the whole material. The numbers on the left side indicate the cubic contents of the trunk in cubic feet, the numbers below the diameter of base cutting in inches. The average values of the cubic contents of the trunk have been calculated for

each diameter class of the base cutting, which are marked with small circles and these are united to a broken line. The compensation curve I, drawn according to the equation 12) $v = 0.105 D_k^2$, explains the variation of base cuttings, regarding trees felled in Suomi. The curve II shows the correlation between the base diameter and the cubic contents of tops made to logs in North-Ostrobothnian pine forests. To facilitate the comparing with regard to the cubic contents, the values have been transmuted to the actual cubic contents of the trunk, using as aid the measuring tables of Tapio and the results of author's investigations regarding the cubic relation between the trunks and sawlogs. (Vuoristo 1935.) These values are explained by the curve III. The curve IV explains the cubic contents of that part of a trunk, which is prepared to pulp wood, in accordance with the total cubic contents of the Curve I on the basis of the material of this study.

D. Limbing of Trunk.

The correlation between the limbing time and the cubic contents of a trunk is explained in the table 6 (page 65) on the basis of the entire investigation material. The numbers on the left side indicate the limbing time in minutes and those below the cubic volume of the trunks. On the basis of this table the equation of the first regression straight line has been calculated as follows: 13) $t_{krs} = 0.35v - 0.36$, in which t_{krs} = limbing time in minutes and v = the actual cubic contents of the trunk in cu. ft. In the table 6 the compensation straight line A has been drawn, in accordance with the equation 13). Comparing this with the broken line uniting the average values of limbing time of trees of different sizes, the straight line compensation is proved to be satisfactory. From the equation 13) can be observed, that the limbing time is on an average proportional with the cubic contents of the trunk. The time for limbing increases proportionally when the trees become bigger and consequently the branches thicker. The results of earlier investigations regarding pine logs were similar. (Vuoristo 1933). The limbing time of trunks prepared to spruce pulp wood is about the double of the time used in limbing pine logs.

By means of the partial regression coefficient the following equation between the limbing time and the cube and branchness of trees is formed:

15) $t_{krs} = 0.26v + 1.100 - 0.62$, in which t_{krs} = limbing time per trunk in min.
v = actual cube of trunk in cu.ft.
o = the class number of branchness.

Supposing that the branchness of trees correspond to the average branchness of the entire material Mo = 1.44, the previous equation has following form: 16) $t_{krs} = 0.26v + 0.96$, in which t_{krs} and v = as previously. The straight line B, in accordance with the equation 16 was drawn in the table 6 (page). It proves distinctly that the branchness of big trees, being above average, has considerably increased the limbing time.

E. Barking of Trunk.

1. *Effect of the Varied Qualities of Trees on Barking Difficulties.*

The factors affecting the barking difficulties are the size of the tree, the thickness of the bark and the knottiness of the tree. The effect of the variation

of knottiness upon the barking time is proportionally small and between the knottiness and thickness of the bark there does not exist any noteworthy correlation. Thus the effect of knottiness upon the barking time is compensated when the whole material is taken into consideration.

In figure 21 (page 77) the average barking times, calculated for strunk of different dimensions, are marked with small circles and the points indicating the same thickness of bark are united by broken lines. There are considerably curves in the broken lines, but they are, however, quite regularly above each other in the thickness classes of I—III, beginning from the thinnest bark. The parabola is fitted as the compensation curve of average values with regard to the character of barking work. For each thickness class of bark compensation curves are drawn, the equations of which are:

18) $t_I = 3.00\sqrt{v-0.7}$, 19) $t_{II} = 3.25\sqrt{v-0.7}$, 20) $t_{III} = 3.50\sqrt{v-0.7}$,

in which t_{I-III} = barking time per trunk in minutes and v = total cubic contents of a trunk in cu. ft.

Also the curve corresponding to the average equation of barking time equations of all operators who had barked in a temperature of over 0°C, appears in the fig. 21 as the dot-point line M. Owing to the variation of the thickness of bark of trees of different sizes, this curve has a steeper rise than the curves of trees of a fixed class of bark thickness. As to its position in relation to the other curves in the figure, this curve corresponds well to the variation of the thickness of bark of trees of different sizes.

2. *Effect of Temperature on Barking Difficulties.*

For explaining the influence of temperature on the barking time, there has been calculated in percentages how great an effect the change of temperature of 1° has. The average barking time being 10.23 min., the change of temperature of 1°C, according to the partial regression coefficient, corresponds to the chance of barking time by 0.79 min., signifying thus a change of 7.7 % in the barking time. The effect of temperature on the barking time is therefore very strong. It is, however, to be noted, that the changes in barking difficulties begin first in the early winter season when the temperature is below 0°C and the bark begins to freeze.

F. Preparation of Trunk into Props.

Investigating the average dependence between the time of cutting into props and the cubic contents of the trunk, the material is divided into two groupes, according to the lengths of pulp wood made. These groupes are: props of 2 m., 1 m. and 1.2 m. The former groupe comprises the work of 10 operators, the latter of 5.

Correlation table 7 (page 91) shows the time of cutting into props compared with the cubic contents of the trunk. The numbers on the left give the cutting time in minutes, and those below the cubic contents of the trunk in cu. ft. The small circles indicate the average means of the cutting time in the different volume classes of trunks, and these are united with a broken line. On the basis of the accounts of this table the equation of the first regression straight line has been calculated: 28) $t_p = 0.53\,v + 0.29$, in which t_p = cutting time per trunk in minutes and v = actual cubic contents of the trunk in cu. ft.

The regression straight line gives a good compensation. First in the largest classes noticeable exceptions can be found; the material in hand in those has been very scare. The equation 28) explains thus the cutting time of trunks of different sizes into pulp wood of 2 m.'s length, the minimum diameter being 9 cm.

Same qualities are given in the correlation table 8 (page 92) but regards props of 1 and 1.2 m. length. The direction of the broken line shows that the straight lined compensation is quite satisfactory. The first regression line has been used as the compensation straight line, and its equation is: 29) $t_p = 0.56 + 0.93$, explaining thus the cutting time of trunks of different sizes into pulp wood of 1 and 1.2 m. length, the minimum diameter being 9 cm.

The increase of cross-sawings caused by the shortening of props, does not increase the cutting time in same proportion. According to the formula the cutting time of a trunk of 6.54 cu.ft. is 2.91 min. per a prop of 2 m. and 4.15 min. per one of 1 m. length, when the secondary works are excluded. Compared with the cutting time of props of 2 m. length the difference is 41.5 %. This proportion holds good also with regard to other cutting lengths (Vuoristo 1933).

G. Piling of Pulp Wood.

The piling of pulp wood is divided in two working stages: making of the base and piling of props. The piles of pulp wood made in forest are generally small in proportion and their sizes vary from ½ to 3 pile cu. m., most usually, however, from 1 to 2 pile cu. m. The making of the base takes thus a great part of the total piling time. According to the material the time used for piling is 16.3 % of the total working time and for the preparing of base about 39 % on an average.

1. *Making the Base of a Pile.*

Table 11 (pages 95) shows the time of making the base for a pile of props of 2 m. These piles have two gable posts at each end. Column 1 gives the times of making the base in minutes, column 2 the number of bases, column 3 the size of the pile in pile cu. m. and column 4 the average preparing time in minutes. The same notes will be observed in table 12 (page 96) which regards the making of a base for a pile of props of 1 and 1.2 m., when there is only one gable post at each end.

The increase of time used is not nearly proportional to the enlargement of the pile. By comparing the times used by making the bases for piles with one- and two-gable posts, it is observed that the making of base for the latter has required about twice as much time as the making of them for the former. With regard to the preparation of the base, the piling of short props is therefore more advantageous than the piling of long props. In practice this advantage compensates approximately the additional work, which is caused by the cutting of short pulp wood.

2. *Piling of Props.*

In this survey the dimensions of props have been determined by calculating the number of linear metres in a pile cu. m. The extent of the piling

area has been determined by the aid of the average radius of the area, the pile as the centre. Thus the material is divided into three parts, viz. the piling of props of 2, 1.2 and 1 m. length. On the basis of investigation it can be concluded, that when a small piling area is in question, the effect of the area radius on the piling time is proportionally small, but increases quicker than the area radius when the area becomes larger. The influence of the dimensions of props on piling time obeys »the law of the piece-quantity» so that the piling time becomes longer, the smaller the props are (V u o r i s t o 1935).

For practical use it must be determined how the radius of the piling area and the amount of running metres of props are affecting the piling time on an average. For this purpose a weighed average equation is calculated, based on the equations calculated for each of the three parts of material: 31) page 98, 32) page 99 and 33) page 100. The numbers of workers handling each prop-length have been used as weight figures. The equation is as follows: 34) $tpi = 0.11a + 0.18j + 3.56$, in which tpi = piling time per one pile cu. m. in minutes, a = radius of the piling area in metres, j = number of running metres of props in pile cu. m.

H. Time for Rest during the Work.

The resting time during the work was 6.65 % of the length of the effective working time on an average. The proportional length of resting time of different workers varied, caused by occasional incidents but not by the influence of the sizes of trees on the work's heaviness or by the intensity of work during the efficient working time. With regard to the results of these investigations into the working difficulties, the time used for rest has not any noteworthy importance.

I. Reciprocal Relation between the Whole Trunk and its Part Prepared to Pulp Wood.

1. *Regression between the cubic contents of the whole trunk and that of the part prepared to pulp wood.*

When investigating the working time of different stages of the work, the argument has been the total cubic contents of the trunk without stump. A part of the cubic contents of the trunk is, however, left over, wherefore the quantity of that part is first to be determined. The total cubic contents of the trunk were counted on basis of the length and the diameter in the middle of the trunk. The cubic contents of the top not fitted for pulp wood is counted on basis of the length of the top and the diameter of 9 cm., supposing that the top is paraboloid.

Correlation table 10 gives the cubic contents of the part prepared to pulp wood in percentages of the total cubic contents of the trunk without stump as the function of the cubic contents of the trunk. The numbers below the table signify the cubic contents of the trunk in cu. ft., the percentages are on the left. On the basis of this correlation table the average values of the percentages of wood fitted for use have been calculated, which are marked with small circles and those united to a broken line, which is clearly a hyperbola according to the character of the matter. The approved equation of the compensation curve in the table is as follows:

36) $p = -\frac{52.5}{v} + 100$, in which p = wood fitted for use in %,
v = cubic contents of the trunk in cu. ft.

If the cubic contents of the trunk are known, the following cubic contents are obtained for the part prepared into pulp-wood:

37) $v_p = \left(1 - \frac{0.525}{v_\Sigma}\right) v_\Sigma = v_\Sigma - 0.525$, in which v_p = cubic contents of the part prepared into pulp wood in cu. ft.,
v_Σ = total cubic contents of the trunk in cu. ft.

The investigations give the result that the trunks of different dimensions have equal top cubic contents on an average. Regarding the spruces it is fully possible, as they have no inclination to short crown, and the growth of spruces qualified for pulp wood is not yet at end, wherefore the top is sharp.

J. Influence of dimensions of trees on the diameter of pulp wood prepared from them.

Correlation table 12 (page 112) shows on the basis of the measurings of 566 trees, that the average diameter of pulp wood prepared from trunks of different dimensions varies only slightly. The numbers of the left side indicate the average diameter of props in cm., those below the total cubic contents of the trunk in cu. ft. The circles indicating the average values are united by a broken line and the equation of the compensation curve is:

38) $d_m = 3.2\sqrt{v} + 6.3$, in which d_m = the average diameter of pulp wood prepared from the trunk in cm.,
v = cubic contents of the trunk in cu. ft.

K. Influence of the Quality of Forest and Trees on Difficulties in the Preparation of Pulp Wood.

In the first stages of pulp wood preparation the acting is directed to different trees separately, but when the work has progressed, to the prepared props. The working time varies considerably by the different workers. When preparing trees of different dimensions into pulp wood, the variation is, compared with the average values, following:

Cubic Contents of the trunk	Greatest exception from the average value to — and + direction		Working time of the slowest operator as percentage of the fastest one
3 cu. ft.	— 24 %	+ 40 %	184 %
6 »	— 22 »	+ 45 »	187 »
12 »	— 23 »	+ 47 »	189 »

The percentages show that the working time varies, compared with the average value, about 23 % to — direction and about 44 % to + direction. The slowest worker has used about 87 % more time than the fastest one. The result shows clearly that in the preparation of pulp wood such paying system cannot be arranged, that the earnings of all workers respectively would be approximately equal. Likewise it explains, that without paying attention to each worker separately, reliable results by the working time investigations can be obtained only in such cases, where each operator can work approximately in same conditions with regard to the variations of working difficulties.

The following equation shows the time used for the preparing of trunk into pulp wood with regard to the working difficulties in average conditions:

39) $t = 0.058s + 1.06v + 3.36\sqrt{v} - 0.48$, in which t = working time per trunk in minutes, x = distance of trees in metres, v = total cubic contents of the trunk in cu. ft.

The right side of the equation of working time includes 4 terms, one of which being constant, the value of one depends on the distance of trees (x) and that of two on the cubic contents of the trunk (v).

Regarding the proportional values of the terms, those depending on the cubic contents of the trunk are the most important. The equation of working time states the working time when the branchness of trees is 1.44 and the thickness of bark 1.34. In fig. 27 (page 118) a curve in accordance with the equation 39) can be seen, presuming that the distance of trees corresponds to the average value 6.3 of the material. The numbers on the left side indicate the preparing time of the trunk into pulp wood in minutes and the numbers below the cubic contents of the trunk in cu. ft.

The influence of the size of the trunk on the working difficulties is rather minimal with regard to the total cubic contents and cannot be taken as a point of comparison in practice.

For determining the influence of the sparseness of forest, the branchness of trees and the thickness of bark on the working time, the equation is formed so, that the average equations of each working stage are added up and the effect of the quality of trees and forest on the time used in each working stage is taken into consideration. The equation is as follows:

40) $t = 0.058 + 1.100 + k \times 3.00 \sqrt{v} + 0.93\ v - 0.25$, in which t = preparing time of the trunk in minutes, s = distance of trees in metres, o = class-number of the branchness (1, 2 or 3), k = constant, the value of which, according to the variation of the thickness of the bark, is as follows: thickness class of bark I k = 1.0, II k = 1.8, III k = 1.16, v = total cubic contents of the trunk in cu. ft.

The density of the forest, the branchness of the trees and the thickness of the bark are such important factors, that their influence on the working difficulties cannot be left without attention.

Fig. 28 (page 121) gives the graphic curve, which shows the working time per cu. ft. of pulp wood, when trees of different dimensions are handled, presuming that that the distance of the trees is 6.3 m., the branchness 1.5 and the thickness of bark 1.5. The numbers on the left side indicate the working time in minutes per one cu. ft. of pulp wood and the numbers below the cubic contents of the trunk.

The curve is a hyperbola as the character of the matter calls for on the basis of the law of piece-quantity. (Vuoristo 1935). The working time per a cu. ft. of pulp wood varies in many different ways when small and big trees are in question. With regard to the small trees the influence of the dimensions of the trees on the working time per cu. ft. is considerable, but when the trees exeed about 5—6 cu. ft. the shortening of working time becomes slower. The preparation of pulp wood from trunks of 2 cu. ft. requires about 83 % more time than the same work from trunks of 5 cu. ft. When the cubic contents of the trees increase to 12 cu. ft. the shortening of working time is only about 33 %. The preparation of pulp wood from trees of smallest dimensions, fitted for that purpose, is very labourous, and it is questionable whether there will be left any stump price for such trees, providing they have to bear their actual working expenses.

The dimensions of the props, depending on the cubic contents of the trees, are the only factors, which have an influence on the piling difficulty caused by the quality of the trees. The piling difficulties depend also on the

density of the forest, which determines the extent of the area, where the props must be gathered for piling. Taking into consideration these factors, the following equation is obtained for the piling time:

46) $t_{pim}^3 = 0.11a + 0.18j + 3.56$, in which t_{pim}^3 = piling time per pile cu. m. in minutes, a = radius of the piling area in metres, j = the number of running metres of props in pile cu. ft.

If the average distance of the trees is known and presuming that the growth-area of the trees is a square, the dependence between the radius of the piling area and the distance of the trees is determined on the basis of the following equation:

47) $\pi a^2 = ns^2$, in which a = radius of the piling area in metres, n = number of trunks in a pile, s = average distance of the trees in metres.

When the cubic contents of the trunks are in addition taken into consideration, the equation gets the following form:

48) $a = s\sqrt{\frac{30}{\pi\,(v-0.525)}} = s\sqrt{\frac{9.6}{v-0.525}}$, in which v = average cubic contents of the trunk in cu. ft., a and s = as above.

Fig. 30 (page 127) gives the piling time per one cu. ft. of pulp wood when the distance of the trees is 6.3 m. The time classification is on the left and below is the classification of the cubic contents of the trunk.

There is good reason to endeavor to determine the cubic capacity of the trunk as a function. The simplified final result is marked by a dotted line in fig. 30, comprising the following equation:

54) $t_{pij}^3 = \frac{0.76}{v} + 0.28$, in which y = piling time per pile cu. ft.
v = cubic contents of the tree in cu. ft.

As the pulp wood of 2 metres in practice are usually prepared as piecework and stacked to a frame, the making of the base of the pile is calculated on the basis of material, explaining the preparation of props of 1 m. The making of a base requires according to this 7.30 min. per nominal pile cu. ft. The time used for making the base per a cu. ft. of pulp wood is obtained by dividing the former number by the quantity of cu. ft. in a nominal pile cu. ft. thus by 30 cu. ft. Thus 0.24 min. per cu. ft. is obtained for the time of making the base of a pile. When this time is added to the equation of the actual piling time the total equation of piling time is as follows:

55) $t_{pij}^3 = \frac{0.76}{v} + 0.52$, in which t_{pij}^3 = piling time per cu. ft. in minutes.
v = cubic contents of the trunk in cu. ft.

By uniting the expressions of time of preparing and time of piling of pulp wood, the following simplified expressions for the total working time are obtained:

Preparing and piling of half-clean pulp wood:

56) $t_{\Sigma} = \frac{8.74}{v} + 1.93$.

Preparing of half-clean pulp wood and its stacking to the frame:

57) $t_{\Sigma} = \frac{8.74}{v} + 1.69$.

Taking into consideration the time used for rest during the work (6.65 % of the preparing time) the expressions for the total working time are obtained by multiplying the abovementioned formulae by 1.0665. Fig. 31 (page 129) gives the total working times as functions of the cubic contents of the trunk. On the left the time in minutes, below the trunk in cubic feet.

SUOMEN PUUVANUKETEOLLISUUDEN KÄYTTÄMÄN KUUSIPAPERIPUUN LAATUTUTKIMUKSIA

ILMARI VUORISTO

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE QUALITÄT DES VON DER ZELLULOSE- UND SCHLEIFHOLZINDUSTRIE VERBRAUCHTEN FICHTENPAPIERHOLZES IN FINNLAND

HELSINKI 1936

Helsinki 1936. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu.

Alkusanat 5
I. Johdanto 7
II. Tutkimusaineisto, sen kerääminen ja käsittely 9
III. Tutkimustulokset 15
A. *Mittausmenetelmään kohdistuvat tutkimukset* 15
1. Umpimähkäisen latva- ja tyvipään mittauksen vaikutus mittaustuloksiin 15
2. Kuusipaperipuiden kapeneminen 21
3. Mittausten lukumäärän vaikutus mittaustuloksiin 24
4. Mittauskohtien lukumäärän vaikutus mittaustuloksiin 25
B. *Puuvanuketeollisuuden eri läpimittaisten kuusipaperipuiden suhteellinen käyttö maan eri osissa* 27
1. Perä-Pohjola 27
2. Oulunjärven alue 29
3. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue 31
4. Kokemäenjoen alue 33
5. Lounais-Suomen rannikkoalue 34
6. Päijänteen-Kymin vesistöalue 36
7. Saimaan vesistöalue 38
8. Karjalan kannaksen alue 40
9. Koko maassa käytettyjen kuusipaperipuiden läpimittajakaantuminen 41
10. Suomen koko puunjalostusteollisuuden käyttämän kuusipuun läpimittajakaantuminen 43
C. *Puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun vuosilustojen leveys alueittain sekä keskimäärin koko maassa* 47
1. Perä-Pohjola 49
2. Oulunjärven alue 50
3. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue 52
4. Kokemäenjoen alue 53
5. Lounais-Suomen rannikkoalue 55
6. Päijänteen-Kymin vesistöalue 56
7. Saimaan vesistöalue 58
8. Karjalan kannas 60
9. Koko maan alueittainen yhdistelmä 61
D. *Suomessa käytettyjen kuusipaperipuiden läpimitan vertailu naapurimaiden paperipuiden läpimittoihin* 63
Tutkimustulosten ydhistelmä 67
Kirjallisuusluettelo 68
Deutsches Referat 69

Alkusanat.

Vaikka Suomen puuvanuketeollisuus käyttää lähes puolet maassamme vuosittain hakatusta kuusipuun määrästä ja kaksi kertaa niin paljon kuin sahateollisuus, ei toistaiseksi ole ollut olemassa minkäänlaista selvitystä paperipuiden yleisimmistäkään laatuominaisuuksista. Metsätalouden järjestelyn samoinkuin metsäpoliittisten kysymysten selvittämisen kannalta olisi mainitun selvityksen olemassaolo kuitenkin erittäin suotavaa, jopa välttämätöntäkin. Jos nimittäin halutaan kuusipuukysymystä meillä tavalla tai toisella perusteellisesti käsitellä, on ensimmäinen ehto, että tunnetaan käytetyn kuusipuun tärkeimmät laatuominaisuudet.

Sahatukeiksi käytetyn kuusipuun dimensioista jakaantumista selvittävä tutkimukseni »Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden kuusitukkien käytöstä v. 1934» ilmestyi vuoden 1935 lopulla.[1]) Tämä tutkimus selvittää osaltaan käytettyjen kuusipaperipuiden laatua, joten molemmat tutkimukset yhdessä pyrkivät antamaan kuvan Suomen puunjalostusteollisuuden käyttämän kuusipuun laadusta.

Tutkimuksen olen suorittanut Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton toimeksiannosta ja lausun kaikille aineiston keräämiseen osallistuneille teollisuuslaitoksille kiitokseni. Samalla kiitän erikoisesti vuorineuvos Henry Hackman'ia, joka lähinnä on avustanut ja edistänyt tutkimustyötä.

Helsinki, 15. 6. 1936.

Ilmari Vuoristo.

[1]) Suomen Paperi- ja Puutavaralehti, v. 1935, N:ot 22, 23, 24 ja v. 1936 N:o 1.

I. Johdanto.

Paperipuun laatuominaisuudet ovat siksi monet ja useassa suhteessa vielä siksi vähän tutkimusten avulla selvitetyt, ettei tämän esityksen puitteissa voida niistä käsitellä kuin muutamia. Aineiston keräystapa on myös tässä suhteessa asettanut omat rajoituksensa. Mainituista syistä rajoitutaankin tässä tutkimuksessa selvittelemään Suomen paperipuuteollisuuden käyttämän kuusipaperipuun läpimittaa ja puuaineen vuosilustoleveyttä.

Paperipuiden läpimitalla ja siitä riippuvalla koolla on useasta syystä tärkeä metsätaloudellinen ja jalostusteknillinen merkitys. Mitä pienempää puuta teollisuus käyttää raaka-aineekseen, sitä tarkemmin saadaan puuaine hyödylliseen käyttöön, hakkaustähteiden suhteellisen osuuden vähentyessä (Aro 1935). Paitsi sitä, että se vaikuttaa suoranaisten tähteiden määrään kaadetun puun käyttöä silmällä pitäen, tekee ohuen puun käyttö mahdolliseksi myös ohuiden runkojen käytön kokonaisuudessaan paperipuuksi t. s. arvokkaampaan käyttötarkoitukseen kuin muuten olisi mahdollista. Täten parantuvat osaltaan metsänhoidollisten hakkausten mahdollisuudet koko metsätaloutemme eduksi. Kun tunnetaan, miten paljon minkin kokoista paperipuuta nykyisin puuvanuketeollisuutemme käyttää, voidaan tehdä arvokkaita päätelmiä paperipuiden koon tulevan kehityksen suuntaviivoista.

Nykyisten puun käyttömuotojen vallitessa on puu yleensä sitä arvokkaampaa, mitä kookkaampaa se on. Tästä johtuen on puun käyttö kehittynyt sellaiseksi, ettei tarpeettoman kookkaita puita käytetä tarkoituksiin, joissa koosta ei ole puiden korkeampaa arvoa vastaavaa hyötyä. Tämän periaatteen mukaan on käytännössä johduttu siihen, että isot kuusipuut sahataan ja pienet käytetään paperipuiksi. Mitään selvää taloudellisuuden määräämää rajaa ei kuitenkaan ole tukkipuiden ja paperipuiden koon välillä. Kun tunnetaan käytettyjen tukkien ja paperipuiden koko, voidaan kuitenkin nähdä, miten suuri se puumäärä on, joka kokonsa puolesta joutuu vaihtoehtoisesti tukeiksi tai paperipuiksi. Jo tämä tieto on arvokkaana ohjeena kuusipuun käyttöä eri jalostustarkoituksiin suunnattaessa.

Paitsi edellä mainittujen puun käytön kannalta tärkeiden näkökohtien vuoksi on paperipuiden koon tunteminen välttämätöntä myös hintapoliittisia kysymyksiä selviteltäessä. Kuten puun arvo yleensä, vaihtelee paperipuidenkin arvo huomattavasti niiden koon mukaan. Tätä vaihtelua tehostaa vielä se, että paperipuut mitataan meillä yleisimmin pinokuutiometrein. Mitä ohuempaa paperipuu on, sitä vähemmän kiintokuutioita puuta pinokuutiometri sisältää. Jalosteen määrä pinokuutiometristä riippuu taas ratkaisevasti sen sisältämästä kiintokuutiomäärästä puuta. Lisäksi on kuorintahäviö sitä suurempi, mitä pienempiläpimittaista paperipuu on, ja monet muutkin puun käyttöarvon kannalta kielteiset ominaisuudet lisääntyvät puiden läpimitan pienentyessä. Jos tarkastetaan puiden kantoarvoa, vaikuttaa puiden koko siihen vielä edellistä huomattavasti voimakkaammin. Tämä aiheutuu siitä, että hankintakustannukset tulevat sitä kalliimmiksi, mitä pienempää paperipuu on. Jotta voitaisiin oikeudenmukaisesti arvostella paperipuiden hintasuhteita, täytyy näin ollen välttämättömästi tuntea niiden koko. Käytettyjen paperipuiden koon sekä koon vaihtelun tuntemus valaisee täten suuressa määrin koko paperipuiden hintakysymystä.

Käsillä olevassa tutkimuksessa huomioon otetulla toisella laatutekijällä, paperipuiden vuosilustoleveydellä, on myös metsätaloudellinen sekä jalostusteknillinen merkitys. Kun tunnetaan nykyisin käytetyn paperipuun vuosilustojen leveys, voidaan tulevaisuudessa vastaavia tutkimuksia tekemällä päättää, mihin suuntaan jokin metsänhoitotapa on paperipuiden mainittua laatuominaisuutta kehittänyt. Toistaiseksi ei tosin ole tutkimuksilla riittävästi selvitetty vuosilustojen leveyden vaikutusta paperipuun arvoon, mutta nykyistenkin tutkimusten perusteella on jo suurin piirtein todistettu, että tiheäsyisestä puusta saadaan keskimäärin enemmän jalostetta kuin harvasyisestä (K i n n m a n 1923, K l e m 1929, 1934, B u r g m a n 1930). Jatkuvat tutkimukset tulevat asian luonnollisesti lopullisesti selvittämään, ja silloin on tärkeää, että voidaan selvittää, mihin suuntaan kysymyksessä oleva laatuominaisuus on kehittymässä.

Jo edellä lyhyesti esitetyistä seikoista voidaan päättää, että paperipuiden koon ja laadun tunteminen on metsätalouden ja puunjalostusteollisuuden kannalta katsoen tärkeä kysymys.

II. Tutkimusaineisto, sen kerääminen ja käsittely.

Tutkimusaineisto käsillä olevaa tutkimusta varten on koottu tekemällä mittauksia huomattavimpien puuvanuketeollisuuslaitosten paperipuuvarastoissa. Mittaukset suoritettiin joulukuulla 1935. Mittausten tekoaika oli näin ollen erittäin edullinen edustavain näytteiden saamiseen. Paperipuuvarastot olivat näet uittokauden ja puiden maalle noston päätyttyä talvitoimintakautta silmällä pitäen suurimmillaan.

Kuten luonnollista, on kysymyksessä olevassa tapauksessa tyydyttävä verraten suppeaan aineistoon. Kussakin aineiston tehtaan varastossa mitattiin 2 000 paperipuupölkyn läpimitta sekä 200 pölkyn vuosilustojen leveys. Katsoen asian laatuun voidaan aineistoa kuitenkin pitää sangen riittävänä. Muutama sana asian perusteluksi on tässä paikallaan.

Jos tarkastetaan paperipuiden läpimittavaihtelua ja niitä syitä, jotka sen aiheuttavat, on aluksi todettava, että paperipuiden läpimitan minimirajan määrittelevät ne ohjeet, jotka teettäjän puolesta paperipuun tekijöille annetaan. Määrättyä minimimittaa pienempiä pölkkyjä tosin esiintyy aina jonkin verran, mutta niiden määrä on kuitenkin suhteellisen pieni. Verrattaessa minimiläpimittaisten pölkkyjen lukumäärää siihen runkojen määrään, mistä paperipuita valmistetaan, on se aina runkomäärää pienempi. Tämä johtuu siitä, että alettaessa pölkyttää puuta sen tyvipäästä lähtien, ei viimeinen pölkky läheskään aina tule latvamitaltaan minimimittaiseksi, vaan joutuu lähinnä suurempiin läpimittaluokkiin. Näiden läpimittaluokkien pölkkyjen lukumäärä kasvaa täten minimimittaisten pölkkyjen lukumäärää suuremmaksi. Täten saa pölkkyjen läpimittaluokkiin jakaantumista esittävä käyrä alkuosalleen nousevan suunnan. Riippuen paperipuiden tekoon käytettyjen metsien järeydestä, jatkuu esiintymisrunsauden lisääntyminen läpimitan kasvaessa, siksi kunnes tullaan läpimittaluokkiin, joihin kuuluu huomattavasti vain kunkin rungon tyvipään ensimmäisiä pölkkyjä. Esiintymisrunsauden vähentyminen puiden suurentuessa tapahtuu paljon loivemmin kuin puiden pienentyessä. Tämä johtuu siitä, ettei paperipuu-runkojen tyvipään paksuudella ole käytännössä vaikuttavaa maksimimittaa. Tehtäessä paperipuita kooltaan sangen vaihtelevista puista

ja runkojen osista, vähenee pölkkyjen esiintymisrunsaus suurimmissa läpimittaluokissa samassa suhteessa kuin järeiden puiden esiintyminen paperipuiksi tehtävässä metsässä. Edellä esitetyistä syistä sekä puun rungon suhteellisen säännöllisestä kapenemisesta johtuu, että paperipuiden eri läpimittaluokkien jakaantumista esittää säännöllinen jatkuva käyrä, joka pienimmistä suurimpiin läpimittoihin mentäessä aluksi nousee sangen jyrkästi saavuttaen maksiminsa ja alkaa sen jälkeen vähitellen hidastuvalla nopeudella laskea. Ainoastaan siinä tapauksessa, että paperipuita tehdään vain määrättyyn minimimittaan tehtyjen tukkien latvuksista, voi paperipuiden läpimittajakaantumista esittävä käyrä suurimpien läpimittaluokkien kohdalla laskea verraten jyrkästi, jopa porrasmaisestikin. Latvuksista tehtyjen paperipuiden suhteellinen määrä on kuitenkin siksi pieni, ettei edellä mainittu seikka vaikuta asiaan, tarkastettaessa puiden läpimittajakaantumista yleensä. Lisäksi on tukkien latvaläpimitta useimmiten juuri sellainen, että se vastaa niitä läpimittaluokkia, joissa paperipuita on runsaimmin.

Kuten edellisestä on käynyt selville, on paperipuiden läpimittajakaantumista esittävällä käyrällä taipumus muodostua määrätynmuotoiseksi säännölliseksi käyräksi, ja näin ollen on sen piirtäminen suppeahkonkin aineiston perusteella täysin varmaa. Tässä tutkimuksessa käytettävissä olevan aineiston perusteella muodostuu kunkin koemittauksen perusteella jo ilman tasoitusta täysin säännöllinen, edellä esitetyn muotoinen käyrä, mikä todistaa aineistoa olleen täysin riittävästi.

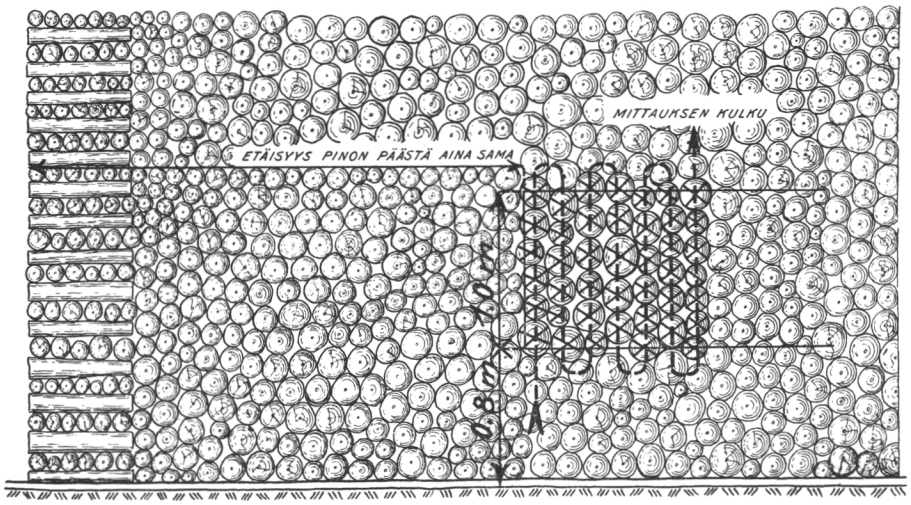
Puiden vuosilustojen leveyden vaihtelua ja eri leveiden vuosilustojen esiintymisrunsautta on myös syytä teoreettisesti hiukan lähemmin tarkastaa. Puun vuosilustojen leveys riippuu useiden eri tavoin vaihtelevien kasvutekijöiden yhteisvaikutuksesta. Jos tarkastetaan eri kasvutekijöiden vaihtelumahdollisuutta yleensä, on se sen suuntainen, että huomattavasti keskiarvosta poikkeavia tapauksia on aina vähemmän kuin keskiarvoisia. Koska vuosilustojen leveys tämän lisäksi riippuu useiden kasvutekijöiden yhteisvaikutuksesta, lisää tämä keskiarvoisten kasvuedellytysten esiintymisrunsautta ja aiheuttaa, että vuosilustojen leveyden jakaantumissarja muodostaa käyrän, joka maksimin molemmin puolin säännöllisesti alenee x-akselia kohden. Koska vuosilustojen leveysjakaantumisella on tällainen taipumus keskittyä keskiarvon seudulle, voidaan aineistosta helposti päättää, milloin se on katsottava riittäväksi. Kerätyssä aineistossa on keskittyminen aina niin ilmeinen, kuten tullaan näkemään, että aineistoa voidaan runsaudeltaan pitää hyvin riittävänä.

Kun tutkimusaineistona käytetään edustavaa aineistoa, on syytä vielä lähemmin selittää aineiston keräämistapaa, koska siitä ratkaisevasti riippuu, vastaavatko aineiston perusteella lasketut tulokset todellisuutta.

Jotta edustavan aineiston perusteella voitaisiin saavuttaa todellisuutta vastaavia tuloksia, täytyy aineiston muodostaa umpimähkäinen näyte koko tutkimuksen kohteesta, t.s. kaikilla tutkimuksen alaisilla yksilöillä täytyy olla samat mahdollisuudet joutua näytteeseen. Pinossa paikallaan olevilla paperipuilla ei tätä mahdollisuutta kylläkään ole enempää kuin kasvavilla puillakaan metsiä linja-arvioitaessa, mutta järjestämällä mittauskohdat siten, että ne jakaantuvat säännöllisesti puuvaraston oletettuun laatuvaihteluun nähden ja etukäteen määräämällä mittauskohdat määrätyistä paikoista, tässä tapauksessa pinon päästä mitattuina, ei ole mitään syytä olettaa, että erikoisia, määrätynlaisia puita joutuisi näytteeseen suhteellisesti enemmän kuin mitä niitä keskimäärin koko varastossa esiintyy.

Koepuiden mittaus aineistoa kerättäessä suoritettiin 20 paikalla kunkin teollisuuslaitoksen paperipuuvarastossa. Mittauspaikat valittiin siten, että kokonaispuumäärä jaettiin suunnilleen 20 yhtäsuureen osaan ja mittauskohdat hajoitettiin yli koko varaston siten, että niiden välille jäi aina suunnilleen 20:s osa puumäärästä. Jotta mittauksen suorittajien mieskohtainen vaikutus mitattavien puiden valinnassa ei pääsisi vaikuttamaan tuloksiin, oli mittauspaikka edellä esitetyllä tavalla koepinoksi valitussa pinossa edeltäpäin tarkoin määrätty. Koepinon päästä määrätyltä ilmansuunnalta mitattiin aina sama pituus pinon päästä sekä määräkorkeus maasta ja tästä pisteestä alettiin mittaus. Mittauksen säännöllistä suoritusta varten piirrettiin mittauksen alkupistettä kulmapisteenä käyttäen mittaussuuntaan jatkuva 1 m korkuinen suorakaide ja sen pohjasta lähtien aloitettiin mittaus säännöllisesti ylös- ja alaspäin kulkevissä riveissä siten, että jokainen puu tuli järjestyksessä mitatuksi. Suorakaiteen reunoilla olevista puista mitattiin kaikki, joista osakaan jäi suorakaiteen sisään. Kullakin mittauspaikalla jatkettiin mittausta siksi kunnes 100 pölkkyä tuli mitatuksi.

Mittauskohtien valintaan nähden on lisäksi huomattava, että olosuhteet edustavan näytteen saamiseen varastomittauksissa ovat erittäin suotuisat. Huomattavin erä paperipuista näet tulee tehtaille uittoteitse, tai ainakin joudutaan niitä kuljetuksen aikana useimmiten jossakin uittamaan, ja uitossa sekaantuvat erilaiset paperipuut toisiinsa siksi hyvin, ettei äkkinäisiä laadun vaihteluita varastoissa enää juuri voi esiintyä. Ainoastaan verraten keskeytymätöntä maakuljetusta käytettäessä on tällainen poikkeustapauksissa mahdollista.



Kuva 1. Mittauskohdan määrääminen ja mittauksen suoritus.

Pölkkyjen läpimitta mitattiin aina vaakasuoraan suuntaan. Täten edustaa mittaustulosten keskiarvo puiden epäsäännöllisen poikkileikkauksen muotoon nähden keskiarvoista läpimittaa, koska ei ole mitään syytä olettaa, että puut läpileikkauksensa muodon mukaisesti asettuisivat pinossa määrättyyn asentoon. Mittauksen suoritustavasta johtuu lisäksi, ettei mittauksessa voitu kiinnittää huomiota siihen, kummasta päästä, tyvestäkö vai latvasta pölkky tuli mitatuksi. On kuitenkin ilmeistä, että mittaukset kohdistuivat keskimäärin puoliksi pölkkyjen tyvi- ja latvapäihin, koska mitkään todennäköiset syyt eivät aiheuta keskiarvoa suuremman pölkkymäärän asettumista tiettyyn suuntaan. Latva- ja tyvipään vuorottaisesta mittauksesta johtuu, että mittaustulosten keskiarvo vastaa suunnilleen pölkkyjen keskeltä mitattua keskiläpimittaa. Läpimitan hajaantumiseen nähden on mittaustavalla myös merkityksensä. Hajaantuminen tulee hiukan suuremmaksi kuin aina samasta päästä mitattaessa olisi asian laita. Hajaantumisen lisääntyminen riippuu puiden pituudesta. Tätä kysymystä käsitellään tutkimustulosten esittämisen yhteydessä.

Puiden lustoleveyttä koskevat mittaukset suoritettiin rinnakkain läpimitan mittauksen kanssa. Työn säästön vuoksi ei vuosilustomittauksia tehty kaikista puista, vaan ainoastaan joka kymmenennestä. Mitatuksi tuli täten 200 pölkkyä jokaisessa varastossa. Kohdistettaessa mittaus säännöllisesti joka kymmenenteen läpimitaltaan mitattuun puuhun, edustaa mittaustulos umpimähkäistä näytettä läpimitaltaan mitatuista puista ja siten myös koko varaston puumäärästä. Lustoleveyden mittauksessa mitattiin pölkyn säteen pituus ytimestä

vaakasuoraan oikealle millimetrin tarkkuudella ja laskettiin lustojen luku mittausviivalla. Jakamalla säteen pituus vuosilustojen lukumäärällä saatiin vuosilustojen keskimääräinen leveys.

Tutkimusaineistoa käsiteltäessä laskettiin aluksi läpimitan ja vuosilustojen leveyden jakaantumissarjat kullakin tehtaalla erikseen. Läpimitan jakaantumista kuvaamaan muodostettiin %-sarja, joka esittää paperipuiden kappalemääräistä jakaantumista eri läpimittaluokkiin. Tämä jakaantumissarja on mittausten ensikäden tulos. Pölkkyjen kuutiomääräistä jakaantumista kuvaamaan on johdettu toinen sarja punnitsemalla edellisen sarjan arvot läpimitan toisia potensseja painolukuina käyttäen.

Puiden tiheäsyisyyttä kuvaamaan muodostettiin vuosilustojen leveyksien jakaantumissarja kiinnittämättä aluksi huomiota muihin tekijöihin kuin vuosilustojen leveyteen. Koko puumäärän keskimääräistä lustoleveyttä ei tällaisesta sarjasta laskettu keskiarvo kuitenkaan kuvaa, jos vuosilustojen leveyden ja puiden läpimitan välillä on määrätyn suuntainen korrelatio. Tähän kysymykseen on tutkimuksessa kiinnitettävä huomio.

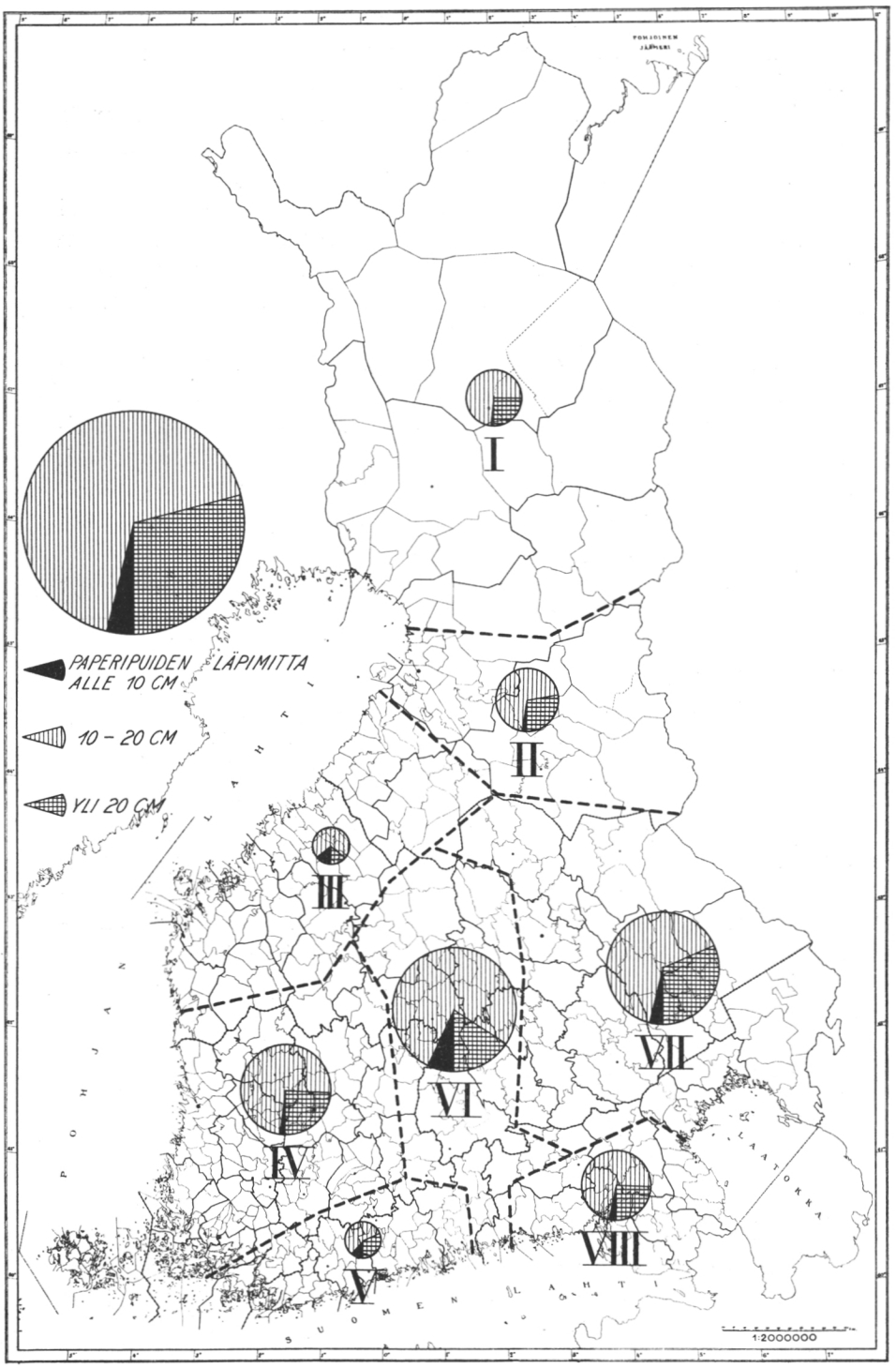
Tutkimustulosten luotettavuutta on tarkistettu vertaamalla osaaineistoon perustuvia tuloksia tutkimuksen lopputuloksiin.

Yksityisten tehtaiden tutkimustulosten valmistuttua on tehtaat ryhmitetty vesistöalueittain siten, että raaka-aineen hankinta-aluetta on pidetty, mikäli mahdollista, määräävänä. Tosin useat tehtaat hankkivat raaka-ainetta monilta vesistöalueilta, mutta mainitunlainen ryhmitys antaa kuitenkin suurin piirtein oikean kuvan eri vesistöalueilta hankittujen paperipuiden laadusta. Syynä siihen, ettei paperipuiden laatuominaisuuksia voida häiriöittä tarkastaa suoraan koko maahan kohdistuen, on se, että puiden kasvuedellytykset vaihtelevat paljon eri puolilla maata, ja lisäksi ovat myös metsätaloudelliset olot maan eri osissa sangen erilaiset, ja tämäkin vaikuttaa huomattavasti paperipuiden laatuun.

Maa on tutkimusta varten jaettu seuraaviin alueisiin:

1. Perä-Pohjola,
2. Oulunjärven alue,
3. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue,
4. Kokemäenjoen alue,
5. Lounais-Suomen rannikkoalue,
6. Päijänteen-Kymin vesistöalue,
7. Saimaan vesistöalue,
8. Karjalan kannas.

Tutkimuksen lopussa on tutkimustuloksia verrattu Ruotsista ja Norjasta saatuihin vastaaviin tietoihin sekä Venäjältä Suomeen tuotujen paperipuiden mittaustuloksiin.



Kuva 2. Alueittainen eri läpimittaisen kuusipaperipuun käyttö Suomessa v. 1935. (Ympyröiden ja sektorien pinta-alat verrannollisia käytettyyn kuusipaperipuun määrään. Paperipuiden koko käyttö v. 1935 oli 5.6 milj. k.-m³.).

III. Tutkimustulokset.

A. Mittausmenetelmään kohdistuvat tutkimukset.

1. Umpimähkäisen latva- ja tyvipään mittauksen vaikutus mittaustuloksiin.

Paperipuut varastoidaan Suomessa tehtailla samoinkuin varastopaikoillakin melkein poikkeuksetta erilaisissa pinoissa. Jos täten varastoitujen paperipuiden läpimittoja halutaan mitata, voi se määrättyihin paperipuupölkkyihin kohdistuen tapahtua joko siten, että pino puretaan ja pölkyt voidaan vapaasti mitata sillä tavoin kuin halutaan tai siten, että tyydytään mittaamaan ainoastaan pölkkyjen päiden läpimitat, jotka ovat pinoa purkamatta vapaasti mitattavissa. Edellinen mittaustapa aiheuttaisi joltisenkin umpimähkäisen näytteen saamiseksi suurista paperipuuvarastoista siksi paljon pinojen purkamistyötä, että sen käyttö on laajempien mittausten kysymyksessä ollessa, kuten tässäkin tapauksessa, mahdotonta. Jälkimmäinen mittaustapa on sitävastoin erittäin käytännöllinen ja halpa suorittaa, mutta mittausmahdollisuuksien rajoituksen vuoksi eivät sen antamat tulokset ilman muuta ole edellisen mittaustavan mukaisiin tuloksiin nähden verrannollisia.

Paperipuupölkkyjen järeyttä kuvaa keskimäärin erittäin hyvin niiden keskeltä mitattu läpimitta. Tämän vuoksi suoritettiin tutkimuksen yhteydessä koemittauksia pölkkyjen päistä mitattujen läpimittojen ja keskeltä mitatun läpimitan välisen suhteen selvittämiseksi. Pölkyn latvapäästä, keskeltä ja tyvipäästä mitattujen läpimittojen välinen suhde riippuu pölkyn kapenemisesta. Yksityisten pölkkyjen kapeneminen vaihtelee huomattavasti riippuen siitä, minkä muotoisesta rungosta ja mistä osasta runkoa ne ovat valmistetut. Keskimäärin on kapeneminen kuitenkin verraten säännöllinen. Kun lisäksi otetaan huomioon, että pölkyt yleensä ovat suhteellisen lyhyitä, lähenee niiden muoto katkaistua kartiota. Runkojen tyvestä tehdyt ensimmäiset pölkyt poikkeavat tyvilaajeneman vuoksi eniten katkaistun kartion muodosta. Pölk-

kyjen kokonaislukumäärään verrattuna on tyvipölkkyjä kuitenkin suhteellisen vähän, joten tämäkään seikka ei huomattavammin vaikuta asiaan. Jos siis oletetaan, että pölkyt ovat muodoltaan katkaistuja kartioita, on pölkyn keskeltä mitattu läpimitta tyvi- ja latvapään läpimittojen keskiarvo. Mittaamalla pölkyn tyvi- ja latvapään läpimitta ja jakamalla läpimittojen summa 2:lla saataisiin siis pölkyn keskiläpimitta. Yksityisten pölkkyjen epäsäännöllinen muoto tekee kuitenkin tuloksen verraten epävarmaksi. Jos mittaukset kohdistetaan suureen puuerään, vähenee yksityisten pölkkyjen epäsäännöllisen kapenemisen vaikutus sekä häviää kokonaan riittävän puuerän ollessa kysymyksessä, ja tulos varmistuu huomattavasti. Tämän suuntaiseen ilmiöön vaikuttaa se, että katkaistun kartion muotoisten pölkkyjen ohella esiintyy neiloidin ja paraboloidin muotoisia pölkkyjä, joiden kapenevaisuuden eroavaisuus suurin piirtein tasoittaa toisensa. Koska kuitenkin neiloidin muotoiset pölkyt ovat aina tyvipölkkyjä ja paraboloidin muotoiset latvapölkkyjä, eivät muotoeroavaisuudet aivan täysin tasaa toisiaan. Saman pituisten pölkkyjen kapeneminen on näet, kuten myöhemmin tullaan näkemään, sitä suurempi, mitä paksumpia pölkyt ovat. Mainittu seikka ei kuitenkaan vaikuta siinä määrin tuloksiin, että sillä olisi käytännöllistä merkitystä. Asiaa kuvaa erään Itä-Suomessa sijaitsevan tehtaan varastosta umpimähkään valitun 2 000 kpl. 2 m pituisia pölkkyjä sisältäneen koepinon mittaustulokset. Koemittaus suoritettiin seuraavalla tavalla. Kaikkien pinossa olevien pölkkyjen päihin vedettiin vaakasuora viiva pinon toiselta sivulta ja pinon purkamisen jälkeen mitattiin kunkin pölkyn viivan suuntainen halkaisija pölkyn molemmista päistä ja keskeltä. Mittaustulos edustaa siis pölkkyjen epämääräiseen muotoon nähden umpimähkäistä näytettä niiden läpimitasta, ja läpimittaerot edustavat kapenemista määrätyssä projektiossa. Mittaustuloksena saatiin koepinon pölkyille seuraavat kappalemäärällä punnitut keskiläpimitat:

Keskimittauksen mukainen keskiläpimitta	13.24 ± 0.08 cm
Molemmista päistä mittauksen mukainen keskiläpimitta	13.43 ± 0.09 »

Molemmilla tavoin suoritettujen mittausten tulokset ovat siis käytännöllisesti katsoen samat. Erotus on vain 1.9 mm. Erotus on sen suuntainen, että pölkkyjen päistä suoritettu mittaus antaa hiukan suuremman keskiläpimitan kuin keskeltä mittaus, kuten asiaa teoreettisesti tarkastaen voidaan edellyttääkin. Katsoen molemmilla tavoin saatujen keskiläpimittojen samansuuruisuuteen ja pieneen

keskivirheen arvoon, voidaan paperipuiden läpimitta epäilemättä määrätä riittävällä tarkkuudella käytäntöä varten mittaamalla pölkkyjen molemmat päät niiden ollessa pinossa.

Koska pölkkyjen molempien päiden mittauksesta aiheutuu kaksi kertaa niin paljon mittauksia kuin saman pölkkymäärän keskeltä mittauksesta, tarkastetaan seuraavassa vielä, millaisiin tuloksiin päästään mittaamalla pölkkyjen päiden läpimitat ainoastaan pinon toiselta sivulta. Mittaustulosten mukaiset kappalemäärällä punnitut keskiarvot ovat tällöin seuraavat:

Keskeltä mittauksen mukainen keskiläpimitta ..	13.24 ± 0.08 cm
Pinon toiselta sivulta suoritetun mittauksen mukainen keskiläpimitta	13.42 ± 0.09 »
Edelliseen nähden vastaiselta pinon sivulta suoritetun mittauksen mukainen keskiläpimitta ..	13.45 ± 0.09 »

Pinon kummaltakin sivulta suoritettujen mittausten mukaan lasketut keskiläpimitat eroavat toisistaan ainoastaan 0.3 mm. Pinon mittauksella yhdeltä puolen olisi siis päästy täysin samaan tulokseen kuin kahdelta puolen mitatenkin.

Tulosta on syytä hieman lähemmin tarkastaa. Jotta edellä saatu tulos ei olisi vain sattuma, täytyy pinon yhdeltä sivulta mitattaessa tulla mitatuksi keskimäärin yhtä monta pölkyn tyvi- ja latvapäätä. Tämäkään ehto ei tosin vielä ole riittävä tuloksen yleispätevänä pitämiseen, mutta se on kuitenkin sen yksi edellytys. Koemittauksessa kiinnitettiin tämän vuoksi huomio siihen, montako pölkyn latvapäätä kummaltakin pinon sivulta tuli mitatuksi. Huomioiden teko tässä kohden kävi mahdolliseksi pinon toiselta sivulta pölkkyjen päihin vedettyjen viivojen avulla. Laskettaessa pinon toiselta sivulta mitattujen latvapäiden lukumäärä saatiin siksi 2 000:sta mitatusta pölkystä 1 003. Tulos osoittaa siis selvästi, että mainitunsuuruisen pölkkymäärän ollessa kysymyksessä jakaantuvat pölkyt pinossa latvan suuntaan nähden tasan kumpaankin suuntaan. Tulos onkin varsin luonnollinen, sillä useissa käsittelyissä sekoittuu pölkkyjen latvan suunta siinä määrin, ettei ole mitään syytä olettaa pölkkyjen tulevan pinotuiksi enempää toiseen kuin toiseenkaan suuntaan pinoon verrattuna. Edellä sanottu pitää kuitenkin paikkansa ainoastaan riittävän suurta pölkkymäärää tarkastettaessa. Jos pölkkymäärä on pieni, voi sattuma aiheuttaa melkoisiakin poikkeuksia edellä mainittuun säännöllisyyteen. Jotta kävisi ilmi, miten pölkyt pienen pölkkyluvun ollessa kysymyksessä jakaantuvat pinossa lat-

vansa suuntaan nähden, tarkastetaan asiaa 200 pölkyn ryhmissä. Edellä mainittu aineisto jaetaan tätä varten mittausjärjestyksessä 200 pölkyn ryhmiin ja lasketaan, monenko pölkyn latva kussakin ryhmässä on määrättyyn latvan suuntaan. Tulos on seuraava:

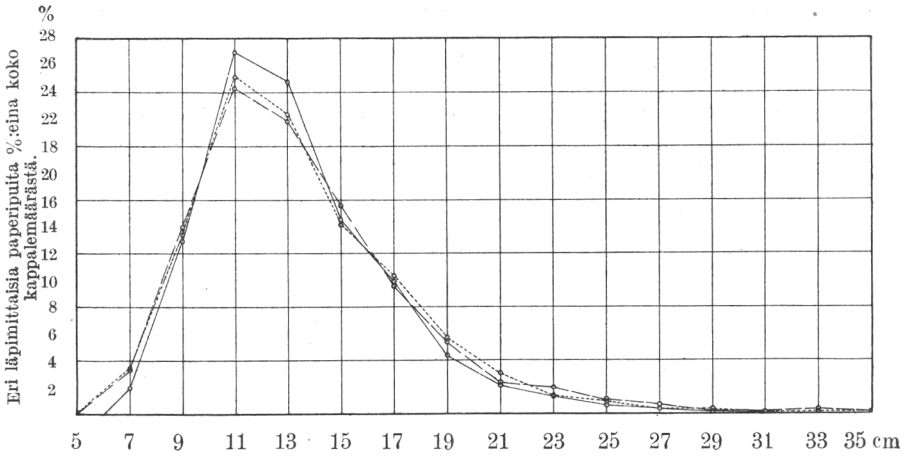
200 pölkyn ryhmä	Pinon ensiksi mitatulla sivulla olevien latvojen lukumäärä
1	95
2	103
3	116
4	90
5	91
6	106
7	98
8	104
9	94
10	106
2 000:sta	1 003 latvaa

Kuten nähdään, on vaihtelu latvan suunnan jakaantumisessa määrättyyn suuntaan jo huomattavasti suurempi kuin keskimäärin koko aineistossa. Tämä onkin luonnollinen seuraus satunnaisten tekijöiden vaikutuksesta, joka 200 pölkyn ryhmissä ei tasaannu siinä määrin kuin 10 kertaa suurempaa pölkkymäärää tarkastettaessa. Esiintyvän suuruiset vaihtelut eivät kuitenkaan vielä ole niin suuria, että ne sanottavammin häiritsisivät saatua tulosta. Esimerkiksi 2-metristen paperipuiden ollessa kysymyksessä aiheuttaa suurin poikkeus, 116 latvaa 100 asemesta, vajaan 2 mm poikkeuksen keskiarvoon, edellyttäen pölkkyjen keskimääräisen kapenemisen olevan noin 2 cm. Pinossa olevien paperipuiden voidaan siis latvan suuntaansa nähden katsoa jakaantuvan siinä määrin tasan molempien suuntien kesken, etteivät 200 pölkyn eriä tarkastettaessa esiintyneet poikkeukset vielä häiritsevässä määrin vaikuta käytäntöä silmällä pitäen tehtävien mittausten tuloksiin.

Paperipuiden järeyttä tarkastettaessa ei pölkkyjen keskiläpimitta yksinään riitä kuvaamaan asiaa, vaan on tämän ohella erittäin tärkeää tuntea, miten eri läpimittaiset pölkyt jakaantuvat keskiarvon ympärille ja voidaanko mahdollisesti pinon yhdeltä sivulta suoritetun mittauksen tuloksia käyttää kuvaamaan myös tätä jakaantumista.

Kuvassa 3 esittää yhtenäinen murtoviiva, miten koepinossa olleet paperipuut jakaantuvat keskeltä mitatun läpimittansa perusteella %:eina eri läpimittaluokkiin. Erilaisilla katkoviivoilla piirretyt

murtoviivat esittävät vastaavaa jakaantumista pinon kummaltakin sivulta suoritettujen mittausten perusteella.



Kuva 3. Erään paperipuuerän pinossa suoritetun umpimähkäisen latva- ja tyvipään mittauksen sekä pölkkyjen keskeltä mittauksen mukaiset läpimitan jakaantumissarjat.

Kuten nähdään, kulkevat murtoviivat sangen yhdenmukaisesti. Vertaamalla ensiksi toisiinsa pinon kummaltakin puolelta suoritettujen mittauksien mukaisia läpimittajakaantumisia, huomataan, että ne kulkevat siinä määrin yhdessä, ettei esiintyvillä poikkeuksilla ole käytännöllistä merkitystä, t. s. tietyn kokoiset pölkyt ovat keskimäärin pinossa latvan suuntaan nähden tasan molempiin suuntiin. Sama latvan suuntaan nähden tasan jakaantuminen, mikä edellä esitetyn perusteella osoittautui olevan voimassa koko pölkkymäärään nähden, pitää siis paikkansa myös tietyn kokoisiin pölkkyihin nähden. On kuitenkin luonnollisesti otettava huomioon, että mitä pienempi jonkin läpimittaluokan pölkkymäärä on, sitä suurempia suhteellisia vaihteluita voi esiintyä.

Seuraavassa verrataan sitten toisiinsa pölkkyjen päästä mittauksen mukaista läpimittajakaantumista pölkkyjen keskeltä mittauksen mukaiseen läpimittajakaantumiseen. Kuten kuvasta 3 nähdään, eivät eri mittausten mukaiset murtoviivat suurestikaan poikkea toisistaan. Esiintyvien poikkeusten suunta on kuitenkin määrätyssä suhteessa säännöllinen ja tyypillinen. Pienissä ja suurissa läpimittaluokissa kulkee keskeltä mittauksen mukainen murtoviiva toisten murtoviivojen alapuolella, mutta keskiarvoisissa, eniten esiintyvissä läpimittaluokissa, niiden yläpuolella. On tarkastettava hieman tämän ilmiön syitä. Lähdetään pienimmästä 5 cm läpimittaluokasta. Tässä läpimittaluokassa esiintyy yleensä ainoastaan pienempien pölk-

kyjen latvaläpimittoja, joten keskeltä mitattaessa tähän luokkaan ei tule pölkkyjä ollenkaan, sillä samojen pölkkyjen keskiläpimitta on jo suunnilleen 1 cm suurempi, ja ne joutuvat siis seuraavaan läpimittaluokkaan. Seuraavassakin läpimittaluokassa esiintyvät vielä enemmistönä pienien pölkkyjen latvapäät, ja keskeltä mitattujen pölkkyjen suhteellinen määrä on vielä edellisten määrää pienempi. Läpimittaluokassa 11 cm ylittää jo keskeltä mitattujen pölkkyjen määrä päästä mitattujen pölkkyjen määrän. Osa päästä mitattuja pölkkyjä joutuu näet latvasta mitattuna alempaan läpimittaluokkaan, osa taas suurempiin läpimittaluokkiin. Läpimittaluokassa 13 cm esiintyy vielä sama ilmiö, mutta seuraavassa luokassa alkaa jo tyvipäiden suhteellinen runsaus kohottaa päistä mittauksen mukaista pölkkymäärää. Läpimittaluokassa 17 cm on keskeltä mitattujen pölkkyjen lukumäärä jo selvästi päistä mitattujen pölkkyjen suhteellisen määrän alapuolella, ja sama ilmiö esiintyy jatkuvasti kaikissa sitä suuremmissa läpimittaluokissa. Lyhyesti sanottuna aiheuttaa pölkkyjen umpimähkäinen tyvi- ja latvamittaus sen, että läpimitan kokonaishajaantuminen on noin keskimääräisen kapenemisen verran suurempi kuin keskeltä mittauksen mukainen vastaava hajaantuminen. Laskemalla hajonta (σ) kaikille kolmelle jakaantumissarjalle voidaan hajaantumisen eroa jossakin määrin mitata. Hajonnan arvot ovat seuraavat:

Keskeltämittaus = 3.54 cm
Päästämittaus 1 = 3.91 »
» 2 = 3.97 »

Hajonnan arvot osoittavat, että pölkkyjen päistä mittausten mukaisten läpimittajakaantumissarjojen hajonnat ovat suunnilleen yhtä suuret, mutta keskeltä mittauksen mukaisen jakaantumissarjan hajonta on selvästi niitä pienempi. Erotukset ovat kuitenkin siksi pienet, ettei niillä ole sanottavaa merkitystä. Suurimmat erot esiintyvät lisäksi keskiarvoa lähellä olevissa läpimittaluokissa, joten niiden vaikutus asiaan on sitäkin pienempi.

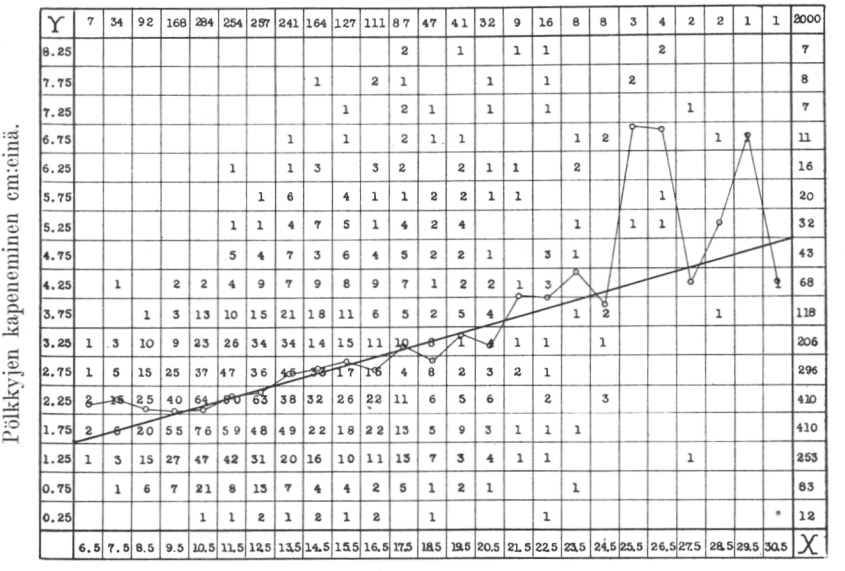
Edellisen perusteella voidaan todeta, että mitattaessa pinossa olevien paperipuiden läpimitat pinon kummaltakin sivulta, saadaan käytännöllisesti katsoen sama läpimittajakaantumissarja, ja tämä sarja poikkeaa puiden keskeltä mittaukseen perustuvasta läpimittajakaantumissarjasta siksi vähän, että edellisten sarjojen voidaan hyvällä syyllä katsoa käytäntöä silmällä pitäen kuvaavan paperipuiden keskiläpimitan jakaantumista.

Päästä ja keskeltä mitattujen pölkkyjen läpimittajakaantumissarjojen yhtäläisyys tekee mahdollisiksi varastossa olevien paperi-

puiden läpimittatutkimukset laajassa mittakaavassa. Pinojen sivusta voidaan näet pölkkyjen läpimitat vaivatta mitata mistä halutaan, ja umpimähkäisen näytteen saaminen suuristakin varastoista on täten helppoa.

2. Kuusipaperipuiden kapeneminen.

Koska kuusipaperipuiden kapenemisella on huomattava merkitys eri kohdilta pölkkyä suoritettujen mittausten perusteella laadittujen läpimittajakaantumissarjojen muotoon sekä eri läpimittaluokkiin kuuluvien pölkkyjen suhteellisiin määriin, tarkastetaan seuraavassa paperipuiden kapenemista. Tarkastelun pohjana käytetään edellä mainittua itä-suomalaista paperipuupölkkyjen mittausaineistoa. Korrelatiotaulukko 1 esittää eri läpimittaisten 2 m pituisten puiden kapenemisen riippuvaisuutta pölkkyjen keskiläpimitasta.



Y	7	34	92	168	284	254	257	241	164	127	111	87	47	41	32	9	16	8	8	3	4	2	2	1	1	2000
8.25												2		1		1	1				2					7
7.75									1		2	1			1		1			2						8
7.25										1		2	1		1		1					1				7
6.75								1		1		2	1	1				1	2				1			11
6.25							1		1	3		3	2		2	1	1		2							16
5.75								1	6		4	1	1	2	2	1	1				1					20
5.25							1	1	4	7	5	1	4	2	4				1		1	1				32
4.75							5	4	7	3	6	4	5	2	2	1		3	1							43
4.25		1		2	2	4	9	7	9	8	9	7	1	2	2	1	3								1	68
3.75			1	3	13	10	15	21	18	11	6	5	2	5	4			1	2				1			118
3.25	1	3	10	9	23	26	34	34	14	15	11	10	6	1	4	1	1		1							206
2.75	1	5	15	25	37	47	36	46	36	17	16	4	8	2	3	2	1									296
2.25	2	15	25	40	64	60	63	38	32	26	22	11	6	5	6		2		3							410
1.75	2	6	20	55	76	59	48	49	22	18	22	13	5	9	3	1	1	1								410
1.25	1	3	15	27	47	42	31	20	16	10	11	13	7	3	4	1	1					1				253
0.75		1	6	7	21	8	13	7	4	4	2	5	1	2	1			1								83
0.25					1	1	2	1	2	1	2		1				1								*	12
	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5	21.5	22.5	23.5	24.5	25.5	26.5	27.5	28.5	29.5	30.5	X

Pölkkyjen kapeneminen cm:einä.

Pölkkyjen keskeltä mitattu läpimitta cm:einä.

Korrelatiotaulukko 1. 2 metrin pituisten paperipuupölkkyjen kapenemisen riippuvaisuus pölkkyjen läpimitasta.

x-akselilla on pölkkyjen keskeltä mitattu läpimitta 1 cm luokkavälein ja y-akselilla pölkyn tyvi- ja latvaläpimittojen erotus ½ cm luokkavälein. Taulukossa olevat numerot esittävät pölkkyjen kappalemääriä. Kuten taulukosta nähdään, hajaantuvat aineiston arvot kapenemista silmällä pitäen huomattavan laajalle alalle. Pienissä

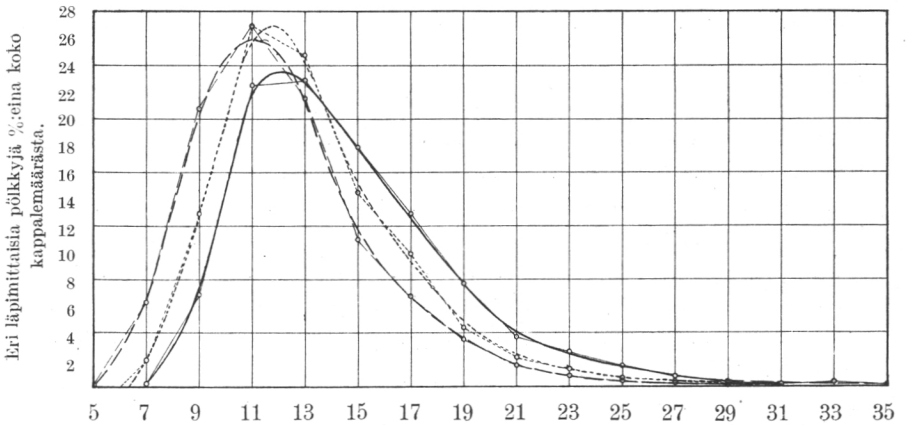
ja keskisuurissa läpimittaluokissa keskittyvät tapaukset kuitenkin verrattain hyvin keskiarvon ympärille, mutta suurimmissa läpimittaluokissa ovat tapaukset jo sangen hajallaan. Tämä johtuu osittain aineiston niukkuudesta, osittain siitä, että suurissa läpimittaluokissa esiintyy keskimääräistä enemmän tyvipölkkyjä, joiden tyvilaajenema aiheuttaa kapenemisen epäsäännöllisyyden.

Korrelatiotaulukon perusteella on laskettu kunkin läpimittaluokan kapenemissarjan keskiarvo ja merkitty se pienellä ympyrällä korrelatiotaulukkoon. Eri läpimittaluokkien keskiarvot on yhdistetty toisiinsa. Täten on muodostunut taulukossa oleva murtoviiva. Murtoviivasta nähdään jo silmämääräisestikin, että suoraviivainen tasoitus soveltuu hyvin kuvaamaan vain noin 10—25 cm läpimittaisien paperipuiden kapenemista. Koska kuitenkin mainittujen rajojen ulkopuolelle jää suhteellisen pieni osa paperipuista, on koko korrelatiotaulukon perusteella laskettu ensimmäisen regressiosuoran yhtälö ja piirretty suora taulukkoon. Suoran yhtälö on seuraava:

$y = 0.137\ x + 0.723$, jossa $y = 2$ m pituisten paperipuiden kapeneminen cm:einä,
$x =$ pölkyn keskeltä mitattu läpimitta cm:einä.

Taulukosta nähdään, että yhtälön mukainen suora tasoittaa murtoviivan hyvin vain sen keskiosalta, mutta pienimmissä ja suurimmissa läpimittaluokissa on kapeneminen suurempi kuin mitä suora edellyttäisi. Suoraviivaisen tasoituksen käyttömahdollisuutta on tarkastettu korrelatiosuhteen avulla. Tällöin on määrätty korrelatiosuhteen neliön ja regressiokertoimen neliön erotus ja verrattu tämän erotuksen suuruutta sen keskivirheen suuruuteen. Jos erotus on kolme kertaa keskivirheen suuruinen, pidetään suoraviivaista tasoitusta vielä tyydyttävänä (Yule 1929, Blakeman 1905). Tässä tapauksessa on erotus 3.9 kertaa keskivirheensä suuruinen, joten suoraviivainen tasoitus ei siis yleisesti hyväksyttyjen periaatteiden mukaan ole kelvollinen. On kuitenkin otettava huomioon, että aineistossa, kuten yleensä käytännössäkin, on ohuita ja järeimpiä paperipuita aina verrattain vähän, joten tasoitussuoran poikkeus todellisuudesta ei suuresti vaikuta asiaan.

Paitsi edellä esitettyä eri läpimittaisten pölkkyjen keskimääräistä kapenemista on mielenkiintoista tarkastaa myös paperipuuerän läpimittajakaantumissarjoja pölkkyjen eri kohdalla suoritettujen läpimittojen mittausten perusteella. Kuva 4 esittää läpimittajakaantumissarjoja graafisesti.



Kuva 4. Erään 2-metrisen paperipuu-erän läpimitan jakaantumissarjat latva-, keski- ja tyvimittauksen perusteella.

Kuvasta nähdään, että kaikkien läpimittajakaantumissarjojen kuvaajat ovat, kuten luonnollista, muodoltaan suunnilleen samanlaisia ja x-akselin suuntaan katsottaessa pölkkyjen kapenemista vastaavassa järjestyksessä toisiinsa verrattuina. Eri läpimittajakaantumissarjojen hajonnat ovat seuraavat:

Latvamittauksen	mukainen	sarja	$\sigma =$	3.46	cm
Keski-	»	»	$\sigma =$	3.54	»
Tyvi-	»	»	$\sigma =$	4.08	»

Latva- ja keskimittauksen mukaisten sarjojen hajonnat ovat suunnilleen yhtä suuret, mutta tyvimittauksen mukaisen sarjan hajonta on melkoista suurempi. Hajonnan suuruus johtuu tyvilaajenemien epäsäännöllisyydestä etenkin suurissa läpimittaluokissa. Jos verrataan käyrien kulkua kuvassa 4 toisiinsa, nähdään, että keskeltä mittauksen mukainen käyrä kulkee kulminatiota kohden noustessaan lähempänä tyvi- kuin latvamittauksen mukaista käyrää. Suurissa läpimittaluokissa on taas asia päinvastainen. Keskimittauksen mukaisen käyrän kulkuun vaikuttaa se, että pienissä läpimittaluokissa on suhteellisen paljon paraboloidin muotoisia latvapölkkyjä, joiden keskiläpimitta on lähempänä tyvi- kuin latvaläpimittaa. Suurissa läpimittaluokissa on taas runsaasti neiloidimaisia tyvipölkkyjä, joiden keskiläpimitta on lähempänä latva- kuin tyviläpimittaa.

Eri mittauskohtien mukaisten läpimittajakaantumissarjojen perusteella lasketut kappalemäärillä punnitut pölkkyjen keskiläpimitat ovat seuraavat:

Latvamittauksen mukainen keskiläpimitta ..... 12.24 ± 0.08 cm
Keski- » » » ..... 13.24 ± 0.08 »
Tyvi- » » » ..... 14.58 ± 0.09 »

Vertaamalla toisiinsa eri keskiarvoja nähdään, että keski- ja latvamittausten mukaisten keskiarvojen ero on jonkin verran pienempi kuin tyvi- ja keskimittausten mukaisten keskiarvojen ero. Tyvimittauksen mukaista keskiarvoa kohottavat toisiin nähden suurimmissa läpimittaluokissa esiintyvien pölkkyjen tyvilaajenemat. Joka tapauksessa eroavat eri mittausten perusteella lasketut keskiarvot toisistaan suunnilleen pölkkyjen keskimääräistä kapenemista vastaavan määrän (vrt. s. 21).

3. Mittausten lukumäärän vaikutus mittaustuloksiin.

Selvyyden saamiseksi siitä, missä määrin suoritettujen mittausten lukumäärää, 2 000 mittausta varastoa kohden, on pidettävä riittävänä ja tuloksia siitä riippuen luotettavina, tarkastetaan seuraavassa, miten nopeasti ja miten paljon pölkkyjen keskiläpimitta muuttuu aineiston pienentyessä. Seuraavassa asetelmassa esitetään eri paperipuuvarastojen pölkkyjen keskiläpimitat koko aineiston, joka toisen mittauksen ja joka kymmenennen mittauksen perusteella. Edellä mainitut aineiston osat vastaavat siis 2 000, 1 000 ja 200 pölkyn mittauksia. Kullekin keskiarvolle on laskettu sen keskivirhe ja montako % osa-aineiston perusteella lasketut keskiarvot poikkeavat koko aineiston mukaisista keskiarvoista.

Asetelmasta nähdään, että koko aineiston perusteella laskettujen keskiarvojen keskivirheet ovat poikkeuksetta sangen pienet. Keskivirheen suurin arvo on 2.2 mm. Useimmissa tapauksissa on keskivirhe kuitenkin vain 1 mm tai alle siitä t. s. niin pieni, ettei sillä ole käytännössä merkitystä.

Joka toisen pölkyn mittausten perusteella lasketut keskiarvot eivät vielä sanottavasti poikkea koko aineiston mukaisista keskiarvoista. Suurin eroavaisuus on vain 1.5 % ja keskimääräinen ero 0.73 %. Keskivirheen arvo on epäedullisimmassa tapauksessa 4 mm, mutta useimmissa tapauksissa se on alle 2 mm. Puolta pienemmällä aineistolla kuin mitä koottiin, olisi siis vielä päästy suunnilleen samoihin tuloksiin, mihin kootulla aineistolla on tultu. Kymmenesosa-aineiston perusteellakaan lasketut keskiarvot eivät vielä yleensä poikkea haitallisen paljon koko aineiston mukaisista arvoista. Kahdessa tapauksessa on poikkeus jo tosin 10 %, mutta keskimäärin on poikkeus vain 2.87 %. Keskiarvojen keskivirheet ovat alle 5.3 mm.

Asetelma 1.

Mitattujen puiden lukumäärän vaikutus mittaustulosten tarkkuuteen.

	Paperipuiden keskiläpimitta				
Varasto I	Kaikkien puiden mittauksen mukaan (2 000 kpl.) II	Joka toisen puun mittauksen mukaan III	Jälkimm. %:nen ero edelliseen verrattuna IV	Joka kymmenennen puun mittauksen mukaan V	edell. %:nen ero ensimm. verrattuna VI
1	13.22±0.069	13.26±0.098	0.3	12.89±0.226	2.5
2	15.50±0.110	15.49±0,156	0.1	15.89±0.342	2.5
3	15.16±0.134	15.17±0.189	0.1	15.00±0.527	1.1
4	15.60±0.096	15.51±0.163	0.6	15.52±0.346	0.5
5	14.83±0.093	14.90±0.133	0.5	16.32±0.330	10.0
6	14.44±0.093	14.47±0.134	0.2	14.72±0.295	1.9
7	14.63±0.092	14.73±0.123	0.7	16.64±0.262	0.1
8	14.97±0.158	14.86±0.218	0.7	14.22±0.515	5.0
9	14.03±0.127	14.14±0.195	0.8	13.30±0.367	5.2
10	13.81±0.104	13.99±0.136	1.3	13.83±0.289	0.1
11	15.46±0.092	15.37±0.129	0.6	15.39±0.293	0.5
12	14.32±0.085	14.54±0.124	1.5	14.68±0.283	2.5
13	16.07±0.114	15.78±0.155	1.8	16.18±0.323	0.7
14	15.19±0.223	15.41±0.406	1.4	14.69±0.464	3.3
15	14.95±0.095	14.82±0.135	0.9	15.99±0.321	7.0
16	12.45±0.088	12.63±0.129	1.4	12.60±0.288	1.2
17	13.79±0.107	13.82±0.152	0.2	15.22±0.405	10.3
18	14.86±0.107	14.95±0.154	0.6	15.19±0.372	2.2
19	15.76±0.169	15.77±0.249	0.1	16.00±0.497	1.5
20	15.58±0.113	15.82±0.161	1.5	15.18±0.347	2.6
21	14.53±0.127	14.65±0.181	0.8	14.42±0.424	0.8
22	15.09±0.102	15.06±0.137	0.2	14.52±0.290	3.8
23	12.80±0.099	12.85±0.138	0.4	12.90±0.337	0.8
M	14.65±0.113	14.70±0.165	0.73	14.75±0.354	2.87

Edellisen tarkastelun lopputuloksena voidaan esittää, että suoritettujen mittausten määrää on pidettävä täysin riittävänä ja saatuja tuloksia varmoina, koska puolta pienemmällä aineistolla olisi tultu suurin piirtein samoihin tuloksiin ja vielä kymmenesosa-aineistonkin mukaan lasketut keskiarvot poikkeavat keskimäärin vain vajaan 3 % koko aineiston mukaisista arvoista.

4. Mittauskohtien lukumäärän vaikutus mittaustuloksiin.

Koska voidaan olettaa, ettei yksin mitattujen paperipuiden kappaleluku, vaan myöskin se, miltä ja moneltako kohdalta puuvarastoa mittaukset on suoritettu, voisi vaikuttaa huomattavastikin tutkimuksen lopputulokseen, on syytä tarkastaa tätäkin seikkaa. Tarkastelu tehdään vertaamalla koko ja osa-aineiston perusteella laskettuja tuloksia toisiinsa. Osa-aineistona käytetään puolta aineistoa, joka on valittu siten, että joka toinen mittauskohta on jätetty

huomioon ottamatta. Paperipuiden kappalemäärällä punnitut keskiläpimitat koko ja puolen aineiston mukaan ovat keskivirheineen asetelman 2 mukaiset. Asetelmaan on myös laskettu montako % puolen aineiston mukaan lasketut tulokset poikkeavat koko aineiston perusteella lasketuista tuloksista.

Asetelma 2.

Mittauskohtien lukumäärän vaikutus mittaustulosten tarkkuuteen.

Paperipuiden keskiläpimitta			
Varasto I	Kaikkien mittauskohtien mukaan II	Joka toisen mittauskohdan mukaan III	Jälkimmäisen %:nen ero edelliseen verrattuna IV
1	13.22±0.069	13.21±0.098	0.1
2	15.50±0.110	15.75±0.155	1.6
3	15.16±0.134	15.12±0.184	0.3
4	15.60±0.096	15.68±0.160	0.5
5	15.20±0.113	15.34±0.142	0.9
6	14.83±0.093	14.82±0.133	0.1
7	14.44±0.093	14.42±0.133	0.1
8	14.63±0.092	14.67±0.130	0.3
9	14.97±0.158	15.05±0.228	0.1
10	14.03±0.127	14.17±0.186	1.0
11	13.81±0.104	13.63±0.127	1.3
12	15.46±0.092	15.32±0.130	0.9
13	14.32±0.085	14.27±0.120	0.3
14	16.07±0.114	15.77±0.158	1.9
15	15.19±0.223	14.84±0.243	2.3
15*	14.95±0.095	15.27±0.141	2.1
16	12.45±0.088	12.56±0.132	0.9
16*	15.10±0.079	15.00±0.116	0.7
17	13.79±0.107	13.93±0.152	1.0
18	14.86±0.107	14.86±0.156	0.0
19	15.76±0.169	15.70±0.234	0.4
20	15.58±0.113	15.48±0.153	0.6
21	14.53±0.127	14.62±0.183	0.6
22	15.09±0.102	15.09±0.134	0.0
23	12.80±0.099	12.85±0.132	0.4
M	14.65±0.113	14.70±0.154	0.74

Asetelmasta nähdään, että puolen aineiston perusteella lasketut paperipuiden keskiläpimitat eivät sanottavasti poikkea koko aineiston mukaisista keskiläpimitoista. Suurin poikkeus on 2.3 % ja poikkeusten keskiarvo on 0.74 %. Puolen aineiston perusteella laskettujen keskiläpimittojen suurin keskivirhe on 2.3 mm, mutta yleisimmin on keskivirhe alle 2 mm. Keskivirheiden aritmeettinen keskiarvo on 1.54 mm. Puolen aineiston perusteella lasketut keskiläpimitat poikkeavat siis koko aineiston mukaan lasketuista keskiläpimitoista siksi vähän, ettei poikkeuksilla ole merkitystä käytännössä. Poikkeusten suuruus joka toisen mittauskohdan aineiston ja koko aineiston perusteella laskettu-

tujen tulosten välillä on keskimäärin sama kuin koko aineiston ja joka toisen pölkyn mittaustulosten välillä. Koska näytteet edellisessä tapauksessa tulevat otetuiksi puolta harvemmista kohdin varastoa kuin jälkimmäisessä, mutta tulokset siitä huolimatta ovat yhtä tarkat, todistaa tulos, että paperipuut sekoittuvat käsittelyn ja kuljetuksen aikana kokonsa puolesta siinä määrin, ettei tehtaiden varastoissa enää esiinny jyrkkiä pölkkyjen keskimääräisiä läpimittaeroavaisuuksia.

Koska koko aineiston ja mittauskohtien lukumäärää vähentämällä saadun puolen aineiston perusteella lasketut paperipuiden keskiläpimitat poikkeavat toisistaan mitättömän vähän, voidaan tutkimustuloksia mittauskohtien lukumäärään nähden pitää paperipuiden todellista läpimittaa edustavina.

B. Puuvanuketeollisuuden eri läpimittaisten kuusipaperipuiden suhteellinen käyttö maan eri osissa.

Kuten johdannossa mainittiin tarkastetaan teollisuuden käyttämän kuusipaperipuun läpimittajakaantumista aluksi alueittain. Aluejako on pyritty tekemään, mikäli mahdollista, tehtaiden hankinta-aluerajoja silmällä pitäen, mutta voi jako kaikesta huolimatta olla vain summittainen. Joka tapauksessa kuvaa esitetty aluejako käytännön kannalta riittävällä tarkkuudella niitä alueita, miltä kunkin alueen puuvanuketeollisuus ratkaisevalta osalta hankkii raaka-aineensa.

Alue 1. Perä-Pohjola.

Perä-Pohjolan alue käsittää koko Pohjois-Suomen suunnilleen Iijoesta pohjoiseen. Alueella on kaksi sulfiittiselluloosatehdasta, ja mittauksia on suoritettu molempien tehtaiden varastoissa, joten aineisto edustaa siis koko teollisuuden käyttämää paperipuumäärää, joka teollisuustilastoa varten tehtyjen ilmoitusten mukaan oli v. 1935 473 161 pm^3. Alueelle ei paperipuita tuoda muilta alueilta. Jossakin määrin sekaannusta aiheuttaa kuitenkin se, että alueen rajana pidetyltä Iijoelta hankitaan paperipuita sekä Perä-Pohjolan että Kainuun alueen tehtaille. Alueilla käytettyjen paperipuiden pituus on 2.0 ja 2.2 m.

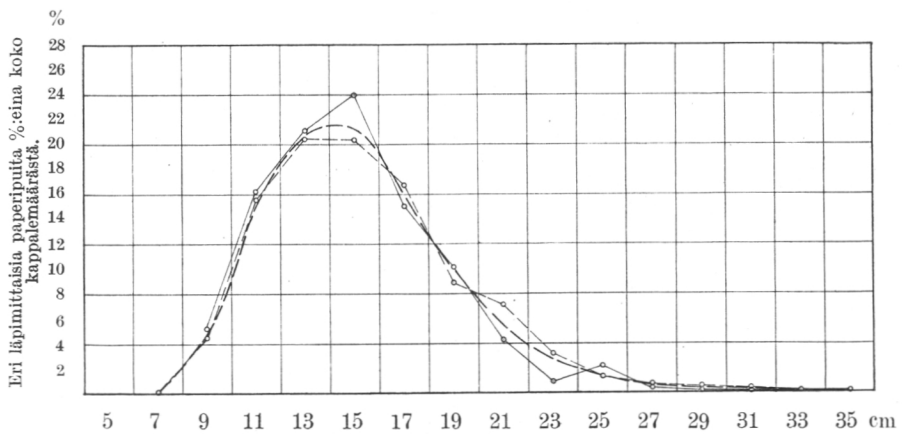
Koemittausten perusteella jakaantuvat paperipuut %:eina lausuttuna kappalemäärän perusteella eri läpimittaluokkiin asetelman

3 mukaisesti. Asetelmassa viivan alla olevaan riviin on laskettu läpimittajakaantumissarjojen punnittu keskiarvo käyttäen painolukuina tehtaiden v. 1935 käyttämiä paperipuumääriä. Asetelman alimmassa rivissä oleva lukusarja taas esittää paperipuiden kuutiomääräistä jakaantumista eri läpimittaluokkiin keskimäärin koko alueella.

Asetelma 3.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Perä-Pohjolassa.

Tehdas	Paperipuiden läpimitta cm:einä																	Dm cm
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36		
1	—	5.2	16.2	21.1	24.0	15.0	10.1	4.3	0.9	2.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	%		15.02
2	0.1	4.5	15.6	20.4	20.3	16.7	8.9	7.1	3.2	1.3	0.7	0.5	0.4	0.2	0.1	»		15.46
M_{kpl} [1]	0.05	4.85	15.90	20.75	22.15	15.85	9.50	5.70	2.05	1.75	0.55	0.35	0.30	0.15	0.10	%		15.24
M_3	0.01	1.59	7.76	14.15	20.12	18.48	13.84	10.14	4.37	4.41	1.62	1.19	1.16	0.66	0.50	»		15.74



Kuva 5. Perä-Pohjolan alueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Asetelmasta 3 ja etenkin kuvasta 5 nähdään, että kummankin alueella toimivan selluloosatehtaan käyttämien paperipuiden läpimittajakaantuminen on käytännöllisesti katsoen sama. Keskiläpimitat eroavat samoin aivan vähän toisistaan. Pölkkyluvulla punnittu

[1]) M_{kpl} = kappalemääräinen läpimittajakaantuminen sekä vastaava keskiläpimitta. M_3 = kuutiomääräinen läpimittajakaantuminen sekä vastaava keskiläpimitta.

paperipuiden keskiläpimitta koko alueella on 15.24 cm eli jonkin verran suurempi kuin koko maan keskiarvo, joka on 14.80 cm. Kuutioltaan keskikokoisen paperipuun läpimitta on 15.74 cm, ja tämä läpimitta vastaa 50.7 juoksumetriä k.-m³:ssä.

Parhaan kuvan paperipuiden järeydestä saa seuraavista %-luvuista, jotka esittävät paljonko paperipuista on läpimitaltaan alle 10 cm ja yli 20 cm.

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappalemäärästä	4.90 %	10.95 %
Kuutio- »	1.60 »	23.95 »

Prosenttiluvut osoittavat, että alle 10 cm läpimittaisten paperipuiden osuus on koko käyttöön verrattuna aivan vähäinen, mutta 20 cm paksumpien puiden osuus on lähes ¼ koko paperipuumäärästä. Suhteellisen korkeat metsätyöpalkat Perä-Pohjolassa ovat omiaan vaikuttamaan edellä esitetyn mukaiseen paperipuiden läpimittajakaantumiseen. Pieniläpimittaisten paperipuiden tekokustannukset tai oikeammin valmistuksen vaatima työmäärä on näet huomattavasti suurempi ohuita kuin paksuja paperipuita tehtäessä. Paperipuiden teossa käytetty kappalelukuun perustuva urakkapalkka on lisäksi omiaan tehostamaan pieniläpimittaisten puiden epäedullisuutta.

Alue 2. Oulunjärven alue.

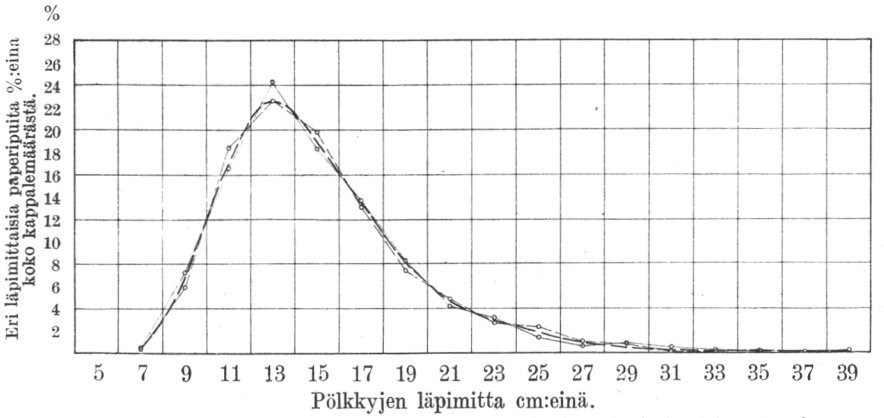
Oulunjärven alue käsittää Oulunjärven vesistöalueen ja siitä pohjoiseen päin olevan joki-alueen Iijoelle asti. Alueella on 2 sulfiittiselluloosatehdasta ja 3 puuhiomoa. Alueen tehtaiden kuusipaperipuiden käyttö v. 1935 oli 557 733 pm³. Aineistoa on kerätty kolmelta teollisuuslaitokselta, mutta toisen selluloosatehtaan ja yhden puuhiomon puuvarasto on yhteinen, joten mittauksia on suoritettu vain kahdessa varastossa. Niiden tehtaiden paperipuiden käyttö, joiden varastoissa mittauksia suoritettiin, edustaa noin 91 % alueen koko kuusipaperipuun käytöstä. Ulkopuolelta ei alueelle tuoda paperipuita, jos muualta tuoduiksi ei lasketa alueen rajana pidetyltä Iijoelta tulevia puita. Alueella käytetyt paperipuut ovat melkein poikkeuksetta 2 m pituisia. 1-metristen paperipuiden käyttö on noin 1 % koko käytöstä.

Tehtaiden varastoissa suoritettujen mittausten perusteella jakaantuvat paperipuut läpimittansa mukaan eri läpimittaluokkiin %:eina seuraavan asetelman 4 mukaisesti.

Asetelma 4.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Oulunjärven alueella.

Varasto	Paperipuiden läpimitta cm:einä																		Dm cm
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1	0.5	7.2	16.6	24.3	18.3	13.7	8.3	4.2	3.1	1.4	0.6	0.9	0.5	0.3	0.1	—	—		14.95
2	0.4	5.9	18.4	22.6	19.8	13.1	7.4	4.9	2.7	2.3	1.0	0.8	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2		15.08
M_{kpl}	0.45	6.61	17.42	23.52	18.98	13.43	7.90	4.52	2.92	1.81	0.78	0.85	0.32	0.21	0.14	0.05	0.09		15.03
M_3	0.09	2.17	8.55	16.13	17.33	15.74	11.57	8.09	6.27	4.59	2.31	2.90	1.25	1.47	0.70	0.28	0.56		15.70



Kuva 6. Oulunjärven alueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Aineistossa esiintyvillä tehtailla on paperipuiden keskiläpimitta ja samoin läpimittajakaantuminen melkein sama. Järeydeltään ovat paperipuut suunnilleen samanlaisia kuin Perä-Pohjolan alueella. Kappaleluvulla punnittu keskiläpimitta, 15.03 cm, on hieman pienempi kuin Perä-Pohjolan vastaava läpimitta, mutta kuutiomäärällä punnittu keskiläpimitta, 15.70 cm, on sitävastoin suunnilleen sama. Tämä aiheutuu siitä, että Oulunjärven alueella esiintyy suurimpia läpimittaluokkia hieman runsaammin kuin Perä-Pohjolassa, ja ne nostavat suhteellisen voimakkaasti kuutiomäärällä punnittua keskiarvoa. Läpimitta 15.70 cm vastaa 51.4 juoksumetriä k.-m^3:ssä.

Ohuiden, läpimitaltaan alle 10 cm olevien ja järeiden yli 20 cm:n läpimittaisten paperipuiden osuudet koko paperipuumäärästä ovat seuraavat:

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappalemäärästä	7.06 %	11.69 %
Kuutiomäärästä	2.26 »	28.42 »

Alle 10 cm:n läpimittaisten paperipuiden suhteellinen määrä on hieman suurempi kuin Perä-Pohjolassa, mutta siitä huolimatta se on vielä kuutiomäärään verrattuna aivan vähäinen, vain hieman yli 2 %. Järeiden paperipuiden osuus on myös suurempi kuin Perä-Pohjolassa. Se on jonkin verran yli ¼ koko kuutiomäärästä. Perä-Pohjolassa se oli vastaavasti hieman alle ¼:n. Edellisen perusteella voidaan siis päättää, että niiden kuusipuurunkojen koko, joista paperipuita valmistetaan, vaihtelee enemmän Oulunjärven alueella kuin Perä-Pohjolassa, ja että Oulunjärven alueella tehdään paperipuita hieman pienempään latvaläpimittaan kuin Perä-Pohjolassa.

Alue 3. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue.

Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue käsittää Pohjanlahden rannikon suunnilleen Oulunjoesta Turun ja Porin läänin rajalle. Se on noin 100 km leveä ja 300 km pitkä, leveyssuunnassa mereen päin viettävä maakaistale. Alueen poikki laskee mereen useita pienehköjä jokia, ja alueen halki pituussuuntaan kulkee Pohjanmaan rata. Alueella toimii ainoastaan yksi sulfiittiselluloosatehdas. Se sijaitsee meren rannalla suunnilleen keskellä aluetta pohjois-eteläsuunnassa. Lisäksi on alueella 4 pientä puuhiomoa. Lähellä alueen rajoja sen eteläpuolella on joka suunnalla kuusipaperipuita käyttäviä teollisuuslaitoksia. Alueelle ei jalostettavaksi tuoda paperipuuta sanottavasti muualta, mutta sieltä viedään jonkin verran, etenkin alueen etelä-osasta. Vientimäärä v. 1935 oli noin 15 000 pm³. Lisäksi laivataan alueelta huomattava määrä paperipuita ulkomaille. Teollisuuden käyttämän kuusipaperipuun määrä oli v. 1935 98 245 pm³.

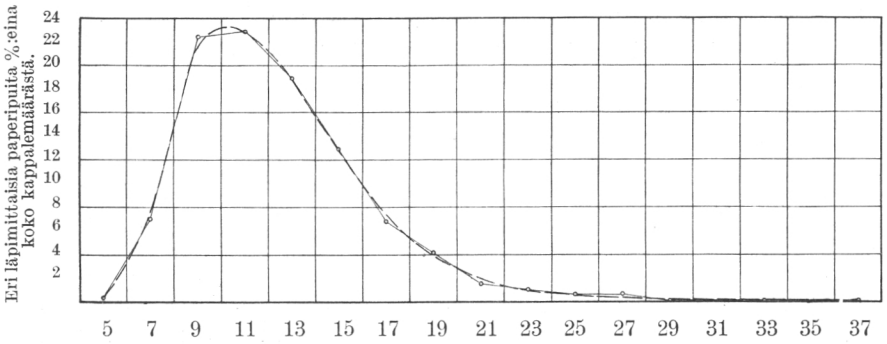
Aineistoa alueelta on ainoastaan edellä mainitun selluloosatehtaan paperipuista, mutta tehdas käyttää noin 86 % koko alueella käytetystä paperipuumäärästä. Aineiston voitaneen siis hyvin katsoa kuvaavan alueen keskimääräistä paperipuiden laatua. Metsien käyttö ja tila alueella poikkeaa melkoisesti olosuhteista ympäröivillä alueilla (Ilvessalo 1929, Vuoristo 1935).

Seuraava asetelma esittää paperipuiden jakaantumista eri läpimittaluokkiin suoritettujen mittausten perusteella.

Asetelma 5.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella.

	Paperipuiden läpimitta cm:einä																			Dm cm
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
M_{kpl}	0.4	7.0	22.4	23.0	19.0	13.0	6.8	4.2	1.7	1.1	0.8	0.7	0.1	—	.	—	.	.		12.45
M_3	—	2.0	10.8	16.3	19.0	17.2	11.5	8.9	4.4	3.4	2.9	3.0	0.5	—	.	—	.	.		13.05



Kuva 7. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Edellä esitettyjen %-lukujen perusteella saadaan paperipuiden kappaleluvulla punnituksi keskiläpimitaksi 12.45 cm. Kuutionsa puolesta keskikokoisen paperipuun läpimitta on 13.05 cm, ja läpimitta vastaa 74.7 juoksumetriä k.-m³:ssä. Selvemmän kuvan saamiseksi puiden koosta ja sen vaihteluista lasketaan tässäkin ohuiden ja järeiden puiden %:set osuudet koko puumäärästä:

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappalemäärästä	29.80 %	4.50 %
Kuutiomäärästä	12.80 »	14.20 »

Asetel-

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina

Tehdas	Paperipuiden										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
1	—	0.3	8.4	19.9	24.0	20.5	12.1	6.7	3.6	2.3	
2	—	0.4	4.6	19.0	27.6	19.4	11.4	7.6	4.1	2.8	
3	0.1	0.7	5.5	15.9	21.3	20.6	15.0	8.7	5.3	3.3	
4	0.1	0.6	4.5	17.4	21.2	19.9	14.2	9.3	7.3	3.1	
5	—	—	2.0	14.8	23.6	22.1	15.9	10.5	6.1	2.0	
M_{kpl}	0.3	0.38	4.49	17.00	23.79	20.68	13.96	8.80	5.29	2.80	
M_3	.	0.08	1.50	8.50	16.62	19.22	16.67	13.13	9.64	6.12	

Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella käytetty paperipuu on huomattavasti ohuempaa kuin edellä esitetyillä Pohjois-Suomen alueilla. Alle 10 cm:n läpimittaisten pölkkyjen suhteellinen osuus on noin 30 % koko kappalemäärästä ja kuutio-osuuskin 12.8 %. Yli 20 cm:n läpimittaisia paperipuita on sitävastoin sangen vähän. Kuva 7 osoittaa selvästi, että paperipuiden läpimittajakaantumissarjan modi on huomattavasti pienempien läpimittaluokkien kohdalla kuin pohjoisilla alueilla. Alueella käytetään paperipuuksi siis huomattavasti ohuempaa puuta kuin pohjoisemmilla alueilla. Erotus on noin 2 cm. Sama ilmiö esiintyi myös sahapuissa (Vuoristo 1935). Tämä johtuu siitä, että alueen järeät puuvarastot on käytetty loppuun ja suuri hakkuumäärä, lähinnä maastavientiä varten, ei anna metsille aikaa varttua järeämmäksi. Paperipuiden teon palkkaperusteet voivat myös vaikuttaa asiaan.

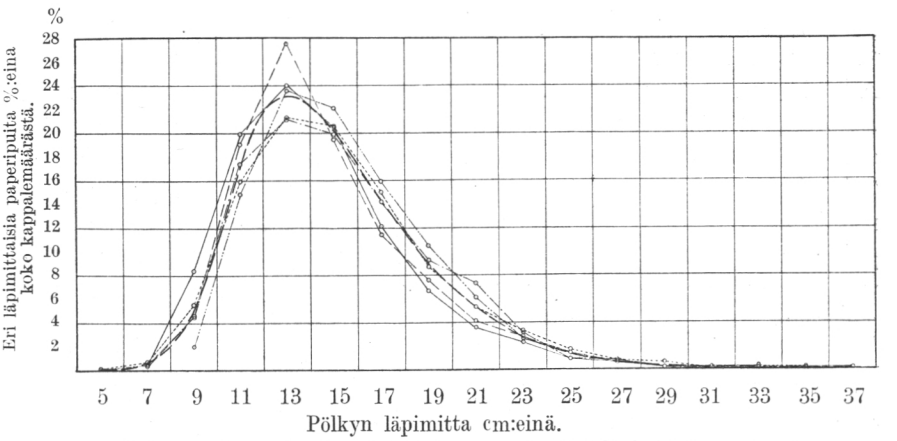
Alue 4. Kokemäenjoen alue.

Kokemäenjoen alue käsittää suunnilleen mainitun joen sadealueen ulottuen kuitenkin etelässä lähelle Turun ja Porin läänin sekä Hämeen läänin etelärajaa (kuva 2). Alueella käytettyjen kuusipaperipuiden määrä oli v. 1935 1 258 460 pm³. Tästä määrästä käyttävät aineiston tehtaat noin 75 %. Alueelle tuotiin v. 1935 paperipuita Pohjanmaan rannikkoalueelta noin 15 000 pm³. Alueen itärajalla tapahtuu taas paperipuiden vientiä pääasiassa rautateitse. Viennin määrä oli v. 1935 noin 110 000 pm³. Alueen paperipuutase on siis tässä suhteessa vientivoittoinen. Se onkin luonnollista, kun otetaan huomioon alueen kuusimetsien suhteellinen runsaus (Ilvessalo 1929). Alueella käytettyjen paperipuiden pituus on 1, 2 ja 3 m. Mainittuja pituuksia käytetään suunnilleen seuraavassa prosenttisuhteessa: 40, 55 ja 5 %.

Suoritettujen mittausten mukaan jakaantuvat paperipuut eri läpimittaluokkiin seuraavasti:

ma 6.
eri läpimittaluokkiin Kokemäenjoen alueella.

läpimitta cm:einä												Dm cm
26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	
0.9	0.6	0.2	0.1	0.2	—	—	—	—	—	—	14.32
1.4	0.8	0.2	0.2	0.3	0.2	.	.	.	—	.	14.82
1.7	0.8	0.6	0.1	0.2	0.2	—	—	—	—	—	15.20
0.9	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	—	—	—	—	15.22
1.4	0.7	0.2	0.1	—	—	—	—	—	—	—	15.41
1.35	0.75	0.29	0.13	0.15	0.10	0.01	—	—	—	—	15.05
3.49	2.26	1.01	0.52	0.67	0.51	0.06	—	—	—	—	15.56



Kuva 8. Kokemäenjoen alueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Eri tehtaiden käyttämien paperipuiden läpimitta vaihtelee melkoisesti. Alueen sisäosista hankitut paperipuut ovat keskimäärin ohuempia kuin laitaosista hankitut paperipuut. Kuva 8 osoittaa, että eri tehtaiden käyttämien paperipuiden läpimittajakaantumissarjat ovat yleensä täysin saman muotoiset. Alueella käytetyt paperipuut jakaantuvat ohuiden ja järeiden puiden kesken seuraavasti:

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappaleluvusta	4.90 %	10.87 %
Kuutiomäärästä	1.58 »	24.28 »

Läpimitaltaan alle 10 cm olevia paperipuita käytetään Kokemäenjoen alueella sangen vähän. Ohuiden paperipuiden suhteellinen määrä on suunnilleen sama kuin Perä-Pohjolassa, mutta huomattavasti alhaisempi kuin muilla pohjoisilla alueilla. Järeiden, läpimitaltaan yli 20 cm olevien puiden osuus on myös suurin piirtein sama kuin Perä-Pohjolassa. Alueen kuusipuurunsaus vaikuttaa ilmeisesti siihen suuntaan, että ohuiden paperipuiden määrä on suhteellisen vähäinen. Kuutioltaan keskikokoisen paperipuun läpimitta, 15.56 cm, vastaa 52.6 juoksumetriä k.-m³:ssä.

Alue 5. Lounais-Suomen rannikkoalue.

Lounais-Suomen rannikkoalue käsittää Etelä-Suomen rannikon suunnilleen Loviisasta Turkuun. Alueella toimii ainoastaan yksi sulfiittiselluloosatehdas ja yksi hiomo. Alueella olevien tehtaitten kuusipaperipuiden käyttö oli v. 1935 239 694 pm³. Sen tehtaan paperipuun käyttö, jonka varastossa mittauksia suoritettiin, on noin 80 % alueen kuusipaperipuun käytöstä. Alueelta vietiin paperipuita Päijänteen

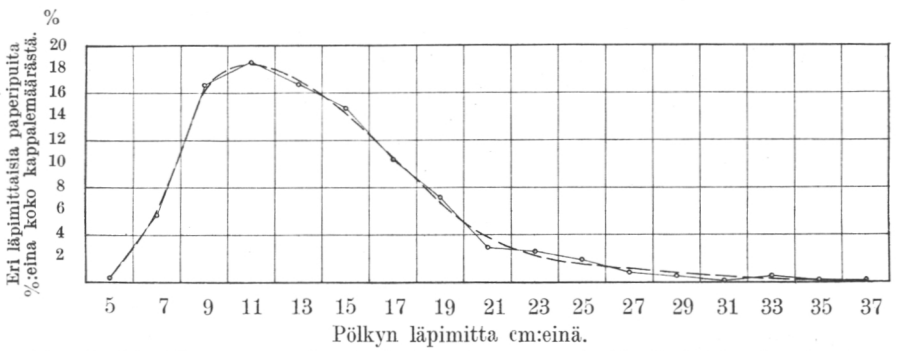
vesistöalueen tehtaille v. 1935 noin 150 000 pm³. Paperipuiden tuontia alueelle ei esiintynyt. Käytettyjen paperipuiden pituus on 1 m.

Suoritettujen mittausten perusteella jakaantuvat alueella käytetyt paperipuut läpimittansa perusteella seuraavasti:

Asetelma 7.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Lounais-Suomen rannikkoalueella.

	Paperipuiden läpimitta cm:einä																			Dm cm
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
M *kpl*	0.4	5.7	16.7	18.6	16.7	14.7	10.4	7.2	2.9	2.6	1.9	0.8	0.5	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1		13.79
M_3	.	1.29	6.26	10.40	13.07	15.32	14.35	12.04	5.92	6.35	5.49	2.70	1.95	0.44	2.52	0.57	0.63	0.70		14.70



Kuva 9. Länsi-Suomen rannikkoalueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Lounais-Suomen rannikkoalueella käytettyjen paperipuiden kappalemäärällä punnittu keskiläpimitta on suhteellisen alhainen verrattuna kuutiomäärällä punnittuun keskiläpimittaan. Tämä johtuu siitä, että käytettyjen paperipuiden läpimittavaihtelu on melkoista suurempi kuin edellä esitetyillä alueilla. Seikka käy selvästi ilmi tarkastettaessa ohuiden ja järeiden paperipuiden suhteellisia määriä. Alueella käytetyt paperipuut jakaantuvat läpimittansa perusteella seuraavasti:

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappaleluvusta	22.80 %	9.60 %
Kuutiomäärästä	7.55 »	27.27 »

Prosenttiluvut osoittavat, että Lounais-Suomen rannikkoalueella käytettyjen ohuiden paperipuiden suhteellinen määrä on Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueen jälkeen suurin maassa. Tästä huoli-

matta on järeiden puiden osuus suunnilleen yhtä suuri kuin alueilla, joilla käytetään järeintä paperipuuta. Kuutiomäärällä punnitun paperipuiden keskiläpimitan mukaan menee kiintokuutiometriin 59.0 pölkkyjuoksumetriä.

Alue 6. Päijänteen-Kymin vesistöalue.

Päijänteen-Kymin vesistöalue käsittää suunnilleen Päijänteen sadealueen. Alueella käytettyjen kuusipaperipuiden määrä oli v. 1935 2 304 593 pm³. Aineisto on kerätty 7 suurimmalta tehtaalta, joiden kuusipaperipuiden käyttö on 94 % alueen koko käytöstä. Alueelle tuodaan huomattavat määrät paperipuita ympäröiviltä alueilta. Eri alueilta tuotujen paperipuiden määrät ovat suunnilleen seuraavat:

Oulunjärven alue	noin	40 000 pm³
Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue	»	10 000 »
Kokemäenjoen alue	»	140 000 »
Lounais-Suomen rannikkoalue	»	150 000 »
Saimaan vesistöalue	»	180 000 »
Kannas	»	90 000 »
	Yhteensä noin	610 000 pm³

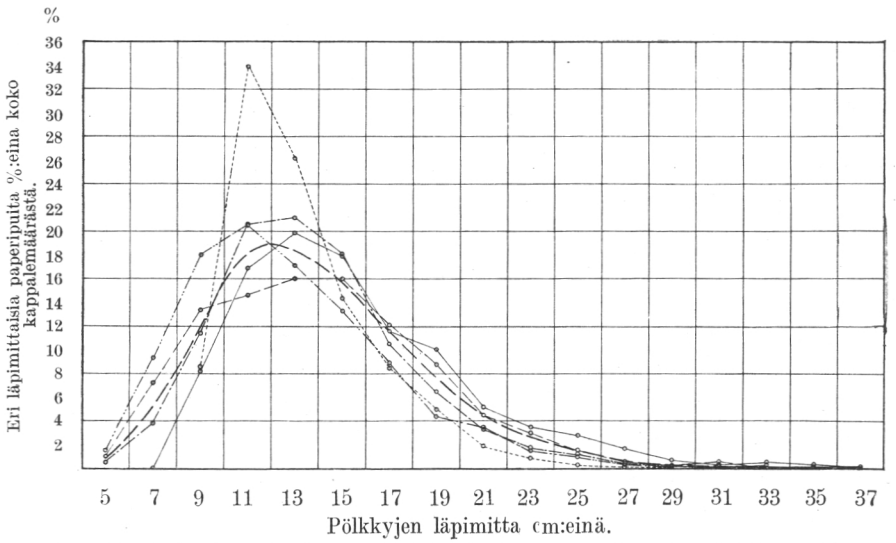
Paperipuiden vientiä muille alueille ei sanottavasti esiinny. Alueella käytettyjen paperipuiden pituus vaihtelee huomattavasti. Alueen pohjoisosissa käytetään määrämittaisiksi katkaistuja 1 ja 2 m pituisia paperipuita, eteläosissa taas edellisten lisäksi huomattavassa määrässä 4-metrisiä ja sitä pitempiä rankoja. Kymin vesistön lauttausyhdistyksen voimassa olevat lauttauskustannusten jakoperusteet edistävät rankojen käyttöä, syystä että lyhyestä tavarasta veloitetaan korotettu uittomaksu. Rautateitse kuljetettu tavara on alueen eteläosan tehtaillakin aina määräpituiseksi katkottua, etupäässä 2-metristä.

Koemittausten mukaan jakaantuvat paperipuut %:eina eri läpimittaluokkiin kappalelukunsa perusteella seuraavan asetelman mukaan. Asetelmassa on viivan alla ensimmäisessä rivissä eri tehtaiden käyttämien paperipuiden läpimittajakaantumissarjojen punnittu keskiarvo. Painolukuina on käytetty kunkin tehtaan v. 1935 käyttämää paperipuumäärää. Asetelman alin rivi osoittaa, miten paperipuut kuutionsa puolesta keskimäärin jakaantuvat eri läpimittaluokkiin.

Asetelma 8.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Päijänteen-Kymin vesistöalueella.

Tehdas	Paperipuiden läpimitta cm:einä																			Dm cm
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1	0.5	3.8	11.4	20.6	21.1	18.1	10.5	6.5	3.3	1.8	1.2	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	—		13.81
2	—	—	8.6	33.9	26.2	14.4	8.5	5.0	1.9	0.9	0.3	0.2	0.1	—	—	—	—	—		13.22
3	—	0.1	8.2	16.9	19.9	17.9	11.6	10.0	5.2	3.5	2.8	1.7	0.7	0.3	0.6	0.4	0.2	—		15.50
4—6	1.0	7.2	13.4	14.6	16.0	16.0	12.1	8.8	4.5	3.0	1.6	0.6	0.3	0.6	0.1	0.2	—	—		15.58
7	1.5	9.3	18.0	20.5	17.1	13.3	8.9	4.4	3.5	1.5	1.0	0.4	0.2	0.1	0.3	—	—	—		12.80
M_{kpl}	0.67	4.63	11.91	18.50	18.59	16.08	11.13	8.04	4.16	2.64	1.64	0.79	0.35	0.38	0.23	0.20	0.06	—		14.20
M_3	0.08	1.01	4.31	10.00	14.03	16.16	14.37	12.96	8.19	6.23	4.58	2.57	1.31	1.61	1.12	1.10	0.37	—		14.95



Kuva 10. Päijänteen-Kymin alueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Asetelma 8 osottaa, että paperipuiden kappaleluvulla punnittu keskiläpimitta vaihtelee eri tehtailla melkoisesti. Samoin on ohuiden, alle 10 cm:n läpimittaisten paperipuiden määrä huomattavan erilainen eri tehtailla. Järeimpiä ovat puut tehtailla, joille huomattava osa puista tuodaan uittamalla. Ohuiden paperipuiden määrä taas on sitä suurempi, mitä etelämpänä tehdas sijaitsee. Koko alueen kappaleluvulla sekä kuutiomäärällä punnitut keskiläpimitat ovat suunnilleen samat kuin Lounais-Suomen rannikkoalueella. Kuutiomäärällä punnitun keskiläpimitan mukaan menee alueella keskimäärin 57.0 juoksumetriä k.-m^3:iin.

Ohuita ja järeitä paperipuita on koko aineiston mukaan keskimäärin seuraavat %-määrät:

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappaleluvusta	17.21 %	10.45 %
Kuutiomäärästä	6.50 »	27.08 »

Jos verrataan edellisiä %-lukuja toisten alueiden vastaaviin %-lukuihin, voidaan todeta, että ohuiden puiden suhteellinen osuus on jonkin verran pienempi kuin Lounais-Suomen rannikkoalueella. Alue on ohuiden puiden käytön runsauteen nähden kolmannella sijalla Etelä-Pohjanmaan ja Lounais-Suomen rannikon jälkeen. Järeiden puiden käytön runsaudessa on alue neljännellä sijalla Saimaan, Kainuun ja Lounais-Suomen jälkeen.

Alue 7. Saimaan vesistöalue.

Saimaan vesistöalueeseen kuuluvaksi on tässä tutkimuksessa luettu alue, jonka länsirajana on suunnilleen Savon rata, pohjoisrajana Oulunläänin raja, itärajana Venäjän raja ja etelärajana Laatokka sekä Saimaan järvialueen eteläreuna. Alue on pinta-alaltaan huomattavasti suurempi kuin muut Etelä-Suomen puoliskon alueet, mutta kun alueen huomattavimmat tehtaat sijaitsevat alueen lounaisosassa ja hankkivat raaka-ainetta suunnilleen koko alueelta, ei alueen jakamisesta olisi ollut vastaavaa hyötyä. Alueen tehtaat käyttivät v. 1935 kuusipaperipuita 2 063 236 pm³. Aineistoa kerättiin alueen 5 suurimmalta tehtaalta, joiden paperipuiden käyttö on noin 86 % alueella käytetystä koko kuusipaperipuumäärästä.

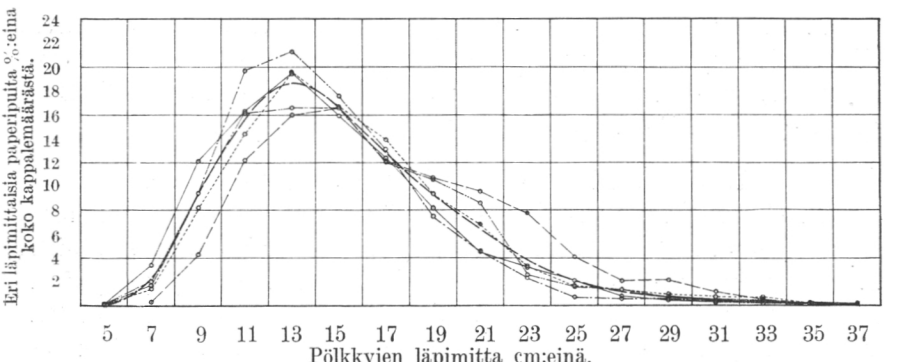
Alueelle tuodaan jonkin verran paperipuita ympäröiviltä alueilta. Oulunjärven alueelta on tuonti noin 35 000 pm³, Päijänteeltä 25 000 pm³ ja Kannakselta noin 40 000 pm³ eli yhteensä noin 100 000 pm³. Muiden alueiden tehtaille vietyjen paperipuiden määrä on kuitenkin suunnilleen neljä kertaa suurempi kuin edellinen, joten paperipuiden käyttötase alueella on vientivoittoinen.

Mittausaineiston mukaan jakaantuvat eri tehtaitten käyttämät paperipuut eri läpimittaluokkiin asetelman 9 mukaisesti.

Asetel-

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina

Tehdas	Paperipuiden									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
1	0.1	3.4	12.1	16.3	19.5	15.9	12.4	8.2	4.5	
2	0.1	1.7	9.4	19.7	21.3	17.6	13.1	7.5	4.6	
3	0.1	1.4	8.2	14.4	19.6	16.7	13.9	9.4	6.8	
4	—	0.3	4.3	12.2	16.0	16.5	12.1	10.7	9.6	
5	0.2	2.0	9.4	16.2	16.6	16.6	12.0	10.6	8.6	
M *kpl*	0.10	1.93	9.07	15.59	18.89	16.55	12.85	9.13	6.48	
M_3	0.10	0.36	2.80	7.18	12.16	14.19	14.58	12.55	10.89	



Kuva 11. Saimaan alueella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Asetelma 9 osoittaa, että Saimaan vesistöalueella käytetyt paperipuut ovat järeämpiä kuin muualla Suomessa. Puiden järeys tulee esiin etenkin kuutiomäärillä punnitussa keskiläpimitassa. Kappalemäärällä punnittu keskiläpimitta ei sanottavasti poikkea Pohjois-Suomen ja Kokemäenjoen puiden keskiläpimitasta, mutta kuutiomäärillä punnittu keskiläpimitta on noin 2 cm suurempi. Tämä johtuu siitä, että alueella käytetyissä paperipuissa on huomattavan paljon erittäin paksujakin puita, joiden kuutiosisältö kohottaa voimakkaasti keskiläpimittaa. Alueella menee keskimäärin 48.5 paperipuu-juoksumetriä kiintokuutiometriin. Järeiden puiden suhteellisen suuri osuus käy ilmi myös seuraavista %-luvuista.

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappaleluvusta	11.10 %	15.89 %
Kuutiomäärästä	3.26 »	36.08 »

Ohuiden paperipuiden käyttö vastaa Saimaan alueella suunnilleen koko maan keskiarvoa. Järeitä puita käytetään sitävastoin huomattavasti enemmän kuin millään muulla alueella. Kuutiomäärään nähden ylittää järeiden puiden käyttöosuus muista alueista ensisijalla olleen Oulunjärven alueen noin ¼:lla. Järeiden paperi-

ma 9.
eri läpimittaluokkiin Saimaan vesistöalueella.

läpimitta cm:einä										Dm cm
24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	
3.2	2.1	0.8	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	—	14.59
2.3	0.7	0.6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	—	—	14.44
3.3	1.7	1.4	1.0	0.8	0.8	0.3	0.1	0.1	—	15.58
7.8	4.1	2.1	2.2	1.2	0.5	0.2	0.1	0.2	0.1	17.21
2.6	1.6	1.4	0.8	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	—	14.53
3.70	2.01	1.22	0.94	0.59	0.50	0.21	0.11	0.12	0.01	15.36
7.45	4.78	3.39	3.01	2.16	2.08	0.98	0.58	0.70	0.06	16.21

puiden osuus alueella käytetyistä paperipuista on siis huomattava. Alueen kuusipuun käyttöön nähden on lisäksi huomattava, että alueella käytetyt kuusitukit ovat myös järeämpiä kuin muualla Suomessa (Vuoristo 1935).

Alue 8. Karjalan kannaksen alue.

Karjalan kannaksen alue käsittää varsinaisen kannaksen sekä lisäksi Suomenlahden rannikkoa suunnilleen Haminan seuduille. Alueella toimii 2 sulfiittiselluloosatehdasta, joiden kuusipaperipuiden käyttö oli v. 1935 724 916 pm³. Toinen tehdas käyttää huomattavasti Venäjältä hankittua paperipuuta. Mittauksia suoritettiin ainoastaan suomalaista raaka-ainetta käyttävällä tehtaalla, jonka paperipuun käyttö on noin 36 % alueen koko käytöstä, ja jäi aineisto tämän vuoksi alueen koko käyttömäärään verrattuna suhteellisesti pienemmäksi kuin muilla alueilla. Kannakselta hankittuun puumäärään verrattuna edustaa se kuitenkin huomattavasti suurempaa osuutta, joten sen voidaan katsoa hyvin kuvaavan alueen paperipuiden laatua.

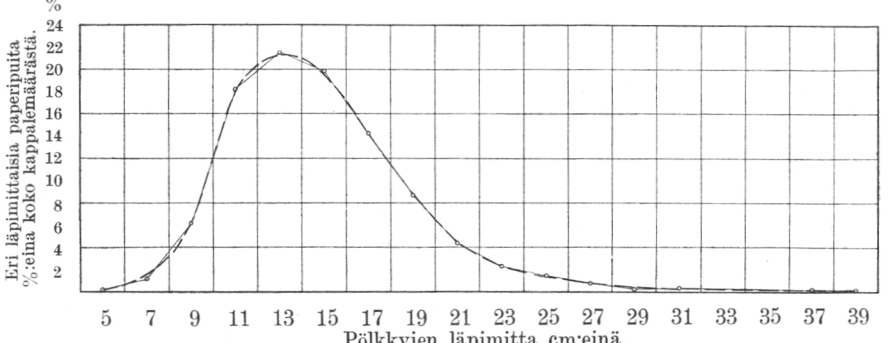
Alueelta viedään muille alueille jalostettavaksi paperipuita noin 150 000 pm³. Tuonti alueelle on kuitenkin noin kaksinkertainen, vaikka Venäjältä tulevat puut jätettäisiin huomioon ottamatta. Alueen paperipuiden käyttö on siis tuontivoittoinen.

Aineiston perusteella jakaantuvat paperipuut eri läpimittaluokkiin asetelman 10 mukaisesti.

Asetelma 10.

Paperipuiden suhteellinen jakaantuminen %:eina eri läpimittaluokkiin Karjalan kannaksella.

	Paperipuiden läpimitta cm:einä																			Dm cm
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
M*kpl*	0.2	1.2	6.2	18.2	21.5	19.8	14.2	8.7	4.4	2.3	1.5	0.8	0.3	0.4	—	—	0.2	0.1		14.83
M_3	0.2	0.24	2.09	9.19	15.16	18.60	17.67	13.10	8.09	5.08	3.91	2.43	1.05	1.60	—	—	1.14	0.63		15.47



Kuva 12. Karjalan kannaksella käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Asetelma ja kuva osoittavat, että paperipuiden läpimitta vaihtelee suhteellisen vähän. Sekä pieniä että suuria puita on keskiläpimittaisiin puihin verrattuna vähemmän kuin muilla alueilla. Keskiläpimitta vastaa siitä huolimatta suunnilleen toisten Etelä-Suomen puoliskon alueiden paperipuiden keskiläpimittoja. Kiintokuutiometriin menee alueen paperipuita 53.2 juoksumetriä.

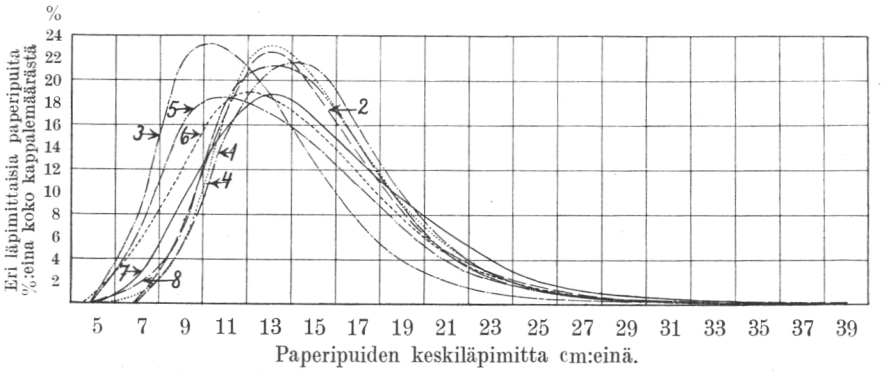
Ohuiden ja järeiden puiden osuudet koko puumäärästä ovat seuraavien %-lukujen mukaiset.

Paperipuista läpimitaltaan	alle 10 cm	yli 20 cm
Kappaleluvusta	7.60 %	10.00 %
Kuutiomäärästä	2.35 »	23.93 »

Sekä ohuiden että järeiden puiden suhteellinen määrä on pienempi kuin alueeseen rajoittuvilla Päijänteen ja Saimaan alueilla.

9. Kokomaassakäytettyjenkuusipaperipuiden läpimittajakaantuminen.

Jotta saataisiin selvä yleiskuva eri osissa maata käytettyjen kuusipaperipuiden läpimittajakaantumisesta, esitetään seuraavassa eri alueilla käytettyjen paperipuiden läpimittäjakaantumissarjat rinnakkain.



Kuva 13. Eri alueilla käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantuminen.

Kuvassa olevat eri alueiden käyrät on numeroitu, joten voidaan tehdä niiden kesken vertailuja. Aluksi tarkastetaan yleisimmin esiintyvää paperipuuläpimitan vaihtelua eri alueilla. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella ja Lounais-Suomen rannikkoalueella on ylei-

simmin esiintyvä paperipuun läpimitta huomattavasti pienempi kuin muilla alueilla. Päijänteen-Kymin alueella on mainittu läpimitta jonkin verran pienempi kuin muilla alueilla. Perä-Pohjolassa se on taas pari senttimetriä suurempi kuin keskimäärin koko maassa. Muilla alueilla on yleisimmin esiintyvä paperipuun läpimitta suunnilleen sama, noin 13 cm. Järeitä paperipuita käytetään Etelä-Pohjanmaan rannikolla huomattavasti vähemmän kuin muilla alueilla. Muilla alueilla ei järeiden paperipuiden käytössä esiinny sanottavaa eroa. Saimaan alueella käytetään järeää paperipuuta kuitenkin jonkin verran enemmän kuin muualla.

Vaikkakin kuva 13 jo antaa hyvän kuvan Suomessa käytettyjen kuusipaperipuiden läpimittajakaantumisesta, on kuitenkin syytä esittää koko maan paperipuiden punnittu läpimittajakaantumissarja. Tämä sarja on laskettu siten, että kunkin alueen sarja on punnittu alueella käytettyjen paperipuiden määrällä. Asetelma 11 esittää Suomessa v. 1935 käytettyjen paperipuiden keskimääräistä jakaantumista eri läpimittaluokkiin.

Asetelma 11.

Suomessa v. 1935 käytettyjen kuusipaperipuiden suhteellinen jakaantuminen eri läpimittaluokkiin.

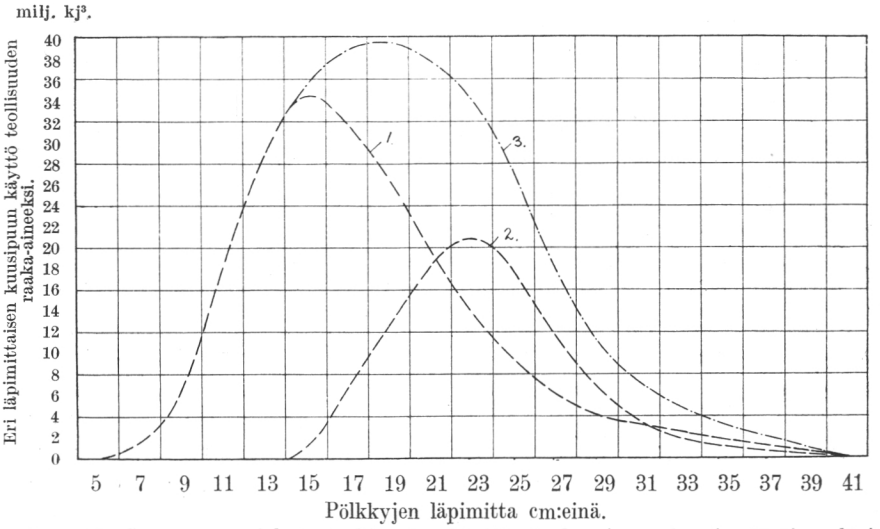
	Paperipuiden läpimitta cm:einä																				Dm cm
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		
M_{kpl}	0.3	2.4	8.7	17.4	22.2	17.8	12.7	8.5	5.0	2.9	1.7	0.9	0.5	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1			14.80
M_3	0.0	0.5	2.9	8.8	14.2	16.8	15.3	12.8	9.2	6.3	4.4	2.7	1.9	1.5	1.2	0.8	0.4	0.3			15.65

Koko maassa käytettyjen paperipuiden kappaleluvulla punnittu keskiläpimitta on siis 14.80 cm ja kuutiomäärällä punnittu keskiläpimitta 15.65 cm. Kiintokuutiometriin menee näin ollen keskimäärin 52.1 juoksumetriä paperipuuta. Alle 10 cm läpimittaisia paperipuita on kappalemäärästä 11.4 % ja kuutiomäärästä 3.4 %. Koko paperipuumäärään nähden on siis alle 10 cm läpimittaisten paperipuiden määrä sangen vähäinen. Läpimitaltaan yli 20 cm paksuisia paperipuita on kappalemäärästä laskien 11.9 % ja kuutiomäärästä laskien 28.7 %. Järeiden paperipuiden osuus koko puumäärästä on siis melkoinen. Ohuiden paperipuiden pieni osuus koko paperipuumäärästä osoittaa, että vaikka paperipuiden minimiläpimitta nykyisin on aivan yleisesti 8 cm, muodostaa 10 cm ohuempien paperipuiden kuutio vain mitättömän osan paperipui-

den kokonaiskuutiomäärästä, eikä katkaisuläpimittaa nykyisestä pienentämällä siis enää paljoakaan voida kuusipuutasetta parantaa.

10. Suomen koko puunjalostusteollisuuden käyttämän kuusipuun läpimittajakaantuminen.

Edellä on esitetty, miten Suomessa käytetyt kuusipaperipuut jakaantuvat eri läpimittaluokkiin. Seuraavassa tarkastetaan, miten Suomen puunjalostusteollisuuden käyttämä kuusipuun määrä kokonaisuudessaan jakaantuu eri läpimittaluokkien kesken. Suomessa käyttää kuusta raaka-aineenaan saha- ja puuvanuketeollisuus. Täysin verrannollisia tietoja mainittujen teollisuuksien raaka-aineen käytöstä ei tosin ole olemassa, syystä että kuusisahatukkien dimensioisesta jakaantumisesta on tietoja vain vuodelta 1934, mutta ilman suuria virheitä voitaneen niitäkin lukuja käyttää siten, että v:n 1935 sahatukkien käyttömäärä jaetaan niiden suhteessa. Teollisuuden raaka-aineena käytetyn kuusipuun dimensioisesta jakaantumisesta saadaan joka tapauksessa luotettava kuva, vaikkakin absoluuttinen kuutiomäärä olisi hieman todellisuudesta poikkeava. Tiedot sahatukkien dimensioisesta jakaantumisesta on esitetty tutkimuksessa »Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden kuusitukkien käytöstä v. 1934.» Siinä olevat tiedot esittävät kuusitukkien käyttöä latvaläpimitan perusteella. Tämän tutkimuksen luvut taas esittävät paperipuiden dimensioista jakaantumista keskiläpimitan perusteella. Jotta molempien tutkimusten luvut saataisiin keskenään verrannollisiksi, muunnetaan sahatukkien läpimitat keskiläpimitoiksi. Muuttaminen toimitetaan Tapion kiintomittataulukkoja apuna käyttäen. Aluksi lasketaan kutakin latvaläpimittaluokkaa varten keskiläpimitta. Tällöin oletetaan 7″:n ja sitä pienempien tukkien keskipituuden olevan 17 jalkaa ja paksumpien 18 jalkaa. Kiintomittataulukoista haetaan kutakin läpimittaluokkaa olevan edellä mainitun pituisen tukin todellinen kuutio ja lasketaan sellaisen tukin pituisen sylinterin läpimitta, jolla on yhtä suuri kuutio. On selvää, ettei menetelmä tukkien muoto huomioon ottaen ole täysin oikea, mutta muutakaan menetelmää ei ole käytettävissä. Kun mainittu latvaläpimittaluokitusta vastaava keskiläpimittaluokitus on määrätty, muunnetaan eri latvaläpimittaluokkien tukkien latvakuutiomäärät todellisiksi kuutiomääriksi kiintomittataulukkojen suhdelukujen perusteella. Puumäärät esitetään engl. j^3:oina. Kuvassa 14 on x-akselilla puiden läpimitat 2 cm:n luokkavälein ja y-akselilla käytetyt kuutiojalkamäärät.



Kuva 14. Suomen puunjalostusteollisuuden käyttämän kuusipuun kuutiomääräinen läpimittajakaantuminen. 1. Paperipuut v. 1935. 2. Sahatukit v. 1935. 3. Yhteensä.

Pilkkuviivoilla piirretyistä käyristä esittää vasemman puoleinen puuvanuketeollisuuden käyttämän paperipuun jakaantumista läpimittaluokkiin ja oikean puoleinen kuusisahatukkien vastaavaa jakaantumista. Molempien teollisuuden haarojen käyttämän kokonaispuumäärän läpimittajakaantumista esittää pilkkupisteviivalla piirretty käyrä. Paperipuiden ja sahatukkien läpimittajakaantumista esittävät käyrät ovat suuresti Gauss'in käyrän muotoisia, hieman vinoja miinus-suuntaan. Paperipuiden jakaantumista esittävän käyrän rajoittama pinta, t. s. paperipuiden määrä, on huomattavasti suurempi kuin tukkipuiden määrä. Tästä johtuukin, että vaikka paperipuiden keskiläpimitta on melkoista pienempi kuin tukkien, on tukeiksi käytetyn järeän puun määrä vain jonkin verran suurempi kuin vastaava paperipuiksi käytetty määrä. Suomen saha- ja puuvanuketeollisuuden käyttämä kuusipuu jakaantuu eri läpimittaluokkiin seuraavan asetelman mukaisesti.

Asetelma 12.

Suomen saha- ja puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipuun %:nen jakaantuminen eri läpimittaluokkiin.

Puun läpim. cm:einä	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
Puita %:eina koko kuutiomäärästä.	0.0	0.8	2.1	5.8	9.3	11.3	12.5	12.7	12.1	10.9	8.6	5.6	3.4	2.2	1.5	1.0	0.2	0.0	0.0

Asetelman mukaan saadaan puunjalostusteollisuuden käyttämän kuusipuun määrän kahteen yhtäsuureen osaan jakavaksi keskiläpimitaksi täysin millimetrein lausuttuna 196 mm. Läpimittajakaantuminen on hieman vino miinus-suuntaan. Kokonaiskuutiomäärästä, 312.2 milj. k.-j^3, on keskiläpimittaa ohuempaa puuta 169.4 milj. k.-j^3 eli 54 %. Keskiläpimittaa paksumpaa kuusipuuta on käytetty paperipuuksi 60.7 milj. k.-j^3 ja tukeiksi 82.1 milj. k.-j^3. Järeää kuusta on siis käytetty sahatukeiksi noin 35 % enemmän kuin paperipuuksi.

Lopuksi on vielä mielenkiintoista tarkastaa, mitä eri läpimittaisen kuusipuun käytön suuntautuminen saha- tai puuvanuketeollisuuden raaka-aineeksi vaikuttaa nykyisen hakkauksen vallitessa eri teollisuuksien raaka-aineen määrään. Koska sahatukkien minimiläpimittaa ei sahateollisuuden työpalkkakustannusten nousun ja sahaustuloksen myyntihinnan laskun vuoksi voitane pienentää, tarkastetaan aluksi minimiläpimitan suurentamisen vaikutusta (Vuoristo 1932, 1933 ja 1935 a). Seuraava asetelma antaa kuvan tukkien minimiläpimitan suurentamisen vaikutuksesta.

Asetelma 13.

Kuusisahatukkien minimiläpimitan suurentamisen vaikutus käytettävissä olevaan paperipuun määrään absoluuttisesti ja suhteellisesti hakkausmäärän ollessa yhtä suuri kuin v. 1935.

Pienin latvaläpimitta, johon kuusitukkeja tehtäisiin	Paperiteollisuudelle vapautuva puumäärä milj. k.-j^3:oina	Edellinen kuutiomäärä %:eina vuoden 1935 paperipuiden käyttömäärästä
4″	0	0
5″	0.9	0.4
6″	13.3	6.4
7″	28.2	13.5
8″	51.4	24.4
9″	74.1	35.5
10″	88.9	42.5
11″	96.8	46.4
12″	100.2	48.0
13″	102.0	48.8
∞	103.8	49.6

Asetelman viimeisen sarekkeen %-luvut osoittavat selvästi, ettei tukkien minimiläpimitan kohtuullinen suurentaminen vaikuta käänteentekevästi paperipuun lisäkäyttömahdollisuuksiin. Asian valaisemiseksi mainittakoon, että v. 1935 ulkomaille viedyn paperipuu-

määrän korvaaminen vaatisi tukkien minimiläpimitan suurentamisen noin 8″:aan. On näin ollen selvää, että kuusen nykyisiä kansantaloudellisesti epäedullisimpia käyttömuotoja on pyrittävä ensin tarmolla välttämään ja vasta sitten ajateltava alempiasteisen jalostusteollisuuden supistamista korkeampiasteisen hyväksi. Kansallistulon lisäämiseksi täytynee viimeksi mainittuunkin järjestelyyn lähitulevaisuudessa kuitenkin ryhtyä.

Erästä saha- ja paperiteollisuuden välistä raaka-aineen vaihtoa olisi kuitenkin jo heti kansantaloudellisesti edullisena pyrittävä saamaan aikaan. Kuten kuva 14 osoittaa, käytetään paperipuuksi huomattava määrä erittäin järeää kuusipuuta ja toiselta puolen taas tukeiksi vastaava määrä sahaustarkoitukseen suhteellisen ohutta puuta. Käyttämällä nämä puumäärät päinvastaisiin tarkoituksiin kuin nykyään saavutettaisiin melkoista edullisempi kokonaistulos. Kuten tunnettua, on tukkipuu sitä arvokkaampaa, mitä järeämpää se on. Puun järeys vaikuttaa edullisesti kaikkiin sahateollisuuden tuotannon tekijöihin. Paperiteollisuuden raaka-aineena ei puiden erittäin suuri järeys lisää niiden arvoa enää paljoakaan siitä, mitä jo pienillä ja keskikokoisilla tukkipuilla on. Jos näin ollen latvaläpimitaltaan 8″ pienemmät tukeiksi käytetyt puut käytettäisiin paperipuiksi ja järeimmät paperipuiksi käytetyt puut vastaavassa määrin tukeiksi, suurenisi tukkien keskikoko huomattavasti, ja niiden arvo täten melkoisesti kohoaisi, ilman että paperipuiden arvo alenisi. 8″ ohuempien tukkien määrä oli v. 1934 51.4 milj. k.-j[3]. Jos tämä määrä vaihdettaisiin mahdollisimman tarkkaan järeimpiin paperipuihin, täytyisi tähän tarkotukseen käyttää 22 cm paksummat paperipuut. Kuusitukkien keskiläpimitta kohoaisi siten nykyisestään noin 2″:lla. Tuotantokustannuksiin ja sahatavaran myyntihintaan vaikuttaisi tukkien keskiläpimitan suurentuminen 2″:lla erittäin edullisesti. Kuusitukkien arvo sahoilla nousisi nykyiseen verrattuna noin 20 % (Vuoristo 1935 b).

Koska tulevaisuudessa mahdollisesti tullaan suorittamaan tämän tutkimuksen tapaisia tutkimuksia käytetyn kuusipuun läpimitta-jakaantumisesta, esitetään seuraavassa pari karakteristikaa, jotka kuvaavat tämän tutkimuksen tuloksina saatuja läpimitan jakaantumissarjoja. Vertaamalla karakteristikojen arvoja mahdollisesti suoritettavan uuden tutkimuksen mukaisiin vastaaviin arvoihin voidaan helposti päättää, mihin suuntaan läpimitan jakaantumissarjat ovat kehittyneet. Mainittuina karakteristikoina käytetään eksessiä (excess) ja vinoutta (skewnes) (Charlier 1906). Edellinen kuvaa läpimitan jakaantumissarjan keskittymistä keskiarvon ympärille, siis toisin sanoen, miten suuresti paperipuiden läpimitta yleisesti vaih-

telee. Vinous taas kuvaa paperipuiden jakaantumissarjan muotoa ja asemaa keskiläpimittaan verrattuna. Eksessi on positiivinen, jos jakaantumissarja on keskittyneempi kuin normaalikäyrä ja negatiivinen päinvastaisessa tapauksessa. Vinous on nolla, jos jakaantumissarja on symmetrinen keskiarvoon nähden, negatiivinen, jos yli puolet sarjan jäsenistä on keskiarvon alapuolella ja päinvastaisessa tapauksessa positiivinen. Karakteristikat on laskettu kaavoilla (Charlier 1906):

$$\text{Vinous } \beta_3 = -\frac{\nu_3}{6\delta^3}$$

$$\text{Eksessi } \beta_4 = \frac{1}{24}\left(\frac{\nu_4}{\delta^4} - 3\right)$$

Karakteristikoiden arvot ovat teollisuuden käyttämälle kuusipuulle seuraavat:

	Vinous β_3	Eksessi β_4
Paperipuut	—0.1611	—0.1902
Tukit	—0.1613	+0.0298
Yhteensä	—0.0719	—0.0006

Vinouden arvot osoittavat, että paperipuiden ja tukkien läpimittajakaantumissarjat ovat suunnilleen yhtä vinoja miinus-suuntaan, mutta koko teollisuuden käyttämän kuusipuun läpimittajakaantumista kuvaava sarja on suunnilleen symmetrinen. Kehitys tulevaisuudessa kulkenee siihen suuntaan, että paperipuiden sarjan miinus-suuntainen vinous häviää ja muuttuu mahdollisesti plus-suuntaiseksi. Tukkien läpimittajakaantumissarjan miinus-suuntainen vinous taas lisääntynee, kun pienet tukit ruvetaan entistä tarkemmin tekemään paperipuiksi. Molempien jakaantumissarjojen eksessi muuttunee plus-suuntaan sitä mukaa kuin puiden käyttöä ryhdytään ohjaamaan läpimitan perusteella edullisimpaan suuntaan, nimittäin siten, että nykyiset pienet tukit tehdään paperipuiksi ja paksut paperipuut tukeiksi.

C. Puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun vuosilustojen leveys alueittain sekä keskimäärin koko maassa.

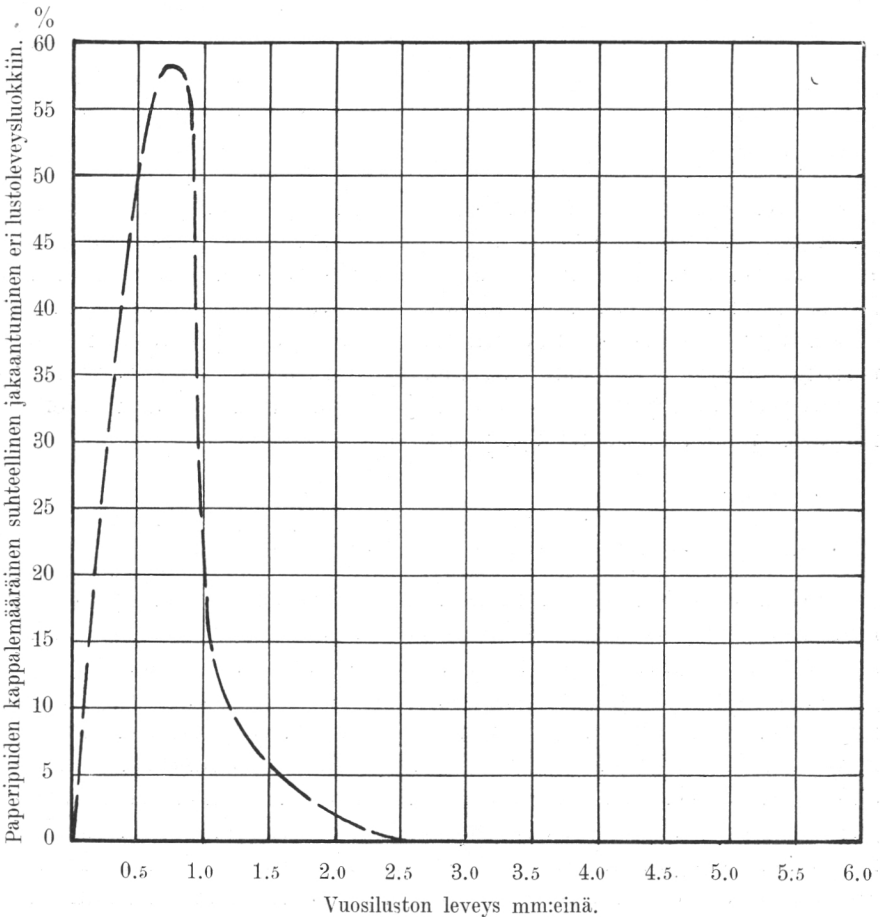
Kuten aineiston keräystä ja käsittelyä selostavassa kappaleessa on esitetty, suoritettiin paperipuiden vuosilustojen mittaus yhtäaikaisesti läpimitan mittauksen kanssa, siten että joka kymmenennen

mitatun pölkyn säteen pituus mitattiin ytimestä vaakasuoraan oikealle ja mittaviivalla olevien vuosilustojen lukumäärä laskettiin. Jakamalla säteen pituus vuosilustojen luvulla saadaan keskimääräinen lustoleveys. Täten saatua keskimääräistä lustoleveyttä on seuraavassa käytetty kuvaamaan puun tiheäsyisyyttä. Puiden eri ikäkausina esiintyneet vaihtelevat kasvuedellytykset samoinkuin puun ikä jo sinänsä aiheuttavat, että vuosilustojen leveys voi vaihdella huomattavasti eri vuosina ja puun eri ikäkausina. Jotta tällainen lustojen leveyden vaihtelu voitaisiin ottaa huomioon pölkyn puuaineen keskimääräisen lustoleveyden määräämisessä, tulisi keskimääräistä lustoleveyttä laskettaessa ottaa huomioon kunkin luston tai lustoryhmän etäisyys puun ytimestä ja näitä etäisyyksiä apuna käyttäen laskea punnittu keskimääräinen lustoleveys. Tällainen menettely aiheuttaisi kuitenkin suhteettoman paljon työtä ja koska toiselta puolen voidaan olettaa, että lustoleveys vaihtelee epäsäännöllisesti puiden eri ikäkausilla, antaa käytetty yksinkertainen keskimääräinen lustoleveyden laskemistapa tyydyttävän tuloksen.

Seuraavassa tarkastetaan paperipuiden lustoleveyttä alueittain. Tällöin kiinnitetään huomio kahteen seikkaan. Ensiksikin tarkastetaan, miten puut aineiston mukaan jakaantuvat eri luokkiin vuosilustojen leveyden perusteella. Jakaantumisperustana on tässä aineiston pölkkyjen kappaleluku riippumatta niiden koosta. Saatu tulos ei tämän vuoksi kuvaa koko puumäärän vuosilustojen leveyden jakaantumista, sillä voidaan olettaa, kuten myöhemmin nähdäänkin, että vuosilustojen leveyden ja pölkyn läpimitan välillä on määrätty korrelatio ja puumäärä siis kuutiomääräänsä nähden jakaantuu eri vuosilustojen leveysluokkiin jossakin määrin eri tavoin kuin kappalemääräänsä nähden. Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välisen korrelation selvittämiseksi on kunkin tehtaan aineistosta muodostettu korrelatiotaulukko ja laskettu ominaisuuksien riippuvaisuutta kuvaamaan ensimmäinen regressiosuora. Näiden suorien yhtälöt esitetään asiaa yksityiskohtaisesti käsiteltäessä. Siitä huolimatta, että puiden läpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä on Etelä-Suomessa melkoisen voimakas positiivinen korrelatio, ei tätä ole katsottu olevan syytä ottaa huomioon puumäärän keskimääräistä lustoleveyttä määrättäessä. Menettelyn perusteluksi mainittakoon, että paperipuiden läpimitan ja lustoleveyden keskittyessä molempien ratkaisevalta osalta verraten suppealle alalle jakaantumissarjoissaan, ei mainittu melkoinenkaan korrelatio vaikuta sanottavasti asiaan. Seuraavassa tarkastetaan lustoleveyden vaihtelua alueittain.

Alue 1. Perä-Pohjola.

Kuten tunnettua on puiden kasvu Perä-Pohjolassa yleensä sangen hidas. Tämän lisäksi kuuluu suurin osa puuvarastosta vanhoihin ikäluokkiin, joissa kasvunopeus jo luonnostaan on hidastunut. Näin ollen on selviö, että Perä-Pohjolan paperipuiden vuosilustojen leveys on sangen pieni. Aineistossa esiintyvän kahden tehtaan varastoissa suoritettujen mittausten perusteella saadaan vuosiluston keskileveydeksi 0.72 ja 0.81 mm eli keskimäärin molemmilla tehtailla 0.76 mm. Kaikkiaan 87 %:lla pölkyistä on vuosiluston leveys alle 1 mm. Kuva 15 esittää, miten pölkyt lustoleveytensä perusteella jakaantuvat.



Kuva 15. Perä-Pohjolassa käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Kuvasta käy selvästi ilmi, että 1 mm leveämpiä lustoja esiintyy aivan vähän ja 2 ½ mm:n levyinen lusto on levein, mitä aineistossa on.

Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välistä korrelatiota on syytä myös tarkastaa. Ominaisuuksien välisistä korrelatiotauluista lasketut ensimmäisten regressiosuorien yhtälöt ovat seuraavat:

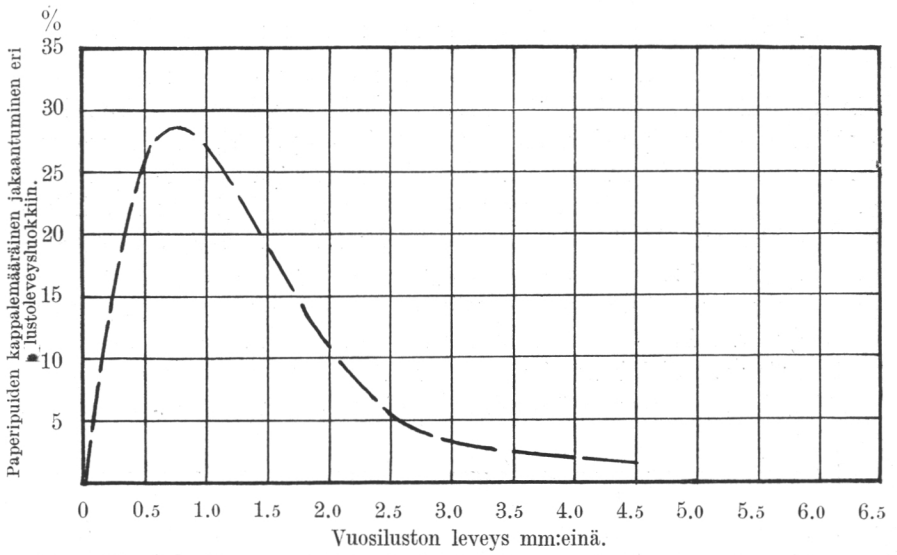
Tehdas 1 $y_1 = -0.0020\,x + 0.84$
» 2 $y_2 = +0.0004\,x + 0.70$
Keskiarvo $y_m = -0.0008\,x + 0.77$, joissa

y = vuosiluston leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Kuten yhtälöistä nähdään, ei pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä ole Perä-Pohjolassa sanottavaa korrelatiota. Erikoisuutena on kuitenkin huomattava, että esiintyvä vähäinen korrelatio on negatiivinen, jollaista ei muilla alueilla missään esiinny. Ilmiön syy lienee se, että suurin osa järeistä paperipuista valmistetaan melkein tai kokonaan kasvunsa lopettaneista yli-ikäisistä puista, mutta pienissä läpimittaluokissa on joukossa jonkin verran nuoremmistakin puista valmistettuja pölkkyjä.

Alue 2. Oulunjärven alue.

Oulunjärven alueella on metsien kasvu jo huomattavasti parempi kuin Perä-Pohjolassa, ja lisäksi hakataan alueella myös nuoriakin metsiä paperipuiksi. Kahden aineistossa esiintyvän tehtaan paperipuiden keskimääräiseksi vuosiluston leveydeksi saadaan 1.00 ja 1.38 mm, joten keskiarvo on 1.19 mm. Tehdas, jonka pölkkyjen vuosilustojen keskileveys on 1.00 mm, hankkii huomattavan osan raaka-aineestaan alueen pohjoisosista, joten tehtaiden välinen vuosilustojen leveysero on käsitettävä. Joka tapauksessa on luston keskimääräinen leveys noin 57 % suurempi kuin Perä-Pohjolassa. Kuva 16 esittää alueella käytettyjen puiden jakaantumista vuosiluston leveyden perusteella.



Kuva 16. Oulunjärven vesistöalueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Suunnilleen puolella pölkkyluvusta on vuosiluston leveys jo yli 1 mm, ja melkoisella määrällä pölkyistä se on jo huomattava, aina 4 ½ mm:iin asti.

Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä on heikko positiivinen korrelatio. Regressiosuorien yhtälöt ovat seuraavat:

Tehdas 1 $y_1 = + 0.0098\,x + 1.22$
» 2 $y_2 = + 0.0132\,x + 0.80$

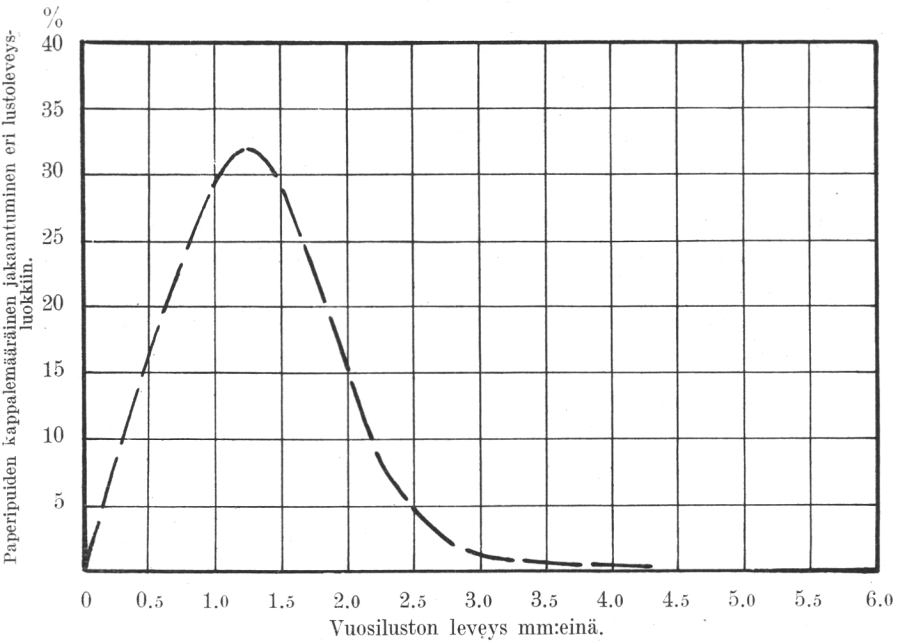
Keskiarvo $y_m = + 0.0115\,x + 1.01$, joissa

y = vuosiluston leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Alueen pohjoisosista raaka-ainetta hankkivan tehtaan lustoleveyttä kuvaava yhtälö osoittaa jonkin verran voimakkaampaa positiivista korrelatiota kuin toisen tehtaan vastaava yhtälö. Ilmiö tuntuisi olevan ristiriidassa sen yleisen suunnan kanssa, että mainittu korrelatio voimistuu positiiviseen suuntaan sitä enemmän, mitä hyväkasvuisemmille seuduille tullaan. Asiaan vaikuttanee tässä tapauksessa sattuma sekä se, että alueen pohjoisosista osittain raaka-ainetta hankkiva tehdas hankkii osan raaka-aineesta taas aivan alueen eteläisimmistä osista, joten pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välinen korrelatio jää riippuvaksi siitä, mistäpäin mitenkin järeää puuta hankitaan.

Alue 3. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue.

Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueen metsät yleensä, mutta etenkin kuusimetsät, ovat olleet ankaran liikahakkauksen alaisina. Nykyään hakattava kuusipuu, sekä tukeiksi että paperipuiksi käytetty, on ohuempaa kuin millään muulla alueella Suomessa. Tästä huolimatta ei vuosiluston keskileveys ole suurempi kuin 1.37 mm. Pölkkyjä, joiden vuosiluston leveys on alle 1 mm on noin $^1/_3$. Tarkastamalla kuvaa 17 nähdään, että hyötykasvuisia puita on tehty paperipuiksi aivan vähän. Sellaisia pölkkyjä, joiden vuosiluston leveys on 2 ½ mm tai suurempi on vain muutama %. Asia johtunee siitä, että hyötykasvuisimmat ja nopeimmin paksuutta kasvavat puut tehdään järeän puuvaraston niukkuuden vuoksi pääasiassa tukeiksi.



Kuva 17. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välinen korrelatio on melkoista voimakkaampi kuin edellisillä alueilla. Regressiosuoran yhtälö on:

$y = + 0.0287\,x + 1.01$, jossa

y = vuosiluston leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Suoran kulmakertoin on yli kaksi kertaa niin suuri kuin Oulunjärven alueella. Positiivisen korrelation voimakkuus tukee sitä olettamusta, että paperipuita järeämmät tukeiksi tehdyt puut ovat olleet hyötykasvuisia, ja paperipuiden vuosilustojen leveys on tästä johtuen pienempi kuin ehkä voisi olettaa.

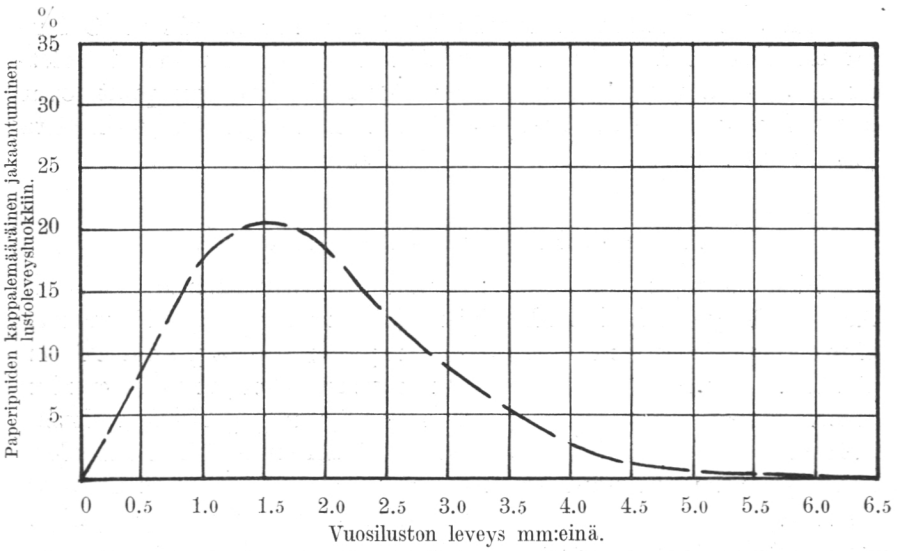
Alue 4. Kokemäenjoen alue.

Kokemäenjoen alue on maamme kuusivaltaisimpia alueita. Alueella käytetään Perä-Pohjolan jälkeen suhteellisesti vähiten ohutta paperipuuta, mutta suhteellisen paljon järeää puuta. Alueen eteläinen asema ja hyvätuottoisten metsämaiden runsaus, etenkin alueen eteläosissa, aiheuttaa, että käytettyjen paperipuiden keskimääräinen vuosilustojen leveys on suhteellisen suuri. Keskinkertaista parempia metsämaita on alueella 54.2 % ja keskinkertaista huonompia vain 15.6 %. Eri tehtailla käytettyjen paperipuiden vuosilustojen keskileveydet ovat seuraavat:

Tehdas	1	Vuosilustojen	keskileveys	.....	1.91 mm
»	2	»	»	.....	1.66 »
»	3	»	»	.....	2.27 »
»	4	»	»	.....	2.18 »
»	5	»	»	.....	1.59 »
		Vuosilustojen	keskileveys	koko alueella	1.92 mm

Eri tehtaiden käyttämien paperipuiden vuosilustojen keskileveys vaihtelee melkoisesti. Tehtaat 2 ja 5 hankkivat huomattavan osan raaka-aineistaan alueen pohjoisosista sekä jonkin verran myös Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueelta. Tämä seikka vaikuttanee sen, että vuosiluston keskileveys näillä tehtailla on pienempi kuin alueella keskimäärin. Toiset kolme tehdasta hankkivat raaka-aineensa varsinaisen Kokemäenjoen alueelta, mutta vuosilustojen leveysvaihtelu aiheutuu etupäässä siitä, että tehtaiden käyttämien paperipuiden järeys vaihtelee melkoisesti. Kun paperipuiden keskiläpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä on huomattava positiivinen korrelatio, aiheuttaa tämä sen, että tehtaalla 1, jossa paperipuiden keskiläpimitta on noin 1 cm pienempi kuin tehtailla 3 ja 4, on myös vuosilustojen leveys pienempi kuin viimeksi mainituilla tehtailla.

Kuva 18 esittää alueen keskimääräistä paperipuupölkkyjen suhteellista jakaantumista vuosilustojen leveyden perusteella. Alle 1 mm levyisiä lustoja esiintyy vain noin $^1/_6$:lla pölkkyluvusta. Huomattavan leveitä lustoja, aina 6 mm:iin asti, esiintyy runsaasti.



Kuva 18. Kokemäenjoen alueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Paperipuiden läpimitan ja vuosilustojen leveyden välistä korrelatiota eri tehtaiden käyttämille paperipuille esittävät seuraavat regressiosuorien yhtälöt:

Tehdas 1 $y_1 = 0.0192\,x + 1.63$
» 2 $y_2 = 0.0797\,x + 0.44$
» 3 $y_3 = 0.0694\,x + 1.19$
» 4 $y_4 = 0.0582\,x + 1.30$
» 5 $y_5 = 0.0254\,x + 1.20$

Keskiarvo $y_m = 0.0504\,x + 1.15$, joissa y = vuosilustojen leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Regressiosuorien kulmakertointen arvot vaihtelevat eri tehtailla melkoisesti. Ne ryhmittyvät kuitenkin suurin piirtein kahteen suuruusluokkaan, joista pienempään kuuluvat tehtaat 1 ja 5 ja suurempaan 2, 3 ja 4. Tehtaitten 1 ja 5 pienet kulmakertoimet johtuvat lähinnä siitä, että tehtaalla 1 käytetään tavallista vähemmän järeitä paperipuita ja tehtaalla 5 taas tavallista vähemmän ohuita paperipuita. Mainituilla tehtailla on siis paperipuiden läpimitan hajaantuminen tavallista pienempi. Kun toiselta puolen ohuissa ja järeissä paperipuissa esiintyy vastaavasti eniten kapeita ja leveitä vuosi-

lustoja, pyrkii korrelatio heikkonemaan, jos jompaa kumpaa äärimmäistä läpimittaluokkaa puuttuu tai sitä on vain vähän.

Keskimäärin on pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välinen positiivinen korrelatio noin kaksi kertaa niin voimakas kuin Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella. Keskinkertaista parempien metsämaiden suhteelliset määrät ovat suunnilleen samassa suhteessa, nimittäin 54.2 ja 23.6 %. Mitä vähemmän huonokasvuisia maita esiintyy, sitä vähemmän on myös hidaskasvuisia puita ja ainoastaan pienet, varjoon sortuneet puut ovat kitukasvuisia ja kapealustoisia.

Alue 5. Lounais-Suomen rannikkoalue.

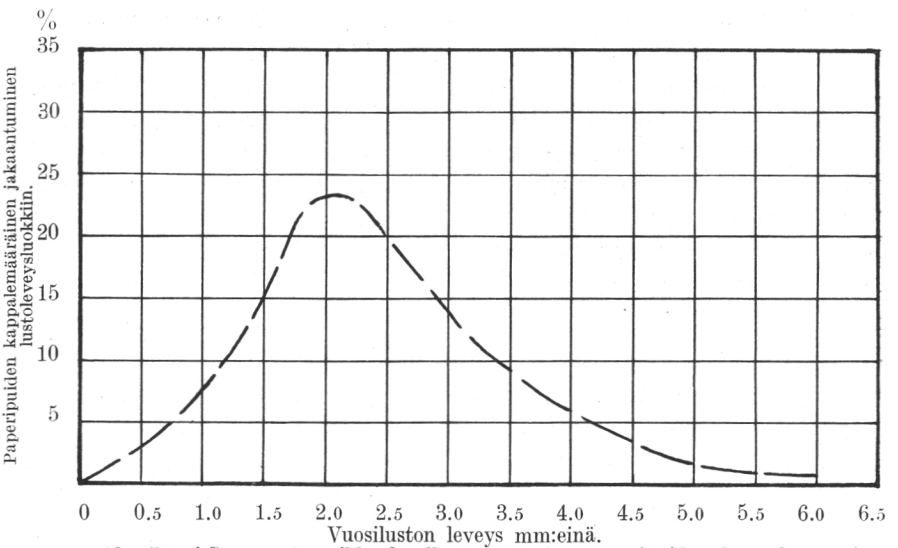
Lounais-Suomen rannikkoalue on Kokemäenjoen alueen jälkeen Suomen kuusivaltaisin. Metsämaat ovat keskilaadultaan parhaat Suomessa. Keskinkertaista parempia metsämaita on 54.8 %, siis hieman runsaammin kuin Kokemäenjoen alueella. Keskinkertaista huonompia taas on suunnilleen saman verran kuin Kokemäenjoen alueella, nimittäin 15.8 % (Ilvessalo 1929). Alueella käytetty paperipuu on suhteellisen ohutta. Puiden keskiläpimitta on alueella toiseksi pienin koko maassa. Tämä johtuu siitä, että järeät kuuset käytetään sahatukeiksi. Alueella käytettyjen paperipuiden vuosilustojen keskileveys on 2.46 mm. Keskileveys on suurempi kuin millään muulla alueella Suomessa. Tämä johtuu osaksi metsämaiden hyvyydestä, osaksi siitä, että yksityiset omistavat metsämaasta 86.4 %, ja iäkkäitä ja yli-ikäisiä metsiä on heidän maillaan aivan vähän. Yli 80 vuoden vanhoihin metsiin kuuluu heidän metsistään vain 9.4 %. Käytännöllisesti katsoen kaikki puut kasvavat vielä hakattaessa suhteellisen nopeasti paksuutta, ja kun toiseksi metsiä on jo monen vuosikymmenen aikana säännöllisesti hakattu, ei varjoon sortuneita pieniä puitakaan juuri ole.

Kuva 19 esittää paperipuiden jakaantumista vuosilustojen leveyden perusteella. Paperipuita, joiden vuosiluston leveys on alle 1 mm, on vain noin 7 % koko määrästä. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että vielä sellaisiakin puita, joiden vuosiluston leveys on yli 4 mm, on saman verran.

Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välistä korrelatiota esittää seuraava regressiosuoran yhtälö:

$$y = 0.0376\ x + 1.89,$$ jossa y = vuosiluston leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Positiivinen korrelatio ei ole aivan yhtä voimakas kuin keskimäärin Kokemäenjoen alueella. Tämä johtunee siitä, että pienienkin



Kuva 19. Länsi-Suomen rannikkoalueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

puiden kasvu hakatuissa metsissä on hyvä, ja suurien puiden latvoista tehdyt ohuet pölkyt ovat myös vielä hyväkasvuista puuta.

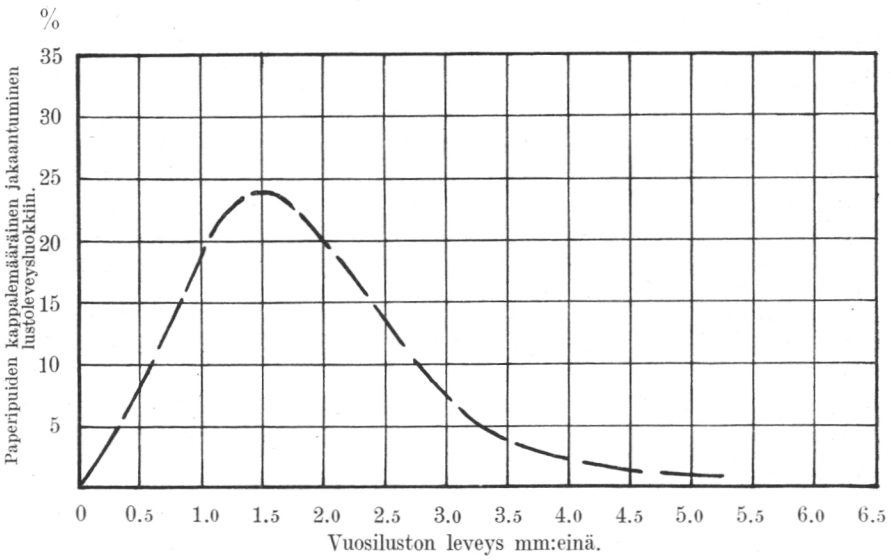
Alue 6. Päijänteen-Kymin vesistöalue.

Päijänteen-Kymin vesistöalue on huomattavan pitkä pohjoisesta etelään. Alueen pohjoisena rajana on Oulunjärven vesistöalue, ja eteläpää rajoittuu Suomenlahteen. Puiden kasvusuhteet vaihtelevat alueella näin ollen melkoisesti. Tehtaiden sijaitseminen alueen eri osissa ei tästä huolimatta kuitenkaan vaikuta suuresti tehtaiden paperipuiden laatuun, syystä että Päijännettä myöten voidaan paperipuita kuljettaa helposti alueen eteläisistä osista myös alueen pohjoisosissa sijaitseville tehtaille. Alueen puustosta on kuusta noin 22.5 % eli suhteellisesti suunnilleen puolta vähemmän kuin Kokemäenjoen ja Lounais-Suomen rannikkoalueella. Keskinkertaista parempia metsämaita on noin 50.9 %, siis hieman vähemmän kuin edellä mainituilla kahdella naapurialueella. Alueella käytettyjen paperipuiden vuosilustojen keskileveys on eri tehtailla seuraava:

Tehdas	1.	Vuosilustojen keskileveys	1.61	mm
»	2.	» »	1.96	»
»	3.	» »	1.72	»
»	4.	» »	2.15	»
»	5.	» »	2.29	»
		Vuosilustojen keskileveys alueella	1.96	mm

Vuosilustojen keskileveys koko alueella on siis suunnilleen sama kuin Kokemäenjoen alueella, jossa se on 1.92 mm. Vuosiluston keskileveys eri tehtailla on yleensä sitä pienempi, mitä pohjoisempana alueella tehdas sijaitsee. Poikkeuksen säännöstä tekee tehdas 4, joka sijaitsee pohjoisimpana. Syynä poikkeukseen lienee se, että tehdas hankkii rautateitse ja autoilla paperipuita asemaansa nähden suhteellisen kaukaa etelästä.

Kuva 20 esittää paperipuiden jakaantumista vuosilustojen leveyden perusteella keskimäärin koko alueella.



Kuva 20. Päijänteen-Kymin vesistöalueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Jakaantumissarja on suunnilleen samanlainen kuin Kokemäenjoen alueella. Paperipuita, joiden vuosilustojen leveys on alle 1 mm on täsmälleen yhtä paljon kuin Kokemäenjoen alueella eli noin $^1/_6$ pölkkyluvusta. Yleisimmin esiintyvä lustoleveys, 1.5 mm, on myös molemmilla alueilla sama. 2 ½ mm levyisiä ja sitä leveämpiä lustoja esiintyy Päijänteen alueella suhteellisesti vähemmän kuin Kokemäenjoen alueella. Erotus ei kuitenkaan ole suuri ja vastaa suunnilleen keskinkertaista parempien metsämaiden suhteellisen määrän eroa.

Paperipuiden läpimitan ja vuosilustojen leveyden välistä korrelatiota eri tehtaiden käyttämille paperipuille esittävät seuraavat regressiosuorien yhtälöt.

Tehdas 1 $y_1 = 0.0562\,x + 0.81$
» 2 $y_2 = 0.0244\,x + 1.52$
» 3 $y_3 = 0.0622\,x + 0.91$
» 4 $y_4 = 0.0896\,x + 0.91$
» 5 $y_5 = 0.0482\,x + 1.66$

Keskiarvo $y_m = 0.0561\,x + 1.17$, joissa y = vuosilustojen leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Positiivinen korrelatio pölkyn läpimitan ja vuosiluston leveyden välillä on keskimäärin sama kuin Kokemäenjoella. Korrelatio on heikoin tehtailla 2 ja 5. Molemmat tehtaat sijaitsevat alueen eteläosassa, mutta hankkivat raaka-ainetta koko alueelta. Pitkien kuljetusmatkojen päästä hankitaan yleensä kuljetuskustannusten säästämiseksi mahdollisimman järeät puut. Alueen pohjoisosista tehtaille tulevat paperipuut ovat täten keskimäärin järeämpiä kuin etelästä, mutta pohjoisessa kasvaneina hidaskasvuisempia kuin etelästä hankitut puut. Ohuet paperipuut, jotka tulevat tehtaalle suurimmaksi osaksi alueen eteläosista, ovat jatkuvan hakkuun alaisissa metsissä kasvaneina taas suhteellisen nopeasti kasvaneista puista. Nämä kaksi korrelatiota heikentävää näkökohtaa selvittävät sen seikan, että koko alueelta raaka-ainetta hankkivien tehtaiden käyttämien pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välinen korrelatio on heikompi kuin suppeammalla hankinta-alueella toimivilla tehtailla.

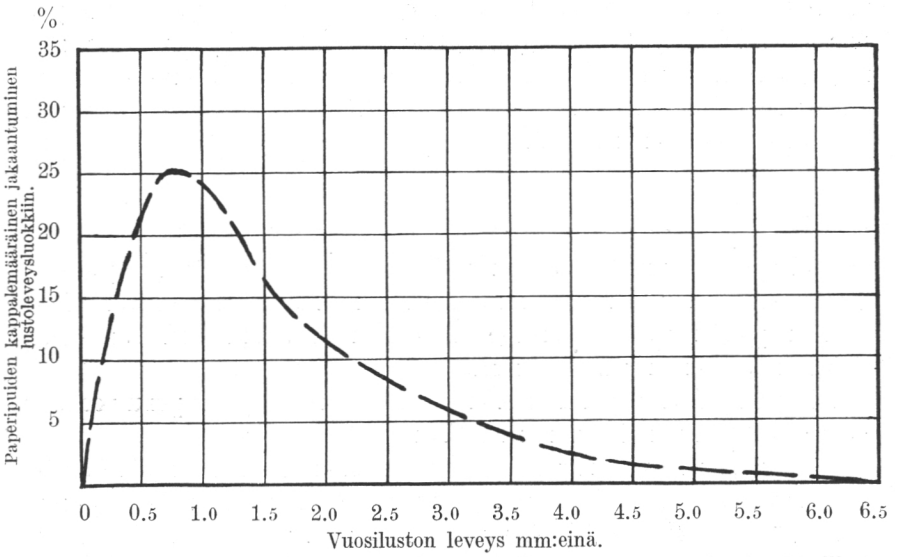
Alue 7. Saimaan vesistöalue.

Saimaan vesistöalue on pinta-alaltaan laajin alue tämän tutkimuksen aluejakoa käyttäen. Varsinaisen Saimaan vesistön metsät ovat metsämaan laatuun nähden verrattavissa Päijänteen metsiin. Keskinkertaista parempia metsämaita on 52.3 %. Pielisen alueen ja Laatokan pohjoisrannikon metsät ovat sitä vastoin huomattavasti karummilla mailla. Edellisellä alueella on keskinkertaista parempia metsämaita 34.6 % ja jälkimmäisellä 31.3 %. Tutkimuksessa käytetyn Saimaan vesistöalueen metsämaiden laatu vaihtelee siis melkoisesti alueen eri osissa. Tästä huolimatta ei eri tehtaiden käyttämien paperipuiden vuosilustojen leveys vaihtele niinkään paljon kuin muilla Etelä-Suomen alueilla. Tämä johtuu siitä, että kaikki tehtaat hankkivat raaka-ainetta sangen laajoilta alueilta, joten metsämaiden erilaisen laadun vaikutus tasaantuu. Keskimääräinen vuosiluston leveys eri tehtailla on seuraava:

Tehdas	1.	Vuosilustojen keskileveys	.....	1.60 mm
»	2	»	.....	1.55 »
»	3	»	.....	1.74 »
»	4	»	.....	1.70 »
»	5	»	.....	1.84 »
		Vuosilustojen keskileveys alueella		1.69 mm

Keskimääräinen vuosiluston leveys on siis melkoista pienempi kuin toisilla Etelä-Suomen alueilla. Erotus aiheutuu siitä, että alueen metsämaat ovat karumpia kuin keskimäärin muualla Etelä-Suomessa, sekä toiseksi siitä, että alueella on huomattavasti vanhoja metsiä. Eri tehtaiden käyttämien paperipuiden vuosilustojen keskileveyden vaihtelu on yleensä aivan vähäinen. Tehtaalla 5 on vuosiluston leveys kuitenkin jonkin verran suurempi kuin toisilla. Syynä tähän lienee se, että mainittu tehdas hankkii kaiken raaka-aineen aivan alueen eteläosasta, joten puiden kasvu tästä johtuen on keskimäärin hieman nopeampaa kuin alueella yleensä.

Kuva 21 esittää koko alueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräistä jakaantumista vuosilustojen leveyden perusteella.



Kuva 21. Saimaan alueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Kuvasta nähdään, että yleisimmin esiintyvä vuosiluston leveys on alle 1 mm, mutta että leveitäkin lustoja esiintyy kohtalaisen runsaasti. Jakaantumissarja vastaa hyvin alueen olosuhteita. Alueen

pohjoisosista ja karuilta mailta saadaan huomattavasti hidaskasvuista puuta, mutta eteläosissa ja hyväkasvuisilla mailla on puiden kasvu nopeaa ja vuosilustot sen mukaisia. Paperipuiden vuosiluston leveyden mukaista jakaantumista esittävä käyrä muistuttaa suuresti vastaavaa Oulunjärven vesistön käyrää.

Paperipuiden läpimitan ja vuosiluston leveyden välistä korrelatiota eri tehtaiden paperipuille esittävät seuraavat regressiosuorien yhtälöt:

Tehdas	1	$y_1 = 0.0347\,x + 1.13$
»	2	$y_2 = 0.0429\,x + 0.86$
»	3	$y_3 = 0.0450\,x + 1.06$
»	4	$y_4 = 0.0374\,x + 1.15$
»	5	$y_5 = 0.0202\,x + 1.52$
Keskiarvo		$y_m = 0.0360\,x + 1.14$

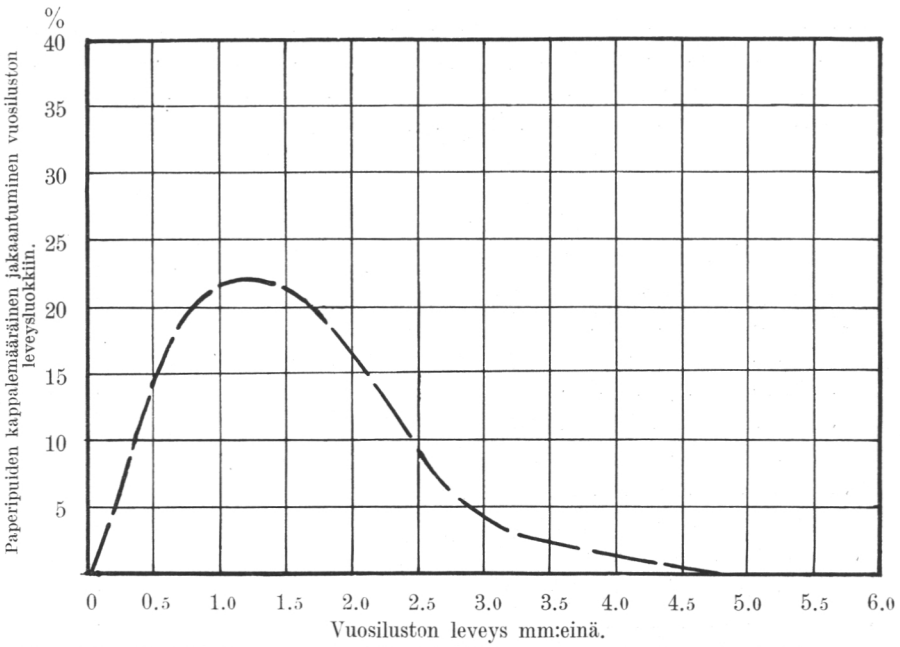
Korrelatio on huomattavasti heikompi kuin Päijänteellä ja Kokemäenjoen alueella. Tämä johtunee pääasiassa siitä, että alueen metsissä on vielä ollut runsaasti vanhaa puuvarastoa etenkin vesistöjen latvoilla, ja siellä hakatut järeät paperipuut ovat siis kapealustoisia. Heikoin korrelatio esiintyy tehtaalla 5. Kuten jo on mainittu, hankkii tämä tehdas kaiken raaka-aineensa alueen eteläosasta, jossa metsä jo yleensä on hakattua ja pienienkin puiden kasvu tämän vuoksi suhteellisen nopeaa.

Alue 8. Karjalan kannas.

Karjalan kannaksen alueen metsämaat ovat hyvyytensä puolesta verrattavissa Saimaan alueen metsämaihin. Aineistossa olevan yhden tehtaan puiden vuosiluston keskileveys onkin suunnilleen sama kuin Saimaan alueen, nim. 1.65 mm.

Paperipuiden jakaantuminen vuosiluston leveyden perusteella on kuvassa 22 olevan käyrän mukainen.

Käyrän muoto on melkoisesti erilainen kuin Saimaan alueen vastaavan käyrän. Yleisimmin esiintyvä lustoleveys on 1—1 ½ mm, kun se Saimaalla oli ½—1 mm. Yli 2 mm metsissä laskee käyrä nopeasti ja 3 mm leveämpiä lustoja on jo aivan vähän. Erittäin kapeita ja erittäin leveitä lustoja ei siis alueen paperipuissa juuri esiinny. Tämä lienee seuraus siitä, että metsiä on voimakkaasti hakattu, joten aivan kapeita lustoja ei esiinny, mutta toiselta puolen ovat maat yleensä karuja, joten kovin leveitäkään vuosilustoja ei tämän vuoksi kehity.



Kuva 22. Karjalan kannaksen alueella käytettyjen paperipuiden kappalemääräinen suhteellinen jakaantuminen vuosiluston eri leveysluokkiin.

Paperipuiden läpimitan ja vuosilustojen välistä korrelatiota esittää seuraava regressiosuoran yhtälö:

$y = 0.0576\,x + 0.72$, jossa y = vuosiluston leveys mm:einä,
x = pölkyn keskiläpimitta cm:einä.

Pölkyn läpimitan ja vuosiluston leveyden välinen korrelatio on voimakkaampi kuin muilla alueilla. Eroa Päijänteen-Kymin alueen korrelatioon verrattuna on kuitenkin aivan vähän. Voimakas korrelatio pölkyn läpimitan ja vuosiluston välillä johtunee pääasiassa siitä, että kuusimetsät Karjalan kannaksella ovat keskimäärin nuorempia kuin missään muualla Suomessa. 80 vuotta vanhempia metsiä on vain 9.3 %. Lounais-Suomen rannikkoalueellakin on vastaava % 12.4. Kookkaidenkaan puiden kasvu ei näin ollen ole vielä lainkaan hidastunut, joten lustoleveys on puiden yleiseen kasvuun verrattuna suuri.

9. Koko maan alueittainen yhdistelmä.

Yleiskäsityksen saamiseksi kuusipaperipuiden vuosilustojen leveyden vaihtelusta eri osissa maata esitetään seuraavassa vuosilustojen leveyttä koskevat tutkimustulokset alueittaisina keskiarvoina.

Rinnan vuosiluston keskileveyden sekä pölkyn läpimitan ja vuosiluston leveyden välistä riippuvaisuutta kuvaavan regressiosuoran yhtälön kanssa esitetään myös kasvullisen metsämaan hyvyyttä esittävä suhdeluku Ilvessalon mukaan.

Alue	I Vuosiluston keskileveys mm:einä	II Pölkyn läpimitan ja vuosiluston leveyden välinen riippuvaisuus	III Kasvullisen metsämaan keskihyvyys Ilvessalon mukaan
I. Perä-Pohjola	0.76	$y = -0.0008\,x + 0.85$	2.4
II. Oulunjärven alue ..	1.19	$y = +0.0115\,x + 1.01$	3.1
III. Etelä-Pohjanmaan rannikkoalue	1.37	$y = +0.0287\,x + 1.01$	5.1
IV. Kokemäenjoen alue	1.92	$y = +0.0504\,x + 1.15$	6.8
V. Lounais-Suomen rannikkoalue	2.46	$y = +0.0376\,x + 1.89$	6.8
VI. Päijänteen-Kymin vesistöalue	1.96	$y = +0.0561\,x + 1.17$	6.7
VII. Saimaan vesistöalue	1.69	$y = +0.0360\,x + 1.14$	6.5
VIII. Karjalan kannas ..	1.65	$y = +0.0576\,x + 0.72$	6.1
Käyttömäärällä punnittu keskiarvo ..	1.74	$y_m = +0.0419\,x + 1.10$	

Aluksi tarkastetaan vuosiluston keskileveyden ja metsämaan keskihyvyyssuhdeluvun välistä riippuvaisuutta. Asetelma osoittaa, että mainitut ominaisuudet seuraavat huomattavan säännöllisesti toisiaan. Eniten poikkeaa säännönmukaisuudesta Lounais-Suomen rannikkoalueen keskilustoleveys, joka on huomattavasti suurempi kuin Kokemäenjoen ja Päijänteen alueilla, vaikka metsämaiden keskihyvyydet ovat suunnilleen samat. Asiaan vaikuttavat todennäköisesti ilmastolliset tekijät, jotka Lounais-Suomen rannikkoalueella ovat tunnetusti paljon edullisemmat kuin missään muualla Suomessa.

Pölkkyjen läpimitan ja vuosilustojen leveyden välinen korrelatio suurenee yleensä positiiviseen suuntaan, mitä etelämmäksi tullaan. Tämä johtunee kahdesta seikasta. Ensiksikin on pohjoisessa puiden kasvu yleensä hidasta, joten kookkaidenkin puiden vuosilustot ovat kapeita, mutta toiselta puolen ovat metsät harvoja, niin etteivät puut pienempinäkään joudu kitumaan varjossa, joten niidenkin vuosilustot saavuttavat saman leveyden kuin suurempienkin. Lisäksi on suurissa puissa paljon kasvunsa lopettaneita puita, joiden uloimmat vuosilustot ovat aivan kapeita. Etelämpään tultaessa paranevat puiden kasvuedellytykset sekä ilmastoon että maaperään nähden.

Puuyksilöiden keskinäinen kilpailu alkaa yhä ratkaisevampana tekijänä säätää niiden kasvunopeutta. Kanssakilpailijansa voittanut, runsaasti valoa saava puu kasvaa nopeasti ja varjostaa entistä enemmän voittamiaan tovereita. Voittaja kehittyy nopeasti, ja voitetut kasvavat yhä hitaammin ja jäävät ainaiseksi pieniksi puiksi. Tällä tavoin on selitettävissä ilmiö, että puiden läpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä on yleensä sitä voimakkaampi positiivinen korrelatio, mitä etelämmäksi ja siis edullisemmille kasvupaikoille tullaan. Poikkeuksia tähän luonnonmukaiseen asiain menoon aiheuttavat kuitenkin monet tekijät. Tärkein näistä on metsien hakkaus. Hakkuilla voidaan näet huomattavasti säännöstellä puiden keskinäistä kilpailua ja siten aiheuttaa huomattavia muutoksia lopputulokseen. Suomessa on suunnitelmallisia hakkuita kuitenkin vielä suoritettu siksi vähäisessä määrin, että luonnon varassa tapahtuvan kehityksen tulos yhä selvänä esiintyy puiden koon ja vuosilustojen leveyden positiivisessa korrelatiossa.

D. Suomessa käytettyjen kuusipaperipuiden läpimitan vertailu naapurimaiden paperipuiden läpimittoihin.

Tietojen saanti naapurimaissa käytettyjen paperipuiden läpimitoista on sangen vaikeaa, koska julkaistuja tutkimuksia asiasta ei ole. Tämän vuoksi onkin tyydyttävä tekemään vertailuja niiden harvojen yksityistä tietä saatujen tietojen ja mittaustulosten perusteella, joita on onnistuttu saamaan.

Venäläisten paperipuiden läpimittajakaantumisesta ja vuosilustojen leveydestä saadaan jonkinlainen kuva niiden mittausten perusteella, jotka tämän tutkimuksen yhteydessä suoritettiin eräällä Itä-Suomessa sijaitsevalla tehtaalla, jonne oli tuotu Venäjältä paperipuita.

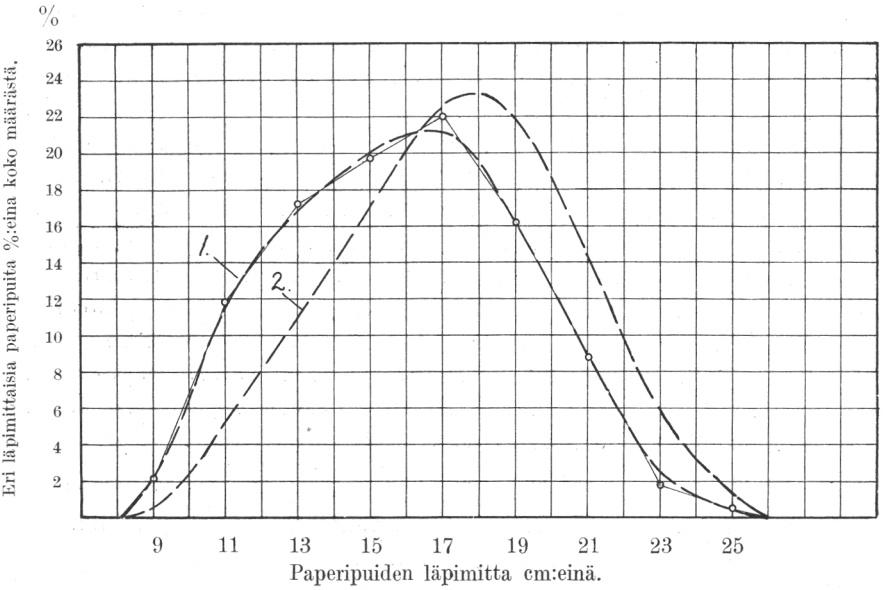
Mittaustulosten mukaan on paperipuiden suhteellinen kappalemääräinen ja kuutiomääräinen jakaantuminen eri läpimittaluokkiin seuraavan asetelman mukainen.

Asetelma 14.

Venäjältä tuotujen paperipuiden suhteellinen kappalemääräinen ja kuutiomääräinen jakaantuminen eri läpimittaluokkiin.

Pölkkyjen läpimitta cm:einä	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
Pölkkyjen lukumäärästä kuuluu läpimittaluokkaan %	2.2	11.6	16.8	20.1	21.2	16.1	8.8	2.6	0.6	=100 %	M 16.09 cm
Kokonaiskuutiosta kuuluu läpimittaluokkaan %	0.63	5.30	10.71	17.06	23.09	21.92	14.64	5.19	1.46	=100 %	M 16.21 cm

Selvän kuvan saamiseksi läpimittajakaantumisesta esitetään edellisen asetelman arvot kuvassa 23 graafisesti.



Kuva 23. Venäjältä Suomeen tuotujen paperipuiden läpimittajakaantuminen. 1. Kappalemääräinen jakaantuminen. 2. Kuutiomääräinen jakaantuminen.

Kuvasta nähdään, että Venäjältä tuotujen paperipuiden läpimittajakaantuminen poikkeaa huomattavasti Suomessa käytettyjen paperipuiden läpimittajakaantumisesta. Alle 10 cm läpimittaisia puita on aivan vähän, joten näyttää siltä, että 10 cm on pidetty minimiläpimittana paperipuita tehtäessä. Toinen huomattava ero Suomessa käytettyihin paperipuihin verrattuna on se, että järeitä pölkkyjä on paperipuissa myös aivan vähän. Ilmeisesti järeä kuusipuu on käytetty sahatukeiksi, kuten kansantaloudellisesti onkin edullisinta. Ohuiden ja järeiden paperipuiden vähäisestä määrästä johtuu, että kappalemäärällä punnittu keskiläpimitta on melkoisesti suurempi kuin millään alueella Suomessa, mutta kuutiomäärällä punnittu keskiläpimitta on vain noin ½ cm suurempi kuin keskimäärin Suomessa käytetyillä paperipuilla. Keskiläpimitan perusteella menee kiintokuutiometriin 48.2 juoksumetriä paperipuuta.

Vuosilustojen leveys Venäjältä tuoduissa paperipuissa on huomattavasti pienempi kuin suomalaisissa paperipuissa. Kaikkien mitattujen paperipuiden vuosiluston leveys oli alle 1 mm. Vuosiluston leveys vastaa täten suunnilleen vuosiluston leveyttä Perä-Pohjolan alueella. On kuitenkin huomattava, että Venäjältä tuodut paperi-

puut ovat Laatokan seuduilta hakattuja ja siis huomattavasti etelämmästä kuin Perä-Pohjolan alue. Venäläisten paperipuiden vuosiluston leveys on lähimmin verrattavissa Saimaan ja Kannaksen alueiden paperipuiden vuosiluston leveyteen, jotka olivat 1.69 ja 1.65 mm. Venäjältä tuotujen paperipuiden vuosilustojen leveys on siis huomattavasti pienempi kuin verrattavissa olevilta alueilta Suomessa hakattujen paperipuiden vuosilustojen leveys.

Norjassa käytettyjen paperipuiden läpimitoista on saatu tietoja eri vesistöillä puiden mittauksissa laadittujen luetteloiden perusteella. Tiedot ovat v. 1933 uitetuista puista, jotka siis ovat tulleet käytetyiksi suurin piirtein v. 1934 eli yhtä vuotta aikaisemmin kuin tämän tutkimuksen aineistona olevat puut. Tietoja on Glommen'in, Drammen'in ja Inn-Trøndelag'in alueilta. Mainittujen alueiden paperipuiden hankinta käsittää noin 68 % Norjan koko paperipuuhankinnasta. Mittaustulokset perustuvat yhteensä noin 75 000 k.-m³ mittaukseen. Ikävä kyllä ei mittausten perusteella käy ilmi paperipuiden läpimittajakaantuminen, vaan on niiden perusteella tyydyttävä toteamaan vain puiden keskiläpimitta. Koska alkuperäisissä tiedoissa ilmoitetaan kiintokuutiometri- ja juoksumetrimäärät, esitetään seuraavassa Norjan paperipuiden järeyttä kuvaamaan paperipuujuoksumetrimäärä kiintokuutiometreissä sekä sitä vastaava keskiläpimitta eri alueilla. Tämän lisäksi esitetään eri alueiden suhteellisilla määrillä punnittu keskiarvo.

		Dm
Glommen	47.2 jm/k.-m³	16.5 cm
Drammen	35.8 »	18.6 »
Inn-Trøndelag	47.6 »	16.4 »
Punnittu keskiarvo	44.0 jm/k.-m³	17.0 cm

Edellä esitettyihin lukuihin nähden on huomattava, että ne perustuvat mittauslautakuntien mittauksiin, ja mittaukset on tehty lain mukaisesti ½ cm:ein alaspäin pyöristäen. Tämä pyöristys aiheuttaa, että puiden todellinen läpimitta on 17.25 cm ja kiintokuutiometriin menee 42.7 juoksumetriä paperipuuta.

Ruotsissa käytettyjen kuusipaperipuiden läpimitoista ei yrityksistä huolimatta ole saatu mittaustuloksiin perustuvia tietoja. Yksityisten henkilöiden antamien tietojen mukaan voidaan kuitenkin päätellä, että kuusipaperipuiden läpimitta Ruotsissa on ainakin yhtä suuri kuin Suomessa, mutta mieluimmin jonkin verran suurempi. Paperipuiden läpimitan vaihtelu vuosittain ja paikkakunnittain lienee Ruotsissa myös suurempi kuin meillä.

Jos verrataan edellä esitettyjen tietojen mukaista paperipuiden järeyttä Suomessa ja naapurimaissa, huomataan kiintokuutiometriin menevän juoksumetrimäärän ja sitä vastaavan paperipuiden keskiläpimitan olevan eri maissa seuraavan:

	jm/k.-m³	Dm cm
Suomi	52.1	15.65
Norja	42.7	17.25
Venäjältä tuodut paperipuut	48.2	16.21

Norjassa käytetty paperipuu on siis huomattavasti järeämpää kuin meikäläinen. Tähän vaikuttaa epäilemättä se, että siellä aikaisemmin sahatukeiksi käytetty puu on kuusipuun lisääntyneen tarpeen vuoksi siirtynyt paperipuuksi.

Venäjältä Suomeen tuotu paperipuu on myös järeämpää kuin Suomessa keskimäärin käytetty. Venäläinen paperipuu on tämän lisäksi tasapaksumpaa ja tiheäsyisempää kuin keski- ja eteläsuomalainen paperipuu. Eduksi venäläiselle puulle on vielä luettava se, että se sisältää aivan vähän alle 10 cm läpimittaista puuta, joten kuorintahäviö tulee tavallista pienemmäksi.

Ruotsissa käytetty kuusipaperipuu on myös saatujen, tosin hajanaisten, tietojen perusteella ainakin yhtä järeää kuin suomalainen.

Tutkimustulosten yhdistelmä.

1. Pinossa olevien paperipuiden keskiläpimitta ja läpimitan jakaantumissarja voidaan käytäntöä varten suoritettavissa tutkimuksissa määrätä mittaamalla pinon sivulta paperipuiden läpimitat. Eri puolilta pinoa suoritetut mittaukset antavat saman tuloksen.

2. Puuvanuketehtaiden varastoissa mittauksia suoritettaessa päästään tyydyttäviin keskiläpimitan määräämistuloksiin jo muutamien satojen pölkkyjen mittauksilla.

3. Suomessa v. 1935 käytetyn kuusipaperipuun keskiläpimitta ja järeyssuhteet sekä vuosiluston leveys vaihtelevat alueittain seuraavan asetelman mukaisesti.

Asetelma 15.

	I	Kuutiomäärästä läpimitaltaan II	III	IV
	Keski-läpimitta cm	alle 10 cm %	yli 20 cm %	Vuosiluston keskim. leveys mm
Pohjanmaan rannikkoalue	13.05	12.80	14.20	1.37
Lounais-Suomen rannikkoalue ..	14.70	7.55	27.27	2.46
Päijänteen-Kymin vesistöalue ..	14.95	6.50	27.08	1.96
Karjalan kannaksen alue	15.47	2.35	23.93	1.65
Kokemäenjoen alue	15.56	1.58	24.28	1.92
Oulunjärven vesistöalue	15.70	2.26	28.42	1.19
Perä-Pohjolan alue	15.74	1.60	23.95	0.76
Saimaan vesistöalue	16.21	3.26	36.08	1.69
Punnittu keskiarvo koko maassa	15.65	3.40	28.70	1.74

4. Paperipuiden läpimitan ja vuosilustojen leveyden välillä on määrätty korrelatio, joka vahvistuu positiiviseen suuntaan sitä mukaa mitä etelämmäksi tullaan.

5. Suomen puunjalostusteollisuuden käyttämä kuusipuu voitaisiin nykyistä taloudellisemmin jakaa saha- ja paperiteollisuuden kesken vaihtamalla järeimmät paperipuut ohuimpiin tukkeihin.

6. Suomessa käytetty kuusipaperipuu on keskimäärin pienempiläpimittaista kuin Norjassa ja todennäköisesti myös pienempiläpimittaista kuin Ruotsissa.

Venäjältä Suomeen tuotu paperipuu on myös järeämpää kuin Suomessa keskimäärin käytetty.

Kirjallisuusluettelo.

Aro, Paavo, 1928. Pinopuutavarain pino- ja kiintomitan välisiä suhdelukuja (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 13). Helsinki.

—»— 1931. Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 14). Helsinki.

—»— 1933. Puun kuivumisen aiheuttaman kutistumisen vaikutus tilastoissa esitettyihin puumääriin (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 14). Helsinki.

—»— 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 20). Helsinki.

Blakeman, J. 1905. On Tests for Linearity of Regression in Frequency Distributions (Biometrika. Vol. IV. Part III), Cambridge.

Burgman, A. Osk. 1930. Prov med slipning av frodvuxen och tätvuxen gran (Pappers- och Trävarutidskrift för Finland).

Charlier, C. V. L. 1906. Researches into the Theory of Probability (Lunds Universitets Årsskrift).

Kiintomittataulukkoja. 1929. (Keskusmetsäseura Tapion julk.) Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö, 1929. Suomen päävesistöalueiden metsät. Tuloksia vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 13). Helsinki.

Jalava, Matti, 1929. Pyöreän pinopuutavaran mittaamisesta. (Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen julk. 13). Helsinki.

Kinnman, Gunno, 1923. Bestämning av vedens volymvikt (Undersökning över vedens tekniska egenskaper I. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift).

—»— 1923. Kvalitetsfordringar på pappersved och skogsvårdsåtgärdernas avpassande därefter (Undersökningar över pappersvedens tekniska egenskaper III. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift).

—»— 1923. Virkets tekniska egenskaper med hänsyn till cellulosatillverkningen (Forstlig Tidskrift).

Klem, Gustav G. 1929. Om undersøkelser over grantømmerets kvalitet (vedinnhold) og et forslag til kvalitetsbedømmelse av tømmer (Sliperiforsøk. Meddelelse N:o 5 fra Papirindustriens Forskningskomite). Oslo.

—»— 1934. Undersøkelser av granvirkets kvalitet (Meddelelser fra Det Norske Skogsforsøksvesen). Oslo.

Vuoristo, Ilmari, 1932. Sahalaitosten työpalkkakustannusten riippuvaisuus sahatukkien suuruudesta (Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 9). Helsinki.

—»— 1933. Sahatukkien teko ja ajo Perä-Pohjolan metsissä (Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 10). Helsinki.

—»— 1935 a. Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden kuusitukkien käytöstä v. 1934 (Eripainos Suomen Paperi- ja Puutavaralehdestä). Helsinki.

—»— 1935 b. Sahatukkien arvosuhteista (Metsälehti).

—»— 1935 c. Kappalepaljouden laki (Suomen Paperi- ja Puutavaralehti).

Yule, G. Udny, 1929. An introduction to the theory of statistics. London.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE QUALITÄT DES VON DER ZELLULOSE- UND SCHLEIFHOLZINDUSTRIE VERBRAUCHTEN FICHTENPAPIERHOLZES IN FINNLAND.

REFERAT.

I Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich darauf, den Durchmesser des von der finnischen Zellulose- u. Schleifholzindustrie verbrauchten Fichtenpapierholzes sowie dessen Jahrringbreite festzustellen. Beide Eigenschaften haben eine wichtige forstwissenschaftliche und bearbeitungstechnische Bedeutung. In Finnland wird das Papierholz allgemein in Raummetern gemessen, und da die wirkliche Festmasse in einem Raummeter umso kleiner ist, je dünner das Papierholz ist, so wirkt die Stärke des Holzes beträchtlich auf den wirklichen Wert des Raummeters ein.

Die Jahrringbreite wieder bewirkt, dass das Holz mit dichten Fasern im Durchschnitt ein besseres Ergebnis ergibt als das lichtfaserige (Klem 1929, 1934, Kinnman 1923, Burgman 1930). Aus diesen Gründen ist es also wichtig die Eigenschaften des Papierholzes zu kennen, die diese Untersuchung bespricht.

II Das Untersuchungsmaterial; seine Beschaffung und Behandlung.

Die Vermessungen für diese Untersuchung wurden in den Papierholzlagern der Zellulose- u. Schleifholzindustrieanlagen im Dezember 1935 ausgeführt. Im Lager jeder Fabrik wurde der Durchmesser von 2 000 Papierholzblöcken sowie die Jahrringbreite von 200 Blöcken gemessen. Um vertretbares Material zu bekommen, wurde die Messung in jedem Lager an 20 verschiedenen Stellen ausgeführt. Der Gesamtbestand wurde in 20 gleiche Teile geteilt. Die Messtellen wurden über das ganze Lager verteilt. Fig. 1 (Seite 12) zeigt wie die Messtellen genau im voraus bestimmt wurden. Es ist nicht möglich, den Durchmesser des Papierholzes in der Mitte des Stapels zu messen, ohne den Stapel einzureissen, was sehr viel Arbeit verursacht hätte. Deshalb wurde die Aufmerksamkeit zuerst auf das Entwickeln der Messungsmethode gelenkt. Die ausgeführten Probemessungen zeigten, dass durch die Messung der Durchmesser an der Seite des Stapels für die Praxis genügend genaue Resultate erreicht werden, um den Mitteldurchmesser sowie die Durchmesserverteilung zu ermitteln. Der Durchmesser wurde immer wagerecht gemessen (so wie das Holz liegt), so dass in Betracht der Unregelmässigkeit der Durchschnitte der Mittelwert eine wahllose Probe vertritt. Dass der Mitteldurchmesser in jedem Falle den Mitteldurchmesser des gesamten Holzvorrats darstellt, wird auch dadurch bestätigt, dass das Papierholz nach den Fabriken meistens geflösst wird; da-

durch wird es so gut gemischt, dass kein plötzlicher Güteunterschied in den Lagern zu merken ist.

Zur Ermittlung der Jahrringbreite wurde der Halbmesser des Blockes von dem Kern aus wagerecht nach rechts mit Abrundung auf volle Millimeter gemessen und die Zahl der Jahresringe ausgezählt.

Da die Wachstumsbedingungen der Bäume in verschiedenen Teilen des Landes verschieden sind, ist das Land für diese Untersuchung in 8 Wuchs-Gebiete eingeteilt, wie aus der Karte 2 hervorgeht. Die Gebiete sind in grossen Zügen nach den Wassergebieten geordnet. Dessenungeachtet werden aber Papierholzbestände von einem Gebiet nach einem anderen transportiert.

Am Ende der Untersuchung sind die Ergebnisse mit den entsprechenden Angaben aus Schweden und Norwegen verglichen; ebenso mit den Messungsresultaten der aus Russland nach Finnland importierten Papierholzmengen.

III Die Ergebnisse der Untersuchung.

Zuerst wird die Vermessungszahl untersucht. Es wird die Genauigkeit der wahllosen Vermessung des Zopf- und Stammendes auf die Vermessungs-Ergebnisse der aufgestapelten Papierholzblöcke geprüft. Die Probemessung von 2 000 Blöcken ergab bei Vermessung in der Mitte einen Mitteldurchmesser von 13.24 ± 0.08 cm. Das Ergebnis der Vermessung an den beiden Enden war dagegen 13.43 ± 0.09 cm. Die Ergebnisse der beiden Vermessungsmethoden sind also praktisch dieselben. Der Mittendurchmesser des Papierholzbestandes kann also ohne Zweifel mit genügender Genauigkeit für die Praxis durch Vermessung an den beiden Enden ermittelt werden. Da die Vermessung an beiden Enden doppelt so viel Arbeit macht wie die Vermessung nur an einer Seite des Stapels, so wurde untersucht, was für ein Ergebnis die Vermessung nur des einen Endes ergeben würde.

Die mit der Stückzahl gewogenen Mittelwerte sind danach folgende:

in der Mitte	13.24 ± 0.08 cm
an der einen Seite	13.42 ± 0.09 »
an der anderen, entgegengesetzten Seite	13.45 ± 0.09 »

Die nach den an beiden Seiten ausgeführten Messungen berechneten Mitteldurchmesser unterscheiden sich von einander nur um 0.3 mm. Bei der Vermessung an einer Seite wird also dasselbe Resultat erreicht wie bei der Vermessung an zwei Seiten.

Die in der Figur dargestellten Kurven zeigen die Vermessungsergebnisse von 2 000 Blöcken. Die gezogene Linie zeigt das Resultat der Vermessung in der Mitte, die punktierte Linie dasjenige der Vermessung an einer Seite und die kurz gebrochene Linie dasjenige an der entgegengesetzten Seite.

In der Tabelle ist der Durchmesser des Papierholzvorrates in Zentimetern auf der Abszisse und der prozentuale Teil der Blöcke mit verschiedenen Durchmessern von der ganzen Stückzahl auf der Ordinate aufgetragen.

Durch Berechnen der Dispersion (σ) in alle drei Verteilungsreihen kann der Unterschied des Auseinandergehens einigermassen gemessen werden. Die Werte der Dispersion sind: die Mittelmessung = 3.54, die Messung am Ende 1. = 3.91 und die Messung am Ende 2. = 3.97. Da die Messung der Blöcke an der Seite des Stapels an jeder beliebigen Stelle des Lagers leicht gemessen werden kann, wird eine gleichwertige Probe auch von grossen Papierholzbeständen mit geringer Mühe erreicht.

Die Korrelationstabelle 1 (Seite 21) zeigt die Abhängigkeit der Verschmälerung der 2 000 Papierholzblöcke von dem Durchmesser der Blöcke.

Die Abszisse gibt den in der Mitte der Blöcke gemessenen Durchmesser mit dem Klassenabstand von 1 cm und die Ordinate den Unterschied zwischen dem Zopf- und Stammdurchmesser der Blöcke mit dem Klassenabstand von ½ cm an. Die Zahlen in der Tabelle zeigen die Stückzahl der Blöcke. Auf Grund der Tabelle ist der Durchschnittswert der Verschmälerungsreihe jeder Durchmesserklasse berechnet und dieser mit einem kleinen Kreise in der Tabelle bezeichnet. Auf Grund der ganzen Tabelle ist die erste Regressionsgerade berechnet worden und als Kompensationsgerade in die Tabelle eingezeichnet. Die Formel der Gerade ist die folgende:

$y = 0.137\,x - 0.723$, wo y = die Verschmälerung des Blockes von 2 m in cm. x = der Durchmesser in der Mitte des Blockes in cm bedeutet.

Fig. 4 (Seite 23) zeigt die Verteilungsreihen des Durchmessers des Papierholzbestandes auf Grund der an verschiedenen Stellen der Blöcke ausgeführten Durchmessermessungen. Die Weiser aller Durchmesserverteilungsreihen sind der Form nach ungefähr gleich, und stehen in der Richtung der Abszisse in der der Verschmälerung der Blöcke entsprechenden Ordnung. Die einheitliche Linie bezeichnet das Stammende des Blockes, die lang gebrochene Linie das Zopfende und die kurz gebrochene Linie die Mitte des Blockes. Die Dispersionen der verschiedenen Durchmesserverteilungsreihen sind die folgenden:

Zopfendereihe $\sigma = 3.46$, Mittelreihe $\sigma = 3.54$, Stammendereihe $\sigma = 4.08$.

Aufstellung 1 (Seite 25) stellt die Einwirkung der Anzahl der Vermessungen auf die Genauigkeit des Messungsergebnisses dar. Die Zahlen in der ersten Spalte bedeuten die Ordnungsnummern der vermessenen Bestandpartie. Die anderen Zahlen in den verschiedenen Spalten bedeuten die Mitteldurchmesser der Papierholzblöcke. Und zwar in der Spalte II den Mitteldurchmesser nach der Messung aller (2 000) Blöcke, in der Spalte III denjenigen nach der Vermessung jedes zweiten Blockes, in der Spalte IV den prozentualen Unterschied zwischen dem Mittelwert der letzteren und der ersteren, in der Spalte V den Durchmesser nach der Messung jedes zehnten Blockes und in der Spalte VI den prozentualen Unterschied zwischen dem letztgenannten Mitteldurchmesser und demjenigen des ganzen Holzbestandes. Da die von ungleichem Material ermittelten Mitteldurchmesser nur sehr wenig von einander abweichen, können die von dem ganzen Material ermittelten Vermessungsergebnisse als sicher angesehen werden.

Aufstellung 2 (Seite 26) zeigt die Wirkung der Anzahl der Vermessungsstellen auf die Genauigkeit der Ergebnisse. Spalte I die Ordnungszahlen. In den folgenden Spalten die Mitteldurchmesser der Papierholzblöcke so dass II = der Durchmesser aus allen Vermessungsstellen, III = derjenige aus allen zwei Vermessungsstellen und IV = der prozentuale Unterschied zwischen III und II. Der kleine Unterschied zwischen den auf dem ganzen Material beruhenden Mitteldurchmessern und denjenigen, die nur auf dem halben Material beruhen, zeigt, dass genug Vermessungsstellen für sichere Resultate ausgewählt worden sind.

Fig. 13 (Seite 41) stellt graphisch die stückweise Verteilung der Papierholzblöcke aus den Probeflächen dieser Untersuchung dar (Vgl. Fig. 2). Die Kurven der verschiedenen Gebiete in der Figur sind numeriert. Im Küstengebiete Süd-Österbottens (III) und in Südwest-Finnland (V) ist der Mitteldurch-

messer des Papierholzes bedeutend kleiner als in den anderen Gebieten. Im Gebiete des Päijänne—Kymi (VI) ist der Mitteldurchmesser auch ein wenig kleiner als in anderen Gebieten.

Im äussersten Norden (I) ist der Mitteldurchmesser wieder einige Zentimeter grösser als durchschnittlich im ganzen Lande. In den anderen Gebieten entspricht der am häufigsten vorkommende Durchmesser des Papierholzes ungefähr dem Landesdurchschnitt, etwa 13 cm. Grobes Papierholz wird an der Küste Süd-Österbottens (III) bedeutend weniger als in den anderen Gebieten verbraucht. Im übrigen Lande ist im Verbrauch des groben Papierholzes kein besonderer Unterschied zu bemerken. Nur im Saimaa Gebiete (VII) wird grobes Papierholz etwas mehr als anderswo verbraucht.

Aufstellung 11 (Seite 42) stellt die verhältnismässige Verteilung des im Jahre 1935 in Finnland verbrauchten Fichtenpapierholzes in verschiedenen Durchmesserklassen dar. Die Zahlenreihe für jedes Gebiet ist darin mit dem auf dem Gebiete verbrauchten Papierholzbestand gewogen. Die oberste Zahlenreihe bedeutet den Durchmesser in cm. Die zweite den Anteil der verschiedenen Durchmesserklassen an dem ganzen Holzbestand in Prozenten nach der Stückzahl und die unterste Reihe denselben in Prozenten nach der Kubikmasse. Im ganzen Lande ist der mit der Stückzahl gewogene Mitteldurchmesser 14.80 cm und der mit der Kubikmasse gewogene 15.65 cm. Ein Festkubikmeter enthält durchschnittlich 52 lfd. m. Papierholz. Papierholz mit weniger als 10 cm Durchmesser gibt es 11.4 % der Stückzahl und 3.4 % der Kubikmasse. Die Menge des Papierholzes mit weniger als 10 cm Durchmesser ist also verhältnismässig gering. Papierholz mit über 20 cm Durchmesser gibt es 11.9 % der ganzer Stückzahl und 28.7 % der Kubikmasse. Der Bestand des starken Papierholzes ist also verhältnismässig gross. Der kleine Anteil des schwachen Papierholzes zeigt, dass die Kubikmasse des Papierholzes mit weniger als 10 cm Durchmesser nur einen geringen Teil der Gesamtkubikmasse des Papierholzbestandes ausmacht; wenn auch der Mindestdurchmesser des Papierholzes heutzutage ganz allgemein 7—8 cm ist, kann also die Fichtenholzbilanz nicht mehr viel durch Herabsetzung des Durchmessers verbessert werden.

In Kartentab. 2 (Seite 14) ist die obenbesprochene Durchmesserverteilung auch graphisch dargestellt. Jedes Gebiet hat seinen eigenen Kreis, wo der schwarze Teil die Papierholzmasse unter 10 cm, der Teil nach rechts den Holzbestand über 20 cm und der übrige Teil denjenigen von 10—20 cm zeigt. Der grösste Kreis stellt den Verbrauch des Fichtenpapierholzes im ganzen Lande im Jahre 1935 dar: 5.6 Millionen Festkubikmeter.

Fig. 14 (Seite 44) stellt die Durchmesserverteilung der Kubikmasse des von der finnischen Holzbearbeitungsindustrie verbrauchten Fichtenholzes im Jahre 1935 dar.

In der Sägeindustrie ist der Holzbestand im Jahre 1935 der Konsumtion entsprechend, aber die Durchmesserverteilung stimmt im Jahre 1934 mit der auf der Konsumtion beruhenden Untersuchung überein. Der Zeitunterschied von einem Jahre dürfte jedoch nicht viel auf die Durchmesserverteilung der Sägeblöcke einwirken. Die Abszisse gibt die Durchmesserverteilung in cm, die Ordinate die Fichtenbestände in Millionen von Festkubikfüssen an. Die Kurven in der Figur bedeuten: N:o 1 Papierholz, N:o 2 Sägeblöcke und N:o 3 die beiden zusammen. Dasselbe zeigt die Aufstellung 12 (Seite 44), wo die Verteilung des Fichtenholzes in % auf verschiedene Durchmesserklassen dargestellt wird. Die obere Reihe enthält den Durchmesser des Stammes in cm, die untere Zahlen-

reihe die Holzbestände in Prozenten von der gesamten Kubikmasse. Aufst. 13 (Seite 45) stellt die Wirkung der Erhöhung des Mindestzopfdurchmessers der Fichtensägeblöcke auf den dann noch zur Verfügung stehenden Papierholzbestand absolut wie relativ im Vergleich zu der Grösse der Fichtengesamtabnutzung in Finnland dar. Die Aufstellung ist in drei Spalten eingeteilt, von denen die erste »Mindestzopfdurchmesser der Fichtenblöcke» heisst. Die zweite Spalte: »der der Papierindustrie danach verbleibende Holzbestand in Millionen von Festkubikfüssen». Die dritte Spalte: »Die verbleibende Kubikmasse im Verhältnis zu dem Papierholzverbrauch im Jahre 1935». Die Prozentzahlen der letzten Spalte in Aufst. 13 zeigen offenbar, dass die mässige Erhöhung des Mindestzopfdurchmessers der Sägestämme nicht bedeutend auf eine weitere Steigerung des dann verbleibenden Papierholzvorrates einwirkt. Wie aus Fig. 14 hervorgeht, wird ein bedeutender Bestand des sehr starken Fichtenholzes als Papierholz und anderseits wieder ein entsprechender Bestand des für Sägeware verhältnismässig dünnen Holzes als Sägestämme gebraucht. Durch Verwendung dieser Holzbestände für die entgegengesetzten eigentlichen Zwecke, würde ein bedeutend günstigeres wirtschaftliches Gesamtergebnis als jetzt erreicht werden. Auf die Produktionskosten und auf den Verkaufspreis der Sägewaren würde die Steigerung des Mitteldurchmessers der Blöcke um zwei Zoll besonders vorteilhaft einwirken. Die Wertsteigerung wäre etwa 20 % des heutigen Wertes (Vuoristo 1935).

Die Figuren 15—22 stellen die Jahrringbreite des von der Papierholzindustrie verbrauchten Fichtenholzes auf den verschiedenen Gebieten nach der Gebietseinteilung dieser Untersuchung dar (vgl. Karte 2). Der Unterschied in der Breite der Jahresringe in den verschiedenen Teilen des Landes wird auf Seite 62 dargestellt, wo anstatt der verschiedenen Gebiete I die Mittelbreite des Jahresringes in mm, II die Abhängigkeit zwischen dem Durchmesser und dem Jahresring des Stammes und III die Mittelgüte des vegetativen Forstbodens eingesetzt ist.

Ein Vergleich der Stärke des Papierholzes in Finnland mit derjenigen in Nachbarländern zeigt, dass der Laufmeterbestand von einem Festkubikmeter und der entsprechende Durchmesser des Papierholzes in den verschiedenen Ländern der folgende ist:

	lfd./f:cbm	Dm. cm
Finnland	52.1	15.65
Norwegen	42.7	17.25
das aus Russland nach Finnland importierte Papierholz	48.2	16.21

Das in Norwegen verbrauchte Papierholz ist stärker als bei uns. Das aus Russland nach Finnland importierte Papierholz, das aufgemessen worden ist, war stärker, gleichmässiger und dichtfaseriger als das mittel- und südfinnische Papierholz. Über das in Schweden verbrauchte Papierholz waren keine genauere Vermessungsresultate zu erhalten, jedoch konnte festgestellt werden, dass der Durchmesser des schwedischen Papierholzes mindestens gleich gross ist, eher etwas grösser, wie das des finnischen.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse.

1) Der Mitteldurchmesser der aufgestapelten Papierhölzer und die Verteilungsreihe desselben können in den für die Praxis ausgeführten Untersuchun-

gen bei Vermessung der Durchmesser des Papierholzes an der Seite des Stapels festgestellt werden. Die Messungen an verschiedenen Seiten des Stapels geben dasselbe Resultat.

2) Bei Vermessungen in den Beständen der Papierholzverarbeitenden Fabriken werden befriedigende Ergebnisse des Mitteldurchmessers schon durch die Messungen einiger Hundert von Blöcken erreicht.

3) Der Mitteldurchmesser, die Stärkeverhältnisse sowie die Jahrringsbreite des in Finnland im Jahre 1935 verbrauchten Papierholzes sind auf den verschiedenen Wuchsgebieten folgende:

Aufstellung 15.

	I Mitteldurchmesser cm	II Von der mit dem Durchmesser unter 10 cm	III Kubikmasse über 20 cm	IV Die durchschnittliche Jahrringbreite mm
Das Küstengebiet Österbottens	13.05	12.80 %	14.20 %	1.37
» Südwest-Finnlands	14.70	7.55 »	27.27 »	2.46
Das Päijänne-Kymi Wassergebiet	14.95	6.50 »	27.08 »	1.96
Die karelische Landenge	15.47	2.35 »	23.93 »	1.65
Das Wassergebiet des Kokemäenjoki	15.56	1.58 »	24.28 »	1.92
Das Wassergebiet des Oulunjärvi	15.70	2.26 »	28.42 »	1.19
Das Gebiet des äussersten Nordens	15.74	1.60 »	23.95 »	0.76
Das Wassergebiet des Saimaa	16.21	3.26 »	36.08 »	1.69
Der gewogene Mittelwert im ganzen Land	15.65 cm	3.40 %	28.70 %	1.74 mm

4) Zwischen dem Durchmesser und der Jahrringbreite des Papierholzes befindet sich eine bestimmte Beziehung, die sich in positiver Richtung verstärkt, je weiter man nach Süden geht.

5) Das von der finnischen Holzbearbeitungsindustrie verbrauchte Fichtenholz könnte ökonomischer als heutzutage zwischen der Säge- und Papierindustrie verteilt werden, dadurch dass das stärkere Papierholz mit den schwächsten Sägestämmen ausgetauscht würde.

6) Das Fichtenpapierholz in Finnland hat im Durchschnitt einen geringeren Durchmesser als dasjenige in den Nachbarländern, Norwegen und Schweden, sowie desjenigen von Russland nach Finnland importierte Papierholz.

TUTKIMUKSIA SAHATUKKIEN ARVOSUHTEISTA

I

TUKKIEN LATVALÄPIMITAN VAIKUTUS SAHAUSTULOKSEN MYYNTIHINTAAN

ILMARI VUORISTO

★

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WERTVERHÄLTNISSE DER SÄGEBLÖCKE

I

EINVIRKUNG DES ZOPFDURCHMESSERS DER SÄCEBLÖCKE AUF DIE VERKAUFSPREISE DES SÄGEERGEBNISSES

HELSINKI 1936

Helsinki 1936. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu

Alkusanat 5
I. Johdanto 7
II. Tutkimusaihe ja tutkimusmenetelmä 10
III. Tutkimusaineisto ja sen käsittely 20
IV. Tutkimustulokset 38
A. *Tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen dimensio- ja laatujakautumiseen* 38
1. Sahaustuloksen jakautuminen sahatavararyhmiin 38
a. Pientavara 39
α. Pientavaran keskimääräinen %:nen osuus koko sahatavaran tuotannosta 39
β. Tukkien latvaläpimitan vaikutus pientavaran %:seen osuuteen koko sahaustuloksesta 40
b. Pintalaudat 43
α. Pintalautojen %:nen osuus koko sahatavaran tuotannosta 43
β. Tukkien latvaläpimitan vaikutus pintalautojen %:seen osuuteen koko sahaustuloksesta 45
c. Pitkä sahatavara pintalautoja lukuunottamatta 49
2. Tukkien latvaläpimitan vaikutus pitkän sahatavaran dimensioiseen jakautumiseen pintalautoja lukuunottamatta 50
3. Sahaustuloksen jakautuminen eri sahatavararyhmiin ja pitkän tavaran eri leveyksiin 64
4. Muun pitkän sahatavaran paitsi pintalautojen jakautuminen lajittelemattomaan, kvintta- ja hylkytavaraan 65
B. *Sahatavaran eri ryhmien, kokojen ja laatujen hintasuhteet* 79
1. Lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteet 79
2. Lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteet 81
3. Kvinttamäntysahatavaran hinnat ja hintasuhteet lajittelemattoman mäntysahatavaran hintoihin verrattuina .. 82
4. Kvinttakuusisahatavaran hinnat ja hintasuhteet lajittelemattoman kuusisahatavaran hintoihin verrattuina 93
5. Pintalautojen hinnat ja hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina 102

Sivu

6. Hylkytavaran hinnat ja hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina 105
7. Pientavaran hinnat sekä hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina 106
   a. Kimmet ja laatikkolaudat 107
   b. Rimalaudat 109
   c. Kepit 111
   d. Päreet 112
   e. Kuutiopätkät 115
   f. Pientavaran suhteelliset keskihinnat 117

C. *Sahatukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen suhteelliseen myyntihintaan* 120

Loppusanat 125

Kirjallisuusluettelo 127

Deutsches Referat 130

Alkusanat.

Jos metsätalous ja sahateollisuus halutaan saada samalle suunnitelman mukaiselle pohjalle, millä hyödykkeiden tuotanto nykyisin yleisesti on, on tärkeää, että tunnetaan erilaisten tukkien arvosuhteet. Tämä tieto tekee osaltaan mahdolliseksi yksityiskohtaisen metsätalouden suunnittelun sekä tuloslaskennan metsä- ja puunjalostusteollisuudessa. — Kysymyksen tärkeydestä huolimatta ovat tietomme erilaisten tukkien arvosuhteista kuitenkin toistaiseksi olleet siksi vajanaiset, että käytännössä esiintyvä tarve on antanut tekijälle aiheen ryhtyä käsillä olevaan tutkimustyöhön.

Tutkimuksen teon on tehnyt mahdolliseksi puunjalostusteollisuuden suopea suhtautuminen tutkimukseen sekä tekijälle tarjoutunut tilaisuus suorittaa tutkimus Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Tutkimuksen julkaiseminen tutkimuslaitoksen julkaisusarjassa on myös helpoittanut sen julkisuuteen pääsyä.

Tutkimusta tehdessäni olen professori E i n o S a a r e l t a saanut arvokkaita neuvoja ja ohjeita, joista pyydän tässä esittää hänelle parhaat kiitokseni. Samalla kiitän Suomen Sahanomistajayhdistyksen toimitusjohtajaa, vapaaherra E. F. W r e d e'ä ja konttoripäällikkö S. L ö f s t r ö m'iä sekä isännöitsijä T. V e s a a, jotka ovat ystävällisesti avustaneet aineiston hankkimisessa. Kaikille apulaisilleni lausun myös kiitokseni.

Helsinki 10. 10. 36.

Ilmari Vuoristo.

I. Johdanto.

Vaikkakin Suomen sahateollisuus on jo useita vuosisatoja vanha, on tukkipuiden helppo saanti aiheuttanut, ettei sahateollisuuden raaka-ainekysymykseen ole kiinnitetty sen ansaitsemaa huomiota. Vasta viime vuosina, kun puun kysyntä maassamme sahateollisuuden sodan jälkeen huomattavasti laajennuttua ja paperiteollisuuden jatkuvan lisääntymisen vaikutuksesta on siinä määrin enentynyt, että kilpailu puuraaka-aineesta on alkanut esiintyä hintoja määräävänä tekijänä, on kysymys sahateollisuuden raaka-aineen koosta ja laadusta päässyt oikeuksiinsa. Tosin sahateollisuuden harjoittajat ovat aina olleet tietoisia raaka-aineen laadun vaikutuksesta sahaustuloksiin, mutta kun ensiluokkaistakin raaka-ainetta on ollut yllin kyllin saatavissa, eivät he ole vaivautuneet ottamaan selvää heikkolaatuisen raaka-aineen mahdollisesta arvosta. Puun käytön jatkuva kasvaminen ja säästöpuuvarastojen hupeneminen on kuitenkin vähitellen pakoittanut sahateollisuuden käyttämään raaka-aineenaan laadultaan huonoakin puuta (S o h l m a n 1932). Siirtyminen entisestä ensiluokkaisesta raaka-aineesta nykyiseen sekalaiseen raaka-aineeseen tapahtui siksi vähitellen, että sahaajat eivät muutosta juuri huomanneetkaan ja käsittelivät raaka-ainettaan, kuten ennenkin, ainoastaan kuutioyksiköitä mittapuuna käyttäen. Ainoastaan puuerän kuutiomäärä ratkaisi hinnan, vaikkakin puiden laatu ja koko useassa tapauksessa vaikuttivat puuerän arvoon yhtä voimakkaasti. Vielä korkeakonjunktuurin aikana vv. 1927—28 oli aivan yleistä, että tukkipuista maksettiin sama hinta olivatpa ne laadultaan ja kooltaan miten vaihtelevia tahansa. Vasta viime pulakausi alhaisine sahatavaran hintoineen sai sahateollisuuden harjoittajamme kiinnittämään huomiota tukkipuiden kokoon ja laatuun (S o h l m a n 1930, V u o r i s t o 1931 b, 1935 f, 1936). Selvimpänä esiintyy tukkien koon ja laadun mukaisen arvon huomiointi hankintatukkien nykyisissä hinta-asteikoissa, mutta hintaero on jo todettavissa pystymetsiäkin ostettaessa (V u o r i s t o 1935 c).

Puunjalostusteollisuutemme piirissä voittaakin nykyään jatkuvasti alaa se mielipide, että metsätalouden ja sahateollisuuden järkiperäinen harjoittaminen vaatii erilaisten tukkien arvosuhteiden tuntemisen. Tästä huolimatta ovat tietomme mainitussa suhteessa vielä sangen vajanaiset. Tämä johtunee lähinnä siitä, että kysymys sahatukkien arvosuhteista on sangen laaja ja monista vaihtelevista tekijöistä riippuva. Kysymyksen suureksi osaksi liiketaloudellinen luonne on myös vaikeuttanut sen selvittämistä. Paitsi sitä, että liiketaloudelliset kysymykset ovat metsätieteellisessä tutkimustyössä viime aikoihin asti olleet syrjäytetyssä asemassa, on aineiston saanti tämän luontoisten kysymysten selvittämiseksi ollut vaikeata. Tietoja asiaan vaikuttavista tekijöistä on pidetty liikesalaisuuksina, eikä niitä sellaisina ole luovutettu tutkijoiden käytettäviksi. Viime aikoina on kuitenkin tässäkin suhteessa tapahtunut muutos, sillä on tultu huomaamaan, että ilman tarpeellista aineistoa ei kysymyksiä voida selvittää. Kun tekijä v. 1932 ryhtyi tutkimaan lajittelemattoman sahatavaran eri kokojen hintasuhteita, luovutti Suomen Sahanomistajayhdistys arkistossaan olevan aineiston tekijän käytettäväksi. Tutkimustyön edistyttyä käsittelemään varsinaisesti sahatukkien arvosuhteita, on Sahanomistajayhdistyksen aineisto sahatavaran hinnoista ollut jatkuvasti käytettävissä. Tämän aineiston perusteella on käynyt mahdolliseksi määrätä sahaustuloksen myyntihinta sen kokoomuksesta riippuen. Sahatukkien koon mukaisten arvosuhteiden selvittämiseen välttämättömän sahateknillisen osan, tukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen kokoomuksen välisen riippuvaisuuden määräämiseen tarpeellisen aineiston hankkimista on sahateollisuus myös auliisti avustanut.

Käsillä oleva tutkimus, tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen myyntihintaan, on osa sahatukkien koon mukaisia arvosuhteita selvittävästä tutkimuksesta. Sahaustuloksen myyntihinta on tukkien koon mukaiseen arvoon vaikuttava positiivinen tekijä. Vähentämällä sahaustuloksen myyntihinnasta tukkien arvoon vaikuttavat negatiiviset tekijät, nimittäin jalostus- ja hankintakustannukset, jää eroitukseksi tukkien todellisen arvon mukainen hinta. Riippuen siitä, mitä kustannuksia sahaustuloksen myyntihinnasta vähennetään, saadaan tukkien arvo määrätyksi jalostusprosessin eri vaiheissa.

Näytteeksi siitä, että puun koon mukainen arvovaihtelu on yleisesti tunnustettu tosiseikka kaikkialla maailmassa, missä sahateollisuutta harjoitetaan, mainittakoon, että esimerkiksi Amerikassa on asiaan viimeisen viiden vuoden kuluessa kiinnitetty vakavaa huomiota ja suoritettu tutkimuksia asian selvittämiseksi (Carver ja Miller 1933, Brandstrom 1933). Samoin on asiaa tutkittu Ruotsissa,

jossa eri kokoisten tukkipuiden hinnoittelusuhteet ovat huomattavasti enemmän puiden koosta riippuvaisia kuin meillä (Eneroth 1914, Welander 1916, Kinnman 1922). Myös Saksassa on tutkittu tukkien arvosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä varsinkin siltä osalta, mikä koskee puun koon vaikutusta hankintakustannuksiin (Hampe 1930, 1931, 1932). Meikäläisissä oloissa on puiden koon mukaisen arvovaihtelun selvittely supistunut toistaiseksi sangen vähään (Helander 1913, 1923, Vuoristo 1932a, 1935f), vaikkakin metsä- ja puunjalostusteollisuuden osuus maamme taloudessa on verrattomasti tärkeämpi tekijä kuin muissa edellämainituissa maissa. Tämä tutkimus pyrkii osaltaan täydentämään tietojamme sahatukkien koon mukaisista arvosuhteista.

II. Tutkimusaihe ja tutkimusmenetelmä.

Tämän tutkimuksen aihe, tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen myyntihintaan, jakautuu kahteen sisällöltään erilaiseen osaan, nimittäin teknilliseen ja liiketaloudelliseen. Edellinen käsittelee sahausta teknillisenä toimintana, jälkimmäinen sahatavaran kauppaa ja hinnan muodostusta. Seuraavassa tarkastetaan kumpaakin tutkimuksen osaa erikseen.

Pohjoismainen sahateollisuus on laadultaan erikoinen sen vuoksi, että käytettävissä oleva raaka-aine asettaa määrätyt rajoitukset tuotannon laadulle verrattain pieniä yksityiskohtia myöten. Nämä rajoitukset aiheutuvat osaksi teknillisistä, osaksi taloudellisista syistä. Teknilliset rajoitukset johtuvat siitä, että pohjoismaiden pääpuulajit, mänty ja kuusi, kasvavat suhteellisen pienikokoisiksi verrattuna niihin sahatavaran kokoihin, joita pohjoismaisen sahateollisuuden myyntimarkkinoilla, Länsi-Euroopassa ostetaan. Erikoistapauksissa saavuttavat puut tosin sellaisenkin koon, että niistä valmistetuista tukeista voidaan mielin määrin sahata suurimpiakin markkinoilla esiintyviä sahatavaran kokoja, mutta näin suurten puiden kasvatus vaatii siksi pitkän ajan, ettei se nykyään pienen puutavaran hintojen kohottua Suomessakaan enää ole taloudellisesti kannattavaa. Puut saavuttavat erikoisen suuren koon vasta siksi vanhoina, että niiden kasvu on tällöin aina hyvin hidasta, ja mônet syyt voivat aiheuttaa niihin vikanaisuuksia, ennenkuin ne ehtivät saavuttaa tavallista suuremmat mittasuhteet. Järkiperäisessä metsätaloudessa hakataankin tukkipuut kaikissa pohjoismaissa sen kokoisina, että suurimpien yksilöiden läpimitta ylittää hieman suurimman markkinoilla esiintyvän sahatavaran leveyden, mutta suurin osa hakatuista puista on huomattavasti pienempiä. Suomessa nykyään sahattavien tukkien keskimääräinen latvaläpimitta on enää vain hieman yli 7″. Kun tukkien koko on pieni markkinoilla kysyttyihin sahatavaran kokoihin verrattuna, on tukeista yleensä pakko sahata niin järeitä sahatavaran kokoja kuin mahdollista. Sahatavaran leveys on se ominaisuus, jota tukkien latvaläpimitta lähinnä rajoittaa. Maksimirajanaan voi sahatavaran leveys lähetä tukin latvaläpimittaa sitä kuitenkaan saavuttamatta.

Tukin latvaläpimittaan verrattuna maksimilevyistä tavaraa saadaan kuitenkin suhteellisen vähän, sillä sitä syntyy vain tukin keskeltä, ja suuri osa sahaustuloksesta tulee huomattavasti kapeampaa. Tuotettaessa määrätty määrä leveää tavaraa syntyy täten pakosta myös kapeita kokoja, haluttakoonpa niitä tai ei. Tämä eri kokojen ja laatujen pakollinen yhtäaikaistuottaminen on sahateollisuudelle ominainen piirre, joka vaikuttaa huomattavasti sahatavaran markkinoihin ja hinnan muodostukseen (Mayr 1932). Tukkien pieni latvaläpimitta ja siitä edellä mainituista syistä johtuva leveiden kokojen suhteellinen niukkuus sahatavaran markkinoilla aiheuttaa, että tukeista sahataan Suomessa yleensä mahdollisimman leveää tavaraa. Tukkien latvaläpimitan ja sahatavaran leveyden välille muodostuu täten verrattain määrätty, kiinteä suhde.

Sahatavaran paksuus on tavallisesti leveyteen verrattuna suhteellisen pieni, joten tavaran paksuus ei riipu tukkien latvaläpimitasta yhtä kiinteästi kuin leveys. Tästä huolimatta vaikuttaa tukkien latvaläpimitta myös sahatavaran paksuuteen. Määrätyn kokoisesta tukista sahatun tavaran paksuus ja maksimileveys riippuvat toisistaan siten, että paksuuden ylitettyä määrätyn, tukin latvaläpimitasta riippuvan rajan alkaa leveys nopeasti pienentyä. Pienenevä leveys taas puolestaan yleensä alentaa sahatavaran hintaa, joten siis taloudelliset syyt rajoittavat määrätyn kokoisesta tukista sahattavan tavaran paksuutta.

Epäedulliseen tulokseen joudutaan myös erittäin ohutta tavaraa sahattaessa. Mitä ohuempaa tavaraa sahataan sitä suurempi on sahajauhohäviö, ja lisääntyvä raaka-ainemenekki huonontaa taloudellista tulosta. Sekä teknilliset että taloudelliset syyt johtavat siis siihen, että määrätyn latvaläpimittaisista tukeista sahataan keskimäärin määrättyjä sahatavaran kokoja. Tulokseen vaikuttaa osittain myös se, että sahatavaran markkinoilla yleisimmin kysytyt sahatavaran koot ovat verrattain rajoitetut (Edberg 1929). — Edellä esitetyistä syistä pyrkii sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen määrätyn latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa muodostumaan aina keskimäärin samanlaiseksi.

Sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen riippuvaisuus tukkien latvaläpimitasta on ominaista erikoisesti pohjoismaiselle sahateollisuustuotannolle. Jos verrataan olosuhteita esimerkiksi Pohjois-Amerikassa, ovat ne toistaiseksi täysin toisenlaiset. Sahattavat tukit ovat latvaläpimitaltaan vielä siksi suuria, että niistä voidaan mielin määrin sahata kaikkia markkinoilla esiintyviä yleisimpiä sahatavaran kokoja. Asian näin ollessa ei tukkien koko määrää niistä

sahattavien tavaroiden dimensioita, vaan sahaustuloksen jakautuminen riippuu muista syistä, lähinnä puun laadusta ja sahatavaran markkinoista.

Koska edellä esitetty tukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen välinen riippuvaisuus ei ole ehdoton, vaan voi yksityistapauksissa suurestikin vaihdella, on syytä tarkastaa niitä syitä, mitkä vaihteluita aiheuttavat, ja onko näistä syistä huolimatta todennäköistä, että tukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen suhde tulee pysymään keskimäärin vakinaisena.

Kuten edellä esitettiin, riippuu määrätyn latvaläpimittaisen tukin sahaustuloksen keskimääräisen dimensioisen jakautumisen vakinaisuus osaksi teknillisistä, osaksi taloudellisista syistä. Aluksi tarkastetaan, voivatko teknilliset syyt aiheuttaa sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen jatkuvaa poikkeusta nykyisestä keskimääräisestä jakautumisesta.

Kuten mainittiin on tukin latvaläpimitan sahattavien kokojen maksimileveyttä rajoittava vaikutus tärkein sahaustuloksen dimensioista jakautumista ohjaava teknillinen tekijä. Koska tämä rajoittava vaikutus on ehdoton, syystä että nykyään sahataan tukeista keskimäärin mahdollisimman leveitä kokoja, voi poikkeus nykyisestä dimensioisesta jakautumisesta tapahtua vain siihen suuntaan, että tukeista aletaan sahata kapeampia kokoja, kuin mitä niistä voidaan saada. Tämän suuntainen kehitys näyttää kuitenkin sangen vähän todennäköiseltä, eikä se nykyisten sahatavaran hintasuhteiden vallitessa ole taloudellisesti mahdollinen. Ainoastaan siinä tapauksessa, että eri levyisten tavaroiden hintasuhteet Länsi-Euroopan sahatavaran markkinoilla muuttuvat kapeille tavaroille nykyistä huomattavasti edullisemmiksi, voi kapeitten kokojen sahaus lisääntyä. Paitsi kysynnän muutos, jota käsitellään myöhemmin, voi mainitun hintasuhteiden muuttumisen aiheuttaa se, että markkinoille ilmestyy runsas leveiden tavaroiden tarjonta sellaisista tuottajamaista, joissa järeää raaka-ainetta on runsaasti. Sellaisia tuottajamaita, jotka pystyisivät tuottamaan runsaasti leveitä ja laadultaan suomalaiseen sahatavaraan verrattavia tavaroita, ei enää Euroopassa ole, senjälkeen kun venäläisten hankintamahdollisuuden piirissä olevat säästömetsät ovat alkaneet voimakkaiden hakkauksien johdosta huveta. Vuonna 1926 tapahtunut eri levyisten sahatavaroiden hintojen huomattava yhdenmukaistuminen aiheutui suureksi osaksi leveiden tavaroiden runsaasta tarjonnasta. Venäjä, Puola ja Kaakkois-Euroopan maat toivat tällöin markkinoille tavallista enemmän leveitä kokoja (Glesinger 1932). Nyt ei tällainen ilmiö mainittujen maiden

metsävarojen perusteella enää liene mahdollinen (Ilvessalo—Jalava 1932, Pennanen 1933, Streyffert 1931, Vuoristo 1935 b). Euroopan ulkopuolisista maista voinee sahatavaran eri leveyksien hintasuhteisiin vaikuttaa vain Kanada. Kanadan mahdollisuudet kalliiden rahtien vuoksi ovat kuitenkin verrattain pienet, ja voidaan tavara edullisemmin sijoittaa Yhdysvaltojen markkinoille sikäli kuin taloudelliset olot siellä pääsevät elpymään (Streyffert 1931). Koska hintojen kehittymiseen kapeita sahatavaran kokoja suosiviksi on sangen pienet mahdollisuudet, on ilmeistä, että tukeista edelleen sahataan keskimäärin niin leveitä kokoja kuin mahdollista. Tähän suuntaan tulee epäilemättä vaikuttamaan myös leveiden kokojen entistä suurempi niukkuus, sillä tukkipuiden koko pohjoismaissa pyrkii alati pienenemään (Pöntynen 1931, Saari 1932, Sohlman 1930).

Sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen toista tekijää, sahatavaran paksuutta, ohjaa osittain sahatavaran leveys säätämällä sahatavaran maksimipaksuuden, osittain tuotannon taloudellinen tulos, joka säätää sahatavaran minimipaksuuden. Edellä esitetyn tarkastelun tuloksena todettiin, ettei määrätyn kokoisesta tukista sahattu tavara suurella todennäköisyydellä tule nykyisestään kapenemaan ja tällöin se ei voi myöskään sanottavammin paksuntua. Nykyistä ohuemman tavaran sahaamiseen ei nykyisien hintasuhteiden vallitessa myös ole taloudellisia mahdollisuuksia. Nykyinen lautojen hinta paksumpaan tavaraan verrattuna ei läheskään korvaa tuotantokustannusten eroa, joten laudan hintojen pitäisi huomattavasti nousta, ennenkuin nykyistä suurempi lautojen sahaus tulisi kannattavaksi (Vuoristo 1931 a, 1935 a ja b). Lautojen kysyntä kohdistuu lisäksi ainoastaan sivulautoihin, joiden tuotanto on täysin rajoitettu. Ei näin ollen ole mitään syytä, joka voisi aiheuttaa määrätyn kokoisen tukin sahaustuloksen keskimääräisen nykyisestään ohentumisen.

Edellä esitetystä käy ilmi, että on erittäin todennäköistä, että se keskimäärin vakinainen suhde, joka nykyään vallitsee tukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen välillä, tulee teknillisistä ja taloudellisista syistä edelleenkin jatkumaan, ja että ne pienet poikkeukset, jotka mahdollisesti aika-ajoittain voivat esiintyä suuntaan tai toiseen, ovat hetkellistä laatua ja häviävät sikäli, kuin niitä aiheuttanut poikkeuksellinen tilanne sahatavaran markkinoilla lakkaa.

Sahatukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen välinen, keskimäärin vakinainen riippuvaisuus on tämän tutkimuksen sahausteknillisen osan perustana.

Tutkimuksen toinen, liiketaloudellinen osa käsittelee sahaustuloksen myyntihintaa. Suomen sahatavaran tuotannosta myydään 80—90 % ulkomaille. Sahatavaroiden hinnan määrää näin ollen ulkomainen markkinahinta. Pohjoismainen sahatavara myydään täysin ratkaisevalta osaltaan Länsi-Eurooppaan. Suomesta viedään sahatavaraa Euroopan ulkopuolelle vain muutamia prosentteja. Etelä-Afrikka on näistä vientimaista tärkein. Eri maiden osto-osuudet ovat vuodesta toiseen melkoisesti vaihdelleet. Kun eri ostajamaat haluavat erikoisesti määrättyjä sahatavaran kokoja, voisi olettaa, että jonkin määrätyn maan enenevä tai vähenevä sahatavaran osto voisi vaikuttaa huomattaviakin muutoksia sahatavaran eri kokojen kysyntään ja siis myös hintaan. Tällöin on kuitenkin huomattava, että ne sahatavaran koot, joita muutamat ostajamaat erikoisesti haluavat, ovat pääasiassa yleiskokoja, joita ostetaan kaikkiin muihinkin maihin. Tällöin ei luonnollisesti yhden maan ostomäärän vaihtelu vaikuta sanottavasti kysymyksessä olevan koon kysyntään enempää kuin hintaankaan. Jos taas kysymyksessä on jokin mitoiltaan täysin erikoinen koko, sahataan sitä yleensä ainoastaan myynnin tapahduttua, joten siinä tapauksessa, ettei kysyntää ole, ei tarjontaakaan esiinny. Lisäksi on huomattava, että Englanti ostaa nykyisin Suomesta yli puolet sahatavaran tuotannosta, ja osto käsittää käytännöllisesti katsoen kaikkia sahatavaran kokoja. — Englannin sahatavaran kulutus on muuten lähes puolet Euroopan kansainvälisessä kaupassa olevasta sahatavaran määrästä. — Täten ei 7 muun ostajamaan ostomäärien vaihtelu vaikuta sanottavasti eri kokojen kysyntään. Jos varovaisuuden vuoksi kuitenkin oletetaan, että jonkin määrätyn koon kysyntä syystä tai toisesta huomattavasti muuttuisi, ei vielä sekään vaikuta asiaan. Sahatavaran eri kokojen väliset mittaeroavaisuudet ovat sekä leveyteen että paksuuteen nähden siksi pienet, että yhden koon kysynnän lisääntyessä tai vähentyessä sahataan vastaavasti enemmän tai vähemmän lähikokoja, ja kysyntä ja tarjonta saadaan nopeasti tasapainoon sahatavaran dimensioisen jakautumisen pysyessä suurin piirtein ennallaan. Kysynnän vaihtelu ei täten aiheuta suuriakaan muutoksia määrättyjen kokojen hintoihin. Yksityistä tuottajamaata silmällä pitäen voi määrätyn koon kysynnässä kuitenkin ilmetä melkoisiakin vaihteluita, jos jokin toinen maa syystä tai toisesta tuottaa jotakin kokoa erikoisen runsaasti ja myy sitä halpaan hintaan syrjäyttäen markkinoilla toisen maan vastaavan sahatavaran. Jonkin maan mahdollisuudet tuottaa erittäin runsaasti määrättyä sahatavaran kokoa ovat nykyisin pohjoismaiseen sahatavaraan nähden sangen rajoitetut. Puiden pienestä koosta johtuva leveiden kokojen niukkuus ja tavoi-

teltava edullisin taloudellinen tulos pakoittavat kaikki suunnilleen samoin edellytyksin varustetut maat toimimaan sahauksessaan samojen periaatteiden mukaan. Täten ei enää järeiden säästömetsien huvettua pohjoismaista olekaan odotettavissa juuri minkään määrätyn koon tai leveyden kysyntään verrattuna liian runsasta tarjontaa. Mahdollinen keskikokoistenkin puiden niukkuus voi ehkä satunnaisesti johtaa siihen, että kapeita kokoja sahataan suhteellisesti liikaa, mutta hintojen alentuessa käy toiminta kannattamattomaksi, ja sahausta täytyy vähentää. Puuvanuketeollisuuden kilpailu pienistä puista pitää pienienkin tukkien hinnan siksi korkealla, ettei kapeiden kokojen yksinomainen sahaus voi tulla kysymykseen kuin hetkellisesti. Pieniä puita sahattaessa syntyvät tavallisesti korkeammat tuotantokustannukset vaikeuttavat myös kapeiden kokojen tuotantoa yksinomaan pieniä puita sahaamalla (S i i m e s 1932a ja b, V u o r i s t o 1932b).

Sahatavaran eri kokojen kysyntä voi myös vaihdella huomattavasti suhdannevaihteluiden johdosta. Jos määrättyä sahatavaran kokoa pääasiassa käyttävä toiminta suhdannevaihteluiden vaikutuksesta supistuu tai laajenee verrattuna sahatavaraa käyttävään taloudelliseen toimintaan yleensä, voi kysymyksessä olevan sahatavaran koon kysyntä ja hinta poiketa yleisestä sahatavaran hintatasosta. Tällaiset hintavaihtelut tasaantuvat kuitenkin tavallisesti nopeasti, sillä suhdanteen muutos vaikuttaa pian kaikkeen taloudelliseen toimintaan ja tasaa hinnat. Taloudellisten toimintojen erilainen laatu ja suhdanneherkkyys tosin vaikuttavat, että sahatavaran eri kokojen ja laatujen hinnat vaihtelevat niiden pääasiallisen käyttötarkoituksen johdosta jossakin määrin eri aikaisesti, mutta tällä seikalla ei ole kuitenkaan merkitystä tarkastettaessa hintojen kehitystä muutamien vuosien ajanjaksoja silmällä pitäen.

Mahdollinen teknillinen kehitys voi myös vaikuttaa sahatavaran määrättyjen lajien ja kokojen kysyntään sekä hintaan. Jos jotakin sahatavaran lajia käytetään määrättyyn tarkoitukseen, ja tällainen käyttö korvataan jonkin muun aineen käytöllä, voi sahatavaran lajin kulutus ja kysyntä vähentyä siinä määrin, että sen hinta laskee. Esimerkkinä tällaisesta tapauksesta on sementtitynnyreiden korvaaminen voimapaperisäkeillä ja siitä aiheutuva kimpien suhteellinen hintojen aleneminen. Tässä on kysymyksessä kuitenkin erikoistapaus, sillä kysynnän vähentyminen kohdistui yhteen pientavaran lajiin, jonka sahausta on hankalahko korvata muunlaisen pientavaran sahauksella. Pinnoista, joista kimpiä pääasiassa sahataan, voidaan kuitenkin sahata myös päreitä ja osittain keppejä, joten kimpien tarjonta voidaan vähentää kysyntää vastaavaksi. Tämän suuntainen kehitys onkin parhaillaan käynnissä, mutta ta-

pahtuu se verrattain hitaasti. Muihin pientavaran lajeihin kohdistuvan kysynnän muuttuminen ei jatkuvasti voi paljoakaan vaikuttaa pientavaran hintoihin, sillä suurin piirtein kaikkia pientavaran lajeja voidaan vaihtoehtoisesti ilman hankaluuksia sahata toistensa asemesta. — Pitkän sahatavaran kokojen kysyntä ja hinnat voivat myös melkoisesti vaihdella, jos niiden käyttö määrättyihin tarkoituksiin korvataan muilla aineilla. Esimerkkinä tällaisesta kehityksestä mainittakoon, että rakennuksiin kaupungeissa Amerikassa käykäytetty puutavaran suhteellinen määrä on vuosien 1912—28 keskiarvosta vähentynyt vuoteen 1933 mennessä puolella muiden rakennusaineiden lisääntyneen käytön vuoksi. Teollisuuden ja rautateiden puun kulutus on sitävastoin pysynyt entisellään (A National Plan for American Forestry 1933). Riippuen siitä millaista sahatavaraa mihinkin tarkoitukseen käytetään, voi erilaisen sahatavaran kysyntä edellä esitetyistä syistä huomattavastikin vaihdella. Kysynnän vaihtelun vaikutusta hintoihin heikontaa kuitenkin melkoisesti se, että kaikkia pitkän sahatavaran kokoja käytetään aina useisiin tarkoituksiin, joten käytön vähentyminen yhteen tarkoitukseen vaikuttaa vain osaan tuotannosta. Jos jonkin määrätyn koon kysyntä ja hinta huonontuu, vähenee tämän koon tuotanto, kuten jo edellä on mainittu, sillä sen asemesta aletaan sahata lähikokoja, joilla on kysyntää. Ainoastaan siinä tapauksessa, että kysynnän vaihtelu kohdistuu l a a d u l t a a n erilaiseen tavaraan, ei tuotannon määrää voida järjestää kysynnän mukaiseksi. Tällainen tapaus on mm. u/s- ja V-tavaran kysynnän suhde. Tuotettaessa esimerkiksi kysyntää vastaava määrä u/s-tavaraa, syntyy aina pakosta raaka-aineen laadusta riippuen määrätty määrä V-tavaraa, olipa sillä kysyntää tai ei. Sahatavaran markkinoilla vaihtelee u/s- ja V-tavaran kysynnän suhde aina herkästi sen vuoksi, että V-tavaraa käyttävä teollisuus on paljon suhdanneherkempää kuin u/s-tavaraa käyttävä teollisuus. U/s- ja V-tavaroiden hintasuhteet vaihtelevatkin tämän vuoksi kysynnän ja tarjonnan välisistä suhteista riippuen. Nämä vaihtelut eivät kuitenkaan kuulu tämän tutkimuksen piiriin, sillä ne eivät riipu tukkien koosta, vaan laadusta. — Koska sahatavaran eri kokojen käyttö ostajamaissa on yleensä sangen vakiintunut, ja muutokset tässä suhteessa tapahtuvat hyvin hitaasti (B r o m m e l s 1931—34, J u s s i l a 1936 b), pysyy sahatavaran kysyntä dimensioiselta jakautumiseltaan keskimäärin vuodesta toiseen samanlaisena.

Edellisen perusteella näyttää todennäköiseltä, e t t e i v ä t s a h a t a v a r a n t a r j o n n a s s a e n e m p ä ä k u i n k y s y n n ä s s ä k ä ä n t a p a h t u v a t m u u t o k s e t t u l e v a i k u t t a m a a n p y s y v ä s t i s a h a t a v a r a n e r i k o k o j e n s u h t e e l l i s i i n h i n t o i h i n. Tekijän tutkimukset lajittelemattoman saha-

tavaran hintasuhteista ovatkin osoittaneet, että sahatavaran hintasuhteet pyrkivät muodostumaan aina keskimäärin samanlaisiksi, ja sikäli kuin poikkeuksia keskimääräisistä hintasuhteista esiintyy, pyrkivät hinnat staattiseen tasapainotilaan heti poikkeuksellisten tekijöiden vaikutuksen lakattua (Vuoristo 1935 a ja b).

Kysymystä tukkien latvaläpimitan vaikutuksesta sahaustuloksen myyntihintaan tarkastetaan tässä tutkimuksessa staattisena ilmiönä ja kiinnitetään tasapainotilaa häiritseviin dynaamisiin ilmiöihin huomiota vain sikäli, kuin se on tarpeellista hintasuhteiden tasapainohakuisen pyrkimyksen olemassaolon todistamiseksi.

Koska tämä tutkimus on osa sahatukkien koon mukaisia arvosuhteita selvittävästä tutkimuksesta, tarkastetaan kysymykseen tulevia tutkimusmenetelmiä koko tutkimusprobleemaa silmällä pitäen. Tukkien arvosuhde-kysymystä staattisena ilmiönä tutkittaessa voidaan käyttää pääasiassa kahta toisistaan selvästi eroavaa tutkimusmenetelmää. Nimitettäköön niitä tässä »vertikaaliseksi» ja »horisontaaliseksi» tutkimusmenetelmäksi. Vertikaalisessa tutkimusmenetelmässä tarkastetaan tukkien arvosuhteita niiden tekijöiden yhteistuloksena, jotka tutkimuksen teon aikana ovat voimassa, ja tulokset osoittavat siis tukkien arvosuhteet tutkimuksen teon hetkellä vallitsevien olosuhteiden mukaisesti. Horisontaalisessa tutkimusmenetelmässä taas tarkkaillaan kutakin tukkien arvosuhteisiin vaikuttavaa tekijää pitkänä ajanjaksona ja koetetaan saada selville kunkin arvotekijän mahdollinen todennäköinen keskiarvo. Kun kaikkia tekijöitä on erikseen tutkittu, määrätään tukkien arvosuhteet tehtyjen yksityistutkimusten yhteenvetona. — Ne harvat henkilöt, jotka toistaiseksi ovat tutkineet sahatukkien koonmukaisia arvosuhteita, ovat poikkeuksetta käyttäneet vertikaalista tutkimusmenetelmää. Ruotsalaiset Eneroth (1914), Welander (1916) ja Kinnman (1922) ovat tutkiessaan sahatukkien arvosuhteita määränneet kaikki tukkien arvoon vaikuttavat tekijät tutkimusaikana vallinneiden olosuhteiden mukaisesti kiinnittämättä huomiota siihen, miten mikin arvotekijöistä mahdollisesti pitempää ajanjaksoa silmällä pitäen vaihtelee. Amerikkalaiset Garver ja Miller (1933) ovat samoin käyttäneet vertikaalista tutkimusmenetelmää. He ovat määränneet sahaustuloksen myyntihinnan yhden vuoden tilaston perusteella ja muut arvotekijät harvoilla pistokokeilla tutkimuksen teon aikana. — Muita sahatukkien arvosuhteita selvittäviä varsinaisia tutkimuksia, kuin edellä mainitut, ei toistaiseksi ole tehty.

Luopumalla vertikaalisesta tutkimusmenetelmästä sen monien heikkouksien vuoksi käytetään tässä tutkimuksessa horisontaalista tutkimusmenetelmää. Jokaista sahatukkien koon mukaiseen arvoon vaikuttavaa tekijää tutkitaan erikseen ja koetetaan selvittää, onko niillä mahdollisesti määrätty tukkien koosta riippuva keskimääräinen suhde tai pyrkimys tällaiseen suhteeseen satunnaisesti vaikuttavien voimien aiheuttamista poikkeuksista huolimatta. Kun tällaisilla tutkimuksilla on selvitetty kunkin arvotekijän riippuvaisuus tukkien latvaläpimitasta, määrätään tulosten perusteella tukkien latvaläpimitan vaikutus niiden arvosuhteisiin. Horisontaalista tutkimusmenetelmää käytettäessä on huomattava, että tarkastettaessa tukkien koon vaikutusta määrättyyn arvotekijään pitkän ajanjakson kuluessa, ei tarkastelua absoluuttisten hintavaihteluiden vuoksi voida tehdä todellisten hintojen pohjalla, vaan täytyy tähän tarkoitukseen käyttää eri ajankohtina vallitsevia suhteellisia hintoja. Suhteellisten hintojen käyttö tekee mahdolliseksi ulottaa tutkimukset ajassa mielivaltaisen pitkälle taaksepäin, mikä seikka epäilemättä tuo arvokasta valaistusta mahdollisen staattisen tasapainotilan sekä siihen vaikuttavien dynaamisten ilmiöiden selvittelylle. Suhteellisten hintojen käyttö aiheuttaa kuitenkin myös eräitä epäkohtia. Parallelisia osatutkimuksia ei sellaisenaan voida käyttää tukkien arvosuhteitten määräämiseen, vaan täytyy lopputuloksen saavuttamiseksi määrättynä ajankohtana tuntea arvotekijöiden absoluuttiset suuruudet. Tutkimustulosten käyttökelpoisuuden kannalta ei tämä seikka kuitenkaan ole häiritsevä, sillä siinä tapauksessa, että tukkien koon mukaiset arvosuhteet on jonakin ajankohtana määrättävä, tunnetaan aina arvotekijöiden keskimääräinen suhde ja silloin on tukkien koon mukaisten arvosuhteitten määrääminen helposti suoritettavissa. Siinä tapauksessa, että tukkien arvosuhteet täytyy määrätä jotakin ajanjaksoa silmällä pitäen, mahdollisesti tulevaisuuteenkin nähden, käytetään tähän tarkoitukseen arvotekijöiden keskimääräistä suhdetta pitemmältä ajanjaksolta tai mahdollisesti todettua arvosuhteitten todennäköistä keskiarvoa. Horisontaalisella tutkimusmenetelmällä onkin se vahva puoli, että sillä saatuja tuloksia voidaan käyttää myös tukkien arvosuhteiden määräämiseen tulevaisuudessa. Vertikaalisen tutkimusmenetelmän tuloksia ei sitävastoin tähän tarkoitukseen voida käyttää muulloin kuin poikkeustapauksissa, silloin kun vertikaalisia tutkimuksia on suoritettu suuri määrä eri aikoina, jolloin tutkimustulosten perusteella voidaan määrätä arvosuhteiden todennäköinen keskiarvo.

Koska tukkien koon mukaisten arvosuhteiden tunteminen on tärkeätä nykyhetkeä varten eri kokoisten puiden todellisen hinnan

määräämiseksi sekä tulevaisuutta silmällä pitäen metsätalouden suunnittelua varten, on selvää, että horisontaalinen tutkimusmenetelmä on sahatukkien arvosuhteita tutkittaessa huomattavasti käyttökelpoisempi kuin vertikaalinen.

Koska horisontaalinen tutkimusmenetelmä edellyttää, että hintatutkimuksissa käytetään absoluuttisten hintojen asemesta suhteellisia hintoja, täytyy suhteellisten hintojen määräämiseksi valita sopiva vertailuperuste. Mäntysahatavaran kysymyksessä ollessa on vertausperusteena tässä tutkimuksessa pidetty lajittelemattoman 2 ½″ × 7″:n tavaran hintaa. Mainittu sahatavaran koko on valittu vertausperusteeksi useista syistä. Pohjoismaisen sahatavaran dimensioista pidetään 2 ½″ × 7″:n kokoa sellaisena yleiskokona, jonka hintaan toisten kokojen hintoja käytännössä verrataan. Tästä johtuen ilmoitetaankin sahatavaroiden hintanoteerauksissa aina joka tapauksessa tämän koon hinta. Tutkimustulosten käyttökelpoisuuden kannalta on siis tärkeätä, että hintavertailu on tehty sellaisen koon hintaan, jonka hinta yleisimmin tunnetaan. Sahateknilliseltä kannalta olisi kuitenkin jokin pienempi koko vertausperusteeksi sopivampi, sillä 2 ½″ × 7″ edustaa jo nykyisin sahatukkien pienentymisen vuoksi erikoisen järeätä dimensiota. Sen sahaamiseksi yleistä sydänhalkisahausta käyttäen tarvitaan 9″:n tukki, ja tällaisia tai sitä paksumpia tukkeja on nykyisin tukkiluetteloissa vain noin ¼. Vertausperusteena olisi näin ollen sopivampi esim. 2″ × 6″, jonka sahaukseen tarvitaan suunnilleen sahateollisuutemme nykyään käyttämien tukkien keskikokoa vastaavan suuruisia tukkeja, ja joka mitoiltaankin lähentelee sahatavaran tuotannon keskikokoa. Ruotsalainen K i n n m a n onkin käyttänyt tutkimuksessaan vertausperusteena 6″:n leveyttä. Koska kaikissa muissa varemmin suoritetuissa tutkimuksissa on vertausperusteena käytetty 2 ½″ × 7″:n kokoa, on sitä tässäkin tutkimuksessa paremman vertailun aikaansaamiseksi käytetty.

Kuusisahatavaran suhteellisia hintoja määrättäessä on vertausperusteena käytetty 7″:n levyisen lajittelemattoman kuusitavaran hintaa. Kuusitavaran hinta ei näet määrätyn leveyden ollessa kysymyksessä riipu lainkaan tavaran paksuudesta (V u o r i s t o 1935 b). Sahatavaroiden hintanoteerauksissa ilmoitetaan kuusitavaralle myös ainoastaan tavaran leveys ja 7″:n leveyttä pidetään perusleveytenä. Nykyään sahattavien tukkien latvaläpimittaan verrattuna saisi vertausperusteena pidetty leveys tässäkin olla tuumaa kapeampi.

III. Tutkimusaineisto ja sen käsittely.

Koska käsillä oleva tutkimus jakautuu kahteen erilaatuiseen osaan, sahateknilliseen ja liiketaloudelliseen, ovat eri osien aineistot aivan erilaisia, minkä vuoksi niitä käsitellään seuraavassa erikseen.

Sahateknillisen aineiston perusteella selvitetään tutkimuksessa sahaustuloksen dimensio- ja laatujakautuminen. Tähän tarkoitukseen käytetään tutkimuksessa osittain koesahausten perusteella hankittua, osittain tilastoaineistoa. Kahdenlaisen aineiston käyttöön pakoittaa se, että sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen riippuu melkoisesti siitä, millaisia asetteita käytetään, eikä suhteellisen suppeilla koesahauksilla tällöin yksin voida selvittää sahaustuloksen yleistä dimensioista jakautumista, vaan tarvitaan koesahausten antamien tulosten tueksi laajahkoa tilastoaineistoa. Koesahauksilla hankitun aineiston perusteella on tässä tutkimuksessa aluksi selvitetty tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen jakautumiseen sahatavaran eri ryhmiin, pientavaraan, pintalautoihin ja muuhun pitkään tavaraan. Toiseksi on koesahauksilla hankittua aineistoa käytetty selvittämään tukkien latvaläpimitan vaikutusta sahaustuloksen dimensioiseen jakautumiseen pitkän tavaran osalta pintalautoja lukuunottamatta. Viimeksi mainitun tuloksen yleispätevyyttä on varmennettu siten, että on kerätty tilastoaineistoa sahojen käyttämistä asetteista ja laskettu aineiston perusteella eri asetteiden käytön suhteellinen runsaus. Eri asetteiden käytön runsauden sekä käytännössä suoritettujen koesahausten tulosten perusteella on laskettu sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen eri tuumaluokan tukkeja sahattaessa edellyttäen eri asetteiden käytön runsauden olevan saman kuin tilastoaineistossa. Koesahausten perusteella saatua tulosta on verrattu viimeksi mainittuihin tuloksiin. Sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen tarkistukseen on lisäksi käytetty eräiden sahojen sahaustilastosta saatua aineistoa, joka osoittaa tukkien latvaläpimitan ja sahaustuloksen keskileveyden välistä riippuvaisuutta. — Pitkän sahatavaran laatujakautuminen on selvitetty tilastoaineiston perusteella. Kvintta-%:n suuruutta ja sen kehitystä viime aikoina on tarkastettu erikseen eri puolilla maata. Tarkastelu on tehty vesistöalueittain.

Seuraavassa selostetaan tässä tutkimuksessa käytetyn sahateknillisen aineiston laatu ja hankkimistapa. Aineiston laajuus kussakin tapauksessa esitetään tutkimustulosten selostamisen yhteydessä.

Tutkimusta varten suoritettiin kaksi erillistä koesahausta, joita selvyyden vuoksi merkitään A:lla ja B:llä.

K o e s a h a u s A suoritettiin kevättalvella v. 1935 eräällä yksikehäisellä sahalla. Yksikehäisen sahan valintaan johti se, että tällaisella sahalla on sahatukkien sekä sahaustuloksen mittaaminen paljon helpompaa kuin suuremmilla sahoilla. Sahaustuloksen kulkiessa sahan läpi suurilla sahoilla sekaantuvat eri kehäsahoissa sahatut tavarat useimmiten särmäyssahoissa toisiinsa, ja pientavaraa sahataan koko jätepuun määrästä täysin sekaisin. Koesahausten järjestäminen koko sahausprosessia silmällä pitäen käy täten useimmissa tapauksissa mahdottomaksi tai ainakin hyvin vaikeaksi.

Koesahauksia suoritettaessa mitattiin jokaisen tukin latvaläpimitta ¼″:n tarkkuudella eteen sattuvalta puolelta, ja latvaläpimitaksi merkittiin se tuumaluku, mitä lähempänä mittaustulos oli. Tukkien pituus mitattiin täysin engl. jaloin, joten tasausvaraa ei siis otettu huomioon. Menetelmä on puollettavissa sillä, että tasattaessa valmis sahatavara täysille jaloille, ei tasausvarasta saada yleensä sahatavaraa, vaan joutuu se polttoainepätkiksi. Poikkeustapauksessa voidaan tasausvarasta mahdollisesti saada muun jätepuun jatkeena hieman pientavaraa, mutta sen merkitys on kuitenkin aina tässä suhteessa mitätön. Sahatut tukit kuutioitiin latvaläpimitan ja pituuden perusteella. Tukkien latvaläpimitan vaikutusta sahaustuloksen dimensioiseen jakautumiseen täytyy tutkia latvaläpimittaluokittain, sillä tukkien latvaläpimitta vaihtelee metsässä suoritetusta määrämitoille katkomisesta huolimatta puun poikkileikkauksen epäsäännöllisyydestä johtuen täysin epämääräisesti. Tutkimuksessa on käytetty 1″:n luokkavälejä, ja kuhunkin tuumaluokkaan on luettu kaikki ne tukit, jotka latvaläpimitaltaan täyttävät kysymyksessä olevan luokan alarajan, mutta eivät lähinnä suuremman luokan alarajaa.

Jokaisena rupeamana sahattu tavara mitattiin erikseen ottaen huomioon tavaran koko ja pituus. Koska aivan kaikkia pitkän sahatavaran kokoja ei sahassa tasattu valmiiksi, mitattiin tällaisen tavaran pituudeksi se pituus, mikä siitä olisi tasattuna saatu. Kaikki eri sahatavaran lajit mitattiin erikseen. Kunakin rupeamana sahattiin vain yhden tuumaluokan tukkeja samalla asetteella. Rupeaman pituus koesahauksissa oli joko 2 ½ tai 3 tuntia. Rupeamien epätasainen pituus johtuu siitä, että nykyään on Suomessa 8 tunnin työpäivä useilla sahoilla jaettu kolmeen rupeamaan, joista kaksi on pituudeltaan 2 ½ t. ja yksi 3 t. Rupeaman sahaustulos oli koesahauksissa keskimäärin 2 ½ std. Ne tulokset, jotka koesahausten perusteella esitetään, perustuvat kunkin rupeaman sahauksessa saatuihin keskiarvoihin. Koska voidaan ajatella, että koesahaukset voitaisiin kohdistaa yksityisiin tukkeihinkin ja mahdollisesti täten saavuttaa parempia

tuloksia kuin keskiarvoja käyttäen, on tätäkin seikkaa syytä hieman kosketella. Yksityisiä tukkeja koesahattaessa hajaantuvat saadut tulokset huomattavasti johtuen tukkien erilaisesta muodosta, kapenemisesta, asettelusta kehä- ja särmäyssahaan sekä monista muistakin vaihtelevista tekijöistä. Yksityisten tukkien sahauksesta saadut tulokset edustavat esitetyistä satunnaisista vaihteluista johtuen keskimääräistä tulosta tukin latvaläpimitan funktiona vasta sitten, kun aineisto on siksi suuri, että satunnaisten tekijöiden vaikutus tasaantuu. Yksityisiäkin puita koesahattaessa jouduttaisiin täten käyttämään useiden puiden antamien tuloksien keskiarvoja tutkimuksen lopputulokseen pyrittäessä. Työn säästön kannalta on esitetty rupeamien keskiarvojen käyttö siis täysin puollettavissa. Ainoastaan siinä tapauksessa, että tutkittavana olisi jonkin satunnaisen tekijän vaikutus sahaustulokseen eikä toimintaa voitaisi niin järjestää, että satunnaisen tekijän määrätty aste esiintyisi useita kertoja perätysten puhtaana sarjana, olisi pakko käyttää yksityisten tukkien koesahausta.

K o e s a h a u s B on suoritettu v. 1934 sahalaitoksella, jossa on kolme tehollista kehäsahaa. Koska koesahauksen tarkoituksena oli selvittää pintalautojen suhteellinen osuus pitkän sahatavaran koko määrästä, mitattiin sahaustulos ainoastaan pitkän tavaran osalta, ja laskettiin sahaustuloksen std-määrät erikseen pintalaudoille ja muulle pitkälle tavaralle. Tukkien latvaläpimittaa ei koesahauksessa mitattu, vaan latvaläpimittana pidettiin sahan tukkien lajittelun yhteydessä mittaamaa alaspäin pyöristettyä latvaläpimittaa. Koska tukit lajiteltiin ½″:n luokkiin, ja lajittelu oli erittäin huolellista, ei käytetty latvaläpimitan määräämistapa voi aiheuttaa sanottavia epätarkkuuksia tuloksiin. Sahaustulos mitattiin kutakin vuoroa kohden, ja tukkien latvaläpimittana pidettiin vuoron kuluessa sahattujen tukkien kuutiomäärillä punnittua keskilatvaläpimittaa. Se seikka, että kunakin vuorona sahattiin useiden tuumaluokkien tukkeja, ja pintalauta-% tarkastetaan vuoron aikana sahattujen tukkien keskilatvaläpimitan funktiona, vaikuttaa jonkin verran tulokseen. Vaikutus ei kuitenkaan ole merkittävä sen vuoksi, että kunkin vuoron aikana sahattu tukkimäärä koostuu läheisten tuumaluokkien tukeista eikä tukkien latvaläpimitan ja pintalauta-%:n välinen käyräviivainen korrelatio tällöin häiritse sanottavasti tuloksia keskilatvaläpimittaakaan käytettäessä.

K o e s a h a u k s e t C ovat käytännössä suoritettuja, ja on niiden tarkoituksena ollut selvittää eri latvaläpimittaisista tukeista määrätyillä asetteilla saadun sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen. Käytännöllisen sahaustoiminnan järjestely ja valvonta nimittäin vaatii tällaista tuntemusta, ja hankitaan se käytännössä koesahausten perusteella. Tällaisten koesahausten tuloksia ei meillä enempää kuin Skandinavian maissakaan ole julkaistu, mutta on tekijällä käytettä-

vissä itse suorittamiensa sekä lisäksi kolmen muun henkilön suorittamien koesahausten tulokset. Seuraavassa selostetaan, millä tavoin mainitut koesahaukset suoritetaan.

Raaka-ainemenekin supistamiseksi lajitellaan tukit sahausta varten latvaläpimittansa perusteella alaspäin pyöristäen joko ½″:n tai 1:″n latvaläpimittaluokkiin. Suurilla sahoilla käytetään yleisimmin ½″:n luokkia. Määrättyä tuumaluokkaa sahataan tavallisesti samalla asetteella vähintäin yksi rupeama. Mittaamalla tukeista saatu sahaustulos dimensioittain voidaan sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen määrätä. Varsinkin ennen maailmansotaa oli sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen tunteminen tärkeätä, sillä sahatavaran myyntiluettelot laadittiin aina syksyllä etukäteen ennen myyntejä ja tehtyjä luetteloja seurattiin huomattavan tarkasti. Täten oli tärkeätä, että koesahausten perusteella mahdollisimman tarkoin tunnettiin sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen. Koesahauksia suoritettiin kaikilla käytännössä kysymykseen tulevilla asetteilla ja tukkiluettelon perusteella laskettiin, missä määrin eri asetteita on käytettävä eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa suunnitellun, kauppakelpoisen sahatavaraluettelon kokoon saamiseksi. Kun sahaus täten tapahtui ennakolta tehdyn suunnitelman mukaan, joka perustui koesahaustuloksiin, osoitti käytännössä saatu tulos aina, missä määrin koesahausten mukainen sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen vastasi todellisuutta. Aikojen kuluessa tarkistuivat koesahausten tulokset edellä mainitun vertailun ja uusien koesahausten perusteella siinä määrin, että ne erittäin tarkoin vastaavat sahaustuloksen dimensioista jakautumista eri latvaläpimittaisia tukkeja määrätyillä asetteilla sahattaessa.

S a h a u s t i l a s t o I käsittää neljän sahan sahaustilaston 3 vuoden ajalta. Tilaston tiedot esittävät sahaustuloksia 2 viikon pituisilta tilikausilta. Tukkien osalta on tilastossa tiedot sahattujen tukkien kappaleluvusta, kuutiomäärästä sekä latvaläpimittajakautumisesta. Sahattuja tukkeja koskevat tiedot perustuvat tukkien lajittelun yhteydessä suoritettuihin mittauksiin, jotka on tehty ½″:n luokissa alaspäin pyöristäen. Sahaustulosta koskevat tiedot ilmoittavat tilikautena sahatun tavaran määrän sahatavaralajeittain sekä dimensioittain. Nämä tiedot perustuvat tilikausittain suoritettuihin inventoimismittauksiin.

S a h a u s t i l a s t o II sisältää tiedot neljällä sahalla käytettyjen asetteiden laadusta yhden vuoden ajalta. Tällaisia tietoja ei yleensä koota sahojen normaalisiin sahaustilastoihin, mutta niihin lomakkeisiin, joihin sahurit merkitsevät sahaamansa puut, merkitään myös muistiin, millaisella asetteella tukit kulloinkin sahataan. Tilastossa olevista sahoista edustaa yksi puhdasta nelisahausta, kaksi

50 %:sta nelisahausta ja yksi puhdasta läpisahausta. Sahaustapaan nähden edustavat sahat suunnilleen keskimääräistä käytäntöä Suomessa. Kunkin sahan sahauslistojen perusteella on laskettu eri asetteiden suhteelliset käyttömäärät eri tuumaluokkien tukkeja sahattaessa. Tukkien läpimitta on pyöristetty alaspäin osittain täysin, osittain puolin tuumin. Saatuja suhdelukuja on käytetty painolukuina sahaustuloksen keskimääräistä dimensioista jakautumista määrättäessä.

Sahaustilasto III perustuu useiden sahojen vuositilastoihin ja käsittää tiedot siitä, miten sahaustulos jakautuu u/s- ja V-tavaran kesken eri dimensioiden osalta. Aineistossa esiintyvä sahatavaran laatujakautuminen perustuu sahauksen yhteydessä suoritettuun lajitteluun.

Seuraavassa selostetaan tämän tutkimuksen liiketaloudellisen osan aineiston laatu ja hankintatapa.

Aineisto sahatavaran hintojen määräämiseksi on saatu Suomen Sahanomistajayhdistyksen arkistosta. Arkistossa on kaikkien yhdistyksen jäsenten myyntiraportit, joista käy selville myytyjen tavaroiden koot ja hinnat. Kaikki hinnat tässä tutkimuksessa ovat fob-hintoja,[1]) ja on hinnat siinä tapauksessa, että ne ovat olleet määrätyt muina rahalajeina kuin puntina, muutettu punniksi. Muuttaminen on suoritettu Suomen Pankin noteeraamien vuoden keskikurssien mukaan aina vuoteen 1930. Vuoden 1931 8 ensimmäisen kuukauden kuluessa on käytetty näiden kuukausien keskikurssia ja sen jälkeen tutkimuskauden loppuun kunkin kuukauden keskikursseja. Hinnat on tutkimuksessa käsitelty puntina sen vuoksi, että punta on sahatavaran kaupassamme yleisimmin käytetty rahalaji, ja tutkimustulokset ovat helposti verrattavissa tekijän aikaisemmin suorittamien tutkimusten tuloksiin, joissa hinnat myös on käsitelty puntina. Punnan käyttöä tutkimuksen rahalajina puolustaa myös se, että sahatavaran hintanoteeraukset ilmoitetaan yleisimmin puntina, ja Suomen markan arvo on nykyisin sidottu punnan arvoon. Laskutyön helpoittamiseksi on tutkimuksessa käytetty punnan sadasosia. Aineistoon valittujen laivaajien kaikki kaupat kunakin tutkimuskauden vuotena on otettu aineistossa huomioon. Ainoastaan sellaiset cif-kaupat, jolloin raportissa ei ole ilmoitettu rahtia, on täytynyt jättää huomioon ottamatta. Lisäksi ovat aineiston ulkopuolelle jääneet keskihinnalla (overhead) myydyt erät. Tällaisten erien pois jäänti onkin suotavaa, sillä ne ovat tavallisesti »puhdistus-» 1. clearing-myyntejä, joiden hinnat eivät ole verrannollisia normaalimyyntien hintoihin. Aineiston ulkopuolelle jääneiden kauppojen määrä on suhteellisesti aivan vähäinen.

Siitä huolimatta, että aineistoon on koetettu valita sellaisia laivaajia, jotka sahaavat ja laivaavat kaikkia tutkimuksessa kysymykseen tulevia sahatavaran kokoja ja laatuja, ei aineisto kaikkien laivaajien osalta kuitenkaan ole täydellinen kaikkina tutkimuskauden

[1]) Vrt. esim. Raninen 1934.

vuosina. Jotta tällaistenkin laivaajien saamia hintoja voitaisiin käyttää keskiarvoja laskettaessa, on menetelty siten, että aineistosta sen vajaana ollessa on laskettu rivien tai sarekkeiden keskiarvot ja tämän jälkeen on vajaata riviä tai sareketta vastaava koko tutkimuskautta vastaava keskiarvo laskettu seuraavalla tavalla. Ensin on laskettu vajaan lukusarjan keskiarvo niiltä vuosilta, miltä aineistoa on ollut olemassa. Sitten on laskettu keskiarvosarjasta vajaata sarjaa vastaavien lukujen keskiarvo sekä koko sarjan keskiarvo. Koko sarjan keskiarvo on tämän jälkeen jaettu viimeksi mainitulla vajaata sarjaa vastaavien lukujen keskiarvolla. Vajaan sarjan keskiarvo on kerrottu saadulla osamäärällä, ja se on täten tullut muutetuksi koko tutkimuskautta vastaavaksi edellytyksellä, että suhde vajaan sarjan lukujen ja keskiarvosarjan välillä olisi pysynyt koko tutkimuskauden samana, kuin mitä se on ollut niinä vuosina, joilta vajaassa sarjassa on aineistoa. Myöhemmin tullaan näkemään, että eri laivaajien saamat hinnat sekä hintojen perusteella lasketut hintasuhdeluvut ovat yleensä siinä määrin yhdenmukaisia, että edellä esitettyyn menettelyyn on oikeus.

Aineistossa olevat laivaajat edustavat maan sahatavaran eri tuotantoalueita. Aluejako, joka on sama, mitä tekijä on käyttänyt aikaisemmissa tutkimuksissaan, on seuraava:

I. Pohjois-Suomi, jonka hankinta-alueina ovat Perä-Pohjola sekä Kainuu ja laivauspaikkoina Kemin sekä Oulun piirin satamat.
II. Kokemäenjoen vesistöalue, jonka hankinta-alueena on pääasiallisesti mainittu vesistöalue ja laivauspaikkoina Rauma sekä Pori.
III. Päijänteen vesistöalue, jonka hankinta-alueen muodostaa pääasiassa mainittu vesistöalue ja laivauspaikkana on Kotka.
IV. Saimaan vesistöalue ja Kannas, jonka hankinta-alueen muodostavat Karjalan Kannas sekä Saimaan vesistöalue, ja laivauspaikkoina ovat Uuras, Viipuri, Makslahti ja Koivisto.
V. Itä-Karjala, jonka hankinta-alueena on Laatokan pohjoispuoli, Suojärven seudut sekä itäinen rajaseutu Pielisjärven pohjoispään seuduille ja laivauspaikkoina samat satamat kuin edelliselläkin alueella.

Aluerajoitus voi etenkin Etelä-Suomen puoliskon osalta olla ainoastaan summittainen ja tehty siten, että sahan sijaitsemispaikkaa on pidetty alueellisessa suhteessa ratkaisevana. Näin on ollut pakko menetellä sen takia, että suuret Etelä-Suomen sahateollisuuden harjoittajat hankkivat raaka-aineensa sangen laajoilta alueilta, ja eri alueiden sahat joutuvat hankkimaan raaka-ainetta samoiltakin hankinta-alueilta (S a a r i 1932). Tämä koskee etenkin Päijänteen alueella olevia kotkalaisia sahalaitoksia, jotka ostavat tukkeja paitsi

Päijänteen vesistöltä myös Saimaalta. Tarkempaa ja selvärajaisempaa aluejakoa sahatukkien alkuperän suhteen ei kuitenkaan ole mahdollista käyttää, koska eri alueilta hankitut tukit sahataan sekaisin.

Edellä esitetyt alueet eivät käsitä aivan koko maata, vaan jäävät niiden ulkopuolelle Etelä-Pohjanmaa ja Lounais-Suomen rannikkoalue. Mainitut alueet on jätetty tutkimuksen ulkopuolelle sen vuoksi, että niiden sahateollisuus poikkeaa huomattavasti muiden alueiden sahateollisuudesta. Alueilla on nimittäin vain pieniä sahoja, joiden toiminta ei ole varsinaiseen vientisahaukseen verrannollista. Oheinen kartta esittää tutkimuksessa käytettyä aluejakoa.

Aineiston laivaajat on valittu edustamaan maan sahatavaran eri tuotantoalueita sen vuoksi, että puiden laatu vaihtelee melkoisesti maan eri osissa, ja tämä seikka vaikuttaa kvintta-%:n suuruuteen. Sahojen rakenne, sahaustapa sekä sahatavaran lajittelu vaihtelevat myös jonkin verran alueittain.

Lopuksi on vielä esitettävä tutkimuksessa esiintyvien erilaisten sahatavaroiden nimitykset ja määritelmät.

Sahatavaran koko ja laatu vaihtelevat suuresti. Koon ja laadun perusteella ryhmitellään sahatavara määrätyllä tavalla, ja kullakin ryhmällä on oma nimityksensä. Toistaiseksi on kuitenkin ryhmittely jossakin määrin vakiintumaton. Samaa on sanottava myös ryhmien nimityksistä. Jottei mainittu seikka aiheuttaisi epäselvyyttä tutkimuksessa, selostetaan seuraavassa lyhyesti ne sahatavaran ryhmien ja laatujen nimet ja määritykset, jotka tutkimuksessa esiintyvät. Ryhmityksiä ja niiden nimiä valittaessa on koetettu seurata yleisimmin Suomessa käytettyä ryhmitystä ja nimistöä.[1])

Koon perusteella jaetaan sahatavara kahteen pääryhmään:

1. pitkätavara ja
2. pientavara.

Pitkällä tavaralla (lång vara, Grosschnittware, long gods) tarkoitetaan sahatavaraa, jonka poikkileikkaus on vähintäin $^5/_8'' \times 3''$ ja pituus yleensä yli 9 jalkaa.[2]) Osa tavarasta saa kuitenkin olla 6—8 jalkaista.

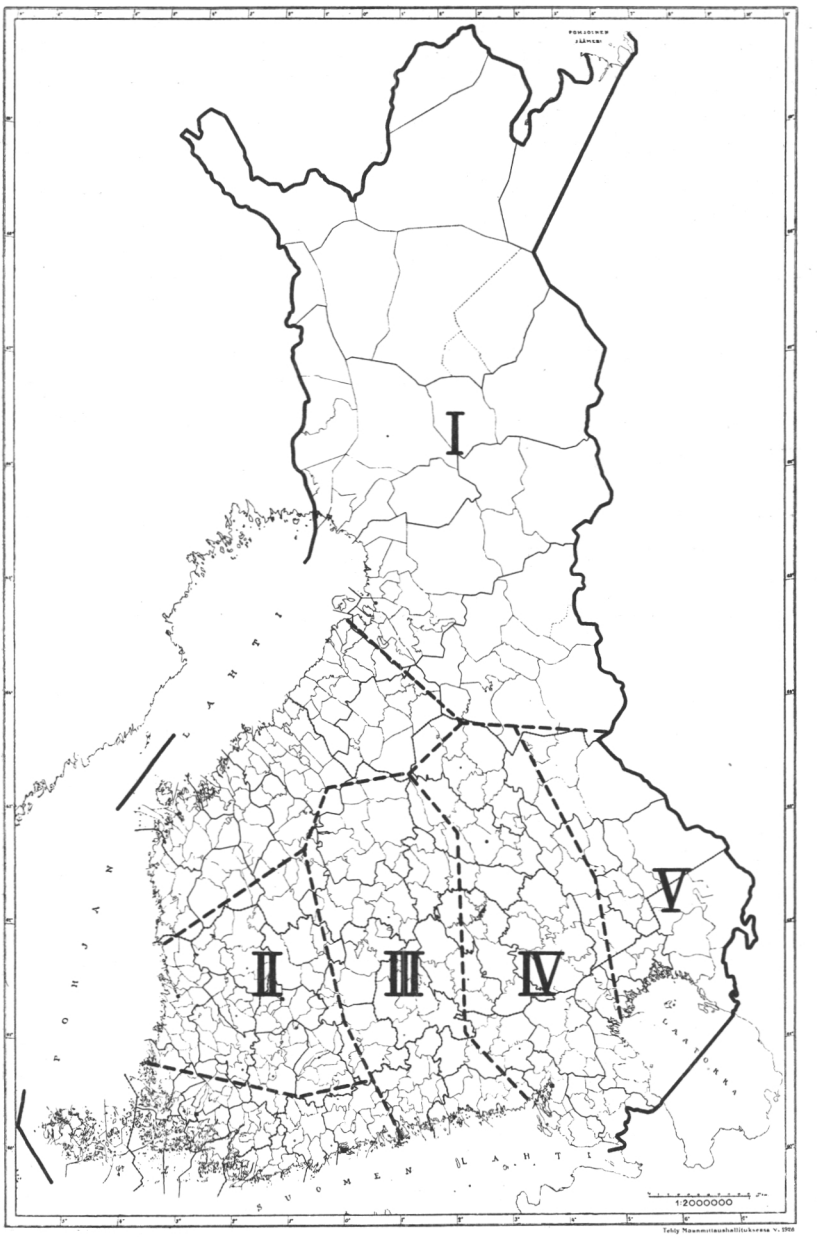
Pientavaraa (små virke, Kleinschnittware, small gods) on sahatavara, joka on joko pituudeltaan tai latvaläpimitaltaan pienempää kuin pitkän tavaran minimimitat.

Pitkä tavara jakautuu laadun perusteella seuraaviin ryhmiin:

1. Lajittelematon tavara (käsittää laatuluokat I—IV).
2. Kvinttatavara (» laatuluokan V).
3. Hylkytavara } (» » VI).
4. Pintalaudat }

[1]) Jos sahatavaran lajille ei ole vakiintunutta vieraskielistä vastinetta, on tällöin käytetty Suomen Sahanomistajayhdistyksen käyttämää nimitystä.

[2]) Mitat Englannin mittoja.



Sahatavaran tuotantoalueet.
Produktionsgebiete der Sägeware.

I	Perä-Pohjolan	alue.	*Gebiet des äussersten Nordens.*
II	Kokemäenjoen	»	*Wassergebiet des Kokemäenjoki.*
III	Päijänteen—Kymin	»	» *des Päijänne—Kymi.*
IV	Saimaan	»	» *des Saimaa.*
V	Itä-Karjalan	»	*Gebiet von Ostkarelien.*

Lajittelematon tavara (osorterad, unsortiert, unsorted) on paras osa pitkästä tavarasta ja käsittää laadultaan huomattavasti vaihtelevaa tavaraa. Raja lajittelemattoman ja kvinttatavaran välillä on erikoistapauksissa jonkin verran epämääräinen, mutta keskimäärin kuitenkin niin selvästi määrätty, että tavara voidaan eri sahoilla yhdenmukaisesti lajitella. Hylkytavara (utskott l. vrak, Ausschuss, »utskott») on laadultaan huonoin osa pitkää tavaraa. Pintalaudat (förskalningsbräder, Schalbretter, shaalboards) ovat tukkien pintaosista sahattuja ja huomattavan vajaasärmäisiä lautoja.

Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys on tutkimuksien perusteella laatinut vientisahatavaran lajitteluohjeet, jotka kuvaavat sahatavaran lajittelua Suomessa tämän tutkimuksen tekoaikana (Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r. y. 1936). Sahatavaran lajitteluun nähden on kuitenkin aina huomattava, ettei lajittelua koskaan voida suorittaa määrätyn kirjallisen ohjeen mukaan, vaan ohjetta voidaan käyttää ainoastaan osoittamaan käytetyn lajittelun vaatimuksia ja siten kuvaamaan, miten lajittelu keskimäärin on suoritettu (E d b e r g 1929). Tässä mielessä esitetäänkin seuraavassa ne lajitteluohjeiden määräykset, jotka ovat tarpeen lajittelun tapaa kuvaamaan.

Koska tässä tutkimuksessa kaikki lajittelematon tavara on käsitelty yhtenä ryhmänä, riittää lajitteluvaatimuksia kuvaamaan esitys, mikä huonoin tavara vielä luetaan lajittelemattomaan tavaraan kuuluvaksi, ja millaiset ovat V-tavaran laatuvaatimukset. Seuraavassa esitetäänkin lajittelemattoman ja V-sahatavaran m i n i m i vaatimukset edellä mainittujen »Vientisahatavaran lajitteluohjeiden» mukaisesti.

Sahatavaran lajittelun yleisen periaatteen mukaan määräävät kappaleen laatuluokan pääasiallisesti sen parempi puoli ja syrjät, mutta jos kappaleen toisella puolella on suuria vikoja, luetaan kappale siihen laatuluokkaan, mihin se huonommalla puolella olevien vikojen takia kuuluu. Silloin kun tavarassa on yhtäaikaisesti useita vikoja, pienenee sallittujen vikojen suuruus ja määrä, ja vikojen kokonaisvaikutus on otettava pohjaksi kappaleen laatuluokkaa määrättäessä. Kahta sallittua suurinta vikaa ei saa esiintyä yht'aikaa paitsi V-tavarassa. Sallittujen vikojen suuruus ja määrä riippuvat kappaleen järeydestä. Tämän vuoksi lajitteluohjeet kohdistuvatkin määrättyihin edustaviin sahatavaran kokoihin. Tällaiset koot ovat seuraavat: $3'' \times 9''$, $2\,\frac{1}{2}'' \times 7''$, $2'' \times 6''$, $1'' \times 6''$, $1'' \times 4''$ ja $\frac{3}{4}'' \times 4''$. Lajittelemattoman tavaran sekä V-tavaran minimivaatimukset esitetään kunkin vian ja sahatavaran koon osalta erikseen.

Vajaasärmä. [1])

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Yhdessä särmässä saa olla 1″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä 1 ¼″, saa olla 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdessä särmässä saa olla 1 ½″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä 2″, saa olla noin 70—40 % tavaran pituudesta.
2 ½″×7″	Yhdessä särmässä saa olla ⅞″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä 1 ¼″, saa olla noin 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdellä särmällä saa olla 1 ¼″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä 1 ⅝″, saa olla noin 70—40 % tavaran pituudesta.
2″×6″	Yhdessä särmässä saa olla ⅝″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ⅞″, saa olla noin 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdessä särmässä saa olla 1″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä 1 ¼″, saa olla noin 70—40 % tavaran pituudesta.
1″×6″	Yhdessä särmässä saa olla ⅜″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ½″, saa olla noin 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdessä särmässä saa olla ½″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ⅝″, saa olla 70—40 % tavaran pituudesta.
1″×4″	Yhdessä särmässä saa olla ⅜″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ½″, saa olla noin 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdessä särmässä saa olla ½″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ⅝″, saa olla noin 70—40 % tavaran pituudesta.
¾″×4″	Yhdessä särmässä saa olla ¼″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 40—25 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ⅜″, saa olla noin 40—25 % tavaran pituudesta.	Yhdessä särmässä saa olla ⅜″ vajaata, joka vähitellen häviää, noin 70—40 % tavaran pituudesta. Kahdessa särmässä esiintyvää vajaasärmää, joka vähitellen häviää, ja jonka yhteenlaskettu syvyys ei ylitä ½″, saa olla noin 70—40 % tavaran pituudesta.

[1]) Sahatavaran laatumääräykset on sananmukaisesti otettu Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julkaisusta N:o 23. Vientisahatavaran lajitteluohjeet. 1936.

Oksat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla 1—2 kpl. 2″, 2—3 kpl. 1″—1 ½″ ja joitakin pienempiä hyvin jakautuneina tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Tämä määräys on tulkittava seuraavasti: 1 kpl. 2″+3 kpl. 1″—1 ½″ tai 2 kpl. 2″+2 kpl. 1″—1 ½″. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin oksia, mutta niiden koko ei saa ylittää ⅔ terveiden oksien sallitusta koosta. Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa tavarassa saa kuitenkin olla kaiken kaikkiaan 1—2 kpl. suuruudeltaan enintään 1 ¼″ sellaisia oksia, joissa toisella puolella on lahovikaa. Kuorioksia saa olla 2 kpl. 1″—1 ¼″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ½ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2—3 kpl. 2″—2 ½″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat olla saman kokoisia kuin lappeessakin, mutta määrältään ⅔ lapesivun vastaavasta määrästä.
2 ½″×7″	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla 2—3 kpl. 1 ½″—2″ sekä 3—5 kpl. ⅞″—1 ¼″ ja joitakin pienempiä oksia tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Tämä määräys on tulkittava seuraavasti: 2 kpl. 1 ½″—2″+5 kpl. ⅞″—1 ¼″ tai 3 kpl. 1 ½″—2″+3 kpl. ⅞″—1 ¼″. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin oksia, mutta niiden koko ei saa ylittaa ⅔ terveiden oksia sallitusta koosta. Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa kappaleessa saa kuitenkin olla 1—2 kpl. ⅝″—¾″ laho-oksaa tavaran pituuden viittä jalkaa kohti ehdolla, että oksassa oleva laho on kovaa ja kiinteätä. Kuorioksia saa olla 2 kpl. ⅞″—1″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ½ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2—3 kpl. 2″—2 ½″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla yhtä suuria kuin lappeessa ja määrältään ⅔ lapesivussa sallitusta määrästä.

Oksat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
2″×6″	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla 2—3 kpl. 1 ¼″—1 ¾″, 3—4 kpl. ¾″—1″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin oksia, mutta kooltaan vain ⅔ terveiden oksien koosta. Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa kappaleessa saa kuitenkin olla 1—2 kpl. ½″ laho-oksaa tavaran pituuden viittä jalkaa kohti ehdolla, että oksassa oleva laho on kovaa ja kiinteätä. Kuorioksia saa olla 2 kpl. ⅞″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ½ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2 kpl. 1 ½″—2″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla yhtä suuria kuin lappeessa ja määrältään ⅔ lapesivun sallitusta määrästä.
1″×6″	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla 2—3 kpl. 1″—1 ¼″, 3—4 kpl. ¾″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin, mutta niiden koko ei saa ylittää ⅔ terveiden oksien koosta. Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa kappaleessa saa kuitenkin olla 1—2 kpl. ½″ laho-oksaa tavaran pituuden viittä jalkaa kohti ehdolla, että oksassa oleva laho on kovaa ja kiinteätä. Kuorioksia saa olla 1 kpl. ⅝″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ⅓ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2—3 kpl. 1″—2″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. S y r j ä s s ä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla yhtä suuria kuin lappeessakin ja määrältään ⅔ lapesivun sallitusta määrästä.
1″×4″	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla 1—2 kpl. 1 ¼″, 2—3 kpl. ¾″—1″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin oksia, mutta kooltaan vain ⅔ terveiden oksien koosta.	L a p p e e s s a: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2 kpl. ¾″—1″ sekä joitakin pienempiä tavaran pituuden viittä jalkaa kohti.

Oksat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
	Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa kappaleessa saa kuitenkin olla 1—2 kpl. ¼″ laho-oksaa tavaran pituuden viittä jalkaa kohti ehdolla, että oksassa oleva laho on kovaa ja kiinteätä. Kuorioksia saa olla 1 kpl. ⅜″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Syrjässä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ½ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. Syrjässä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla yhtä suuria kuin lappeessa ja määrältään ⅔ lapesivun sallitusta määrästä.
¾″×4″	Lappeessa: Terveitä oksia saa olla 1—2 kpl. ¾″—1 ⅛″, 2—3 kpl. ⅜″—⅝″ sekä joitakin pienempiä oksia tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Oksat eivät saa muodostaa sellaisia oksaryhmiä, jotka huomattavasti heikentävät tavaran lujuutta. Kuivia oksia saa olla yhtä paljon kuin terveitäkin, mutta niiden koko ei saa ylittää ⅔ terveiden oksien sallitusta koosta. Laho-oksia ei yleensä saa olla. Muuten kauniissa kappaleessa saa kuitenkin olla 1—2 kpl. ⅜″ laho-oksaa tavaran pituuden viittä jalkaa kohti ehdolla, että oksassa oleva laho on kovaa ja kiinteätä. Kuorioksia saa olla 1 kpl. ⅞″—1″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Syrjässä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla ⅔ ja määrältään ½ siitä, mitä lappeessa sallitaan.	Lappeessa: Terveitä oksia saa olla rajattomasti. Kuivia oksia saa olla rajattomasti. Laho-oksia saa olla 2—3 kpl. ¾″—1″ tavaran pituuden viittä jalkaa kohti. Kuorioksia saa olla rajattomasti. Tavaran läpi ulottuvia oksanreikiä ei saa olla. Syrjässä: Syrjässä olevat oksat saavat kooltaan olla yhtä suuria kuin lappeessa ja määrältään ⅔ lapesivun sallitusta määrästä.

Halkeamat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Lappeessa: Lapesivuissa saa olla halkeamia, joiden syvyys ei yhteensä ylitä 1 ½″, ja joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä ⅔ tavaran pituudesta. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia. Syrjässä: Syrjäsivuissa saa olla 3—4 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia eivätkä leikata tavaran särmiä.	Lappeessa: Lapesivussa saa olla läpimeneviä halkeamia. Syrjässä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.

Halkeamat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
$2\frac{1}{2}'' \times 7''$	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla halkeamia, joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä $\frac{2}{3}$ tavaran pituudesta, ja joiden syvyys ei yhteensä ylitä $1\frac{1}{4}''$. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla 3—4 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin syviä eivätkä avonaisia eivätkä särkeä tavaran särmiä.	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla läpimeneviä halkeamia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.
$2'' \times 6''$	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla halkeamia, joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä $\frac{2}{3}$ tavaran pituudesta, ja joiden syvyys ei yhteensä ylitä $1''$. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla 2—3 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin syviä eivätkä avonaisia eivätkä särkeä tavaran särmiä.	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla läpimeneviä halkeamia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.
$1'' \times 6''$	L a p p e e s s a: Lappeessa saa olla halkeamia, joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä $\frac{2}{3}$ tavaran pituudesta, ja joiden syvyys ei yhteensä ylitä $\frac{1}{2}''$. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla 3—4 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia eivätkä saa särkeä tavaran särmiä.	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla läpimeneviä halkeamia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.
$1'' \times 4''$	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla halkeamia, joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä $\frac{2}{3}$ tavaran pituudesta, ja joiden syvyys ei yhteensä ylitä $\frac{1}{2}''$. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla 2 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin syviä eivätkä avonaisia eivätkä särkeä tavaran särmiä.	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla läpimeneviä halkeamia. S y r j ä s s ä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.
$\frac{3}{4}'' \times 4''$	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla halkeamia, joiden pituus tavaran toisessa lappeessa ei ylitä $\frac{2}{3}$ tavaran pituudesta, ja joiden syvyys ei yhteensä ylitä $\frac{3}{8}''$. Halkeamat eivät saa olla varsin avoimia.	L a p p e e s s a: Lapesivuissa saa olla läpimeneviä halkeamia.

Halkeamat.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
	Syrjässä: Syrjässä saa olla 2—3 halkeamaa 15′ pituutta kohti. Halkeamat eivät saa olla varsin syviä eivätkä avonaisia eivätkä särkeä tavaran särmiä.	Syrjässä: Syrjässä saa olla halkeamia, ja ne saavat leikata särmän.

Sinivika.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Saa olla 1—3 lievää sinistä ristikkoläikkää 15′ pituutta kohti tai vastaava määrä lievää lautatarhasinistä muussa muodossa yhdessä lappeessa tai yhdessä syrjässä. Tukkisinistä ei saa olla. Tämän määräyksen mukainen sinivika saa esiintyä rajoitetussa kappalemäärässä.	Tukki- ja lautatarhasinistä saa olla rajattomasti.
$2\frac{1}{2}$″×7″	Samoin.	Samoin.
2″×6″	Samoin.	Samoin.
1″×6″	Samoin.	Samoin.
1″×4″	Samoin.	Samoin.
$\frac{3}{4}$″×4″	Samoin.	Samoin.

Laho.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Lahoa ei saa olla missään muodossa.	Kovaa, kiinteätä lahoa saa olla vähässä määrässä.
$2\frac{1}{2}$″×7″	» » » » » »	Samoin.
2″×6″	» » » » » »	Samoin.
1″×6″	» » » » » »	Samoin.
1″×4″	» » » » » »	Samoin.
$\frac{3}{4}$″×4″	» » » » » »	Samoin.

Toukanreiät.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Saa olla enintäin 4—5 kpl.	Saa olla enintään 6—8 kpl.
$2\frac{1}{2}$″×7″	» » » 3—4 »	» » » 4—5 »
2″×6″	» » » 3—4 »	» » » 4—5 »
1″×6″	» » » 3—4 »	» » » 4—5 »
1″×4″	» » » 3—4 »	» » » 4—5 »
$\frac{3}{4}$″×4″	» » » 3—4 »	» » » 4—5 »

Pihkakolot.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Pihkakoloja saa olla jonkin verran.	Pihkakoloja saa olla rajattomasti.
2 1/2″×7″	» » » » »	» » » »
2″×6″	» » » » »	» » » »
1″×6″	» » » » »	» » » »
1″×4″	» » » » »	» » » »
3/4″×4″	» » » » »	» » » »

Lyly.

Sahatavaran koko	Sahatavaran laatu	
	u/s	V
3″×9″	Saa olla rajattomasti.	Saa olla rajattomasti.
2 1/2″×7″	» » »	» » »
2″×6″	» » »	» » »
1″×6″	» » »	» » »
1″×4″	» » »	» » »
3/4″×4″	» » »	» » »

Suomalaisen sahatavaran lajittelulle on ominaista, että tavara on yleensä huomattavan vähän vajaasärmäistä eroten tässä suhteessa melkoisesti ruotsalaisten sahatavarasta (Käpy 1927, Edberg 1929, Reiersen 1932, Jussila 1936).

Kokonsa perusteella jakautuu pitkä sahatavara seuraaviin dimensioryhmiin:

1. Lankut
2. Soirot } soirot
3. Kapeasoirot }
4. Laudat } laudat
5. Kapealaudat }

Lankkuja (plankor, Planken, deals) ovat vähintäin 9″ leveät ja 2″ paksut tavarat. Soirot (battens, Battens, battens) ovat edellä mainittuja pienemmät, mutta vähintäin 2″ paksut ja 6″ leveät koot.

Kapeasoiroja (scantling, Scantling, scantlings) ovat 2″ ja sitä paksummat, 6″ kapeammat tavarat.

Lautojen (bräder, Bretter, boards) paksuus on alle 2″ ja leveys 6″ tai enemmän.

Kapealautoja (planchetter, Planchetten, planchettes) alle 2″ paksut ja 6″ kapeammat tavarat.

Sekä soiro- että lautanimitys on käytännössä myös yleisnimityksenä leveille ja kapeille mainittuihin ryhmiin kuuluville tavaroille.

Pientavara sisältää useita tavaran lajeja, joista tärkeimmät ovat seuraavat:

1. Kimmet ja laatikkolaudat.
2. Rimalaudat.
3. Rappauspäreet.
4. Kepit.
5. Kuutiopätkät.

Kimmet (stäv, Fassdauben, staves) ja laatikkolaudat (lådbräder, Kistenbretter, boxboards) ovat yleensä $^5/_8$″:isia tai ohuempia, 2″ tai sitä leveämpiä pieniä lautoja, joiden pituus on tavallisesti enintäin hiukan yli yhden metrin. Ne ovat tavallisesti täysisärmäisiä, mutta voi käytännössä esiintyä halpoja laatuja, joissa huomattava vajaasärmäisyyskin on sallittua.

Rimalaudat (ribbor, Latten, slating battens) ovat 3″ kapeampia ja 1″:n paksuisia tai ohuempia sahatavaroita. Niiden pituus ei ole tarkemmin määritelty, vaan tehdään niitä pitkän tavaran pituisista aina 3 jalan pituisiin. 6 jalkaa on kuitenkin yleisin minimipituus. Tavarat ovat yleensä täysisärmäisiä.

Rappauspäreet (reveteringsribb, Schindeln, plasterers' laths) ovat ohuita, paksuudeltaan $^3/_{16}$″ tai ¼″ paksuja ja 1″ levyisiä sahatavaroita. Pituudet vaihtelevat 4 ½—2 ½ jalkaan. Vajaasärmää ei päreissä niiden pienen poikkipinnan vuoksi juuri voi eikä saakaan esiintyä.

Kepit (kvastkäppar, Besenstiele, broomhandles) ovat nelikulmaista sahatavaraa, poikkileikkausmitoiltaan 1″ × 1″ ja 1 ¼″ × 1¼″. Edellinen koko on yleisempi. Kepeille on tavallisesti määrätty minimipituus, joka vaihtelee noin 0.70—1.00 m. Usein on myös määrätty, miten paljon erän tulee sisältää kutakin pituutta. Vajaasärmää ei käytännöllisesti katsoen sallita.

Kaikki edellä esitetyt pientavarat lajitellaan vikojen, etupäässä oksaisuuden perusteella kahteen laatuluokkaan, priimaan ja sekundaan. Useissa tapauksissa myydään pientavara myös lajittelemattomana.

Kuutiopätkät (splitved, Kürzungsende, firewood) ovat pitkän tavaran tasauksessa syntyneitä pätkiä ja voivat ne poikkileikkaukseltaan olla kaikkia pitkän tavaran kokoja vastaavia. Pituuteen nähden on ainoastaan minimimitta määrätty, ja se on yksi jalka. Viime vuosina on minimipituus joskus ollut myös 1 ½ jalkaa. Vajaasärmäisyyden rajana on se, että sahan terä on koskettanut tavaran kaikkia sivuja.

Edellisten pientavaran lajien lisäksi valmistetaan sahoilla jossakin määrin muunlaisiakin pientavaroita. Tällaisista mainittakoon pätkälaudat eli ends'it. Ne voidaan lukea kuitenkin tämän tutkimuksen kannalta yhteen kuutiopätkien kanssa, syystä että ne ovat mitoiltaan ja laadultaan niihin verrattavissa. Kimpiin verrattavia

pientavaroita ovat banaanilaudat (banana crates), joskin osa niistä, 45°:n vinoon sahattuine päineen jo kuuluu oikeastaan laatikkolautateollisuuden tuotteisiin. Maininnan ansaitsevat vielä Italiaan vietävät $^5/_8'' \times 2''$, 4″ tai 6″:iset oksattomat kimmet, joiden pituus vaihtelee 60 cm:stä ylöspäin. Näiden tavaroiden tuotanto on kuitenkin aivan vähäinen.

Pitkän sahatavaran sekä rimalautojen pituuteen nähden on huomattava, että täysihintaisena tavarana pidetään ainoastaan 9 jalkainen ja sitä pitempi tavara. Osa tavarasta saa kuitenkin olla 6—8 jalkaista eli ns. ahtauspätkiä (stuage), mutta on sen hinta vain $^2/_3$ täysipitkän tavaran hinnasta.

IV. Tutkimustulokset.

A. Tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen dimensio- ja laatujakautumiseen.

1. *Sahaustuloksen jakautuminen sahatavararyhmiin.*

Sahaustulos voidaan kokonsa, laatunsa ja hintansa puolesta jakaa useaan ryhmään, jotka verrattain selvästi eroavat toisistaan. Seuraavassa tehdään tällainen ryhmitys pitäen silmällä käsillä olevan tutkimuksen suorittamismahdollisuutta. Ryhmitys on seuraava: 1. lajittelematon, kvinttatavara ja hylkytavara (pitkää tavaraa), 2. pintalaudat, 3. pientavara. Ensimmäiseen ryhmään kuuluu laadultaan ja hinnaltaan huomattavasti toisistaan poikkeavia tavaralajeja, u/s-, V- ja hylkytavaraa, mutta tukkien kokoa silmällä pitäen ne ovat sahateknillisesti saman arvoisia. Näiden tavaralajien eroituksen aiheuttaa nimittäin sahatukkien laatu eikä koko, minkä viimeksi mainitun tekijän vaikutusta tukkien arvoon tässä tutkimuksessa yksinomaan tarkastetaan. Asian näin ollessa voidaankin u/s-, V- ja hylkytavarat lukea samaan ryhmään. Toiseen ryhmään kuuluvat pintalaudat on käsiteltävä omana ryhmänään, syystä että niiden osuus koko sahaustuloksesta riippuu huomattavasti tukkien koosta, ja niiden määrä vaikuttaa vajaasärmäisyyden vuoksi paljon std:a kohden laskettuun raaka-ainemenekkiin. Pientavara on erotettava omaksi ryhmäkseen sen vuoksi, että sen aiheuttamat työpalkkakustannukset poikkeavat melkoisesti pitkän tavaran aiheuttamista työpalkkakustannuksista. Aluksi tarkastetaan pientavaran osuutta koko sahaustuloksesta ja senjälkeen pitkän tavaran jakautumista pintalautojen ja muun pitkän tavaran kesken. Sahatavararyhmät käsitellään tavallisuudesta poikkeavassa järjestyksessä tutkimuksen teknillisen suorittamisen helpoittamiseksi.

a. Pientavara.

a. Pientavaran keskimääräinen %:nen osuus koko sahatavaran tuotannosta.

Pientavaran osuus koko sahaustuloksesta riippuu monista vaihtelevista tekijöistä. Pientavaran valmistuksen suhteelliseen määrään vaikuttavat mm. sahalaitosten rakenne, sahaustapa, pientavaran hinnat ja kysyntä. Kaikki mainitut tekijät voivat yksityistapauksissa ja eri vuosina huomattavasti vaihdella, joten ehdottoman tarkkaa arvoa pientavaran osuudelle koko sahauksesta ei voida määrätä. — Seuraavassa tarkastetaan pientavaran sahauksen osuutta koko sahauksesta Suomen virallisen tilaston sarjasta XVIII A. Teollisuustilastoa otettujen tietojen perusteella. Sahausmääriä laskettaessa on huomioitu sahojen oma havutukkien sahaus. Vuosien 1928—34 tuotantomäärien perusteella on laskettu pientavaran eri lajien osuudet koko tuotannosta, ja asetelma 1 esittää saatuja %-lukuja.

Asetelma 1.

Aufstellung 1.

Pientavaran määrät %:eina koko sahatavaran tuotannosta vv. 1928—34.

Mengen der Kleinschnittware in % der Gesamterzeugung in den Jahren 1928—34.

Pientavaran laji *Sorte der Kleinschnittware*	Vuosi — *Jahr*							M [1])
	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1928—34
	%							
Kimpiä — *Fassdauben*	3.9	3.4	4.3	2.9	1.2	0.9	1.0	2.51
Laatikkolautoja — *Kistenbretter*	0.7	0.5	0.8	1.1	1.3	1.4	1.3	1.01
Rimalautoja — *Latten*	1.2	1.4	1.5	1.5	1.7	1.8	1.9	1.57
Keppejä — *Besenstiele*	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.43
Päreitä — *Schindeln*	0.5	0.7	0.4	0.7	1.4	1.3	1.1	0.87
Kuutiopätkiä — *Kürzungsende*	2.1	2.2	2.2	2.4	2.4	2.1	2.0	2.20
Yhteensä — *Insgesamt*	8.7	8.5	9.7	9.1	8.4	8.0	7.8	8.59

Pientavara-% on vv. 1928—34 vaihdellut 7.8—9.7 välillä. Viimeisinä vuosina se on ollut hieman pienempi kuin aikaisemmin. Pääasiallisena syynä tähän on sementtikimpien menekin loppuminen. Pinnoista, joista sementtikimpiä aikaisemmin melkein yksinomaan sahattiin, on nimittäin hankalahkoa sahata muita pientavaran laatuja kuin laatikkolautoja. Kimpien sahauksen supistuessa onkin laatikkolautojen sahaus lisääntynyt, vaikkakaan ei läheskään vastaavasti. Laatikkolautojen sahaus sahalaitoksissa on nimittäin mittojen moninaisuuden ja vaihtelun vuoksi paljon vaikeammin järjes-

[1]) M = Keskiarvo. — *M* = *Mittelwert.*

tettävissä, kuin mitä sementtikimpien sahaus oli. Kimpien sahauksen väheneminen on lisännyt myös rimalautojen sekä päreiden sahausta, viimeksi mainittujen sahauksen yli kaksinkertaiseksi. Keppien sahaus on pysynyt koko esitetyn ajanjakson suunnilleen saman suuruisena. Tämä onkin luonnollista, koska tuotanto on korkeiden laatuvaatimusten vuoksi aina sangen rajoitettu, ja kysyntä sekä hinnat ovat siksi korkeat, että keppejä aina sahataan, mikäli niitä raaka aineen laadun vuoksi voidaan sahata. Kuutiopätkien määrä on pysynyt koko esitetyn ajanjakson käytännöllisesti katsoen samana.

Koska edellä esitetty asetelma 1 esittää pientavaran sahaus-% ajanjaksona, jonka kuluessa sekä sahatavaran tuotanto että hinnat ovat suuresti vaihdelleet, eikä pientavaran sahaus-%:eissa esiinny edellä esitettyä suurempia vaihteluita, käytetään seuraavassa tutkimuksessa pientavaran sahaus-%:na edellä esitettyjen %-lukujen keskiarvoa, joka on 8.59 %.

β. Tukkien latvaläpimitan vaikutus pientavaran %:seen osuuteen koko sahaustuloksesta.

Koska pientavaraa sahataan pitkän tavaran sahauksessa tukkien pintaosista syntyvästä jätepuusta, on lähellä ajatus, että pientavaran osuus pieniä tukkeja sahattaessa olisi ehkä huomattavasti suurempi kuin suuria puita sahattaessa, sillä pienissä tukeissa on pintaa suhteellisesti enemmän kuin suurissa. On kuitenkin otettava huomioon, että pienistä tukeista sahataan pienikokoisia sahatavaradimensioita, joten sahauksessa syntyvä jätepuu on suhteellisen pientä, ja siitä on aina suurempi osa pientavaran sahaukseen kelvotonta kuin kookkaiden puiden sahauksessa syntyvästä jätepuusta. Seuraavassa tarkastetaan, riippuuko pientavaran koko sahausmäärästä laskettu %:nen osuus tukkien koosta. Aineistona tarkastelua varten käytetään neljän sahalaitoksen sahaustilastoa, josta käy ilmi pientavara-% sekä sahattujen tukkien koko tilikausittain (Sahaustilasto I). Tilikauden pituus niillä sahoilla, joiden sahaustilastoihin aineisto perustuu, on kaksi viikkoa, ja tilikauden sahauksen keskimäärä 187 std. Aineistona käytetty 167 tilikauden sahaus vastaa siis noin 32 200 std:n sahausmäärää. Kuutiopätkien määrää ei pientavaran määrässä ole otettu huomioon. Aineisto muodostaa korrelatiotaulukon 2. Havaintoyksikkönä on tilikausi, ja taulukko esittää tilikausien lukumäärän jakautumista. Jokainen havainto edustaa siis 187 std:n sahauksen keskiarvoista pientavara-%.

Korrelatiotaulukko 2.

Korrelationstabelle 2.

Pientavara-% *Kleinschnittware-%* y	11	16	53	77	7	2	—	1	167
9.5	1	—	2	3	—	—	—	—	6
8.5	3	2	11	12	—	—	—	—	28
7.5	3	9	10	19	1	1	—	—	43
6.5	1	2	19	23	4	1	—	1	51
5.5	1	3	5	15	1	—	—	—	25
4.5	2	—	4	3	—	—	—	—	9
3.5	—	—	2	2	1	—	—	—	5
	6.25	6.75	7.25	7.75	8.25	8.75	9.25	9.75	x

Tukin latvaläpimitta tuumina.
Zopfdurchmesser des Blockes in Zoll.

Pientavaran määrä %:eina koko sahaustuloksesta eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.
(Sahaustilaston I mukaan)
Menge der Kleinschnittware in % der Gesamterzeugung beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.
(Nach Sägestatistik I)

Korrelatiotaulukosta laskien saadaan päätunnusluvuille seuraavat arvot: $M_x = 7.44$, $M_y = 6.85$, $\sigma_x = 0.524$, $\sigma_y = 1.33$, $p = -0.072$ ja $r = -0.1033$.[1])

Ensimmäisen regressiosuoran yhtälöksi saadaan:

1) $y = -0.262\,x + 8.80$, jossa y = pientavaran osuus %:eina koko sahaustuloksesta,
x = tukin latvaläpimitta tuumina.

Regressiosuora osoittaa, että pieniä tukkeja sahattaessa saadaan hieman enemmän pientavaraa kuin suuria tukkeja sahattaessa. Ilmiö on selitettävissä siten, että pienissä puissa on kuutiomäärään verrattuna suhteellisesti enemmän pintaa kuin suurissa, ja pienet tukit ovat lisäksi tyvekkäämpiä kuin suuret (Kiintomittataulukkoja 1929).

Seuraavassa tarkastetaan vielä tätä tutkimusta varten suoritettujen koesahausten (A) perusteella pientavaran suhteellisen määrän riippuvaisuutta tukkien latvaläpimitasta. Pientavaraan kuuluviksi ei tässäkään tapauksessa ole luettu kuutiopätkiä, syystä ettei sahassa tasattu kaikkia sahatavaran kokoja, ja kuutiopätkien määrä olisi jäänyt riippuvaksi siitä, mitä kokoja kulloinkin sahataan.

Havaintoyksikkönä korrelatiotaulukossa käytetään rupeamien lukumäärää, ja kukin rupeama edustaa keskimäärin 178 tukin sahauksen antamaa keskiarvoista tulosta. Koko aineiston tukkimäärä on 8 010 kpl. Koesahauksissa saatu aineisto muodostaa korrelatiotaulukon 3.

[1]) M_x, M_y, δ_x, δ_y, p ja r — kts. Lindberg (1927).

Korrelatiotaulukko 3.

Korrelationstabelle 3.

Pientavaraa %:eina koko sahaustuloksesta *Kleinschnittware in % der Gesamterzeugung* \ y	14	6	5	16	—	2	2	—	45
8.75	1	—	—	—	—	—	—	—	1
8.25	2	1	—	—	—	—	—	—	3
7.75	1	1	—	—	—	—	—	—	2
7.25	—	1	—	—	—	—	—	—	1
6.75	2	—	2	1	—	—	—	—	5
6.25	—	—	1	2	—	—	—	—	3
5.75	1	—	—	4	—	—	—	—	5
5.25	2	2	—	5	—	1	1	—	11
4.75	2	1	1	—	—	1	1	—	6
4.25	3	—	1	2	—	—	—	—	6
3.75	—	—	—	2	—	—	—	—	2
	$5\,^1/_2$	$6\,^1/_2$	$7\,^1/_2$	$8\,^1/_2$	$9\,^1/_2$	$10\,^1/_2$	$11\,^1/_2$	12+	x

Tukin latvaläpimitta tuumina.
Zopfdurchmesser des Blockes in Zoll.

Pientavaran määrä %:eina eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.
(Koesahauksen A mukaan)
Menge der Kleinschnittware in % beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.
(Nach Probeeinschnitt A)

Korrelatiotaulukosta saadaan päätunnusluvuille seuraavat arvot: $M_x = 7.41$, $M_y = 5.71$, $\sigma_x = 1.71$, $\sigma_y = 1.28$, $p = -0.688$ ja $r = -0.314$.

Ensimmäisen regressiosuoran yhtälöksi saadaan:

2) $y = -0.235\,x + 7.45$, jossa y = pientavaran osuus %:eina koko sahaustuloksesta,
x = tukin latvaläpimitta tuumina.

Verrattaessa pientavaran suhteellista määrää esittäviä regressiosuoran yhtälöitä toisiinsa huomataan, että niiden kulmakoefficientit ovat melkein samat. Molempien aineistojen perusteella riippuu siis pientavaran suhteellinen määrä tukkien latvaläpimitasta suurin piirtein samalla tavoin. Tutkimuksen lopputuloksen laskemista varten määrätään uusi muunnettu yhtälö, joka osoittaa, mitä tukkien latvaläpimitta vaikuttaa pientavaran suhteelliseen osuuteen. Suoran kulmakertoimeksi otetaan edellisten regressiosuorien kulmakertoimien keskiarvo -0.249. Tukkien keskilatvaläpimittana pidetään Pöntysen teollisuustilaston aineistosta laskemaa kotimaisten havupuisten sahatukkien keskikokoa vastaavaa latvaläpimittaa vv. 1930—35. Kotimaisten havutukkien nimellinen keskikuutio on mainittuna ajan-

jaksona 5.07 j³. Jotta voitaisiin määrätä mainittua keskikuutiota vastaavan tukin latvaläpimitta, täytyy tuntea tukkien keskipituus. Teollisuustilastossa ei esiinny mitään tietoja tukkien pituuksista, eikä tutkimuksiakaan asian selvittämiseksi ole tehty. Tämän vuoksi koottiin aineisto tukkien pituuksista maan eri osista. Aineisto käsittää noin 3.6 milj. tukkia ja saadaan sen perusteella tukkien keskipituudeksi 17.53 jj. Tätä keskipituutta käyttäen on kuutioltaan keskikokoisen tukin latvaläpimitta 7.3″. Pientavaran keskimääräisenä %:na koko sahaustuloksesta pidetään teollisuustilaston vv:n 1929—34 pyöristettyä keskiarvoa 8.6. Mainittuja arvoja käyttäen saadaan pientavaran suhteelliselle määrälle lauseke:

3) $y = -0.249\,x + 10.42$, jossa x = tukin latvaläpimitta tuumina,
y = pientavaran määrä %:eina koko sahaustuloksesta.

Yhtälöön nähden on huomattava, että sen kulmakertoin on laskettu aineistojen perusteella, joissa kuutiopätkiä ei ole otettu huomioon. Siinä tapauksessa, että kuutiopätkien määrän ja tukkien latvaläpimitan välillä olisi määrätyn suuntainen korrelatio, ei esitetty yhtälö kuvaisi oikein sitä, miten tukkien latvaläpimitta vaikuttaa pientavaran osuuteen. Tukkien latvaläpimitan ja kuutiopätkien määrän välillä ei kuitenkaan ole keskimäärin selvää korrelatiota, vaan kuutiopätkien suhteellinen määrä riippuu huomattavasti enemmän kuin tukkien latvaläpimitasta monista muista satunnaisesti vaihtelevista tekijöistä, kuten tukkien apteerauksesta, sahaus- ja särmäystavasta, kvinttatavaran määrästä, eri mittaisten kuutiopätkien myyntimahdollisuuksista jne. (Kinnman 1924). Näin ollen täytyy kuutiopätkien suhteellista määrää pitää tukkien latvaläpimitasta riippumattomana, ja yhtälö 3 kuvaa siis oikein koko pientavara-%:n ja tukkien latvaläpimitan välistä korrelatiota.

Yhtälön mukaan saadaan pientavaran määrälle %:eina koko sahaustuloksesta eri läpimittaisia tukkeja sahattaessa seuraavat arvot:

Tukin latvaläpimitta	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
Pientavara-%	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6

b. Pintalaudat.

a. Pintalautojen %:nen osuus koko sahatavaran tuotannosta.

Nimitys pintalaudat (förskalningsbräder, Schalbretter, shaalboards) tarkoittaa tukin pintaosista sahattuja vajaasärmäisiä lau-

toja, joiden vajaasärmäisyyden maksimirajana on se, että sahan terä on koskettanut lautaa jokaiselta neljältä sivulta. Tällaisten pintalautojen %-määrä sahaustuloksesta riippuu tukin latvaläpimitasta, sahaustavasta sekä siitä, miten kapeata täysisärmäistä tavaraa otetaan. Sekä sahaustapa että täysisärmäisen tavaran minimileveys ovat sahaajan määrättävissä. Käytännössä määrää kuitenkin sahan rakenne sahaustavan, toisin sanoen se, montako kehäsahaa sahassa on sijoitettu nelisahausta, montako läpisahausta varten. Täysisärmäisen tavaran minimileveyden määrää kapeiden täysisärmäisten tavaroiden suhteellinen hinta ja menekki pintalautoihin verrattuna. Pintalautojen suhteelliseen määrään voi myös vaikuttaa pientavaran, nimittäin kimpien ja laatikkolautojen hinta pintalautojen hintaan verrattuna, sillä osa pintalaudoista voidaan sahata kimmiksi ja laatikkolaudoiksi, jos se on taloudellisesti kannattavaa. Pintalautojen määrään vaikuttava tukkien latvaläpimitta riippuu tukkipuiden keskikoon ollessa konstantti tukkien dimensioisesta jakautumisesta, joka on keskimäärin muuttumaton (Vuoristo 1935 d). Yleiskuvaa pintalautojen suhteellisesta määrästä koko sahatavaran tuotannossamme ei voi saada ilman muuta virallisesta tilastosta. Teollisuustilastossa kulkevat pintalaudat hylkytavaran nimellä, mutta luetaan tähän ryhmään myös varsinainen hylkytavara, eikä tilastosta käy ilmi, missä suhteessa ryhmä sisältää kumpaakin tavaralajia. Koska hylkytavaran määrä on kuitenkin pintalautojen määrään verrattuna aivan pieni, vain noin $^1/_5$—$^1/_{10}$ pintalautojen määrästä, antaa teollisuustilastoon perustuva hylkytavaran ryhmän suhteellista suuruutta esittävä asetelma hyvän kuvan pintalautojenkin määrästä. Seuraavassa asetelmassa esitetään sen vuoksi Suomen virallisen tilaston sarjan XVIII A. Teollisuustilastoa mukaan hylkytavaran (pintalaudat + hylkytavara) keskimääräinen %:nen osuus koko sahatavaran tuotannosta vv. 1928—34.

Asetelma 4.

Aufstellung 4.

Pintalaudat ja hylkytavara %:eina koko sahatavaran tuotannosta vv. 1928—34.

Schalbretter und Ausschussware in % der Gesamterzeugung in den Jahren 1928—34.

1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
7.2	6.6	7.4	8.6	7.7	7.0	8.0

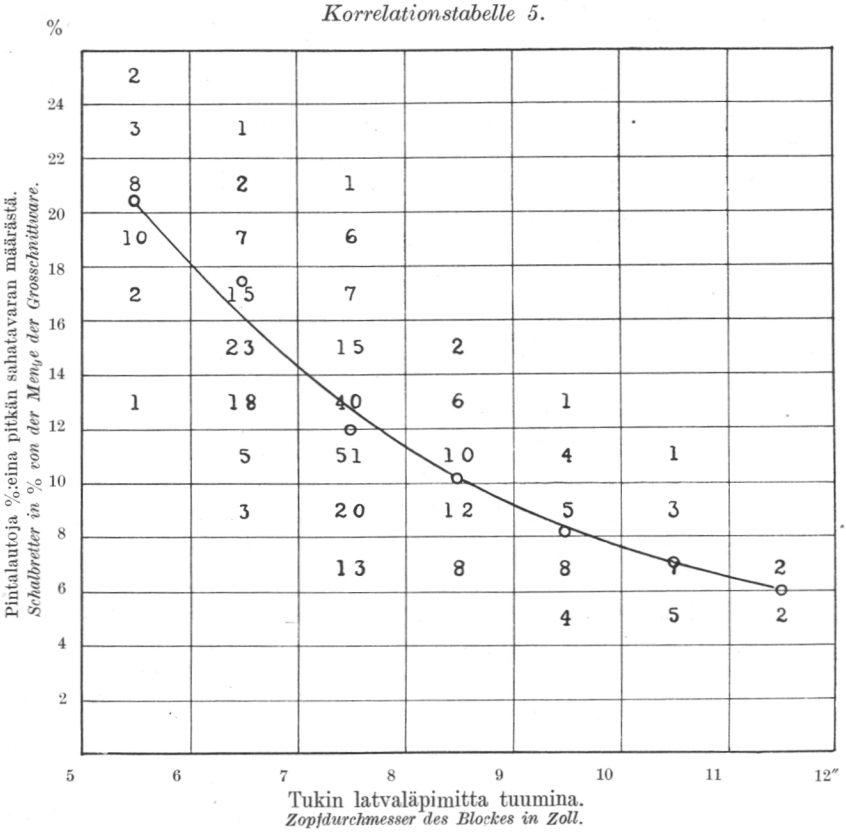
Kuten sanottu, esittävät %-luvut pintalautojen ja hylkytavaran yhteistä määrää koko sahatavaran tuotannosta. Hylkytavaran määrä on kuitenkin verrattain pieni vaihdellen 1—2 % kokonaissahauksesta eri puolilla maata. — Kuusisahatavarassa on hylky-% jonkin verran suurempi kuin mäntytavarassa riippuen kuusipuiden yleisemmästä lahovikaisuudesta. Laho on nimittäin yleisin syy tavaran joutumiseen hylkytavaraluokkaan. Edellä esitettyjä %-lukuja tarkastettaessa on vielä huomattava, että virallisessa tilastossa on mukana myös suuri määrä pienehköjä sahoja, jotka tosin harjoittavat sahatavaran vientiä, mutta sen ohella myös suhteellisen laajaa kotimaan kauppaa. Tällaisten sahojen sahatavaran lajittelu on keskimäärin huomattavasti lievempää kuin varsinaisten vientisahojen. Ainoastaan maasta vietävän osan tuotannostaan ne lajittelevat suunnilleen samojen periaatteiden mukaan kuin varsinaiset vientisahat, mutta kotimaahan myytävä osa tuotannosta jää suurin piirtein lajittelematta ja joutuu tilastossa korkeampaan laatuluokkaan, kuin mihin se todellisuudessa kuuluu. Edellä sanottu koskee myös sahatavaran vajaasärmäisyyttä ja siten myös pintalautojen määrää. Melkoinen määrä pintalautoja joutuu myös höylättynä höylätavaroiden ryhmään. Teollisuustilastoon perustuvat, asetelmassa 3 esitetyt %-luvut, ovat edellisestä johtuen liian pieniä kuvaamaan hylkytavaran ja pintalautojen määrää varsinaisilla vientisahoilla. Edelliset %-luvut onkin haluttu esittää vain esimerkkinä osoittamaan pintalautojen ja hylkytavaran osuutta koko sahatavaran tuotannosta. Seuraavassa tarkastetaan pintalautojen sahausmäärää vientisahoillamme, samoin pintalautojen suhteellisen määrän riippuvaisuutta sahatukkien latvaläpimitasta.

β. Tukkien latvaläpimitan vaikutus pintalautojen %:seen osuuteen koko sahaustuloksesta.

Aluksi tarkastetaan pintalautojen osuutta sahaustuloksesta muutamilla sahoilla suoritettujen koesahausten perusteella. Ensiksi käsitellään yksikehäisellä sahalla suoritetun koesahauksen tulokset (Koesahaus A). Koesahauksen tulosten perusteella on laskettu pintalauta-% koko pitkän tavaran määrästä kutakin rupeamaa kohden. Koko aineisto käsittää 111 vuoron sahauksen vastaten 333 rupeamaa. Tänä aikana sahattu tavaramäärä on 835 std. Korrelatiotaulukossa esitetyt %-luvut tarkoittavat pintalautojen määrää laskettuna pitkän sahatavaran kokonaismäärästä, ja havaintoyksikkönä on rupeamien lukumäärä. Korrelatiotaulukosta on laskettu tukkien kutakin latvaläpimittaluokkaa vastaavien pintalauta-%:en keskiarvot ja piirretty graafisesti keskiarvopisteiden kautta taulukossa oleva tasoituskäyrä.

Korrelatiotaulukko 5.

Korrelationstabelle 5.



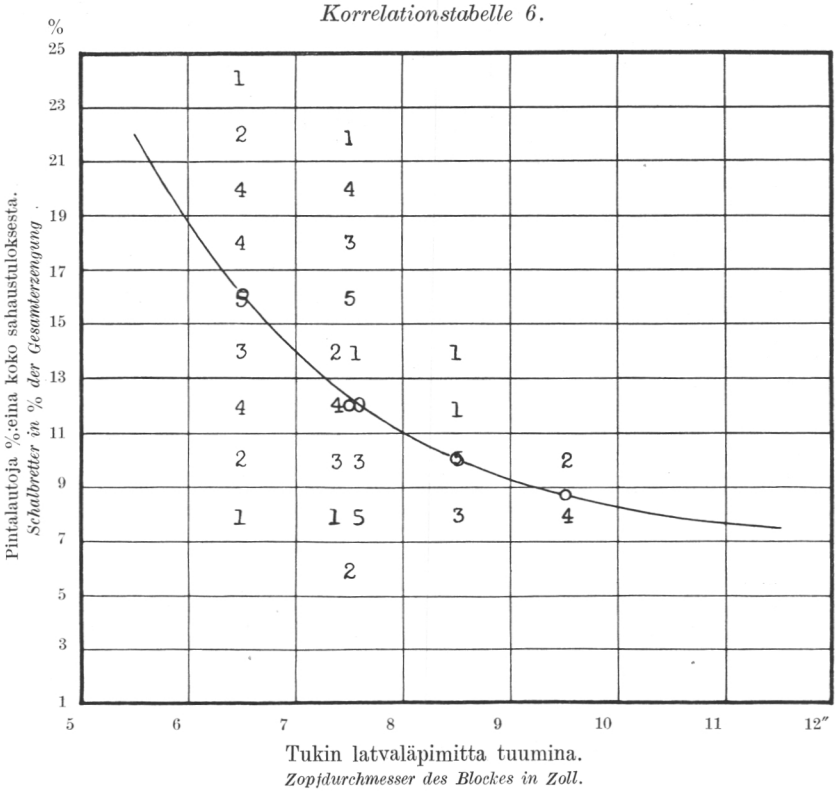
Pintalautojen suhteellinen määrä eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa. (Koesahauksen A mukaan).

Relative Menge der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers. (Nach Probeeinschnitt A).

Korrelatiotaulukosta 5 nähdään, että pintalautojen määrä vähenee jyrkästi tukkien latvaläpimitan suurentuessa. Tämä onkin luonnollinen seuraus siitä, että kaiken kokoisista puista saadaan sama kappaleluku suunnilleen saman kokoisia pintalautoja, joten siis sahaustuloksen tukkia kohden suurentuessa vähenee pintalautojen osuus koko sahaustuloksesta.

Seuraavassa tarkastetaan pintalautojen suhteellista määrää eräiden sahojen sahaustilastojen perusteella (Sahaustilasto I). Aineistossa esiintyvät %-luvut on laskettu sahojen tilikausittain tekemien inventoimislukujen perusteella, ja ne esittävät pintalautojen suhteellista määrää koko sahaustuloksesta. Aineistona käytetty kokonaissahausmäärä on 31 200 std. Korrelatiotaulukossa 6 on havaintoyksikköinä tilikausien lukumäärä. Jokainen havainto edustaa siis noin 187 std:n sahauksen keskiarvoa.

Korrelatiotaulukko 6.
Korrelationstabelle 6.



Pintalautojen suhteellinen määrä eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa. (Sahaustilaston I mukaan).

Relative Menge der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers. (Nach Sägestatistik I).

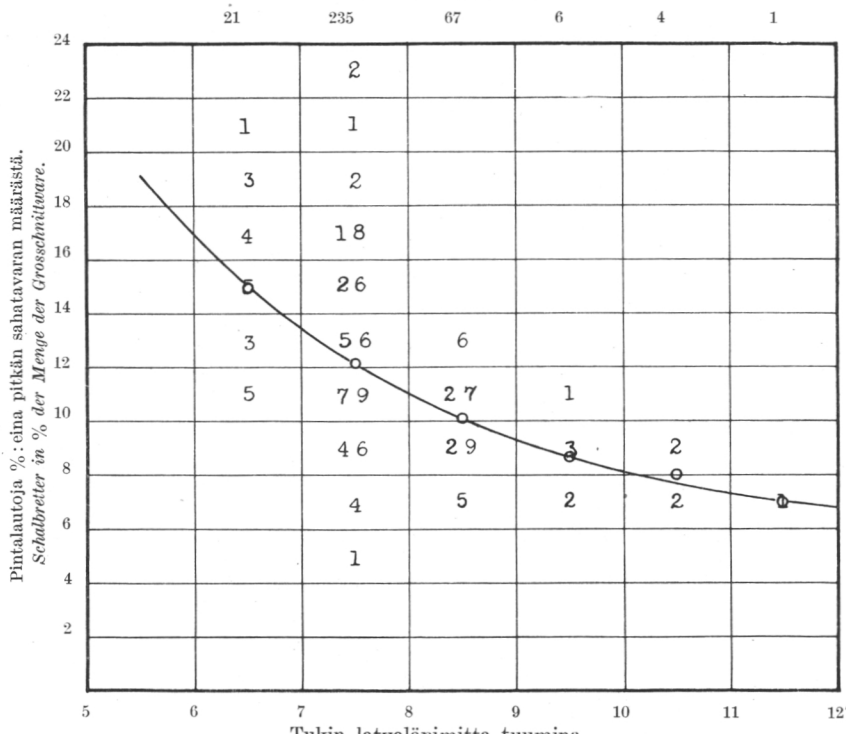
Korrelatiotaulukkoon on laskettu kutakin tukin latvaläpimittaluokkaa vastaavan havaintosarjan keskiarvo ja merkitty se pienellä ympyrällä. Keskiarvopisteiden kautta on tämän jälkeen piirretty graafisesti taulukossa oleva tasoituskäyrä. Kuten äsken esitetyssä koesahauksen aineistossa, niin tässäkin, vähenee pintalautojen osuus sahaustuloksesta säännöllisesti tukkien latvaläpimitan suurentuessa.

Seuraavassa esitetään vielä erään koesahauksen (Koesahaus B) mukainen tukkien latvaläpimitan ja pintalautojen suhteellisen määrän välinen korrelatiotaulukko 7. Se esittää, kuten korrelatiotaulukko 5, tukkien latvaläpimitan vaikutusta pitkän sahatavaran määrästä laskettuun pintalauta-%:iin. Sahaustulos on mitattu kaiken pitkän tavaran ja pintalautojen osalta kutakin vuoroa kohden ja näiden lukujen perusteella laskettu pintalauta-% eri latvaläpimittaisia tukkeja

sahattaessa. Havaintoyksikkönä esiintyy siis tässä vuorojen lukumäärä, joka on aineistossa 334. Sahausmäärä vuoroa kohden on pitkän tavaran osalta keskimäärin 20.3 std, joten koko aineisto vastaa 6 780 std:n sahausta.

Korrelatiotaulukko 7.

Korrelationstabelle 7.



Pintalautojen suhteellinen määrä eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa. (Koesahauksen B mukaan).

Relative Menge der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers. (Nach Probeeinschnitt B).

Korrelatiotaulukkoon on laskettu tukkien kutakin latvaläpimittaluokkaa vastaavien havaintosarjojen keskiarvot ja merkitty ne ympyröillä. Tämän jälkeen on suoritettu graafinen tasoitus.

Jotta eri aineistojen perusteella saatuja pintalauta-% voitaisiin keskenään vertailla, esitetään ne rinnan seuraavassa asetelmassa 8. On kuitenkin huomattava, että eri aineistojen perusteella lasketut pintalauta-%:t eivät ilman muuta ole keskenään verrannollisia. Koesahauksiin perustuvat pintalauta-%:t on laskettu pitkän sahatavaran määrästä ja tilastoaineistoon perustuvat %:t koko sahaustuloksesta. Verrannollisuuden saavuttamiseksi täytyy %-sarjat muuntaa samasta

sahaustuloksen osasta riippuviksi. Tutkimuksen lopputulosta silmällä pitäen on edullisinta, että pintalauta-%:t esitetään koko sahaustuloksesta laskettuina. Pitkän sahatavaran määrästä lasketut %:t pienenevät tällöin niin monella %:lla kuin mitä kunkin tuumaluokan tukeista saadaan pientavaraa. Pintalauta-% muunnettaessa käytetään eri tuumaluokkaisten tukkien pientavara-%:eina sivulla 43 esitettyjä %-lukuja. Koska tukkien latvaläpimitta ei kaikissa aineistoissa vaihtele yhtä paljon, on kahden aineiston mukaiset ääriarvot seuraavassa asetelmassa luettu korrelatiotaulukoissa esitetyiltä tasoituskäyriltä, ja ne ovat siis graafisesti extrapoloituja.

Asetelma 8.
Aufstellung 8.

Tukkien latvaläpimitan vaikutus pintalauta-%:iin.
Einwirkung des Zopfdurchmessers der Blöcke auf das Schalbretter-%.

Aineiston alkuperä *Ursprung des Materials*	Tukkien latvaläpimitta *Zopfdurchmesser der Blöcke*						
	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
	Pintalautoja %:eina koko sahaustuloksesta *Schalbretter in % der Gesamterzeugung*						
Koesahaus A — *Probeeinschnitt A*	18.2	13.6	11.0	8.7	7.3	6.3	5.7
Sahaustilasto I — *Sägestatistik I*	22.1	16.1	11.8	9.8	8.7	8.0	7.5
Koesahaus B — *Probeeinschnitt B*	17.2	13.7	11.0	9.2	7.9	7.2	6.5
Keskimäärin — *Im Mittel*	19.2	14.5	11.3	9.2	8.0	7.2	6.6

Eri aineistojen perusteella määrätyt pintalauta-%:t vaihtelevat jonkin verran. Vaihtelu on suurin pieniä tukkeja sahattaessa. Tämä onkin luonnollista, kun otetaan huomioon se, että pintalautojen suhteellinen määrä on sitä suurempi, mitä pienempiä tukkeja sahataan, ja pienetkin sahaustavan tai asetteiden vaihtelut vaikuttavat tällöin voimakkaasti pintalautojen määrään. Jotta satunnaisesti vaihtelevien tekijöiden vaikutus pintalautojen suhteelliseen määrään saataisiin tutkimuksen lopputulosta laskettaessa mahdollisimman pieneksi, käytetään pintalautojen suhteellista määrää kuvaamaan asetelmassa 8 esitettyjen %-sarjojen punnitsematonta keskiarvosarjaa.

c. Pitkä sahatavara pintalautoja lukuunottamatta.

Edellä on tarkastettu pientavaran ja pintalautojen %:sen osuuden riippuvaisuutta sahatukkien latvaläpimitasta. Vähentämällä tutkimustuloksina saadut mainittujen tavaralajien %:set määrät kokonaissahaustuloksesta, 100 %:sta, saadaan pitkän sahatavaran %:nen osuus. Seuraava asetelma esittää eri tavararyhmien määrää %:eina eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.

Asetelma 9.
Aufstellung 9.
Eri sahatavararyhmien osuus %:eina koko sahaustuloksesta.
Anteil der verschiedenen Sägewarengruppen in % der Gesamterzeugung.

Sahatavaran laji *Sorte der Sägeware*	Tukkien latvaläpimitta *Zopfdurchmesser der Blöcke*						
	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
	%						
Pientavaraa — *Kleinschnittware* ..	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6
Pintalautoja — *Schalbretter*	19.2	14.5	11.3	9.2	8.0	7.2	6.6
Muuta pitkää tavaraa — *Sonstige Grosschnittware*	71.7	76.7	80.1	82.5	83.9	85.0	85.8
Yhteensä — *Insgesamt*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Kuten edellä on esitetty, lisääntyy pientavaran ja pintalautojen suhteellinen osuus sahaustuloksesta tukkien pienentyessä. Tämä lisääntyminen vähentää luonnollisesti vastaavasti muun sahaustuloksen osuutta. Pitkän tavaran osuus pintalautoja lukuunottamatta lisääntyykin säännöllisesti tukkien latvaläpimitan suurentuessa. Koska viimeksi mainittu sahatavaran ryhmä käsittää sahaustuloksen kalleimman osan, vaikuttaa sahaustuloksen erilainen jakautuminen sahatavararyhmiin huomattavasti sahaustuloksen myyntihintaan eri kokoisia tukkeja sahattaessa.

2. *Tukkien latvaläpimitan vaikutus pitkän sahatavaran dimensioiseen jakautumiseen pintalautoja lukuunottamatta.*

Sahatavaran eri käyttötarkoituksiin vaaditaan eri järeitä sahatavaran kokoja. Pitkän tavaran kysymyksessä ollessa vaihtelevat pohjoismaisen sahatavaran koot $4'' \times 11'' - {}^5/_8'' \times 3''$. Edellinen on poikkileikkauspinnaltaan noin 23.5 kertaa niin suuri kuin jälkimmäinen. On luonnollista, että mitoiltaan näin suuresti vaihtelevien kokojen sahaamiseen käytetään ja on pakko käyttää sangen eri järeitä tukkeja. Yleensä pyritään siihen, että tukista sahataan niin järeää tavaraa kuin mahdollista. Tähän pyrkimykseen on, kuten edellä on esitetty, useita syitä. Mitä järeämpiä dimensioita sahataan, sitä pienemmät ovat raakaainemenekki, työpalkkakustannukset ja kvintta-%. Lisäksi on järeiden, etenkin leveiden tavaroiden myyntihinta korkeampi kuin pienempien kokojen. Sahattavien kokojen järeydelle asettaa rajan tukin latvaläpimitta. Leveyden suhteen asia on selvä. Tavaran paksuutta ei tukin latvaläpimitta suorastaan rajoita, mutta mitä paksumpaa tavaraa sahataan, sitä kapeammaksi tavara muuttuu, joten tätä tietä tukin latvaläpimitta asettaa rajoituksia myös tavaran paksuudelle. Yleensä pyritään järjestämään asetteet eri latvaläpimittaisille tu-

keille sellaisiksi, että raaka-ainemenekki muodostuisi mahdollisimman edulliseksi. Tämän vaatimuksen täyttävät asetteet, joissa keskeltä tukkia otetaan suhteellisen paksua tavaraa ja molemmilta sivuilta pintaan päin mentäessä ohuempia ja ohuempia kappaleita. Tällöin tulevat näet rimat mahdollisimman ohuita ja sahausrakoja tulee mahdollisimman vähän.

Aikoinaan olivat eri tuumaluokkien asetteet sangen määrätyt, ja maamme sahateollisuus tuotti suurin piirtein ainoastaan niitä sahatavaran kokoja, mitä puista edullisimmin saatiin. Sodan jälkeen ovat olosuhteet tässä suhteessa kuitenkin suuresti muuttuneet. Sahatavaran kauppa on nykyään melkein poikkeuksetta kehittynyt sellaiseksi, että ostajat ilmoittavat, mitä sahatavaran kokoja he haluavat ostaa, ja sahateollisuuden harjoittajat järjestävät asetteensa ja sahauksensa sen mukaan. Näissä oloissa tulevat asetteet samojenkin tuumaluokkien tukkeja sahattaessa sangen vaihteleviksi, joten määrättyjen tuumaluokkien sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen voidaan määrätä ainoastaan keskimäärin.

Koska sahatavaran hinta ei ole leveyden suoraviivainen funktio, ei sahaustuloksen arvoa voida määrätä keskileveyden perusteella, vaikkakin tapa olisi erittäin yksinkertainen käytäntöön sovellettavaksi. Sahatavaran hinnan ja leveyden käyräviivaisesta korrelatiosta aiheutuu, että keskileveydeltään samanlaisten sahaustulosten hinta riippuu siitä, missä suhteessa ne sisältävät eri leveyksiä. Käytännössä ei edellämainittu seikka tosin suuresti vaikuttaisi tutkimuksen lopputuloksiin, mutta teoreettisesti virheellisenä ei keskiarvolaskentaa tässä kuitenkaan käytetä.

Jotta edelläoleva huomioon ottaen voitaisiin määrätä eri latvaläpimittaisista tukeista saatavan sahaustuloksen hinta, täytyy tuntea, missä suhteessa sahaustulos sisältää eri leveyksiä. Eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa syntyvän sahaustuloksen leveysjakautuminen voidaan määrätä koesahausten perusteella. Tällöin on kuitenkin huomattava, kuten jo edellä on mainittu, että latvaläpimitaltaan määrätyn kokoisia tukkeja sahataan nykyään hyvin monenlaisilla asetteilla. Asetteiden laadusta taas riippuu, mitä sahatavaran leveyksiä tukista saadaan. Jos tällaisissa olosuhteissa halutaan saavuttaa yleispäteviä tutkimustuloksia, täytyy koesahauksia suorittaa erittäin runsaasti, jotta asetteiden vaihtelun vaikutus tutkimustuloksiin tasaantuu ja tulokset osoittavat käytännöllisessä sahauksessa esiintyviä keskiarvoja. Laajojen koesahausten aiheuttamat huomattavat kustannukset asettavat kuitenkin omat rajoituksensa aineiston laajuudelle. Tätä tutkimusta varten koesahattiin yhteensä 812 std. Tällaisen sahausmäärän ollessa kysymyksessä tasoittuisi satunnais-

ten tekijöiden vaikutus jo huomattavassa määrin, jos asetteet voisi koesahaukseen mielin määrin valita. Tällaista mahdollisuutta ei käsillä olevassa tapauksessa kuitenkaan ollut. Sahaus suoritettiin nimittäin sahalaitoksen omistavan yhtiön normaalisena sahauksena myyntiluettelojen mukaisesti. Vaikkakin sahaus oli täysin normaalista ja suoritettiin kevättalvella, jolloin ei vielä mitään luetteloiden täytesahauksia esiinny, on tuloksien yleispätevyyttä haluttu kuitenkin käytettävissä olevin keinoin tarkistaa.

Yhtenä tarkistuskeinona käytetään tulosten vertailua eräiden muiden koesahausten tuloksiin (Koesahaukset C). Tekijä on käytännössä saha-alalla toimiessaan suorittanut suuren määrän koesahauksia pyrkien selvittämään, mitä sahatavaran kokoja milläkin asetteella eri latvaläpimittaisista tukeista saadaan. Käytännöllisen sahaustoiminnan ohjauksessa ja tarkkailussa ovat tällaiset koesahaukset välttämättömiä, ja suoritetaan niitä sahoilla verrattain yleisesti. Paitsi omia koesahaustuloksia on tarkastusta varten lisäksi käytettävissä kolmen huomattavan sahalaitoksen koesahaustulokset.

Tämän tutkimuksen sekä toisten koesahausten suorittamistapa on selostettu tutkimusaineistoa käsittelevässä kappaleessa sivuilla 21—22.

Paitsi koesahauksia voidaan tutkimustulosten tarkistukseen käyttää muitakin keinoja. Myöhemmin tullaan näkemään, että sahaustuloksen keskileveys on keskimäärin tukin latvaläpimitan suoraviivainen funktio. Ilmiö johtuu siitä, että raaka-ainemenekki on edullisin silloin, kun sahatavaran leveys ja paksuus ovat määrätyssä suhteessa tukin latvaläpimittaan. Eri latvaläpimittaisille tukeille käytetyt asetteet pyrkivät tällöin keskimäärin muodostumaan sellaisiksi, että tukin läpileikkausympyrästä otettavat sahatavaroiden poikkipintaa vastaavat suorakaiteet ovat suurin piirtein yhdenmuotoisia, ja suhde ympyrän läpimitan ja suorakaiteiden mittojen välillä pysyy samana tukin latvaläpimitan vaihtelusta huolimatta. Esitettyyn tosiasiaan perustuen voidaan koesahaustuloksia jossakin määrin tarkistaa. Sahalaitosten sahaustilastoissa esiintyy sahattujen tukkien keskiläpimitta ja sahaustuloksen keskileveys. Laskemalla sahaustuloksen keskileveys koesahausten perusteella ja vertaamalla saatuja keskileveyksiä sahaustilastoaineiston mukaisiin keskileveyksiin, voidaan päätellä, vastaako koesahausten perusteella saatu sahaustuloksen leveysjakautuminen käytännössä suoritetun sahauksen leveysjakautumista. Edellä esitettyyn nähden tosin voidaan väittää, että sama sahatavaran keskileveys voi syntyä monista eri leveyksien yhdistelmistä. Näin olisikin asianlaita, elleivät raaka-ainemenekki, sahatavaran leveydestä riippuva hinta ja tukin latvaläpimitta asettaisi sangen ahtaita rajoja sahatavaran leveyden vaihteluille.

Selvän käsityksen siitä, miten vähän sahatavaran koot yleensä vaihtelevat, saa tarkastamalla sahatavaratuotannon paksuuden ja leveyden vaihteluita eri vuosina. Asian valaisemiseksi tarkastetaankin seuraavassa pitkän sahatavaran eri kokojen suhteellisia sahausmääriä eri vuosina sekä tavaran jakautumista eri leveys- ja paksuusluokkiin. Tarkastelu tehdään puulajeittain, syystä että mänty- ja kuusitukit sahataan jonkin verran erilaisia asetteita käyttäen. Aineistona tarkastelua varten käytetään Suomen Sahanomistajayhdistyksen lajittelemattoman tavaran vientitilastoa vuosilta 1930—34. Tarkastelun kannalta olisi luonnollisesti parempi, jos olisi käytettävissä tietoja koko sahatavaran tuotannon jakautumisesta eri kokojen kesken, mutta niiden puutteessa on tyydyttävä mainittuun aineistoon. Tällöin on myös otettava huomioon, että sahatavaran eri kokojen kvintta-%:t pysyvät nykyisin vuodesta vuoteen suurin piirtein samoina ja joka tapauksessa muuttuvat samassa suhteessa. Lajittelemattoman tavaran määrät edustavat siis lajittelemattoman ja kvinttatavaran dimensioista jakautumista. Näin ollen edustaa aineisto noin 60 % pitkän sahatavaran koko tuotannosta. Tästä huolimatta voidaan olettaa, että Sahanomistajayhdistyksen ulkopuolella olevien sahojen tuotanto vaihtelisi dimensioiselta jakautumiseltaan eri tavalla kuin yhdistykseen kuuluvien sahojen tuotanto. Tällaista olettamusta ei kuitenkaan voida mitenkään perustella, sillä yhdistyksen ulkopuolella olevat sahat myyvät sahatavaransa samoille markkinoille kuin yhdistykseen kuuluvatkin ja kysyntä luonnollisesti vaatii sahaamaan niitä kokoja, joita ostetaan. Lisäksi voitaisiin olettaa, että kotimaahan myyty sahatavara vaikuttaisi sahatavaran dimensioiseen jakautumiseen koko sahatavaran tuotantoa silmällä pitäen. Tällaista ilmiötä ei käytetyn aineiston perusteella voida todeta, eikä tätäkään olettamusta voida millään perustella, sillä kotimaahan myydään suureksi osaksi kapeita lautoja, joiden leveys ei juuri ollenkaan vaihtele, ja kotimaan myynti muodostaa siksi pienen osan sahatavaran tuotannosta, etteivät siinä esiintyvät pienet vaihtelut edes vaikuttaisi kokonaistulokseen. Kotimainen sahatavaran kulutus on nimittäin vain 10—15 % koko sahatavaran tuotannosta (H a r t i k a i n e n 1934). Edellisen perusteella voidaan käytetyn aineiston katsoa edustavan niitä vaihteluita, mitä sahatavaran tuotantomme dimensioisessa jakautumisessa yleensä esiintyy.

Suomen Sahanomistajayhdistyksen vientitilaston perusteella lasketaan aluksi, missä määrin eri paksuisia tavaroita on suhteellisesti kunakin vuotena viety ulkomaille. Seuraavat asetelmat 10 ja 11 esittävät mänty- ja kuusisahatavaroiden jakautumista eri paksuuksiin.

Asetelma 10.

Aufstellung 10.

Lajittelemattoman mäntysahatavaran jakautuminen %:eina eri paksuuksiin vv. 1930—34.

Verteilung der unsortierten Kiefernsägeware in % auf verschiedene Dicken in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran paksuus *Dicke der Sägeware*	Vuosi — *Jahr*					M 1930—34
	1930	1931	1932	1933	1934	
4″	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.64
3″	11.9	10.8	11.9	10.3	12.5	11.48
2 ½″	11.2	10.8	11.2	10.9	11.7	11.16
2″	34.6 58.4	35.2 57.4	34.6 58.4	36.5 58.4	33.6 58.3	34.90 58.18
1 ¾″	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.24
1 ½″	5.9	6.6	5.9	6.6	8.1	6.62
1 ¼″	6.4	6.4	6.4	5.6	5.7	6.10
1 ⅛″	0.8	0.3	0.8	0.2	0.1	0.44
1″	13.5	13.3	13.5	13.5	12.7	13.30
⅞″	3.8	5.1	3.8	4.3	4.7	4.34
¾″	7.4	6.9	7.4	8.3	7.2	7.44
⅝″	2.4	1.8	2.4	2.5	2.2	2.26
½″	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.10
Erikoispaksuuksia — *Spezielle Dicken* ..	1.1 41.6	1.9 42.6	1.1 41.6	0.3 41.6	0.5 41.7	0.98 41.82
Keskipaksuus — *Im Mittel*	1.79″	1.79″	1.78″	1.74″	1.80″	1.78″

Asetelma 11.

Aufstellung 11.

Lajittelemattoman kuusisahatavaran jakautuminen %:eina eri paksuuksiin vv. 1930—34.

Verteilung der unsortierten Fichtensägeware in % auf verschiedene Dicken in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran paksuus *Dicke der Sägeware*	Vuosi — *Jahr*					M 1930—34
	1930	1931	1932	1933	1934	
4″	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.16
3″	13.6	11.9	13.6	11.5	9.4	12.00
2 ½″	10.4	11.5	10.4	11.5	8.2	10.40
2″	16.4 40.5	18.8 42.3	16.4 40.5	22.3 45.5	18.8 36.7	18.54 41.10
1 ¾″	0.2	0.1	0.2	1.1	2.7	0.86
1 ½″	1.5	1.6	1.5	1.6	2.0	1.64
1 ⅜″	1.5	1.0	1.5	1.3	4.1	1.88
1 ¼″	9.2	10.0	9.2	8.3	7.5	8.84
1 ⅛″	2.3	1.2	2.3	1.3	1.4	1.70
1″	7.2	8.3	7.2	6.8	5.7	7.04
⅞″	31.9	29.8	31.9	27.5	33.1	30.84
¾″	2.9	3.0	2.9	3.5	3.3	3.12
⅝″	2.4	2.2	2.4	2.6	2.7	2.46
½″	.	.	.	0.2	0.2	0.08
Erikoispaksuuksia — *Spezielle Dicken* ..	0.4 59.5	0.5 57.7	0.4 59.5	0.3 54.5	0.6 63.3	0.44 58.90
Keskipaksuus — *Im Mittel*	1.53″	1.56″	1.58″	1.62″	1.50″	1.56″

Asetelmista nähdään, että eri paksuuksien osuudet koko sahatavaran tuotannosta ovat puulajeittain suunnilleen vakinaiset vaihdellen eri vuosina ainoastaan muutaman prosentin. Tästä johtuen onkin sahatavaran keskipaksuus vuodesta vuoteen suurin piirtein sama. Eri puulajeista on huomattava, että mäntytavaran keskipaksuus on jonkin verran suurempi kuin kuusitavaran. Tämä johtuu lähinnä siitä, että 2″:n paksuista kuusta sahataan ainoastaan noin puolet siitä mitä mäntyä, jotavastoin kuusilautojen sahaus on vastaavasti runsaampaa. Kuusilautojen sahauksen runsaus kohdistuu melkein yksinomaan 7/8″ lautoihin.

Seuraavassa tarkastetaan sitten, miten sahatavaran tuotanto vientimäärien perusteella jakautuu eri leveyksien kesken. Tarkastelu perustuu samaan aineistoon kuin edellinenkin. Seuraavat asetelmat 12 ja 13 osoittavat mänty- ja kuusisahatavaran suhteellista jakautumista eri leveyksiin.

Samoin kuin sahatavaran tuotannon paksuusjakautuminen on myös leveysjakautuminen eri vuosina huomattavan samanlainen. Vaihteluita esiintyy tosin jossakin määrin, mutta määrättyä suuntaa, mihin päin sahatavaran leveys olisi kehittymässä, ei kuitenkaan ole havaittavissa. Eri leveyksien suhteellinen määrä vaihtelee jonkin verran mänty- ja kuusisahatavaroissa. Mäntytavaroissa esiintyy 4″ ja 3″ leveyksiä runsaammin kuin kuusitavaroissa. Kuusitavaroissa taas on 5″ ja 6″ leveyksiä runsaammin kuin mäntytavaroissa. Keskileveys on kuusitavarassa jonkin verran suurempi kuin mäntytava-

Asetelma 12.

Aufstellung 12.

Lajittelemattoman mäntysahatavaran jakautuminen %:eina eri leveyksiin vv. 1930—34.

Verteilung der unsortierten Kiefernsägeware in % auf verschiedene Breiten in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*	Vuosi — *Jahr*					M 1930—34
	1930	1931	1932	1933	1934	
9″	6.5	6.6	6.5	6.6	7.4	6.7
8″	6.8	6.2	6.6	6.6	5.9	6.4
7″	13.3	14.0	13.0	13.4	13.9	13.5
6″	17.9	17.6	18.7	18.0	19.0	18.3
5″	16.7	17.6	16.4	17.0	18.0	17.2
4″	35.3	34.4	35.1	34.9	32.3	34.4
3″	3.3	3.6	3.7	3.5	3.5	3.5
Keskileveys — *Mittlere Breite*	5.48″	5.49″	5.48″	5.49″	5.55″	5.50″

Asetelma 13.

Aufstellung 13.

Lajittelemattoman kuusisahatavaran jakautuminen %:eina eri leveyksiin vv. 1930—34.

Verteilung der unsortierten Fichtensägeware in % auf verschiedene Breiten in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*	Vuosi — *Jahr*					M 1930—34
	1930	1931	1932	1933	1934	
9″	7.7	8.0	8.2	7.6	6.9	7.7
8″	5.4	7.4	8.9	7.1	7.3	7.2
7″	12.4	13.3	14.8	14.1	13.7	13.7
6″	19.4	21.5	22.5	21.4	20.8	21.1
5″	25.5	22.5	21.3	22.5	23.0	22.9
4″	28.5	26.2	22.7	26.4	27.0	26.2
3″	1.1	1.1	1.6	0.9	1.3	1.2
Keskileveys — *Mittlere Breite*	5.61″	5.74″	5.86″	5.73″	5.68″	5.72″

rassa. Näiden eroavaisuuksien selittämiseksi mainittakoon seuraavat seikat. 2″ × 4″ ja 2″ × 3″ ovat aina olleet haluttuja mäntysahatavaran kokoja Englantiin, ja niitä sahataan senvuoksi runsaasti. Kuusitavaroista ovat 5″—6″ laudat haluttuja Hollantiin ja Saksaan, minkä vuoksi niiden sahausmäärä on suhteellisen suuri. Kuusitukit ovat nykyisin myös hieman suurempia kuin mäntytukit (S a a r i 1932). Osittain aiheuttaa eron sahaustapojen erilaisuus eri puulajeja sahattaessa. Mänty- ja kuusisahatavaran paksuusjakautumista esittävästä yhdistelmästä nähtiin, että kuusitavara on jonkin verran ohuempaa kuin mäntytavara. Lautojen sahausmäärä on nimittäin suurempi kuusia kuin mäntyjä sahattaessa. Kuusilaudat sahataan lisäksi useimmiten siten, että koko tukki sahataan läpisahaten laudoiksi, joten tukin keskeltä saadaan pieni määrä leveämpiä lautoja, kuin jos tukin keskeltä sahattaisiin paksumpaa tavaraa. Osittain vaikuttaa kuusitavaran leveyteen mäntyyn verrattuna myös se, että pienetkin kuusitukit sahataan laudoiksi, kun sitävastoin pienet mäntytukit (5″—6″) usein nelisahataan 3″—4″:n kapeasoiroiksi.

Sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen pysyväisyyden osoitteeksi esitetään seuraavassa vielä sahatavaran eri leveyksien keskipaksuudet edellä käytetyn aineiston perusteella. Asetelma 14 esittää eri mäntysahatavaran leveyksien keskipaksuuksia vv. 1930—34 ja asetelma 15 vastaavia tietoja kuusitavarasta.

Asetelma 14.

Aufstellung 14.

Lajittelemattoman mäntysahatavaran eri leveyksien keskipaksuudet vv. 1930—34.

Mittlere Dicken der verschiedenen Breiten unsortierter Kiefernsägeware in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*	1930	1931	1932	1933	1934	M 1930—34
	Sahatavaran keskipaksuus tuumina *Mittlere Dicke der Sägeware in Zoll*					
9″	2.51	2.44	2.46	2.37	2.40	2.44
8″	2.23	2.20	2.11	2.08	2.10	2.14
7″	2.07	2.07	2.05	2.03	2.05	2.05
6″	1.83	1.78	1.83	1.76	1.83	1.81
5″	1.44	1.53	1.45	1.45	1.48	1.47
4″	1.62	1.64	1.68	1.63	1.68	1.65
3″	1.89	1.85	1.84	1.85	1.90	1.87
M	1.79	1.79	1.78	1.74	1.80	1.78

Asetelma 15.

Aufstellung 15.

Lajittelemattoman kuusisahatavaran eri leveyksien keskipaksuudet vv. 1930—34.

Mittlere Dicken der verschiedenen Breiten unsortierter Fichtensägeware in den Jahren 1930—34.

Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*	1930	1931	1932	1933	1934	M 1930—34
	Sahatavaran keskipaksuus tuumina *Mittlere Dicke der Sägeware in Zoll*					
9″	2.67	2.59	2.57	2.52	2.38	2.55
8″	2.08	1.99	1.96	1.97	1.94	1.99
7″	1.75	1.69	1.86	1.77	1.61	1.74
6″	1.74	1.76	1.87	1.79	1.67	1.77
5″	1.34	1.35	1.45	1.40	1.41	1.39
4″	1.15	1.20	1.34	1.22	1.25	1.23
3″	1.42	1.79	1.92	1.94	1.63	1.74
M	1.53	1.56	1.58	1.62	1.50	1.56

Kuten yhdistelmistä nähdään, ovat eri leveyksien keskipaksuudet vuodesta vuoteen puulajeittain käytännöllisesti katsoen samat. Mäntytavaran ja kuusitavaran määräleveyksien keskipaksuudet poikkeavat kuitenkin toisistaan jonkin verran, mikä johtuu kysynnän aiheuttamasta sahaustavan erilaisuudesta, kuten edellä jo on mainittu.

Edellä on tilastonumeroiden perusteella osoitettu, että pitkän tavaran sahaustuloksen dimensioinen jakautuminen on sekä paksuudelleen että leveydelleen vuodesta vuoteen suurin piirtein määrätty ja samanlainen. Kun tukkien keskiläpimitta ja latvaläpimittajakautuminen eivät sanottavasti vuodesta toiseen vaihtele, osoittaa edellä esitetty sahaustuloksen dimensioisen jakautumisen muuttumattomuus, että eri latvaläpimittaisista tukeista sahataan keskimäärin samoja sahatavaran kokoja.

Seuraavassa tarkastetaan yksityiskohtaisemmin sahaustuloksen leveysjakautumisen riippuvaisuutta sahattavien tukkien latvaläpimitasta. Aluksi tutkitaan asiaa suoritetusta koesahauksesta saadun aineiston perusteella (Koesahaus A). Koesahauksen suoritustapa on selostettu sivulla 21. Aineistoa käsiteltäessä lajitellaan se kunakin rupeamana sahattujen tukkien latvaläpimittaluokkien perusteella. Määrätyn tuumaluokan sahaustuloksen leveysjakautumissarjaksi lasketaan kaikkien niiden rupeamien leveysjakautumissarjojen aritmeettinen keskiarvo, jolloin kysymyksessä olevan tuumaluokan tukkeja on sahattu.

Käytetty menetelmä, että määrätyn tuumaluokan tukeista saadun sahaustuloksen leveysjakautumisena on pidetty kaikkien niiden rupeamien leveysjakautumissarjojen aritmeettista keskiarvoa, jolloin kysymyksessä olevan tuumaluokan tukkeja sahattiin, kaipaa hieman tarkastelua. Kuten on mainittu, sahataan määrätyn tuumaluokan tukkeja useilla erilaisilla asetteilla. Taloudellisesti edullisimman tuloksen saavuttamiseksi eivät asetteet kuitenkaan yleisesti vaihtele varsin paljon, sillä erikoisasetteita käytetään vain silloin, kun siihen on poikkeukselliset syynsä. Erilaisten asetteiden käytön runsaus vaikuttaa määrätyn tuumaluokan tukista saadun sahaustuloksen leveysjakautumiseen. Kun kysymyksessä olevat koesahaukset edustavat koko sahauskauden sahausta, edustaa kaikkien niiden rupeamien leveysjakautumissarjojen aritmeettinen keskiarvo, jolloin määrätyn tuumaluokan tukkeja on sahattu, todellisuudessa asetteiden käytön runsaudella punnittua sahaustuloksen leveysjakautumissarjaa. Täten voidaankin tutkimustulosten katsoa edustavan eri tuumaluokan tukeista saatavan sahaustuloksen keskimääräistä leveysjakautumista.

Asetelma 16 esittää mainitun koesahauksen mukaan pitkän sahatavaran jakautumista pintalautoja lukuunottamatta eri leveyksien kesken. Tavaran leveys on asetelmassa määrätty tuumaluokittain siten, että kukin luokka sisältää täyden sekä sitä ylittävän $\frac{1}{2}''$:n leveyden.

Asetelma 16.

Aufstellung 16.

Pitkän sahatavaran jakautuminen pintalautoja lukuunottamatta %:eina eri leveyksien kesken eri latvaläpimittaisia mänty- ja kuusitukkeja sahattaessa (Koesahauksen A mukaan).

Prozentuale Verteilung der Grosschnittware mit Ausnahme der Schalbretter auf die verschiedenen Breiten beim Sägen von Kiefern- und Fichtenblöcken verschiedenen Zopfdurchmessers (Nach Probeeinschnitt A).

Tukin latvaläpimittaluokka *Zopfdurchmesserklasse des Blockes*	Tavaran leveys *Breite der Ware*						
	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″
5— 6″	6.0	93.5	0.5				
6— 7″	—	54.9	42.9	2.2			
7— 8″	—	16.3	36.6	46.5	0.6		
8— 9″	—	18.1	10.0	52.0	19.7	0.2	
9—10″	—	12.0	7.4	14.1	40.0	26.3	0.2
10—11″	—	7.6	5.7	7.7	12.7	22.0	44.3
11—12″	—	8.9	4.6	5.1	10.4	10.1	60.9
12″+	—	6.2	4.0	5.9	12.5	16.9	54.5

Asetelma osoittaa, että leveiden sahatavaroiden suhteellinen osuus sahaustuloksesta lisääntyy verrattain säännöllisesti tukkien latvaläpimitan suurentuessa. Koska saatua tulosta ei voida teoreettisen tarkastelun avulla arvostella, verrataan sitä eräiden toisten koesahausten tuloksiin. Vertailuun käytetään käytännössä suoritettujen koesahausten tuloksia (Koesahaukset C) sekä tilastoaineistoa eri asetteiden käytön runsaudesta (Sahaustilasto II).

Koska koesahaustuloksia sahaustuloksen dimensioisesta jakautumisesta on käytettävissä neljältä sahalta, ja tulokset poikkeavat hieman eri sahoilla, on aluksi laskettu määrätyn asetteen dimensioinen keskimääräinen jakautuminen käytettävissä olleiden neljän lukusarjan punnitsemattomana keskiarvona. Näiden keskiarvosarjojen perusteella on sitten laskettu, missä kuutiosuhteessa sahaustulos määrättyä asetetta käytettäessä sisältää sahatavaran eri leveyksiä. Sahatavaran leveysjakautumista esittäville lukusarjoille on sitten laskettu punnittu keskiarvoinen sarja tukkien kutakin tuumaluokkaa varten, ja tällöin on käytetty painolukuina niitä suhdelukuja, jotka esittävät eri asetteiden käytön runsautta neljällä eri sahalaitoksella (Sahaustilasto II).

Asetelma 17 esittää sahaustuloksen keskimääräistä leveysjakautumista eri tuumaluokkien tukkeja sahattaessa.

Asetelma 17.

Aufstellung 17.

Sahaustuloksen suhteellinen jakautuminen sahatavaran eri leveyksien kesken pintalautoja lukuunottamatta eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa (Koesahausten C ja sahaustilaston II mukaan).

Relative Verteilung der Erzeugung auf die verschiedenen Breiten der Sägeware mit Ausnahme der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers (Nach Probeeinschnitt C und Sägestatistik II).

Tukin latvaläpimittaluokka *Zopfdurchmesserklasse*	Saha n:o *Sägewerk Nr.*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
		3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″
5— 6″	I	39.0	59.2	1.8				
	II	29.7	69.8	0.5				
	III	63.4	36.6	—				
	IV	62.7	37.3	—				
6—7 ″	I	19.3	45.8	30.8	4.1			
	II	0.8	58.3	34.9	6.0			
	III	3.9	47.9	48.2	—			
	IV	6.8	64.7	28.5	—			
7—8 ″	I	7.5	15.0	21.0	45.6	10.9		
	II	—	26.8	31.2	34.3	7.7		
	III	—	8.2	34.2	57.6	—		
	IV	—	11.0	34.9	54.1	—		
8—9 ″	I	3.7	12.4	18.8	20.0	40.9	4.2	
	II	—	18.0	13.6	30.8	33.9	3.7	
	III	—	15.7	3.8	80.5	—	—	
	IV	—	20.6	—	28.7	50.7	—	
9—10″	I	3.4	12.1	7.0	6.7	34.9	35.9	
	II	—	18.0	10.4	19.0	27.7	24.9	
	III	—	4.7	18.7	6.4	61.4	8.8	
	IV	—	12.7	6.7	11.5	44.0	25.1	
10—11″	I	2.5	2.5	9.8	6.4	13.0	20.0	45.8
	II	—	9.6	6.4	7.2	16.8	23.1	36.9
	III	—	8.5	7.5	—	8.7	30.0	45.3
	IV	—	2.8	7.1	8.0	10.4	19.9	51.8
11—12″	I	5.0	2.0	1.0	4.1	10.7	10.6	66.6
	II	—	7.6	1.8	7.0	8.4	12.6	62.6
	III	—	2.1	5.7	14.8	—	10.7	66.7
	IV	—	6.9	4.6	8.6	10.2	13.7	56.0
12″+	I	1.5	5.6	5.8	11.9	2.4	11.0	61.8

Asetelma osoittaa, että määrätyn latvaläpimittaisesta tukista saadun sahaustuloksen leveysjakautumien voi yhdellä sahalla olla melkoisesti erilainen kuin toisella. Suurimmat erot esiintyvät kapeimpien sahatavarain leveyksien kohdalla. Syynä tähän on se, että muutamilla sahoilla särmätään kapein tavara yleisesti kolmituumaiseksi, mutta toisilla sahoilla otetaan näiden asemesta nelituumaisia pintalautoja. Yleisesti esiintyviä pieniä poikkeuksia leveysjakautu-

Asetelma 18.

Aufstellung 18.

Pitkän sahatavaran keskimääräinen jakautuminen pintalautoja lukuunottamatta eri leveyksien kesken %:eina eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.

Durchschnittliche prozentuale Verteilung der Grossschnittware mit Ausnahme der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.

Tukin latvaläpimitta *Zopfdurchmesserklasse*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*																				
	3″			4″			5″			6″			7″			8″			9″		
	I	II	M	I	II	M	I	II	M	I	II	M	I	II	M	I	II	M	I	II	M
5— 6″	48.7	6.0	27.3	50.7	93.5	72.1	0.6	0.5	0.6												
6— 7″	7.7	—	3.9	54.2	54.9	54.5	35.6	42.9	39.2	2.5	2.2	2.4									
7— 8″	1.9	—	1.0	15.3	16.3	15.8	30.3	36.6	33.4	47.8	46.5	47.1	4.7	0.6	2.7						
8— 9″	0.8	—	0.4	16.7	18.1	17.4	9.1	10.0	9.6	10.0	52.0	46.0	33.4	19.7	26.5	—	0.2	0.1			
9—10″	0.9	—	0.5	11.9	12.0	11.9	10.7	7.4	9.1	0.9	14.1	12.5	42.0	40.0	41.0	21.8	26.3	24.0	1.8	0.2	1.0
10—11″	0.6	—	0.3	5.9	7.6	6.8	7.7	5.7	6.7	5.4	7.7	6.6	12.2	12.7	12.4	23.3	22.0	22.6	44.9	44.3	44.6
11—12″	1.3	—	0.7	4.6	8.9	6.8	3.3	4.6	4.0	8.6	5.1	6.8	7.3	10.4	8.8	11.9	10.1	11.0	63.0	60.9	61.9
12″+	1.5	—	0.8	5.6	6.2	5.9	5.8	4.0	4.9	11.9	5.9	8.9	2.4	12.5	7.5	11.0	16.9	13.9	61.8	54.5	58.1

I = Käytännössä suoritettujen koesahausten (C) mukaan. *Nach den in der Praxis ausgeführten Probeeinschnitten (C).*
II = Tämän tutkimuksen koesahausten (A) mukaan. » » *Probeeinschnitten der vorliegenden Untersuchungen (A).*
M = Edellisten punnitsematon keskiarvo. *Ungewogener Mittelwert der vorstehenden.*

missarjoihin aiheuttaa luonnollisesti eri asetteiden vaihtelevan runsas käyttö, sahaustavan erilaisuus sekä monet muutkin satunnaiset tekijät.

Koska edellä esitettyjen sahaustuloksen leveyden jakautumissarjojen päätarkoituksena on olla tämän tutkimuksen koesahausten perusteella saatujen leveyden jakautumissarjojen tarkistuksena, lasketaan vertailun helpoittamiseksi eri sahojen sarjoille punnitsemattomat keskiarvot tuumaluokittain. Asetelma 18 esittää näin saatuja leveyden jakautumisen keskiarvosarjoja rinnan tämän tutkimuksen koesahaustulosten kanssa.

Jos verrataan %-lukuja keskenään, huomataan, että tämän tutkimuksen koesahausten perusteella saadut luvut ja käytännössä suoritettujen koesahausten perusteella lasketut luvut poikkeavat verrattain vähän toisistaan. Huomattavin eroitus esiintyy 5″:n tukkien sahaustuloksen leveydessä. Tämä ero johtuu siitä, että tämän tutkimuksen koesahauksissa oli kapeimpana särmäysleveytenä 4″, eikä kuten tavallista 3″. Muutamia muitakin huomattavia eroja esiintyy. Tällainen on esimerkiksi 6″ ja 7″ leveyksien suhteellinen määrä 8″:n tukkeja sahattaessa. Tämän tutkimuksen koesahausten mukaan sisältää sahaustulos suhteellisesti enemmän 6″:n kuin 7″:n leveyttä. Sen aiheuttaa huomattava 6 ½″:n leveyden sahaus Etelä-Afrikkaan vietäväksi höylätavaraksi. Muissa %-luvuissa esiintyvät erot ovat siksi pieniä, ettei niihin asian laatuun ja esiintyviin vaihtelun mahdollisuuksiin katsoen ole syytä yksityiskohtaisesti puuttua. Lisäksi on myös huomattava, että sahatavaran myyntihinta vaihtelee sangen tasajuoksuisesti leveydestä riippuen, joten sahaustuloksen vähäisen osan siirtyminen leveydeltään tuumaluokasta toiseen ei sanottavasti vaikuta sahaustuloksen kokonaismyyntihintaan.

Kuten jo edellä mainittiin, tarkastetaan koesahauksien perusteella määrättyä sahaustuloksen leveysjakautumista vielä siten, että koesahauksilla määrätyn leveysjakautumisen perusteella lasketaan pitkän sahatavaran keskileveys eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa, ja verrataan näin saatuja keskileveyksiä muutamien sahalaitosten käyttötilastosta saatuihin vastaaviin lukuihin (Sahaustilasto I). Seuraavat asetelmat 19 ja 20 esittävät eri latvaläpimittaisista tukeista saadun pitkän tavaran keskileveyden eri lähteiden mukaan. Asetelmassa 19 on keskileveys laskettu pitkälle sahatavaralle pintalautoja lukuunottamatta sekä asetelmassa 20 kaikelle pitkälle tavaralle.

Asetelman 19 lukusarjat ovat käytännöllisesti katsoen samat, ja ne siis varmentavat molemmin käytetyin tavoin saatujen sahaustuloksen leveysjakautumissarjojen yhdenmukaisuutta. 5″:n tukkien sahaustuloksen keskileveyden eroon vaikuttava syy on jo edellä selitetty, ja se on eri suuri kapein särmäysleveys.

Asetelma 19.

Aufstellung 19.

Pitkän sahatavaran keskileveys pintalautoja lukuunottamatta eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.

Mittlere Breite der Grossschnittware mit Ausnahme der Schalbretter beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.

Aineiston alkuperä *Ursprung des Materials*	Tukkien latvaläpimitta — *Zopfdurchmesser der Blöcke*							
	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″	12″+
	Sahatavaran keskileveys tuumina *Mittlere Breite der Sägeware in Zoll*							
Tämän tutkimuksen koesahausten mukaan (A.) — *Nach den Probeeinschnitten dieser Untersuchung (A.)*	3.95	4.67	5.51	5.99	6.61	7.72	8.02	8.20
Käytännössä suoritettujen koesahausten mukaan (C.) — *Nach den in der Praxis ausgeführten Probeeinschnitten (C.)*	3.58	4.47	5.53	6.02	6.58	7.75	8.06	—

Asetelmassa 20 esitetään vielä kaiken pitkän sahatavaran keskileveydet eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa. Asetelman luvut perustuvat molempien esitettyjen koesahausten tuloksiin sekä eräitten sahojen sahaustilastoihin. Tilaston luvut edustavat noin 31 200 std:n kokonaissahausta (Sahaustilasto I).

Asetelma 20.

Aufstellung 20.

Kaiken pitkän sahatavaran keskileveydet eri latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa.

Mittlere Breiten der gesamten Grosschnittware beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.

Aineiston alkuperä *Ursprung des Materials*	Tukkien latvaläpimitta — *Zopfdurchmesser der Blöcke*						
	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
	Pitkän sahatavaran keskileveys tuumina *Mittlere Breite der Grosschnittware in Zoll*						
Tämän tutkimuksen koesahausten muk. (A.) — *Nach den Probeeinschnitten dieser Untersuchung (A.)*	4.08	4.55	5.60	5.82	6.20	7.25	7.81
Käytänn. suoritett. koesahausten muk. (C.) — *Nach den in der Praxis ausgeführten Probeeinschnitten (C.)*	3.62	4.71	5.25	5.74	6.37	7.51	7.65
Eräitten sahojen käyttötilast. muk. (I.) — *Nach der Betriebsstatistik gewisser Sägewerke (I.)*	3.75	4.75	5.50	6.00	6.50	7.50	7.75

Asetelman luvut ovat jälleen sangen yhdenmukaisia. Pienimmän tuumaluokan tukkeja sahattaessa esiintyvä eroitus aiheutuu, kuten edelläkin, kapeimman särmäysleveyden erilaisuudesta.

Edellä esitetty sahaustuloksen keskileveyden tarkastelu osoittaa, että sahaustuloksen keskileveys eri lähteiden mukaan on siinä määrin vakinainen, että niitä leveysjakautumissarjoja, jotka on koesahausten perusteella saatu, voidaan pitää sahaustuloksen leveysjakautumista vastaavina.

Koska sahaustuloksen leveysjakautumiset määrätyn latvaläpimittaisia tukkeja sahattaessa eri tavoin määrättynä jossakin määrin poikkeavat toisistaan, on pääteltävä, mitä lukusarjoja tutkimuksen lopputulokseen pyrittäessä käytetään. Päätöstä varten on huomattava, että sahaustuloksen leveysjakautuminen voi sangen monien syiden vuoksi vaihdella, ja tällöin päästään varmimpiin ja yleispätevimpiin tuloksiin nojautumalla mahdollisimman laajaan aineistoon. Koska tämän tutkimuksen koesahaukset taloudellisista syistä täytyi supistaa suhteellisen vähään, voidaan niissä mahdollisesti erikoissyistä esiintyviä poikkeuksia sopivasti kompensoida ottamalla huomioon myös käytännössä suoritettujen koesahausten perusteella lasketut tulokset. Koska viimeksimainitut tulokset perustuvat neljän sahan keskimäärin käyttämien eri asetteiden runsauteen ja edustavat 19 200 std:n sahausta, täytyy niillekin antaa melkoinen todistusarvo todenmukaista tulosta etsittäessä. Tuntuu täten oikeudenmukaiselta, että sahaustuloksen leveyden jakautumista kuvaamaan käytetään molempien lukusarjojen punnitsematonta keskiarvoa. Nämä keskiarvot on esitetty asetelman 18 keskiarvosarekkeissa (M).

3. *Sahaustuloksen jakautuminen eri sahatavararyhmiin ja pitkän tavaran eri leveyksiin.*

Edellä on käsitelty yksityiskohtaisesti sahaustuloksen jakautumista eri sahatavararyhmiin sekä pitkän tavaran eri leveyksiin. Seuraavassa esitetään asetelma, joka osoittaa eri latvaläpimittaisista tukeista saadun sahaustuloksen jakautumisen pientavaran, pintalautojen sekä pitkän tavaran eri leveyksien kesken.

Asetelma 21 on muodostettu sivulla 43 olevien %-lukujen ja asetelmien 8 ja 18 perusteella. Pientavaran ja pintalautojen suhteellista määrää vastaavat %-luvut on voitu käyttää sellaisinaan. Asetelman 18 %-luvut, jotka esittävät pitkän sahatavaran jakautumista pintalautoja lukuunottamatta eri leveyksien kesken, on muunnettu koko sahaustulosta vastaaviksi kertomalla ne asetelmassa 9 olevilla, mainitun sahatavararyhmän osuutta koko sahaustuloksesta osoittavilla %-luvuilla ja jakamalla tulot 100:lla.

Asetelma 21.

Aufstellung 21.

Sahaustuloksen keskimääräinen jakautuminen %:eina erilaisiin sahatavaroihin eri latvaläpimittaisia mänty- ja kuusitukkeja sahattaessa.

Durchschnittliche prozentuale Verteilung der Erzeugung auf verschiedenartige Sägewaren beim Sägen von Kiefern- und Fichtenblöcken verschiedenen Zopfdurchmessers.

Sahatavaran laji *Sorte der Sägeware*			Tukin latvaläpimittaluokka — *Zopfdurchmesserklasse des Blockes*						
			5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
			%						
Pientavaraa — *Kleinschnittware* ...			9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6
Pintalautoja — *Schalbretter*			19.2	14.8	11.3	9.2	8.0	7.2	6.6
Pitkää tavaraa pintalautoja lukuunottamatta — *Grosschnittware mit Ausnahme der Schalbretter*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*	3″	19.6	3.0	0.8	0.3	0.4	0.3	0.6
		4″	51.7	41.6	12.6	14.4	10.0	5.8	5.8
		5″	0.4	30.0	26.8	7.9	7.6	5.7	3.4
		6″		1.8	37.7	37.9	10.5	5.6	5.8
		7″			2.2	21.9	34.4	10.5	7.6
		8″				0.1	20.2	19.2	9.5
		9″—					0.8	37.9	53.1
			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Asetelmassa 21 olevien %-lukujen suhteellista suuruutta on jo edellä käsitelty, joten siihen ei tässä ole syytä puuttua. Mainittakoon kuitenkin, etteivät ne pienet epäsäännöllisyydet, joita asetelman %-luvuissa esiintyy, vaikuta sahaustuloksen keskimääräiseen leveyteen enempää kuin hintaankaan.

4. *Muun pitkän sahatavaran paitsi pintalautojen jakautuminen lajittelemattomaan, kvintta- ja hylkytavaraan.*

Pitkä sahatavara myydään yleensä laatunsa perusteella lajiteltuna. Päälaatuluokat pintalautoja lukuunottamatta ovat lajittelematon, kvintta- ja hylkytavara. Lajittelematon tavara käsittää sahatavaran neljä parasta laatuluokkaa. Ennen sotaa oli vielä sangen yleistä, että lajittelemattomaan tavaraan nykyään kuuluvat kaikki neljä eri laatuluokkaa lajiteltiin ja myytiin erikseen, mutta nykyään ei tätä tapaa meillä enää käytetä.

Riippuen tukkien laadusta sisältää sahaustulos eri paljon pitkän tavaran kunkin päälaatuluokan tavaraa. Huomattavin vaihtelu esiintyy lajittelemattoman ja kvinttatavaran suhteellisissa määrissä. Hylkytavaran määrä vaihtelee sitävastoin verrattain vähän. Hylky-

tavaran määrän pieneen vaihteluun on luonnolliset syynsä. Sahatavara joutuu nimittäin hylkytavaraksi etupäässä lahovikaisuuden vuoksi. Tukkeja tehtäessä ei niihin kuitenkaan yleensä hyväksytä näkyvästi lahovikaista puuta, vaan katkaistaan tällaiset rungon osat pois tukkeja tehtäessä. Lahoa puuta joudutaan sahaamaan täten ainoastaan siinä tapauksessa, ettei lahoa tukin päältä katsoen voida huomata. Sahattaviksi joutuvien lahovikaisten tukkien määrä on täten sangen pieni, eikä niiden määrä myöskään voi suuresti vaihdella.

Kvinttaluokkaan joutuu sahatavara etupäässä oksaisuuden perusteella. Puiden oksaisuuden vaihdellessa suuresti vaihtelee myös kvinttatavaran määrä vastaavasti.

Jotta saataisiin aluksi yleiskuva pitkän sahatavaran jakautumisesta eri päälaatuluokkien kesken, tarkastetaan asiaa teollisuustilastosta saatavissa olevien lukujen perusteella. Teollisuustilastossa käytetty sahatavaroiden ryhmittely ei kuitenkaan täysin vastaa tässä tutkimuksessa käytettyä ryhmittelyä. Teollisuustilastossa luetaan, kuten on mainittu, varsinainen hylkytavara ja pintalaudat yhteen, hylkytavaran nimellä kulkevaan ryhmään. Jottei tämä ryhmittelyn eroavaisuus häiritsisi teollisuustilaston ja tämän tutkimuksen oman aineiston perusteella laskettujen lukujen keskinäistä vertailua, tarkastetaan teollisuustilaston perusteella ainoastaan lajittelemattoman ja kvinttatavaran suhteellisia määriä toisiinsa verrattuina.

Seuraava asetelma 22 esittää kvinttatavaran määrää %:eina lajittelemattoman ja kvinttatavaran yhteisestä määrästä vuosina 1928—34. Prosenttiluvut on laskettu erikseen mänty- ja kuusisahatavaralle.

Asetelma 22.

Aufstellung 22.

Kvinttatavara %:eina lajittelemattoman ja kvinttatavaran yhteisestä määrästä vv. 1928—34.

V-Ware in % der Gesamtmenge der unsortierten und der V-Ware in den Jahren 1928—34.

Puulaji — *Holzart*	Vuosi — *Jahr*						
	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934
Mäntytavara — *Kiefernware*	13.4	17.0	21.0	24.7	25.9	25.0	25.3
Kuusitavara — *Fichtenware*	4.3	6.0	7.6	7.5	9.7	8.3	9.3

Asetelmasta nähdään, että kvinttatavaran suhteellinen osuus on esitettynä ajanjaksona huomattavasti lisääntynyt. Ilmiö ei lisäksi

ole satunnaista laatua, sillä sahatukkiemme laatu on selvästi huononemassa, ja toiselta puolen lajitteluvaatimukset ovat käyneet entistä ankarammiksi. Kvintta-%:n kehitystä tarkastetaan myöhemmin yksityiskohtaisemmin tämän tutkimuksen oman aineiston perusteella.

Kuten edellä on mainittu, ei teollisuustilastosta käy ilmi varsinaisten hylkytavaroiden määrä, koska varsinainen hylkytavara esiintyy tilastossa pintalautojen kanssa yhtenä ryhmänä. Hylkytavaran määrää ei näin ollen voida teollisuustilaston perusteella tarkastaa. Tämä ei olekaan välttämätöntä, kun otetaan huomioon, että varsinaisen hylkytavaran määrä on aina aivan vähäinen vaihdellen sahojen sahaustilastojen mukaan 1—2 % lajittelemattoman ja kvinttatavaran yhteisestä määrästä. Koska hylkytavaran määrä riippuu ratkaisevasti sahattavien tukkien lahovikaisuudesta, on luonnollista, että se voi yksityistapauksissa melkoisestikin vaihdella, mutta keskimäärin se kuitenkin on verrattain vakinainen. Ottaen huomioon hylkytavaroiden vähäisen vaikutuksen sahaustuloksen myyntihintaan, pidetään varsinaisen hylkytavaran määrää tässä tutkimuksessa vakiona ja sen suhteellisena osuutena 1 ½ % lajittelemattoman ja kvinttatavaran yhteisestä määrästä.

Paitsi edellä esitettyä pitkän tavaran keskimääräistä jakautumista lajittelemattomaan, kvintta- ja hylkytavaraan on syytä tarkastaa päälaatuluokkien, lajittelemattoman ja kvinttatavaran, suhteellista määrää myös yksityiskohtaisemmin. Kuten teollisuustilastoon perustuvasta asetelmasta 22 nähdään, on kvinttatavaroiden osuus sahaustulokseen ollut v. 1930 jälkeen melkoista suurempi kuin aikaisemmin. Sama koskee sekä mänty- että kuusitavaroita. Koska teollisuustilaston luvut esittävät kvintta-%:n kehitystä vain maamme koko sahatavaran tuotantoa silmällä pitäen, tarkastetaan seuraavassa kysymystä lähemmin muutamien edustavien sahalaitosten sahaustilastojen perusteella. Aineistoon on valittu 10 laivaajaa eri puolilta Suomea. Näiden sahojen tuotanto on noin 30 % maan koko sahatavaran tuotannosta. Aineisto käsittää sahalaitosten sahaamat u/s- ja V-tavaroiden määrät vuosilta 1926, 1928, 1930, 1931 ja 1934. Näiden lukujen perusteella on laskettu kvinttatavaran %:nen osuus u/s- ja V-tavaran yhteisestä määrästä erikseen kullekin laivaajalle ja kullekin sahatavaran leveydelle. Kvinttatavaran suhteellisen määrän kehitystä tarkastettaessa on huomio kiinnitetty ainoastaan sahatavaran leveyteen sen vuoksi, että eri levyisten tavaroiden keskipaksuudet koko maassa samoin kuin yksityisillä laivaajilla ovat suurin piirtein samat, ja toiseksi sahatavaran leveyttä on pidetty tässä tutkimuksessa sahaustuloksen hinnan

määräämisen pääargumenttina pitkän sahatavaran osalta. Mänty- ja kuusitukkien erilaisen laadun sekä mänty- ja kuusisahatavaran erilaisen lajittelun vuoksi käsitellään mänty- ja kuusitavara seuraavassa erikseen.

Asetelma 23 esittää eri levyisten mäntytavaroiden kvintta-%:n kehitystä äsken mainitun aineiston mukaan. %-luvut on laskettu u/s- ja V-tavaroiden yhteisestä määrästä. Asetelmassa on käytetty samaa aluejaoitusta, jota tekijä on käyttänyt sahatavaran eri kokojen hintasuhdetutkimuksissa (Vuoristo 1935 a ja b). Aluejako on selostettu sivulla 26.

Jos määrätyllä alueella on aineistossa useampia sahoja, on alueen kvintta-%:ksi laskettu sahojen kvintta-%:ien punnitsematon keskiarvo. Koko maan kvintta-%:n kehitystä kuvaamaan on laskettu eri alueiden kvintta-%:ien keskiarvojen punnitsematon keskiarvo. Kullekin laivaajalle sekä kullekin alueelle on lisäksi laskettu kvintta-%:ien keskiarvo niiltä vuosilta, miltä aineistoa on koottu. Näillä keskiarvoilla ei luonnollisesti ole absoluuttista merkitystä, mutta voidaan niiden perusteella vertailla kvintta-%:n suhteellista määrää eri laivaajilla ja eri alueilla.

Seuraava asetelma esittää eri levyisten mäntytavaroiden kvintta-%:eja.

Asetelma 23.

Aufstellung 23.

Eräitten laivaajien eri levyisten mäntysahatavaroiden kvintta-%:t muutamilta viime vuosilta laskettuina u/s- ja kvinttatavaroiden yhteisestä määrästä.

V-Prozente der verschieden breiten Kiefernsägewaren gewisser Ablader in einiger der letzten Jahre, berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Waren.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	38.2	35.7	37.0	11.5	40.0	14.4	22.0	37.4	6.1	8.9	7.5	6.8	7.2	7.0	22.2
1928	33.8	42.0	37.9	18.6	42.8	16.5	26.0	39.6	13.5	19.8	16.7	14.1	14.9	14.5	26.9
1930	47.4	49.8	48.6	14.9	46.3	31.2	30.8	36.1	19.8	30.8	25.3	26.4	24.0	25.2	33.2
1931	51.0	45.4	48.2	18.8	48.0	30.4	32.4	39.1	18.5	35.2	26.9	21.4	27.5	24.5	34.2
1934	55.0	34.8	44.9	19.9	42.9	36.8	33.2	35.9	30.2	34.4	32.3	30.2	30.8	30.5	35.4
M	45.1	41.5	43.3	16.7	44.0	25.9	28.9	37.6	17.6	25.8	21.7	19.8	20.9	20.4	30.4

8″:n leveys — *Breite 8″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	26.8	28.3	27.6	12.2	33.5	7.3	17.7	30.4	6.4	11.9	9.2	10.0	9.8	9.9	19.0
1928	24.3	35.5	29.9	15.8	41.5	16.0	24.4	29.8	14.5	27.0	20.8	9.0	8.8	8.9	22.8
1930	38.2	39.4	38.8	16.7	38.3	30.0	28.3	24.8	12.3	25.8	19.1	29.6	24.4	27.0	27.6
1931	48.8	40.6	44.7	17.7	44.8	34.0	32.2	48.5	16.4	30.6	23.5	22.6	30.9	26.8	35.1
1934	50.4	37.1	43.8	29.7	37.7	36.6	34.7	36.1	19.7	33.5	26.6	36.7	31.6	34.2	35.1
M	37.7	36.2	37.0	18.4	39.2	24.8	27.5	33.9	13.9	25.8	19.8	21.6	21.1	21.4	27.9

7″:n leveys — *Breite 7″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	29.2	22.9	26.1	15.4	30.0	12.3	19.2	33.4	8.1	12.5	10.3	11.4	11.1	11.3	20.1
1928	32.7	31.4	32.1	15.1	47.6	15.2	26.0	37.2	14.5	22.4	18.5	7.2	7.0	7.1	24.2
1930	46.2	34.5	40.4	14.3	37.2	28.8	26.8	25.8	15.3	25.6	20.5	29.7	28.5	29.1	28.5
1931	49.5	36.4	43.0	16.6	44.0	33.1	31.2	30.8	17.5	25.5	21.5	24.3	27.1	25.7	30.4
1934	47.3	31.8	39.6	28.7	48.8	40.2	39.2	36.8	22.0	33.7	27.9	36.9	32.4	34.7	35.6
M	41.0	31.4	36.2	18.0	41.5	25.9	28.5	32.8	15.5	23.9	19.7	21.9	21.2	21.6	27.8

6″:n leveys — *Breite 6″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	26.5	21.1	23.8	12.2	28.7	9.7	16.9	32.9	8.6	11.6	10.1	9.5	11.4	10.5	18.8
1928	27.3	28.8	28.1	12.9	29.8	16.0	19.6	30.9	17.0	22.9	20.0	6.8	8.2	7.5	21.2
1930	48.0	34.0	41.0	16.2	34.8	29.9	27.0	27.5	15.9	22.2	19.1	27.1	31.1	29.1	28.7
1931	43.0	38.0	40.5	16.0	42.2	28.4	28.9	42.2	19.6	28.3	24.0	18.5	28.9	23.7	31.9
1934	48.4	33.9	41.2	20.3	37.0	43.8	33.7	37.3	26.2	32.6	29.4	34.2	36.5	35.4	35.4
M	38.6	31.2	34.9	15.5	34.5	25.6	25.2	34.2	17.5	23.5	20.5	19.2	23.2	21.2	27.2

5′:n leveys — *Breite 5″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	32.7	22.9	27.8	18.9	27.1	13.4	19.8	38.6	10.9	15.7	13.3	11.9	15.6	13.8	22.7
1928	37.7	34.8	36.3	15.5	41.1	16.5	24.4	37.0	16.8	24.2	20.5	5.2	6.8	6.0	24.8
1930	43.9	32.8	38.4	22.5	35.1	29.1	28.9	38.5	17.2	24.2	20.7	30.4	31.0	30.7	31.4
1931	42.1	42.0	42.1	24.5	41.1	33.1	32.9	47.1	20.6	34.6	27.6	21.4	34.1	27.8	35.5
1934	48.3	38.7	43.5	32.7	35.7	44.7	37.7	45.0	28.5	36.9	32.7	33.2	46.7	40.0	39.8
M	40.9	34.2	37.6	22.8	36.0	27.4	28.7	41.2	18.8	27.1	23.0	20.4	26.8	23.7	30.8

4″:n leveys — *Breite 4″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	40.0	22.2	31.1	24.5	44.3	31.5	33.4	34.0	9.5	12.2	10.9	12.1	13.7	12.9	24.5
1928	43.8	36.9	40.4	26.9	44.2	38.4	36.5	37.2	16.7	21.4	19.1	25.2	28.7	27.0	32.0
1930	46.1	42.7	44.4	29.8	47.5	38.1	38.5	35.4	20.5	29.7	25.1	35.7	31.0	33.4	35.4
1931	48.2	50.2	49.2	31.9	50.0	40.7	40.9	39.3	26.6	32.1	29.4	19.7	37.7	28.7	37.5
1934	49.5	52.3	50.9	43.3	45.4	44.4	44.4	41.4	31.6	38.9	35.3	39.9	39.8	39.9	42.4
M	45.5	40.9	43.2	31.3	46.3	38.6	38.7	37.5	21.0	26.9	24.0	26.5	30.2	28.4	34.4

3″:n leveys — *Breite 3″*

Alue *Gebiet* Laivaaja *Ablader*	I			II				III	IV			V			Eri alueitten keskiarvojen keskiarvot *Mittelwert aus den Mittelwerten der verschiedenen Gebiete*
	1	2	M	3	4	5	M	6	7	8	M	9	10	M	
1926	23.9	27.1	25.5	35.1	34.7	11.9	27.2	34.4	13.3	9.9	11.6	12.6	11.6	12.1	22.2
1928	30.2	42.2	36.2	26.6	35.8	20.9	27.8	50.0	28.1	20.9	24.5	40.9	37.6	39.3	35.6
1930	34.4	43.6	39.0	12.4	41.9	31.5	28.6	55.6	28.1	21.1	24.6	26.9	16.6	21.8	33.9
1931	41.2	52.3	46.8	13.9	43.7	28.9	28.8	55.6	32.8	15.4	24.1	19.1	19.1	19.1	34.9
1935	44.6	63.0	53.8	13.5	29.8	21.5	21.6	33.3	31.4	32.2	31.8	27.3	31.6	29.5	34.0
M	34.9	45.6	40.3	20.3	37.2	22.9	26.8	45.8	26.7	19.9	23.3	25.4	23.3	24.4	32.1

Asetelma osoittaa, että kvintta-%:t eri alueilla poikkeavat melkoisesti toisistaan. Kvintta-% on korkein Pohjois-Suomessa ja alenee etelään ja itään mentäessä. Saman alueen eri laivaajien kvintta-%:t eroavat myös huomattavasti toisistaan. Tämä vaihtelu johtuu ratkaisevalta osalta eri laivaajien käyttämän lajittelun ankaruudesta (J u s s i l a 1936a). Jos tarkastetaan kvintta-%:n yleistä kehittymistä vuoden 1926 jälkeen, huomataan siinä yleisesti nouseva suunta vuoteen 1930 asti. Useimmilla laivaajilla kohoaa kvintta-% vielä mainitun vuoden jälkeenkin, mutta nousu on jo kuitenkin hitaampaa. Pohjois-Suomessa ei v. 1930 jälkeen enää esiinny varsinaista kvintta-%:n kohoamista lainkaan. Verrattaessa eri alueiden sekä eri laivaajien kvintta-%:eja toisiinsa aikaisemmilta ja myöhäisemmiltä vuosilta huomataan, että kvinttatavaran suhteellinen määrä on vuonna 1934 alueittain sekä eri laivaajillakin paljon tasaisempi kuin v. 1926. Tämä tasoittuminen johtuu pääasiallisesti kahdesta syystä. Sahatavaran yksityiset myyntierät ovat vuoden 1926 jälkeen pienenemistään pienentyneet johtuen siitä, että myyty erä on jo kauppaa suomalaisten laivaajien kanssa tehtäessä usein ajateltu määrättyyn tarkoitukseen tai määrätylle kuluttajalle. Kun suhteellisen pienen sahatavaraerän käyttötarkoitus on edeltäpäin määrätty,

on luonnollista, että tavaran laadun täytyy myös olla tähän tarkoitukseen sopivan, ja sahatavaran lajittelu muodostuu pakosta entistä säännöllisemmäksi. Toiseksi on sahatavaran lajittelun yhdenmukaistumiseen vaikuttanut myös Suomen sahateollisuuden harjoittajien entistä vilkkaampi yhteistyö ja lajittelukysymystä käsittelevät tutkimukset (J u s s i l a 1936a).

Jos verrataan asetelmassa 23 esitettyjä kvintta-%:eja teollisuustilaston perusteella laskettuihin kvintta-%:eihin asetelmassa 22, todetaan, että edelliset ovat melkoista korkeampia kuin jälkimmäiset. Eroitus johtuu lähinnä siitä, että teollisuustilastossa ovat mukana myös pienet sahat, joiden lajittelu on tunnetusti lievempää kuin suurien ja keskikokoisten vientisahojen. Lisäksi on huomattava, että teollisuustilaston V-% perustuu höyläämättömän tavaran määriin. Höyläykseen käyttävät sahat suhteellisesti huomattavasti enemmän V- kuin u/s-tavaraa ja höylätavaran ja sahatavaran kvintat eivät vastaa toisiaan, sillä halkaistaessa ja höylättäessä saadaan V-tavarasta huomattavasti höylättyä u/s-tavaraa. Kun sahaustuloksen absoluuttiset sekä suhteelliset hinnat tässä tutkimuksessa on määrätty suurien ja keskikokoisten sahojen saamien hintojen perusteella, on tutkimustulosten yhdenmukaisuuden vuoksi käytettävä kvintta-%:eina myös vastaavien sahojen kvintta-%:eja. Koska asetelman mukaiset %-luvut osoittavat, että kvinttatavaran suhteellinen määrä viime vuosina on eri alueilla sekä eri laivaajilla tasaantunut, on ilmeistä, että kehitys sahatavaran lajittelussa on saavuttanut vakiintuneemman ja säännöllisemmän asteen kuin aikaisemmin. Kun lisäksi otetaan huomioon, että vuoden 1930 jälkeen kvintta-% on merkittävästi kohonnut pääasiassa sellaisilla sahoilla, joilla se vielä mainittuna vuonna oli selvästi alhaisempi kuin toisilla näihin verrattavilla sahalaitoksilla, voitaneen v. 1934 saavutettua kvintta-%:n tasoa pitää sellaisena, että se vastaa suunnilleen Suomen tukkimetsien laatua sekä nykyisin jo suurin piirtein vakiintunutta sahatavaroiden lajittelua.

Koska kvinttatavaran suhteellisista määristä on ollut vaikea saada aineistoa aikaisemmilta vuosilta sen useammilta sahoilta, kuin mitä asetelmassa 23 esiintyy, mutta vuodelta 1934 on näiden sahojen lisäksi aineistoa muutamilta muiltakin sahoilta, esitetään asetelmassa 24 eri levyisten mäntysahatavaroiden kvintta-%:t kaikkien 16 käytettävissä olevan laivaajan aineistojen perusteella. Mainittujen laivaajien yhteinen sahausmäärä on noin 50 % Suomen koko sahausmäärästä. Asetelman %-lukusarjat on järjestetty vesistöalueittain, ja kullekin vesistöalueelle on laskettu kvintta-%-sarjojen keskiarvosarja. Vesistöalueet ovat asetelman numerojärjestyksessä seuraavat:

Ia. Perä-Pohjolan alue. — *Gebiet des äussersten Nordens.*
Ib. Oulujoen » *Wassergebiet des Oulujoki.*
II. Kokemäenjoen » » *des Kokemäenjoki.*
III. Päijänteen—Kymin » » *des Päijänne—Kymi.*
IV. Saimaan » » *des Saimaa.*
V. Itä-Karjalan » *Gebiet von Ostkarelien.*

Asetelma 24.

Aufstellung 24.

Muutamien laivaajien eri levyisten mäntysahatavaroiden kvintta-%:t laskettuina u/s- ja kvinttatavaroiden yhteisestä määrästä v. 1934.

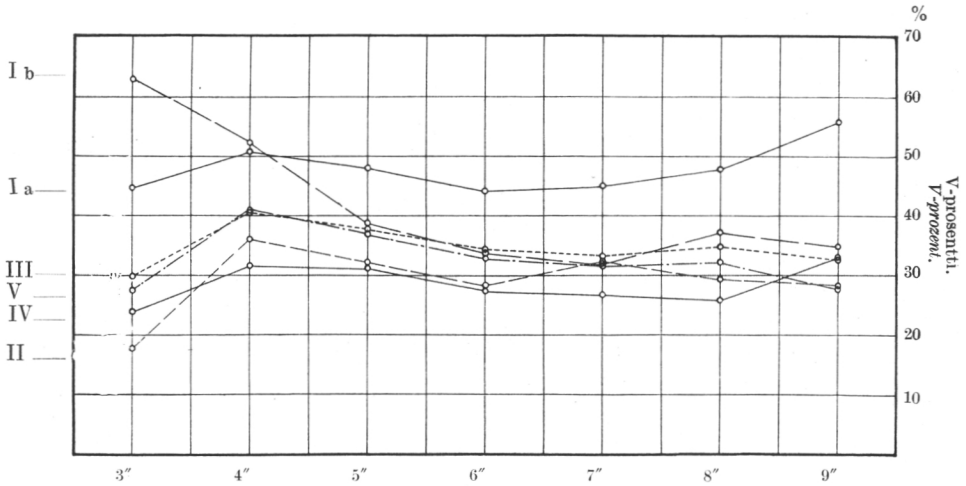
V-Prozente der verschieden breiten Kiefernsägewaren gewisser Ablader, berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Waren im Jahre 1934.

Vesistöalue *Wassergebiet*	Laivaaja *Ablader*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
		9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″
Ia	1	55.0	50.4	47.3	48.4	48.3	49.5	44.6
	2	70.0	60.9	54.0	50.4	54.3	55.2	40.6
	3	42.5	32.5	33.8	33.6	41.4	47.7	48.9
	M_{1-3}	55.8	47.9	45.0	44.1	48.0	50.8	44.7
Ib	4	34.8	37.1	31.8	33.9	38.7	52.3	63.0
II	5	19.9	29.7	28.7	20.3	32.7	43.3	13.5
	6	42.9	37.7	48.8	37.0	35.7	45.4	29.8
	7	13.7	13.7	11.9	12.4	15.3	10.8	5.4
	8	36.8	36.6	40.2	43.8	44.7	44.4	21.5
	M_{5-8}	28.3	29.4	32.4	28.4	32.1	36.0	17.6
III	9	35.9	36.1	36.8	37.3	45.0	41.4	33.3
	10	29.2	33.7	29.3	31.4	30.2	39.6	26.2
	M_{9-10}	32.6	34.9	33.1	34.4	37.6	40.5	29.8
IV	11	30.2	19.7	22.0	26.2	28.5	31.6	31.4
	12	34.3	24.5	24.5	23.2	27.9	24.7	7.8
	13	34.4	33.5	33.7	32.6	36.9	38.3	32.2
	M_{11-13}	33.0	25.9	26.7	27.3	31.1	31.5	23.8
V	14	30.2	36.7	36.9	34.2	33.2	39.9	27.3
	15	30.8	31.6	32.4	36.5	46.7	39.8	31.6
	16	22.6	28.3	25.4	27.9	30.6	42.7	23.5
	M_{14-16}	27.9	32.2	31.6	32.9	36.8	40.8	27.5

Asetelman 24 %-luvut osoittavat, että kvintta-%:eissa esiintyy vieläkin melkoisia vaihteluita huolimatta siitä, että ne eri sahoilla ovat viime vuosien kuluessa huomattavasti tasaantuneet. Vesistö-

alueittain lasketut kvintta-%:en keskiarvot kuvannevat kuitenkin verrattain oikein sahattavien tukkien laatua eri alueilla. Tutkimuksen lopputulosta silmällä pitäen on lisäksi huomattava, ettei se, onko kvintta-% keskimäärin hieman korkeampi tai matalampi, vaikuta sanottavasti sahatukkien koon mukaisiin arvosuhteisiin. Myöhemmin tullaan näet näkemään, että kvinttatavaran hinta on suunnilleen määrätyssä suhteessa saman levyisen lajittelemattoman tavaran hintaan, ja sahauksessa syntyvä kvinttatavara alentaa kaikenkokoisista tukeista saadun sahaustuloksen hintaa samassa suhteessa sikäli kuin kvintta-% pysyy eri kokoisia tukkeja sahattaessa suunnilleen muuttumattomana.

Koska asetelman 24 perusteella on vaikea tarkastaa eri levyisen tavaran kvintta-%:n vaihtelua, esitetään asetelman vesistöalueittain lasketut keskiarvot kuvassa 25 graafisesti.



Kuva 25.
Fig. 25.
Sahatavaran leveys.
Breite der Sägeware.
Eri levyisten mäntysahatavaroiden V-%:t vesistöalueittain u/s ja V-tavaran yhteisestä määrästä laskettuina v. 1934.
Prozentanteil der V verschieden breiten Kiefernsägerwaren der Wassergebieten berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Sägewaren im Jahre 1934.

Ia	Perä-Pohjolan	alue.	*Gebiet des äussersten Nordens.*
Ib	Oulujoen	»	*Wassergebiet des Oulujoki.*
II	Kokemäen joen	»	» *des Kokemäenjoki.*
III	Kymin—Päijänteen	»	» *des Kymi—Päijänne*
IV	Saimaan	»	» *des Saimaa.*
V	Itä-Karjalan	»	*Gebiet von Ostkarelien.*

Kuvassa olevat murtoviivat esittävät eri levyisten mäntysahatavaroiden kvintta-%:eja eri vesistöalueilla. Murtoviivat on nume-

roitu alueluettelon mukaisin numeroin. Murtoviivojen yleinen suunta osoittaa, ettei sahatavaran leveyden ja kvintta-%:n välillä ole merkittävää määrätyn suuntaista korrelatiota. Tästä huolimatta esiintyy kaikissa murtoviivoissa määrätyn suuntaisia tyypillisiä poikkeuksia keskiarvosta. Alkaen kapeimmasta 3″:n leveydestä huomataan, että kvintta-% yhtä poikkeusta lukuunottamatta on pienempi kuin 4″:n leveydessä. Ilmiö johtuu siitä, että 3″:n levyisen tavaran keskipaksuus on melkoista suurempi kuin 4″:n tavaran ja lajittelemattomassa sahatavarassa sallittujen vikojen määrä on verrannollinen tavaran paksuuteen. Sahatavaran leveyden ylittäessä 4″ vähenee kvintta-% kaikilla vesistöalueilla. Keskimäärin alimmillaan on kvinttatavaran suhteellinen määrä 6″:n ja 7″:n levyisessä tavarassa. Tulokseen vaikuttaa osaltaan se, että mainitun levyiset tavarat ovat keskimäärin paksumpia kuin kapeammat tavarat, ja toiseksi ne yleisimmin sahataan keskikokoisista ja laadultaan parhaista tyvitukeista. Viimeksi mainittu seikka aiheuttaakin sen, että 7″ leveämpien tavaroiden kvintta-% pyrkii jo kohoamaan, vaikka tavaroiden keskipaksuus kasvaa.

Jos edellä esitetyn valossa tarkastetaan eri levyisten mäntysahatavaroiden kvintta-%:n vaihteluita, on todettava, että vaihtelut ovat suhteellisen vähäisiä, eivätkä mitenkään sellaisia, että ne vaikuttaisivat sanottavasti sahatukkien koon mukaisiin arvosuhteisiin. Suurimmat poikkeukset keskiarvosta esiintyvät 3″:n ja 4″:n levyisessä tavarassa. Nämäkin poikkeukset ovat kuitenkin keskiarvoon verrattuina vastakkaisia, ja ne siis todellisuudessa tasoittavat toisensa, sillä 3″:n ja 4″:n levyistä tavaraa sahataan käytännössä saman kokoisista tukeista. Kun lisäksi tämän tutkimuksen päätarkoitus on selvittää tukkien koon mukaiset arvosuhteet kiinnittämättä erikoista huomiota niiden laatuun, ei esiintyviä pieniä kvintta-%:n vaihteluita oteta tutkimuksen lopputulosta määrättäessä huomioon, vaan käytetään kaiken levyiselle tavaralle samaa kvintta-%. Keskiarvoinen kvintta-% lasketaan siten, että Etelä-Suomen puoliskon vesistöalueiden sahatavaran eri leveyksien kvintta-%:ien keskiarvot punnitaan niillä sivulla 55 olevilla %-luvuilla, jotka esittävät mäntysahatavaran suhteellista jakautumista eri levyisen tavaran kesken. Mäntysahatavaran keskimääräiseksi kvintta-%:ksi saadaan tällöin 33.3.

Seuraavassa tarkastetaan kuusisahatavaran kvintta-%:n kehitystä sekä eri levyisten kuusitavaroiden kvintta-%:eja vastaavalla tavalla kuin mitä edellä on tehty mäntysahatavaroihin nähden. Koska kuusipuun laatu ja kuusisahatavaran lajitteluvaatimukset ovat melkoisesti erilaiset kuin vastaavat seikat mäntypuun ollessa kysymyksessä, poikkeaa kuusisahatavaran kvintta-% myös melkoi-

sesti mäntytavaran kvintta-%:sta. Teollisuustilastoon perustuva asetelma 22 sivulla 66 osoittaa, että kuusisahatavaran suhteellinen kvinttamäärä on vain noin 1/3 vastaavasta mäntysahatavaran kvinttamäärästä. Samoin kuin mäntysahatavaran kvintta-%, osoittaa kuusisahatavarankin kvintta-% viime vuosina noususuuntaa koko maan sahatavaran tuotantoa silmällä pitäen. Seuraavassa tarkastetaan kvintta-%:n vaihtelua vuosina 1926, 1928, 1930, 1931 ja 1934. Tarkastelu täytyy supistaa käsittämään vain Kokemäenjoen vesistöalueen. Näin sen vuoksi, että aineisto muilta alueilta on aikaisemmilta vuosilta puutteellinen. Kokemäenjoen vesistöalueella sahataan kuitenkin yli 1/4 Suomen kuusisahauksen määrästä, joten tämänkin alueen kvintta-%:ien perusteella saadaan melkoinen kuva kuusisahatavaran kvintta-%:n kehityksestä mainittuna ajanjaksona (Vuoristo 1935 e). Seuraava asetelma 26 esittää eri levyisten kuusisahatavaroiden kvintta-%:eja Kokemäenjoen vesistöalueen kolmen suurimman laivaajan sahoilla.

Asetelma 26.
Aufstellung 26.

Eräitten Kokemäenjoen vesistöalueen laivaajien eri levyisten kuusisahatavaroiden kvintta-%:t muutamilta viime vuosilta laskettuina u/s- ja kvinttatavaroiden yhteisestä määrästä.

Prozentanteil der V der verschieden breiten Fichtensägewaren gewisser Ablader der Kokemäenjoki-Gebietes in einigen der letzten Jahre, berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Waren.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	7.8	14.9	12.5	11.7
1928	10.5	11.6	12.0	11.4
1930	9.3	19.5	13.4	14.1
1931	9.1	17.6	17.1	14.6
1934	10.7	23.4	19.1	17.7
M	9.5	17.4	14.8	13.9

8″:n leveys — *Breite 8″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	13.4	12.5	12.1	12.7
1928	9.6	10.6	9.4	9.9
1930	9.6	15.0	11.9	12.2
1931	6.9	14.8	7.7	9.8
1934	11.7	17.9	15.9	15.2
M	10.2	14.2	11.4	12.0

7″:n leveys — *Breite 7″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	7.7	13.5	11.9	11.0
1928	9.6	11.9	7.3	9.6
1930	8.1	14.7	11.8	11.5
1931	5.9	15.2	13.0	11.4
1934	7.6	16.0	17.7	13.8
M	7.8	14.3	12.3	11.5

6″:n leveys — *Breite 6″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	6.7	14.2	9.9	10.3
1928	7.0	12.3	9.2	9.5
1930	7.8	14.3	11.2	11.1
1931	5.2	19.8	9.2	11.4
1934	10.1	15.0	13.7	12.9
M	7.4	15.1	10.6	11.0

5″:n leveys — *Breite 5″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	8.2	14.9	12.3	11.8
1928	8.1	12.2	8.9	9.7
1930	10.3	13.2	12.9	12.1
1931	5.7	13.1	10.5	9.8
1934	11.0	15.0	14.7	13.6
M	8.7	13.7	11.9	11.4

4″:n leveys — *Breite 4″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	15.8	27.2	24.3	22.4
1928	14.4	23.7	28.0	22.0
1930	17.7	27.8	16.8	20.8
1931	13.7	25.3	33.1	24.0
1934	23.1	25.3	18.9	22.4
M	16.9	25.9	24.2	22.3

3″:n leveys — *Breite 3″*

Vuosi *Jahr*	Laivaaja — *Ablader*			
	1	2	3	M
1926	45.4	24.0	48.4	39.3
1928	19.8	22.2	53.5	31.8
1930	9.5	29.4	16.8	18.6
1931	4.4	20.2	13.3	12.6
1934	1.7	16.0	2.3	6.7
M	16.2	22.4	26.9	21.8

Asetelmasta nähdään, ettei kuusisahatavaran kvintta-% aineiston mukaan kohoa yhtä säännöllisesti kuin vastaava mäntysahatavaran kvintta-%, mutta siitä huolimatta ovat vuoden 1934 %-luvut melkein poikkeuksetta korkeammat kuin viiden vuoden keskiarvot. Laivaajien 2 ja 3 kvintta-%:t ovat suunnilleen saman suuruiset, mutta laivaajan 1 melkoista alhaisemmat. Mainittu ero johtuu lähinnä siitä, ettei kuusisahatavaran lajittelu ole vielä samassa määrin vakiintunut kuin mäntysahatavaran. Osittain vaikuttaa samaan suuntaan myös se, että kuusisahatavaran kvintta-% on suhteellisen alhainen, joten pienetkin lajittelun eroavaisuudet vaikuttavat voimakkaasti kvintta-%:iin.

Edellistä paremman kuvan kuusisahatavaran kvintta-%:sta saa seuraavasta asetelmasta 27, jossa esitetään v. 1934 kvintta-%:t 14 eri laivaajan kuusisahauksesta. Eri laivaajien kvinttaprosenttisarjat on järjestetty vesistöalueittain samalla tavoin kuin vastaavassa mäntysahatavaran kvinttaprosenttia esittävässä asetelmassakin. Asetelman sahojen vuosituotanto edustaa noin 39 % koko maan sahatavaran tuotannosta v. 1934.

Asetelma 27.

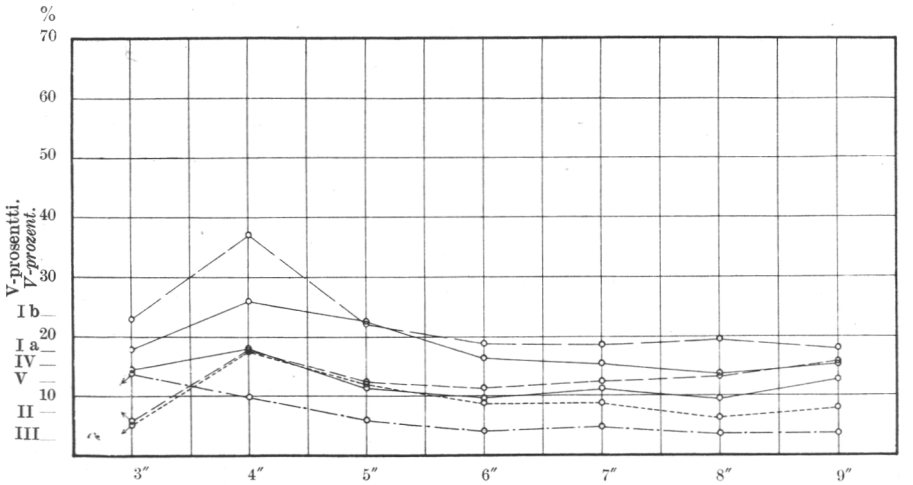
Aufstellung 27.

Muutamien laivaajien eri levyisten kuusisahatavaroiden kvintta-%:t laskettuina u/s- ja V-tavaran yhteisestä määrästä v. 1934.

V-Prozente der verschieden breiten Fichtensägewaren gewisser Ablader, berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Ware im Jahre 1934.

Vesistöalue *Wassergebiet*	Laivaaja *Ablader*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
		9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″
Ia	1	16.3	18.1	21.4	20.9	31.2	29.1	23.4
	2	14.0	11.3	10.8	16.5	19.3	20.4	8.0
	3	15.9	11.6	14.0	11.4	17.1	28.4	22.0
	M_{1-3}	15.4	13.7	15.4	16.3	22.5	26.0	17.8
Ib	4	18.1	19.5	18.6	18.8	22.2	37.0	22.9
II	5	10.7	11.7	7.6	10.1	11.0	23.1	1.7
	6	23.4	17.9	16.0	15.0	15.0	25.3	16.0
	7	10.3	8.5	8.0	6.7	9.4	4.1	3.4
	8	19.1	15.9	17.7	13.7	14.7	18.9	2.3
	M_{5-8}	15.9	13.5	12.3	11.4	12.5	17.9	5.9
III	9	8.0	6.3	8.7	8.8	12.1	17.7	5.1
IV	10	12.8	9.2	10.5	8.8	6.8	18.8	17.2
	11	11.7	8.8	9.9	10.3	11.2	9.2	2.6
	12	13.6	9.9	13.2	10.1	16.3	25.4	23.7
	M_{10-12}	12.7	9.3	11.2	9.7	11.4	17.8	14.5
V	13	5.9	5.1	7.1	5.7	7.1	13.1	27.4
	14	1.4	2.0	2.3	2.4	4.9	6.6	0.0
	M_{13-14}	3.7	3.6	4.7	4.1	6.0	9.9	13.7

Asetelmassa esitetyt, eri laivaajien kvintta-%:t vaihtelevat melkoisesti. Keskimäärin pienimmät kvintta-%:t esiintyvät Itä-Karjalassa ja korkeimmat Pohjois-Suomen alueilla. Pohjois-Suomen kuusisahatavaran kvintta-%:n kohottaa sikäläisen kuusen suuri oksaisuus sekä runsas pihkataskujen esiintyminen. Etelä-Suomen alueilla esiintyvä kvintta-%:n vaihtelu aiheutuu pääasiassa eri sahojen käyttämän lajittelun erilaisuudesta. Kuten jo edellä on mainittu, ei kvintta-%:n keskimääräinen vaihtelu kuitenkaan vaikuta sanottavasti tämän tutkimuksen lopputulokseen, nimittäin sahatukkien koon mukaisiin arvosuhteisiin, jos kvintta-%:t kaiken levyisillä tavaroilla ovat suunnilleen samat. Viimeksi mainitun seikan valaisemiseksi esitetään kuvassa 28 graafisesti eri vesistöalueiden keskimääräiset kvintta-%:t eri levyisille tavaroille.



Kuva 28.
Fig. 28.

Sahatavaran leveys.
Breite der Sägeware.

Eri levyisten kuusisahatavaroiden V-%:t vesistöalueittain v. 1934 laskettuina u/s- ja V-tavaroiden yhteisestä määrästä.

Prozentanteil der V der verschieden breiten Fichtensägewaren der Wassergebieten berechnet aus der Gesamtmenge der u/s- und V-Sägewaren in Jahre 1934.

I a	Perä-Pohjolan	alue	*Gebiet des äussersten Nordens.*
I b	Oulujoen	»	*Wassergebiet des Oulujoki.*
II	Kokemäenjoen	»	» *des Kokemäenjoki.*
III	Kymin—Päijänteen	»	» *des Kymi—Päijänne.*
IV	Saimaan	»	» *des Saimaa*
V	Itä-Karjalan	»	*Gebiet von Ostkarelien.*

Kuvasta nähdään, että eri levyisten kuusisahatavaroiden kvintta-%esittävät murtoviivat muistuttavat muodoltaan vastaavia mäntytavaran murtoviivoja. 4″:n leveyden kvintta-% on keskimääräistä korkeampi, mutta 3″:n leveyden % taas keskiarvoinen tai sitä alhaisempi. 5″:isten ja sitä leveämpien tavaroiden kvintta-% pysyttelee kullakin alueella leveydestä riippumatta suunnilleen samalla tasolla. 4″:n levyisen tavaran keskimääräistä korkeampi kvintta-% aiheutuu, kuten mäntytavarallakin siitä, että 4″:n levyinen tavara on ohuempaa kuin muun levyiset tavarat. Koska eri levyisen kuusitavaran kvintta-%:t eivät vaihtele esitettyä voimakkaammin, käytetään tutkimuksen lopputuloksen laskemiseen yhdenmukaisesti mäntytavaroihin nähden käytetyn menettelyn kanssa keskimääräistä kvintta-% kaikille leveyksille. Keskimääräinen kvintta-% määrätään siten, että lasketaan punnittu keskiarvo Etelä-Suomen alueiden eri levyisten tavaroiden kvintta-%:eille ja käytetään painolukuina eri leveyksien tuotantomääriä. Täten laskettu kvintta-% on 11.0.

B. Sahatavaran eri ryhmien, kokojen ja laatujen hintasuhteet.

Eri kokoisen sahatavaran käyttöarvo riippuu paljon siitä, miten järeää sahatavara on. Siten on luonnollista, että sahatavaran hinta on myös sen järeydestä riippuva. Sekä käytäntö että suorittamani tutkimukset osoittavat, että sahatavaran leveydellä on ratkaiseva vaikutus sen hintaan. Sahatavaran leveys on nimittäin se ominaisuus, joka lähinnä määrää tavaran käyttöarvon. Nykyisin tulee sahatavaran käytössä etupäässä kysymykseen puun peittämä pinta-ala, kun sitävastoin lujuutta, siis leveyden ohella paksuutta vaativat rakenteet, ovat vähemmän merkityksellisiä. Paitsi sahatavaran käyttöarvo vaikuttaa sahatavaran hintoihin myös se, että eri järeiden tavaroiden sahaukseen tarvitaan eri kokoisia tukkeja, ja tukkien hinta kohoaa yleensä latvaläpimitan kasvaessa.

Kun pohjoismaisen sahatavaran lajittelusäännöt sallivat sahatavarassa vikoja sitä enemmän mitä paksumpaa se on, ja raaka-ainemenekki sahauksessa on sitä suurempi mitä ohuempaa tavaraa sahataan, on ohuen tavaran hinta yleensä korkeampi kuin vastaavanlevyisen paksumman tavaran. Mäntysahatavarassa tämä ero on etenkin leveiden tavaroiden osalta huomattava, mutta kuusisahatavaroiden hinta on suurin piirtein tavaran paksuudesta riippumaton. Seuraavassa tarkastetaan sahatavaran eri kokojen ja laatujen suhteellisia hintoja.

1. *Lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteet.*

Koska tekijä on aikaisemmin suorittanut erikoistutkimuksen lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteista, ei tässä tutkimuksessa ole enää tarpeen asiaan yksityiskohtaisesti syventyä, vaan voidaan sahaustuloksen myyntihinnan määräämiseen käyttää mainitun tutkimuksen tuloksia (V u o r i s t o 1935 a). Lyhyt katsaus tutkimuksen tuloksiin on tässä kuitenkin paikallaan.

Tutkimus käsittelee lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintoja ja niiden välisiä suhteita tutkimuksen oman aineiston perusteella vuosilta 1922—31. Sahatavaran hintanoteerausten perusteella on tutkimusajanjakso kuitenkin pidennetty käsittämään kaikkiaan vuodet 1903—34. Tutkimuksessa käsitellään sekä absoluuttisia että suhteellisia hintoja. Suhteelliset hinnat on määrätty käyttämällä vertausperusteena 2 ½″ × 7″:n u/s-tavaran hintaa. Tutkimusajanjaksona ovat sahatavaran absoluuttiset hinnat vaihdelleet erittäin paljon, mutta tästä huolimatta eri kokojen hintasuhteet ovat pysyneet verrattain vakinaisina. Tosin hintasuhteissakin esiintyy heilahduksia, mutta ne aiheutuvat sahatavaran hintoihin poik-

keuksellisesti vaikuttavista tekijöistä, ja pyrkivät hintasuhteet poikkeuksellisten tekijöiden lakattua vaikuttamasta tasaantumaan keskiarvoisiksi. Käsillä olevan tutkimuksen kannalta on tärkeänä seikkana huomattava, etteivät eri kokojen hintasuhteet tutkimusaikana osoita taipumusta kehittyä määrättyyn suuntaan, vaan pysyvät keskimäärin samassa suhteessa toisiinsa.

Mäntysahatavaran hinnan määrää etupäässä tavaran leveys, mutta vaikuttaa hintaan myös tavaran paksuus siten, että ohuet tavarat ovat kalliimpia kuin paksut. Paksuuden vaihtelu ei kuitenkaan vaikuta säännöllisesti tavaran hintaan, vaan tavaran paksuuden perusteella voidaan eroittaa kaksi hintaryhmää, joissa tavaran leveys yksin määrää hinnan. Hintaryhmien paksuusrajana on 2″. Toisen hintaryhmän muodostavat lankut ja soirot, ts. 2″ ja sitä paksummat tavarat ja toisen edellistä mittaa ohuemmat tavarat eli laudat. Molempien hintaryhmien suhteelliset hinnat 2 ½″ × 7″:n tavaran hintaan verrattuina ovat eri leveyksille seuraavan asetelman 29 mukaiset.

Asetelma 29.
Aufstellung 29.

Eri levyisten u/s-mäntytavaroiden hinnat 2 ½″ × 7″:n hintaan verrattuina.

Relative Preise der verschieden breiten u/s- Kiefernsägewaren, verglichen mit dem Preis der 2 ½″×7″.

	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*							
	9″	8″	7″	6″	5″	4½″	4″	3″
Lankut ja soirot — *Planken und Battens* ..	119.5	105.6	100.0	95.1	89.2	90.9	92.0	
Laudat — *Bretter*	126.9	111.3	104.5	98.5	92.4		88.9	82.8

Kuten nähdään, on ohuen tavaran hinta yleensä melkoista korkeampi kuin paksumman. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan voida käyttää edellisen asetelman mukaisia arvoja sahaustuloksen suhteellisen hinnan määräämiseen, syystä ettei koskaan voida tarkasti sanoa, missä määrin sahaustulos erikoistapauksissa sisältää paksua ja ohutta tavaraa. Sahatavaran paksuudella on nimittäin ainoastaan maksimirajansa, mutta minimiraja on sahaajan harkinnasta riippuva. Jotta edellisiä hintasuhdelukuja tästä huolimatta voitaisiin käyttää sahaustuloksen suhteellisen hinnan määrämiseen, on tyydyttävä käyttämään sopivasti laskettuja suhdelukujen keskiarvoja. Tätä tutkimusta varten on suhdelukujen keskiarvot laskettu siten, että määrätyn leveyden keskiarvoa laskettaessa on lankkujen ja soirojen sekä lautojen suhdeluvut punnittu niillä standarttimäärillä, jotka viimeisen viiden vuoden (1930—34) aikana on mainittuja tavaroita Sahanomistajayhdistyksen antamien tietojen mukaan keskimäärin

maastamme laivattu. Täten punnittu hintasuhdeluku osoittaa siis määrätyn leveyden suhteellista keskihintaa edellyttäen sahatavaran paksuusjakautumisen sellaiseksi, kuin mitä se viime vuosien aikana on ollut.

Punnitut hintasuhdeluvut esitetään asetelmassa 30.

Asetelma 30.
Aufstellung 30.

Eri levyisten u/s-mäntytavaroiden keskimääräiset hinnat 2 ½″ × 7″:n hintaan verrattuina.

Mittlere relative Preise der verschieden breiten u/s- Kiefernsägewaren, verglichen mit dem Preis der 2 ½″ × 7″.

	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
	9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″
Hintasuhdeluvut (2 ½″ × 7″:n hinta = 100) — *Relative Preise (Preis der 2 ½″ × 7″ = 100)*	121.4	107.8	101.3	96.5	91.1	90.1	90.0

Kuten nähdään, alentuvat suhdeluvut leveiden tavaroiden osalta verrattain lähelle lankkujen ja soirojen suhdelukuja, syystä että leveitä lautoja sahataan yleensä suhteellisen vähän paksumpaan tavaraan verrattuna.

2. *Lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteet.*

Koska tekijä on suorittanut erikoistutkimuksen myös lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteista, ei tätäkään kysymystä tarvitse enää tutkia, vaan voidaan käyttää aikaisemmin suoritetun tutkimuksen tuloksia. Seuraavassa esitetään lyhyt katsaus tutkimuksen tuloksiin (V u o r i s t o 1935 b).

Tutkimuksen oma aineisto on vuosilta 1925—34, mutta sahatavaran hintanoteerausten perusteella on hintasuhdekysymystä tutkittu ajanjaksona 1900—35. Eri kokojen väliset hintasuhteet osoittavat huomattavaa vakinaisuutta absoluuttisten hintojen suuresta vaihtelusta huolimatta. Samoin kuin mäntysahatavaran hintasuhteissa esiintyy tässäkin melkoisia heilahduksia hinnan muodostuksen kannalta poikkeuksellisten tekijöiden vaikutuksesta. Hintasuhteet pyrkivät kuitenkin poikkeuksellisten tekijöiden lakattua vaikuttamasta muodostumaan keskimääräisiä hintasuhteita vastaaviksi, eivätkä hintasuhteet osoita taipumusta kehittyä määrättyyn suuntaan.

Lajittelemattomien kuusitavaroiden hinta riippuu niiden kokoa silmällä pitäen yksinomaan leveydestä. Vertausperusteena suhteellisia hintoja määrättäessä on tämän vuoksi voitu käyttää 7″:n levyisten tavaroiden hintaa, ja tutkimustuloksina saatuja hintasuhdelukuja voidaan sellaisinaan käyttää tämän tutkimuksen lopputuloksen laskemiseen.

Asetelma 31 esittää eri levyisen kuusisahatavaran suhteellisia hintoja 7″:n levyisen tavaran hintaan verrattuina.

Asetelma 31.
Aufstellung 31.

Eri levyisten u/s-kuusisahatavaroiden hinnat 7″:n levyisten tavaroiden hintaan verrattuina.

Preise der verschieden breiten u/s-Fichtensägewaren, verglichen mit dem Preis der 7″ breiten Ware.

	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
	9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″
Hintasuhdeluvut (7″:n hinta = 100) — *Relative Preise (Preis der 7″ = 100)*	114.3	103.1	100.0	96.3	92.2	88.7	86.5

Hintasuhdelukuja tarkastettaessa huomataan, että leveiden ja kapeiden kuusisahatavaroiden hinnat ovat suhteellisesti alhaisemmat kuin vastaavan levyisten mäntysahatavaroiden hinnat. Syynä tähän ilmiöön on se, että kuusisahatavaran keskileveydet ovat halutuimpia kokoja, joten niiden hinta on suhteellisen korkea muihin leveyksiin verrattuna (Vuoristo 1935 b).

3. *Kvinttamäntysahatavaran hinnat ja hintasuhteet lajittelemattoman mäntysahatavaran hintoihin verrattuina.*

Edellä on käsitelty, miten suuren suhteellisen osan V-tavara muodostaa eri levyisen u/s- ja V-tavaran yhteisestä määrästä. Seuraavassa tarkastetaan saman levyisten u/s- ja V-tavaroiden hintasuhteita. Aineistona käytetään muutamien sahojen saamia hintoja kummallekin tavaralaadulle kymmenvuotiskautena 1925—34. Aineistossa esiintyvät sahat on valittu siten, että niistä jokainen edustaa yhtä niistä alueista, jotka esiintyvät tekijän lajittelemattoman sahatavaran hintoja käsittelevissä tutkimuksissa (Vuoristo 1935 a ja b). Aineiston sahat on valittu eri alueilta sen vuoksi, että selviää, ovatko u/s- ja V-tavaroiden hintasuhteet erilaiset maan eri osissa. Aineiston sahojen tuotanto on noin 25 % Suomen koko sahatavaran tuotannosta.

Aluksi esitetään kunkin laivaajan eri levyisistä V-tavaroista saamat hinnat puntina kultakin vuodelta kymmenvuotiskautena 1925—34. Hinnat on laskettu kunkin laivaajan kauppakirjoissa mainittujen hintojen perusteella. Kukin kauppa on luettu sen vuoden myyntiin, jolloin tavarat on ollut määrä laivata. Hinnat ovat määräleveyksien keskihintoja tavaran paksuutta huomioon ottamatta. Asetelma 32 esittää saatuja hintoja.

Asetelma 32.

Aufstellung 32.

Muutamien laivaajien saamat eri levyisten V-mäntysahatavaroiden vuotuiset keskihinnat puntina v. 1925—34.

Von einigen Abladern erzielte Durchschnittspreise in Pfund für verschiedene V-Kiefernsägewaren in den Jahren 1925—34.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	12.14	12.50	12.24	11.69	12.50	12.21
1926	10.92	10.62	10.64	10.61	11.83	10.92
1927	11.96	12.69	12.75	13.15	13.13	12.74
1928	13.98	12.29	13.38	13.45	13.86	13.39
1929	12.24	12.53	12.00	12.40	12.99	12.43
1930	11.51	11.55	10.34	12.62	10.28	11.26
1931	8.38	8.48	8.05	7.81	8.19	8.18
1932	6.75	7.05	6.84	7.56	7.14	7.07
1933	8.46	7.74	9.02	9.42	8.48	8.62
1934	9.67	8.68	8.88	9.80	9.54	9.31
M	10.60	10.41	10.41	10.85	10.79	10.61

8″:n leveys — *Breite 8″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	12.14	12.27	9.25	11.97	12.08	11.54
1926	10.56	10.50	10.36	10.49	11.06	10.59
1927	11.07	11.25	11.57	11.99	12.45	11.67
1928	13.42	12.33	12.07	12.32	12.82	12.59
1929	11.99	11.75	11.62	12.57	11.89	11.96
1930	10.65	9.28	10.04	11.30	10.66	10.39
1931	7.81	8.06	7.46	7.90	7.62	7.77
1932	7.07	6.51	7.25	7.39	6.60	6.96
1933	8.40	7.29	7.84	8.14	8.33	8.00
1934	9.91	9.71	8.93	10.05	9.56	9.63
M	10.30	9.90	9.64	10.41	10.31	10.11

7″:n leveys — *Breite 7″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	12.39	12.50	10.91	11.42	12.50	11.94
1926	10.39	10.17	9.97	10.46	10.58	10.31
1927	11.25	11.33	11.24	11.67	12.18	11.53
1928	12.54	11.36	11.77	11.74	12.03	11.89
1929	11.32	11.10	11.14	11.36	11.48	11.28
1930	10.46	8.76	9.81	10.70	9.44	9.83
1931	7.88	7.55	8.17	7.21	7.45	7.65
1932	6.69	6.33	7.24	7.01	6.71	6.80
1933	8.25	7.12	7.71	7.75	8.05	7.78
1934	9.58	8.99	9.02	9.35	9.32	9.25
M	10.08	9.52	9.70	9.87	9.97	9.83

6″:n leveys — *Breite 6″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	11.56	11.34	10.77	11.34	11.50	11.30
1926	9.95	9.88	9.71	10.18	10.28	10.00
1927	10.80	10.88	10.69	11.31	11.41	11.02
1928	12.00	11.10	11.00	11.38	11.57	11.41
1929	11.03	10.69	10.48	10.84	10.81	10.77
1930	10.20	8.64	9.57	10.10	9.03	9.51
1931	7.34	6.88	7.13	7.36	7.02	7.15
1932	6.54	6.02	6.82	6.61	6.61	6.52
1933	7.71	6.71	7.04	7.39	7.49	7.27
1934	9.18	9.06	8.41	9.12	9.05	8.96
M	9.63	9.12	9.16	9.56	9.48	9.39

5″:n leveys — *Breite 5″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	10.30	11.10	10.40	10.36	10.55	10.54
1926	9.62	9.54	9.57	10.12	9.25	9.62
1927	10.77	10.49	10.30	10.88	11.10	10.71
1928	10.49	10.21	9.80	10.85	11.10	10.49
1929	10.36	10.19	9.31	10.39	9.97	10.04
1930	9.54	8.61	8.43	9.34	8.12	8.81
1931	6.87	6.01	6.39	6.29	6.25	6.36
1932	6.23	5.41	5.90	6.15	5.79	5.90
1933	7.13	6.17	6.55	6.72	7.12	6.74
1934	8.85	7.73	7.24	8.58	8.34	8.15
M	9.02	8.55	8.39	8.97	8.76	8.74

4″:n leveys — *Breite 4″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	10.05	10.65	10.31	10.63	10.16	10.36
1926	9.33	9.50	9.70	9.47	10.04	9.61
1927	10.16	10.64	10.29	10.85	11.22	10.63
1928	11.47	10.55	9.69	10.46	10.74	10.58
1929	10.14	9.78	9.70	10.48	9.79	9.98
1930	9.30	7.77	8.05	8.89	8.17	8.44
1931	6.52	5.91	6.08	6.24	6.23	6.20
1932	6.23	5.52	5.87	6.07	5.92	5.92
1933	7.27	6.00	6.78	6.85	6.99	6.78
1934	8.89	8.16	8.04	8.43	7.76	8.26
M	8.94	8.45	8.45	8.84	8.70	8.68

3″:n leveys — *Breite 3″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	10.79	8.31	8.09	10.01	11.00	9.64
1926	9.00	10.04	9.49	10.17	9.64	9.67
1927	10.58	10.00	9.44	10.34	11.25	10.32
1928	11.79	9.00	8.30	10.87	10.48	10.09
1929	9.14	10.13	8.86	10.66	9.25	9.61
1930	9.62	7.78	7.31	9.52	8.07	8.46
1931	7.34	6.07	5.77	7.12	5.50	6.36
1932	6.73	5.52	5.48	5.46	5.85	5.81
1933	7.56	6.07	6.16	6.96	6.52	6.65
1934	8.93	7.70	7.57	8.84	7.47	8.10
M	9.15	8.06	7.65	9.00	8.50	8.47

Asetelmassa 32 olevat eri levyisten V-mäntysahatavaroiden hinnat osoittavat, että sama hintavaihtelu, mikä esitettynä ajanjaksona ilmenee u/s-tavaroiden hinnoissa, koskee myös V-tavaroita. V. 1925 kuuluu vuotta 1923 seuranneeseen laskukonjunktuuriin, ja sahatavaran hinta alenee vielä v. 1926. Tämän jälkeen nousevat hinnat vuosina 1927 ja 1928, mutta alkavat jälleen nopeasti laskea saavuttaen minimin vuonna 1932. Vuodet 1933 ja 1934 kuuluvat taas nousukonjunktuuriin. Eri vuosina saavutetulla absoluuttisella hintojen korkeudella ei tämän tutkimuksen kannalta kuitenkaan ole ratkaisevaa merkitystä. Tärkein on nimittäin se, missä suhteessa u/s- ja V-tavaroiden hinnat ovat eri vuosina toisiinsa verrattuina. Ennenkuin ryhdytään tätä kysymystä käsittelemään, on kuitenkin syytä lyhyesti tarkastaa eri laivaajien keskimäärin saavuttamien hintojen korkeutta.

Vertailun helpoittamiseksi on muodostettu asetelma 33, jossa esitetään aineiston kunkin laivaajan V-tavaran eri leveyksistä kymmenen vuoden aikana saamien vuotuisten keskihintojen punnitsematon keskiarvo. Näin saaduille eri leveyksien hintakeskiarvoille on vielä erikseen kullekin laivaajalle laskettu punnittu keskiarvo ja käytetty tällöin painolukuina sahatavaran eri leveyksien suhteellista sahausmäärää.

Tutkimuksen lopputuloksen kannalta on erittäin tärkeätä tuntea, missä suhteessa toisiinsa eri levyisten u/s- ja V-tavaroiden hinnat ovat. Tämän suhteen selvittämiseksi on laskettu kaikille niille laivaajille, joiden V-tavaran hintoja edellä esitettiin, myös eri levyisten u/s-tavaroiden hinnat vastaavilta vuosilta. Keskihinnat on laskettu laivaajien myyntiraporttien perusteella, ja kaikki myynnit on otettu huomioon paitsi sellaisia cif-myyntejä, joiden rahtia ei raportissa ole mainittu. Kun eri levyisten u/s-tavaroiden vuotuiset keski-

Asetelma 33.
Aufstellung 33.

Muutamien laivaajien eri levyisistä V-mäntysahatavaroista saamien vuotuisten keskihintojen keskiarvot vuosilta 1925—34.

Mittelwerte der von einigen Abladern für verschieden breite V-Kiefernsägewaren erzielten jährlichen Durchschnittspreise in den Jahren 1925—34.

Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*	Alue — *Gebiet*					$M_{I—V}$
	I	II	III	IV	V	
9″	10.60	10.41	10.41	10.85	10.79	10.61
8″	10.30	9.90	9.64	10.41	10.31	10.11
7″	10.08	9.52	9.70	9.87	9.97	9.83
6″	9.63	9.12	9.16	9.56	9.48	9.39
5″	9.02	8.55	8.39	8.97	8.76	8.74
4″	8.94	8.45	8.45	8.84	8.70	8.68
3″	9.15	8.06	7.65	9.00	8.50	8.47
Punnittu keskihinta[1]) *Gewogener Durchschnittspreis*	9.44	8.94	8.92	9.37	9.26	9.19
Suhteellinen hinta *Relativer Preis*	102.7	97.3	97.1	102.0	100.8	100.0

hinnat on saatu määrätyiksi, on laskettu montako % V-tavaran hinta on vastaavan levyisen u/s-tavaran hinnasta. Seuraava asetelma 34 esittää näin saatuja kunkin laivaajan suhdelukuja kunakin vuonna.

Asetelma 34.
Aufstellung 34.

Muutamien laivaajien eri levyisestä V-mäntysahatavarasta saamia suhteellisia hintoja heidän saman levyisestä u/s-tavarasta saamiinsa hintoihin verrattuina vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für verschieden breite V-Kiefernsägeware erzielte relative Preise, verglichen mit den Preisen, die sie für gleich breite u/s-Ware erhalten haben, 1925—34.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	1—5
1925	72.7	79.6	81.6	80.1	74.4	77.68
1926	79.7	77.5	79.4	78.1	82.2	79.38
1927	79.7	87.5	87.3	88.1	84.7	85.46
1928	80.8	75.4	82.1	81.4	78.8	79.70
1929	69.2	79.8	77.9	76.7	77.3	76.18
1930	70.6	76.0	68.5	81.1	65.5	72.34
1931	59.4	59.7	65.4	68.9	65.0	63.68
1932	56.2	74.1	73.5	69.0	64.2	67.40
1933	66.2	73.7	77.1	84.6	67.7	73.86
1934	66.6	71.0	71.2	74.2	66.5	69.90
M	70.1	75.4	76.4	78.2	72.6	74.56

[1]) Painolukuina sivulla 54 olevassa asetelmassa esiintyvät eri leveyksien suhteelliset määrät.

8″:n leveys — *Breite 8″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	1—5
1925	80.4	81.8	66.1	80.8	70.6	75.94
1926	78.8	77.8	79.1	79.5	79.0	78.84
1927	76.9	83.3	86.3	86.1	85.9	83.70
1928	83.9	80.6	81.8	82.7	82.2	82.24
1929	77.9	81.6	83.0	88.6	81.4	82.50
1930	72.4	69.8	76.1	83.0	77.8	75.82
1931	64.0	68.3	63.8	74.6	66.3	67.40
1932	65.5	67.8	72.9	75.2	58.6	68.00
1933	70.9	67.6	75.7	76.1	70.8	72.22
1934	71.8	80.0	75.2	79.8	68.0	74.96
M	74.3	75.9	76.0	80.6	74.1	76.16

7″:n leveys — *Breite 7″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	1—5
1925	92.5	87.4	77.9	79.3	83.9	84.20
1926	79.3	77.6	78.5	81.7	79.5	79.32
1927	82.7	87.2	81.4	86.6	88.9	85.36
1928	83.6	80.0	85.3	82.6	81.3	82.56
1929	78.6	81.0	85.0	84.2	84.4	82.64
1930	68.8	63.0	76.0	82.2	71.5	72.30
1931	72.3	75.5	70.4	72.4	73.8	72.88
1932	66.8	72.5	79.9	76.0	67.7	72.58
1933	75.6	73.7	81.3	82.4	73.0	77.20
1934	74.5	74.3	80.9	80.6	73.1	76.68
M	77.5	77.2	79.7	80.8	77.7	78.57

6″:n leveys — *Breite 6″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	1—5
1925	86.9	82.2	82.8	85.5	82.1	83.90
1926	79.6	79.0	80.2	82.3	79.7	80.16
1927	82.4	86.3	84.8	87.5	87.1	85.62
1928	83.3	81.0	83.3	83.2	80.9	82.34
1929	83.6	82.9	83.8	84.5	83.2	83.60
1930	79.7	70.8	79.4	81.8	74.0	77.14
1931	68.0	68.8	72.0	76.3	69.5	70.92
1932	69.6	75.6	81.6	76.8	69.8	74.68
1933	76.0	75.8	80.5	82.3	72.3	77.38
1934	76.7	84.2	79.2	77.7	74.1	78.38
M	78.6	78.7	80.8	81.8	77.3	79.41

5″:n leveys — *Breite 5″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	82.4	84.7	81.3	79.6	77.0	81.00
1926	79.5	79.5	80.4	83.0	74.6	79.40
1927	84.8	86.7	83.7	86.4	87.4	85.80
1928	77.1	76.8	75.4	81.7	80.4	78.28
1929	80.9	84.2	75.7	81.9	78.5	80.24
1930	74.5	73.6	72.1	77.4	69.4	73.40
1931	66.1	64.6	65.5	66.4	64.4	65.40
1932	70.2	66.5	70.2	70.0	63.1	68.00
1933	70.9	66.2	73.0	72.2	70.4	70.54
1934	72.7	72.4	67.7	74.5	68.7	71.20
M	75.9	75.5	74.5	77.3	73.4	75.33

4″:n leveys — *Breite 4″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	82.4	80.1	79.9	83.7	74.7	80.16
1926	77.1	77.9	80.8	73.2	81.0	78.00
1927	80.6	88.7	84.3	85.9	88.3	85.56
1928	83.1	81.8	76.3	80.8	80.1	80.42
1929	77.4	81.5	78.9	84.2	79.0	80.20
1930	74.4	63.7	69.4	76.0	70.4	70.78
1931	62.1	60.9	64.0	68.8	63.6	63.88
1932	70.2	69.6	70.8	71.3	66.3	69.64
1933	73.3	68.3	74.8	74.0	64.7	71.02
1934	80.9	81.3	77.6	77.3	68.4	77.10
M	76.2	75.4	75.7	77.5	73.7	75.68

3″:n leveys — *Breite 3″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1925	93.0	63.4	77.7	82.5	80.3	79.38
1926	73.8	77.5	79.1	85.8	76.0	78.44
1927	85.3	84.0	78.7	82.3	87.9	83.64
1928	84.8	68.2	66.9	83.7	78.2	76.36
1929	70.3	82.4	71.5	85.7	74.6	76.90
1930	77.6	70.7	61.9	81.4	69.6	72.24
1931	69.9	66.3	61.4	82.1	59.1	67.76
1932	82.1	72.8	69.3	65.4	72.4	72.40
1933	78.6	71.2	69.5	76.4	65.2	72.18
1934	80.6	80.1	75.9	82.8	70.9	78.06
M	79.6	73.7	71.2	80.8	73.4	75.74

Asetelman 34 suhdeluvut osoittavat, että u/s- ja V-tavaran hintasuhteet vaihtelevat eri laivaajilla samanakin vuonna jonkin verran. Vaihtelu on suurin 9″:n ja 8″:n leveyksissä samoin 3″:n levey-

dessä. Muissa, siis yleisimmin sahattavissa leveyksissä, on vaihtelu verrattain pieni. Syynä siihen, että vaihtelu kolmessa edellä mainitussa leveydessä aineiston mukaan on melkoinen, on se, että laivaajat 1 ja 5 saavat leveistä u/s-tavaroistaan tavallista paremman hinnan, mutta V-tavara on myytävä suunnilleen samaan hintaan, mihin muutkin myyvät. Leveistä V-tavaroista saavat suhteellisesti korkean hinnan ne laivaajat, joiden vastaavien u/s-tavaroiden hinta on alhainen. Sama suunta pyrkii esiintymään myös kapeampien leveyksien suhteellisissa hinnoissa, mutta eroitus on kuitenkin melkoista pienempi. Asian havainnollistuttamiseksi esitetään asetelma, johon on laskettu kunkin laivaajan eri leveyksistä saamien vuotuisten keskihintojen keskiarvot kymmenvuotiskaudella 1925—34.

Asetelma 35.
Aufstellung 35.

Muutamien laivaajien mänty-V:n eri leveyksien vuotuisten suhteellisten keskihintojen keskiarvot vv. 1925—34.

Mittelwerte der von einigen Abladern für V-Kiefernsägeware verschiedener Breite erzielten jährlichen relativen Durchschnittspreise in den Jahren 1925—34.

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
9″	70.1	75.4	76.4	78.2	72.6	74.5
8″	74.3	75.9	76.0	80.6	74.1	76.2
7″	77.5	77.2	79.7	80.8	77.7	78.6
6″	78.6	78.7	80.8	81.8	77.3	79.4
5″	75.9	75.5	74.5	77.3	73.4	75.3
4″	76.2	75.4	75.7	77.5	73.7	75.7
3″	79.6	73.7	71.2	80.8	73.4	75.7
Keskiarvo *Mittelwert*	76.0	76.0	76.3	79.6	74.6	76.5
Punnittu keskiarvo[1]) *Gewogener Mittelwert*[1])	76.35	76.24	76.88	79.06	74.79	76.73

Asetelmasta 35 nähdään, että suhteellisten hintojen keskiarvot poikkeavat toisistaan eniten 9, 8 ja 3 tuuman leveyksissä, mutta toisissa leveyksissä ovat poikkeukset aivan vähäisiä. Asetelman alimpaan riviin on laskettu eri leveyksien suhteellisilla tuotantomäärillä punnitut keskiarvot, ja on painolukuina käytetty asetelmassa 12 esitettyjä keskiarvoja (s. 55). Koska suhteelliset hinnat poikkeavat toisistaan yleisimmin sahatuissa leveyksissä vähiten, supistuu u/s- ja V-tavaran suhteellisten hintojen välinen ero eri laivaajien välillä koko tuotantoa silmällä pitäen melkoisesti. Saman levyisten u/s- ja V-tavaroiden hintasuhteet ovat edellisen mukaan samana vuonna eri laivaajilla siinä määrin samat, että suurella var-

[1]) Painolukuina eri leveyksien suhteelliset sahausmäärät. — *Gewogene Werte verschiedener Breite der relativen Gesamterzeugung.*

muudella täytyy olettaa esiintyvien eroavaisuuksien johtuvan satunnaisista tekijöistä. Tällaisista tekijöistä mainittakoon seuraavassa muutamia tärkeimpiä. Koska hinnat sahatavaramarkkinoilla myyntikauden aikana voivat vaihdella suuresti, jää vuoden keskihinta riippuvaksi siitä, mihin aikaan tavaraerät myydään. Jos u/s- ja V-tavarat myydään eri aikoina, voi tämä luonnollisesti aiheuttaa melkoisiakin eroja niiden hintasuhteisiin. Toiset laivaajat sisällyttävät V-tavaraan myös sinistyneen V:n, ja tällöin hinta on luonnollisesti halvempi, kuin jos sinistynyttä ei ole lainkaan mukana. Laivaajien sovelluttama eri ankara lajittelu voi vaikuttaa myös u/s- ja V-tavaran hintasuhteisiin. — Kun otetaan huomioon satunnaisten tekijöiden mahdollinen vaikutus u/s- ja V-tavaran hintasuhteisiin sekä samalla ne verrattain pienet poikkeukset, joita suhteellisissa hinnoissa eri laivaajilla esiintyy, on ilmeistä, ettei saman levyisten u/s- ja V-tavaroiden hintasuhde ainakaan oleellisesti poikkea eri laivaajilla, vaan pikemminkin pyrkii muodostumaan samaksi. Ilmiö onkin täysin verrannollinen u/s-tavaran eri leveyksien hinnan muodostuksen kanssa (V u o r i s t o 1935 a ja b).

Koska saman levyisten u/s- ja V-tavaroiden hintasuhteet samana vuonna ovat kaikilla laivaajilla keskimäärin samat, voidaan mainittujen tavaran laatujen hintasuhteiden kehittymistä vuodesta toiseen tarkastaa aineiston keskiarvojen perusteella. Tätä varten lasketaan kaikkien aineiston laivaajien kunkin leveyden hintasuhdelukujen keskiarvot erikseen kunakin vuonna. Asetelma 36 esittää hintasuhdelukujen keskiarvoja.

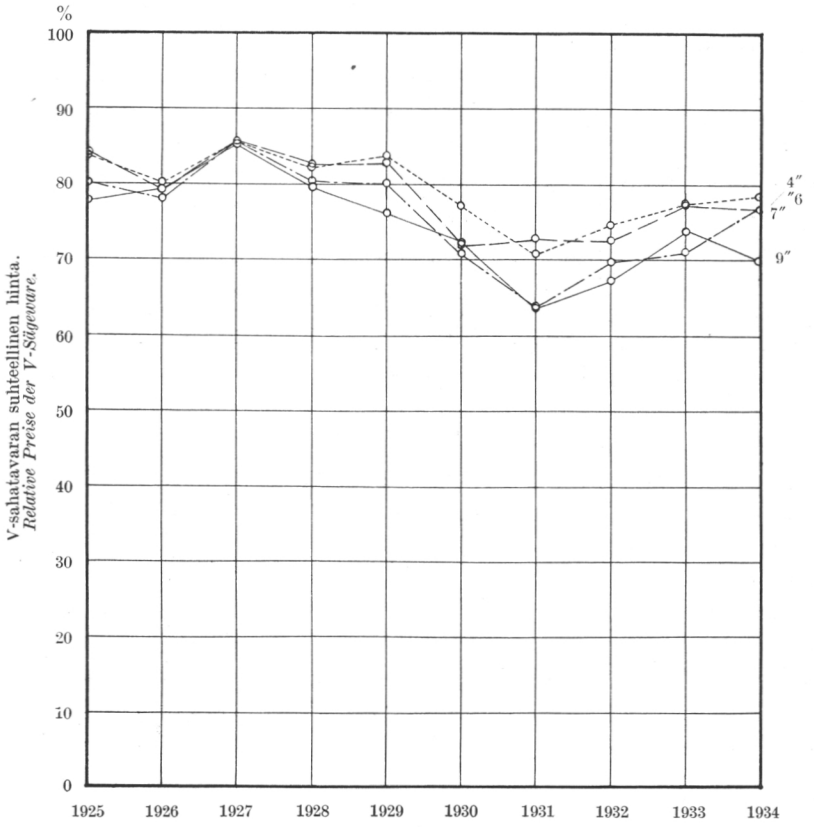
Asetelma 36.
Aufstellung 36.

Eri levyisten V-mäntysahatavaroiden hinta %:eina vastaavan levyisten u/s-tavaroiden hinnasta vv. 1925—34.

Preis verschiedener V-Kiefernsägewaren in % vom Preis entsprechend breiter u/s-Waren in den Jahren 1925—34.

Vuosi *Jahr*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*							
	9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″	M
1925	77.68	75.94	84.20	83.90	81.00	80.16	79.38	80.32
1926	79.38	78.84	79.32	80.16	79.40	78.00	78.44	79.08
1927	85.46	83.70	85.36	85.62	85.80	85.56	83.64	85.02
1928	79.70	82.24	82.56	82.34	78.28	80.42	76.36	80.27
1929	76.18	82.50	82.64	83.60	80.24	80.20	76.90	80.32
1930	72.34	75.82	72.30	77.14	73.40	70.78	72.24	73.43
1931	63.68	67.40	72.88	70.92	65.40	63.88	67.76	67.42
1932	67.40	68.00	72.58	74.68	68.00	69.64	72.40	70.39
1933	73.86	72.22	77.20	77.38	70.54	71.02	72.18	73.49
1934	69.90	74.96	76.68	78.38	71.20	77.10	78.06	75.18
M	74.56	76.16	78.57	79.41	75.33	75.68	75.74	76.49

Asetelman viimeisessä sarekkeessa olevat keskiarvot osoittavat, että u/s- ja V-tavaran hintasuhteet ovat esitettynä ajanjaksona melkoisesti vaihdelleet. Havainnollisen kuvan saamiseksi esitetään asetelman arvot kuvassa 37 graafisesti.



Kuva 37.
Fig. 37.

Eri levyisen V-mäntysahatavaran suhteellinen hinta saman levyisen u/s-tavaran hintaan verrattuna.
Relative Preise der verschieden breiten V-Kiefernsägeware mit den Preisen für gleich breite u/s-Ware verglichen.

Kuvasta nähdään, että V-tavaran hinta on ollut lähinnä u/s-tavaran hintaa huippukonjunktuurin aikana v. 1927 ja kauimpana siitä pulavuonna 1931. Yleensä on suhteellisten hintojen vaihtelu sen suuntainen, että ne ovat korkeat korkeakonjunktuurin aikana ja alenevat sahatavaran hintojen laskiessa. Ilmiö johtuu pääasiassa sahatavaran hintojen määräämistavoista. V-tavaran hinta määrätään käytännössä siten, että vastaavan u/s-tavaran hinnasta vähenne-

tään määrätty hinnan alennus V-tavaralle. Sahatavaran hintojen vaihdellessa eivät V-tavaroiden hinnan alennukset seuraa joustavasti tätä vaihtelua. Kun sahatavaroiden hinnat laskevat, pyrkivät ostajat säilyttämään hinnan alennukset entisellään ja tavallisesti tässä onnistuvatkin, koska myyjät laskukonjunktuurin aikana ovat heikommassa asemassa kuin ostajat. Ostajien asemaa parantaa vielä se, että laskukonjunktuurin aikana huononee juuri erikoisesti V-tavaran hinta, jota pääasiassa käytetään erittäin suhdanneherkkiin tarkoituksiin, kuten rakennusaineeksi ja pakkaustarkoituksiin. On luonnollista, että sahatavaran hintojen laskiessa ja V-alennuksen pysyessä muuttumattomana V-tavaran hinta u/s-tavaran hintoihin verrattuna alenee. Nousukonjunktuurin vallitessa on tilanne päinvastainen. Myyjät ovat tällöin hintojen määrääjinä markkinoilla, ja V-alennus pysyy sahatavaran hintojen noususta huolimatta suunnilleen entisellään. Tämä käy päinsä sitäkin helpommin, kun V-tavaran kysyntä on suuri rakennusteollisuuden sekä kaiken suhdanneherkän toiminnan vilkastuessa.

Edellisen lisäksi on mielenkiintoista kiinnittää hieman huomiota V-tavaroiden suhteellisten hintojen maksimin ja minimin esiintymisaikaan. Hintamaksimi on v. 1927. Yleinen sahatavaroiden hintamaksimi on sitävastoin v. 1928. Tämä eroavaisuus johtuu u/s- ja V-tavaroiden erilaisesta käyttötarkoituksesta sekä eri talouden haarojen erilaisesta suhtautumisesta konjunktuurivaihteluihin. V-sahatavaraa käytetään ratkaisevalta osalta rakennustarkoituksiin, ja rakennusteollisuus pysähtyy jo hieman ennen suhdannehuipun sivuuttamista. Täten vähenee V-tavaran kysyntä aikaisemmin kuin u/s-tavaran kysyntä, ja V-tavaran suhteellinen hinnan maksimi sattuu aikaisemmin kuin u/s-tavaran. Saman tapainen ilmiö päinvastaisena esiintyy pulan kääntyessä nousuksi. V-tavaran suhteellisten hintojen minimi esiintyy v. 1931 ja yleinen sahatavaroiden hintojen minimi vasta v. 1932. u/s- ja V-sahatavaroiden suhteellisten hintojen kehitystä voitaisiinkin ilmeisesti pitää jonkinlaisena konjunktuurivaihteluiden ilmapuntarina.

Tutkimuksen lopputulosta silmällä pitäen täytyy vielä kiinnittää huomio tärkeään kysymykseen, voidaanko u/s- ja V-mäntytavaroiden hintojen katsoa keskimäärin jatkuvasti pysyvän samassa suhteessa toisiinsa. Edellä esitettyjen tutkimustulosten perusteella näyttää se erittäin todennäköiseltä. Tutkimusajanjaksona esiintyneet konjunktuuri- ja hintavaihtelut eivät yleensä ole aiheuttaneet muutoksia eri levyisten tavaroiden hintasuhteisiin samana vuonna. Keskimääräiset hintasuhteet ovat sitävastoin vuodesta toiseen jonkin verran vaihdelleet hintasuhdanteiden mukaan. Vuosien 1927—28 huippukon-

junktuurin ja vuosien 1931—32 yleismaailmallisen pulan aikaisten suhteellisten hintojen ero on kuitenkin vain keskimäärin noin 15 %. Heti pulan hieman helpoituttua alkaa V-tavaran suhteellinen hinta nousta ja pyrkiä keskiarvoista hintasuhdetta kohden. Koska esiintyneen suuruinenkaan suhdannevaihtelu ei ole vaikuttanut V-tavaran suhteelliseen hintaan tapahtunutta voimakkaammin, mutta hinta siitä huolimatta herkästi seuraa suhdannevaihtelua, on ilmeistä, että suhteellinen hinta suhdanteiden alati heiluessa edes takaisin asettuu suhdannekeskiarvon mukaiseksi. Tutkimuksen lopputulosta laskettaessa pidetäänkin u/s- ja V-mäntysahatavaran hintasuhdetta vakiona ja samana kaikille leveyksille. V-tavaran hinnaksi lasketaan 76.5 % vastaavan levyisen u/s-tavaran hinnasta, mikä suhde vastaa tutkimusajanjakson 1925—34 keskiarvoa.

4. *Kvinttakuusisahatavaran hinnat ja hintasuhteet lajittelemattoman kuusisahatavaran hintoihin verrattuina.*

Samalla tavalla kuin edellä käsiteltiin mäntysahatavaran eri laatujen välisiä hintasuhteita, käsitellään tässä vastaavaa kysymystä kuusisahatavaroiden osalta. Aineisto tutkimusta varten on koottu viideltä sahalaitokselta, joiden yhteinen sahausmäärä edustaa noin 20 % Suomen sahatavaran tuotannosta. Sahat on valittu siten, että jokainen niistä edustaa yhtä tässä tutkimuksessa käytetyistä sahatavaran tuotantoalueista (vert. s. 27).

Aluksi käsitellään V-kuusitavaran absoluuttisia hintoja. Laivaajien saamat hinnat on laskettu, kuten sivulla 18 on mainittu, kauppakirjoissa mainittujen hintojen perusteella, ja kaikki hinnat on muutettu yhdenmukaisuuden vuoksi punniksi. Muuttaminen on suoritettu Suomen Pankin kulloinkin noteeraamien kurssien mukaan. Vuosina 1927—30 on käytetty kunkin vuoden keskikurssia ja vuoden 1931 aikana 8 ensimmäisen kuukauden kuluessa tehdyille kaupoille näiden kuukausien keskikurssia ja tämän jälkeen tutkimuskauden loppuun kunkin kuukauden keskikurssia. Kunkin laivaajan saamat hinnat on laskettu vuoden keskihintoina kullekin eri leveydelle kiinnittämättä huomiota tavaran paksuuteen. Seuraava asetelma 38 esittää eri laivaajien saamia vuotuisia keskihintoja leveyksittäin vv. 1927—34. Aineistoa ei voitu saada käsittämään kymmentä vuotta, sillä ennen vuotta 1927 oli V-kuusitavaran myynti siksi vähäistä, että aineistoa kertyi vain muutamilta harvoilta sahoilta, eikä sekään käsittänyt kuin muutamien yleisimmin sahattujen leveyksien myyntejä lähinnä niiltä laivausalueilta, missä kuusta sahataan runsaimmin.

Asetelma 38.

Aufstellung 38.

Muutamien laivaajien saamat eri levyisten V-kuusisahatavaroiden vuotuiset keskihinnat puntina std:lta vv. 1927—34.

Von einigen Abladern erzielte Durchschnittspreise verschiedener V-Fichtensägewaren in Pfund pro std in den Jahren 1927—34.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	11.59	11.55	11.25	13.71	13.02	12.22
1928	11.48	11.06	12.15	11.30	10.73	11.34
1929	10.80	10.51	11.38	10.95	10.40	10.81
1930	10.78	10.56	11.41	10.91	10.53	10.84
1931	8.98	7.21	9.50	7.89	7.67	8.25
1932	7.14	8.25	7.71	7.24	6.98	7.46
1933	8.47	8.24	9.88	9.00	8.71	8.86
1934	9.90	9.64	10.48	9.25	8.18	9.49
M	9.89	9.63	10.47	10.03	9.53	9.91

8″:n leveys — *Breite 8″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	11.27	11.55	11.25	13.60	13.35	12.20
1928	11.38	11.07	11.30	11.22	11.02	11.20
1929	10.78	10.69	11.00	10.85	10.65	10.79
1930	10.85	10.60	8.20	10.49	10.93	10.21
1931	7.63	6.75	7.57	7.95	8.09	7.60
1932	6.26	7.63	6.67	6.77	6.27	6.72
1933	8.05	7.36	8.88	8.45	7.13	7.97
1934	9.21	9.13	10.00	8.68	9.15	9.23
M	9.43	9.35	9.36	9.75	9.57	9.49

7″:n leveys — *Breite 7″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	11.21	11.14	11.25	13.30	12.75	11.93
1928	11.06	11.27	11.64	10.76	10.32	11.01
1929	10.52	10.75	10.77	10.81	10.37	10.64
1930	10.64	10.45	9.24	10.10	10.17	10.12
1931	7.15	6.78	8.50	7.58	7.71	7.54
1932	6.45	7.25	6.57	6.50	6.15	6.58
1933	7.98	7.18	8.00	9.00	6.84	7.80
1934	9.25	8.51	9.75	8.22	8.83	8.91
M	9.28	9.17	9.47	9.53	9.14	9.32

6″:n leveys — *Breite 6″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	10.81	10.73	11.25	12.87	12.70	11.67
1928	10.87	10.32	10.29	10.42	10.28	10.44
1929	10.12	10.25	10.54	10.46	10.32	10.34
1930	9.92	10.10	9.45	9.82	9.82	9.82
1931	6.52	6.38	6.36	7.42	8.23	6.98
1932	6.00	6.74	5.73	5.64	6.06	6.03
1933	7.86	7.90	8.00	8.75	6.31	7.76
1934	8.61	8.65	9.25	7.79	8.48	8.56
M	8.84	8.88	8.86	9.15	9.03	8.95

5″:n leveys — *Breite 5″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	10.33	10.31	11.25	12.48	12.81	11.44
1928	10.55	9.68	10.00	10.22	10.10	10.11
1929	9.73	9.81	10.14	9.97	9.92	9.91
1930	9.21	9.65	9.20	9.06	9.06	9.24
1931	6.53	6.07	6.42	6.48	7.55	6.61
1932	5.68	6.08	5.35	5.19	5.42	5.54
1933	7.58	7.12	8.38	8.50	6.07	7.53
1934	8.56	8.35	8.80	7.59	8.06	8.27
M	8.52	8.38	8.69	8.69	8.62	8.58

4″:n leveys — *Breite 4″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	9.94	9.90	11.25	12.10	11.70	10.98
1928	10.16	9.07	10.32	9.69	9.37	9.72
1929	9.34	9.30	9.99	9.69	9.92	9.65
1930	9.33	9.13	8.43	8.65	8.56	8.82
1931	6.41	6.00	5.50	6.17	6.93	6.20
1932	4.97	5.76	5.35	5.59	5.18	5.37
1933	6.83	6.38	7.05	8.26	5.90	6.88
1934	8.00	7.94	8.13	7.43	7.77	7.85
M	8.12	7.93	8.25	8.45	8.17	8.18

3″:n leveys — *Breite 3″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	10.26	9.49	10.11	9.78	9.06	9.74
1928	9.36	8.76	9.28	8.98	8.31	8.94
1929	9.11	8.48	9.01	8.72	8.07	8.68
1930	9.00	9.13	8.70	7.50	6.94	8.25
1931	5.34	3.90	4.17	4.68	4.33	4.48
1932	5.21	4.91	6.30	5.30	4.91	5.33
1933	6.34	5.87	6.27	7.67	5.88	6.41
1934	7.89	7.30	7.80	7.00	7.70	7.54
M	7.81	7.23	7.71	7.45	6.90	7.42

Asetelmasta 38 nähdään, että V-kuusitavaran hinnan vaihtelu on täysin yhdenmukainen u/s-kuusitavaran hintojen vaihtelun kanssa (Vuoristo 1935 b). Absoluuttisten hintojen vaihtelulla ei tämän tutkimuksen kannalta ole ratkaisevaa merkitystä, joten tämä kysymys sivuutetaan katsauksella eri laivaajien saamien hintojen välisiin korkeussuhteisiin. Seuraava asetelma 39 esittää eri laivaajien saamia 8-vuotiskauden keskihintoja leveyksittäin.

Asetelma 39.

Aufstellung 39.

Muutamien laivaajien eri levyisistä V-kuusisahatavaroista saamien vuotuisten keskihintojen keskiarvot vuosilta 1927—34.

Mittelwerte der von einigen Abladern für verschieden breite V-Fichtensägewaren erzielten jährlichen Durchschnittspreise in den Jahren 1927—34.

Alue — *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja — *Ablader*	1	2	3	4	5	
Leveys — *Breite*						
9″	9.89	9.63	10.47	10.03	9.91	9.91
8″	9.43	9.35	9.36	9.75	9.57	9.49
7″	9.28	9.17	9.47	9.53	9.14	9.32
6″	8.84	8.88	8.86	9.15	9.03	8.95
5″	8.52	8.38	8.69	8.69	8.62	8.58
4″	8.12	7.93	8.25	8.45	8.15	8.18
3″	7.81	7.23	7.71	7.45	6.90	7.42
Punnittu keskihinta — *Gewogener Durchschnittspreis*	8.75	8.63	8.89	9.00	8.80	8.81
Suhteellinen hinta — *Relativer Preis*	99.31	97.96	100.91	102.16	99.89	100.00

Asetelman hinnat osoittavat, että eri laivaajien saamat V-kuusitavaran hinnat vaihtelevat keskimäärin aivan vähän. Eri alueilla toimivien laivaajien järjestys hinnan korkeuden perusteella on kuitenkin toinen kuin V-männyn ollessa kysymyksessä. Korkeimman V-männyn hinnan saavuttanut Perä-Pohjolan laivaaja 1 on vasta kolmannella sijalla. Viimeisellä sijalla ollut Päijänteen laivaaja 3 on sitävastoin noussut toiselle sijalle.

Seuraavassa käsitellään tutkimuksen lopputuloksen kannalta tärkeää u/s- ja V-tavaran välistä hintasuhdetta. Hintasuhteiden määräämiseksi lasketaan ensin kaikkien aineiston laivaajien saamat u/s-kuusitavaran hinnat leveyksittäin ja vuosittain. Näiden hintojen tultua määrätyiksi lasketaan montako % V-tavaran hinta on saman levyisen u/s-tavaran hinnasta. Vertaus tehdään leveyksittäin ja vuosittain kullekin aineiston laivaajalle. Seuraava asetelma 40 esittää V-tavaran suhteellisia hintoja.

Asetelma 40.

Aufstellung 40.

Muutamien laivaajien saamat eri levyisten V-kuusisahatavaroiden vuotuiset keskihinnat %:eina vastaavan levyisten u/s-kuusitavaroiden hinnoista vv. 1927—34.

Von einigen Abladern erzielte Durchschnittspreise verschieden breiten V-Fichtensägewaren in % von den Preisen der entsprechend breiten u/s-Fichtensägewaren in den Jahren 1927—34.

9″:n leveys — *Breite 9″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	84.0	85.6	82.1	99.3	93.7	88.94
1928	84.4	84.4	89.5	80.1	75.5	82.78
1929	84.4	85.9	86.9	83.0	78.3	83.70
1930	84.9	81.9	90.0	97.4	81.0	87.04
1931	92.6	83.8	98.2	79.7	73.0	85.46
1932	84.0	101.9	84.7	82.8	81.2	86.92
1933	83.9	85.4	102.9	79.6	88.9	88.14
1934	89.2	90.8	94.6	75.8	67.6	83.60
M	85.9	87.5	91.1	84.7	79.9	85.82

8″:n leveys — *Breite 8″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	84.1	87.5	85.9	100.7	101.5	91.94
1928	85.6	86.5	83.0	83.1	83.7	84.38
1929	87.6	89.3	85.9	86.8	87.5	87.42
1930	86.8	86.9	64.6	93.7	86.7	83.74
1931	84.8	81.3	82.2	81.1	86.1	83.10
1932	84.6	100.4	82.3	83.6	77.4	85.66
1933	91.5	84.6	100.9	77.5	80.1	86.92
1934	90.3	92.0	89.3	76.8	85.5	86.78
M	86.9	88.6	84.3	85.4	86.1	86.24

7″:n leveys — *Breite 7″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	84.9	83.8	85.2	99.3	93.5	89.34
1928	85.7	91.6	90.1	79.7	75.0	84.42
1929	84.8	88.8	86.2	86.5	81.4	85.54
1930	87.9	85.7	73.9	96.2	83.4	85.42
1931	81.3	75.3	85.0	86.1	84.7	82.48
1932	86.0	98.0	85.3	85.5	75.9	86.14
1933	95.0	86.5	94.1	88.2	79.5	88.66
1934	90.7	91.3	89.4	78.3	85.7	87.08
M	87.0	87.6	86.2	87.5	82.4	86.14

6″:n leveys — *Breite 6″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	84.5	84.5	86.5	98.2	95.3	89.80
1928	87.7	83.9	80.8	79.5	77.2	81.82
1929	85.8	86.9	86.4	87.9	85.3	86.46
1930	84.8	85.6	78.1	97.2	82.5	85.64
1931	80.5	78.8	75.9	86.3	96.8	83.66
1932	85.7	99.1	76.4	77.3	76.7	83.04
1933	94.7	96.5	100.0	92.1	76.0	91.86
1934	89.7	91.4	96.4	75.6	84.0	87.42
M	86.7	88.3	85.1	86.8	84.2	86.21

5″:n leveys — *Breite 5″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	82.1	81.8	88.6	100.6	96.7	89.96
1928	85.4	80.0	82.0	80.5	77.4	81.06
1929	83.4	87.6	85.2	85.9	85.5	85.52
1930	84.1	83.9	81.4	97.4	78.1	84.98
1931	85.5	79.9	79.5	77.1	91.0	82.60
1932	78.9	99.7	79.9	75.2	78.6	82.46
1933	82.3	92.5	106.1	94.4	74.0	89.86
1934	88.9	92.5	92.1	78.2	81.4	86.62
M	83.8	87.2	86.9	86.2	82.8	85.38

4″:n leveys — *Breite 4″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	4	5	
1927	82.1	81.8	93.0	98.4	94.7	90.00
1928	85.4	78.2	72.7	78.8	75.9	78.20
1929	83.4	85.3	86.1	87.3	87.0	85.82
1930	84.1	85.3	75.9	86.5	77.1	81.78
1931	85.5	84.5	60.4	77.1	82.5	78.00
1932	78.9	92.9	75.4	81.0	78.5	81.34
1933	82.3	85.1	88.1	94.9	75.6	85.20
1934	88.9	90.6	84.3	74.3	81.8	83.98
M	83.8	85.5	79.5	84.8	81.6	83.04

3″:n leveys — *Breite 3″*

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja *Ablader*	1	2	3	5	5	
1927	86.0	80.4	94.0	74.7	73.1	81.64
1928	83.6	83.4	94.3	74.9	73.4	81.92
1929	84.4	80.0	92.9	73.8	72.2	80.66
1930	85.7	80.1	82.9	74.4	72.9	79.20
1931	78.5	53.4	85.0	65.0	63.7	69.12
1932	94.7	102.3	112.5	82.2	80.5	94.44
1933	97.5	91.2	105.6	102.3	84.0	96.12
1934	100.4	93.9	109.7	70.0	84.6	91.72
M	88.9	83.1	97.1	77.2	75.6	84.35

Asetelman suhdeluvut osoittavat, että u/s- ja V-tavaran hintasuhteet vaihtelevat verrattain vähän. Ainoastaan niiden leveyksien suhdeluvut, joita sahataan erikoisen vähän, vaihtelevat muutamissa tapauksissa huomattavasti. Joka tapauksessa osoittavat asetelman luvut selvästi, että saman levyisten u/s- ja V-kuusitavaroiden hinnat ovat aina suurin piirtein samassa suhteessa toisiinsa. Poikkeusten esiintymiseen nähden on huomattava samaa, mitä edellä on sanottu mäntytavaroiden hintasuhteita käsiteltäessä. Koska kuusitavaroita, ja etenkin V-kuusia, myydään huomattavasti vähemmän kuin mäntytavaroita, voi myyntien aika vaikuttaa kuusitavaroiden hintasuhteisiin paljon voimakkaammin kuin ympäri vuoden jakaantuvien mäntysahatavaran kauppojen ollessa kysymyksessä.

Miten vähän hintasuhteet eri laivaajilla todella eroavat toisistaan, käy selvästi esiin asetelmasta 41, joka esittää eri laivaajien vuotuisten suhteellisten hintojen keskiarvoja leveyksittäin 8-vuotiskaudella 1927—34.

Asetelma 41.

Aufstellung 41.

Muutamien laivaajien eri levyisten V-kuusisahatavaroiden vuotuisten suhteellisten keskihintojen keskiarvot saman levyisiin u/s-tavaran hintoihin verrattuina vv. 1927—34.

Mittelwerte der von einigen Abladern erzielten jährlichen relativen Durchschnittspreise verschieden breiten V-Fichtensägewaren, verglichen mit den Preisen gleich breiter u/s-Sägewaren in den Jahren 1927—34.

Alue *Gebiet*	I	II	III	IV	V	M 1—5
Laivaaja — *Ablader*	1	2	3	4	5	
Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*						
9″	85.9	87.5	91.1	84.7	82.4	86.3
8″	86.9	88.6	84.3	85.4	86.1	86.3
7″	87.0	87.6	86.2	87.5	82.4	86.1
6″	86.7	88.3	85.1	86.8	84.2	86.2
5″	83.8	87.2	86.9	86.2	82.8	85.4
4″	83.8	85.5	79.5	84.8	81.6	83.0
3″	88.9	83.1	97.1	77.2	75.6	84.4
Keskiarvo — *Mittelwert*	86.1	86.8	87.2	84.7	82.2	85.4
Punnittu keskiarvo[1]) — *Gewogener Mittelwert*[1])	85.3	87.1	84.7	85.9	82.9	85.2

[1]) Painolukuina eri leveyksien suhteellinen laivausmäärä. — *Gewogene Werte verschiedener Breite der relativen Gesamtexportmenge.*

Asetelman 41 luvut osoittavat, että suhteelliset hinnat poikkeavat toisistaan varsinaisesti vain kahdessa tapauksessa. Laivaajien 4 ja 5 suhteellinen hinta on poikkeuksellisen alhainen 3″:n leveydelle. Näille poikkeuksille ei kuitenkaan voida antaa paljon mitään merkitystä, sillä 3″:n levyistä kuusitavaraa sahataan yleensä mitättömän vähän, vain hieman yli 1 % koko kuusisahatavaran tuotannosta. Sekä u/s-tavaran että vielä enemmän V-tavaran hinta jää tällöin kokonaan riippumaan sattumasta ja suhteellinen hinta muodostuu hyvinkin epämääräiseksi.

Edellä esitetyn perusteella voidaan päättää, että eri laivaajien samana vuonna saman levyisistä u/s- ja V-kuusitavaroista saamat hinnat ovat määrätyssä suhteessa toisiinsa, ja hintasuhteiden kehitystä vuodesta toiseen voidaan tarkastaa eri laivaajien suhteellisten hintojen keskiarvojen perusteella. Seuraava asetelma 42 esittää eri leveyksien suhteellisen hinnan vaihteluita 8-vuotiskaudella 1927—34.

Asetelma 42.

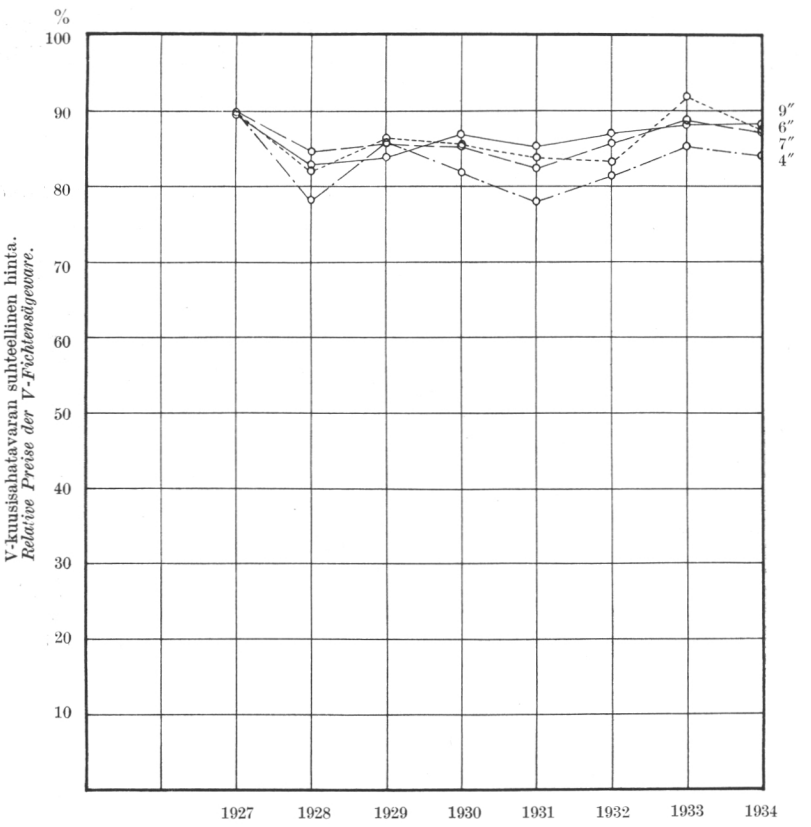
Aufstellung 42.

Eri levyisten V-kuusitavaroiden hinta %:eina vastaavan levyisten u/s-tavaroiden hinnoista vv. 1927—34.

Preis verschieden breiten V-Fichtensägewaren in % von den Preisen der entsprechend breiten u/s-Sägewaren in den Jahren 1927—34.

Vuosi *Jahr*	Sahatavaran leveys — *Breite der Sägeware*							
	9″	8″	7″	6″	5″	4″	3″	M
1927	88.94	91.94	89.34	89.80	89.96	90.00	81.64	88.80
1928	82.78	84.38	84.42	81.82	81.06	78.24	81.92	82.09
1929	83.70	87.42	85.54	86.46	85.52	85.82	80.66	85.02
1930	87.04	83.74	85.42	85.64	84.98	81.78	79.20	83.97
1931	85.46	83.10	82.48	83.66	82.60	78.00	69.12	80.63
1932	86.92	85.66	86.14	83.04	82.46	81.34	94.44	85.71
1933	88.14	86.92	88.66	91.86	89.86	85.20	96.12	89.54
1934	87.60	86.78	87.08	87.42	86.62	83.98	91.72	87.31
M	86.32	86.24	86.14	86.21	85.38	83.05	84.35	85.38

Vaikka asetelman käsittämä ajanjakso sisältää korkeimman ja matalimman suhdanteen sahatavaramarkkinoilla sodan jälkeen, ja hintavaihtelu on lähes 100 %, ei u/s- ja V-tavaran hintasuhteissa esiinny juuri minkäänlaisia vaihteluita. Kuvasta 43, joka esittää asetelman 42 arvot graafisesti, käy tämä selvästi ilmi. Kuvassa olevat murtoviivat ovat melkein suoria. Ne vähäiset suunnan muutokset, joita viivoissa esiintyy, ovat asiallisesti saman suuntaisia, kuin mitkä huomattavasti voimakkaampina esiintyivät vastaavassa V-



Kuva 43.
Fig 43.

Eri levyisen V-kuusisahatavaran suhteellinen hinta %:eina vastaavan levyisen u/s-tavaran hinnasta.
Relative Preise verschieden breiten V-Fichtensägewaren in % von den Preisen der entsprechend breiten u/s- Sägewaren.

mäntytavaran suhteellisia hintoja esittävässä kuvassa 37. Vuonna 1928 eivät u/s-kuusitavaran hinnat vielä sanottavasti alentuneet edellisen vuoden hintoihin verrattuina, mutta V-tavaran suhteellisten hintojen alentuminen on jo voimakas. Hintojen alentuminen huippusuhdannetta sivuutettaessa kohdistuu siis tässäkin ensiksi V-tavaraan. Pula-ajan suhteellisen hinnan minimi sattuu jo myös vuodelle 1931 eli vuotta aikaisemmin kuin u/s-tavaralle.

Edellä esitetyn perusteella näyttää erittäin todennäköiseltä, että saman levyisten u/s- ja V-sahatavaroiden hinnat ovat keskimäärin samassa suhteessa toisiinsa. Poikkeuksia keskimääräisestä suhteesta aiheuttavat konjunktuurivaihtelut, mutta vaihteluiden tapahtuessa aina suuntaan ja toiseen pysyy keskimääräinen hintasuhde ennal-

laan. Tämän tutkimuksen lopputulosta määrättäessä pidetäänkin u/s- ja V-kuusitavaran hintasuhdetta vakiona ja samana kaikille leveyksille. Hintasuhteeksi valitaan tutkimusajanjakson keskiarvo 85.4.

5. *Pintalautojen hinnat ja hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina.*

Johtuen siitä, että pintalaudat sahataan tukkien pintaosista, ovat ne aina ohuita, yleensä 1″ paksuisia tai sitä ohuempia. Leveys on yleensä enintäin 4 ½″. Tosin joskus esiintyy 5″:nkin levyisiä pintalautoja, mutta niiden määrä on siksi pieni, ettei niiden hiukan korkeampi hinta kapeampiin leveyksiin verrattuna vaikuta pintalautojen yleishintaan.

Seuraavassa tarkastetaan pintalautojen absoluuttisia sekä suhteellisia hintoja 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan ja 7″:n levyisen u/s-kuusisahatavaran hintaan verrattuna vv. 1925—34. Hinnan tarkastelussa on aineistona käytetty viiden huomattavan laivaajan kysymyksessä olevista tavaralajeista saamia vuotuisia keskihintoja. Aineiston laivaajien yhteinen sahausmäärä on noin 23 % koko maan vuotuisesta sahausmäärästä. Laivaajat on lisäksi valittu niin, että ne edustavat kutakin edellä mainituista tuotantoalueista. Pintalaudat on leveyden perusteella jaettu kahteen ryhmään, nimittäin 3″—3 ½″ sekä 4″ ja leveämmät. Kuusi- ja mäntytavara on käsitelty yhdessä, koska puulaji ei vaikuta hintaan. Seuraava asetelma esittää eri laivaajien saamia vuotuisia keskihintoja puntina.

Asetelma 44.
Aufstellung 44.

Muutamien laivaajien[1]) pintalaudoista saamat hinnat puntina std:lta vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Schalbretter erzielte Preise in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

4″ ja leveämmät pintalaudat.
Schalbretter von 4″ und breiter.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	8.21	7.66	7.38	7.73	7.20	6.92	5.05	3.63	4.10	6.10	6.40
II	8.56	7.84	8.60	8.78	8.02	7.65	5.60	3.73	3.33	5.61	6.77
III	8.49	8.03	8.57	8.71	7.68	7.25	5.68	3.52	4.23	5.87	6.80
IV	8.97	8.51	9.17	8.80	7.93	7.37	4.76	3.72	4.36	5.97	6.96
V	9.09	8.60	9.03	9.61	8.29	7.31	4.90	3.94	3.66	5.88	7.03
M	8.66	8.13	8.55	8.73	7.82	7.30	5.20	3.71	3.94	5.89	6.79

[1]) Asetelmissa 44—56 on laivaajat numeroitu roomalaisin numeroin ja osoittavat numerot samalla sahatavaran tuotantoaluetta.

3″—3 ½″:n pintalaudat.

Schalbretter von 3″—3 ½″.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	7.91	7.61	—	—	6.74	6.17	4.20	3.11	3.23	5.10	5.95
II	8.32	7.38	8.40	8.05	7.50	—	5.00	—	—	—	6.41
III	7.47	7.16	7.80	7.42	6.88	6.59	4.89	3.28	4.16	5.44	6.11
IV	8.93	7.69	8.65	7.90	6.96	6.68	3.46	3.20	3.91	5.32	6.27
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M	8.16	7.46	8.28	7.79	7.02	6.48	4.39	3.20	3.77	5.29	6.19

Asetelmasta nähdään, että 4″ ja leveämpien pintalautojen hinnat kaikilla laivaajilla ovat samana vuonna suunnilleen samat, mutta 3″—3 ½″ leveyksien hinta vaihtelee muutamina vuosina huomattavasti. Syynä tähän vaihteluun on se, että 3″—3 ½″ levyisiä pintalautoja sahataan yleensä sangen vähän, joten niistä saatu hinta on aina huomattavasti sattuman varassa.

Seuraava asetelma esittää pintalautojen suhteellisia hintoja samojen laivaajien 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina.

Asetelma 45.

Aufstellung 45.

Pintalautojen suhteelliset hinnat 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisten kuusitavaroiden hintoihin verrattuina vv. 1925—34.

Relative Preise der Schalbretter, verglichen mit den Preisen der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und der 7″ breiten Fichtensägeware in den Jahren 1925—34.

4″ ja leveämmät pintalaudat; vertaus 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan.

Schalbretter von 4″ und breiter; Vergleich mit dem Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	63	59	55	53	51	51	50	38	40	52	51.2
II	61	60	66	64	59	54	57	44	36	57	55.8
III	61	63	66	64	59	57	54	39	45	53	56.1
IV	64	69	71	65	64	56	48	42	48	55	58.2
V	61	66	66	66	62	55	49	42	35	49	55.1
M	62.0	63.4	64.8	62.4	59.0	54.6	51.6	41.0	40.8	53.2	55.28

4″ ja leveämmät pintalaudat; vertaus 7″:n u/s-kuusitavaran hintaan.

Schalbretter von 4″ und breiter; Vergleich mit dem Preis der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	62	59	56	60	58	57	57	48	49	60	56.6
II	63	61	65	71	66	63	62	50	40	55	59.6
III	62	62	64	68	63	59	62	46	46	58	59.0
IV	66	66	68	64	66	62	52	48	47	61	60.0
V	64	66	66	72	66	60	54	49	43	57	59.7
M	63.4	62.8	63.8	67.0	63.8	60.2	57.4	48.2	45.0	58.2	58.98

3″—3 ½″:n pintalaudat; vertaus 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan.

Schalbretter von 3″—3½″; Vergleich mit dem Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	61	59	—	—	48	46	41	32	32	43	47.5
II	59	56	63	58	55	—	50	—	—	—	51.6
III	54	56	60	55	53	51	47	36	46	49	50.7
IV	64	62	67	58	56	51	35	36	43	49	52.1
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M	59.5	58.3	63.3	57.0	53.0	49.3	43.3	34.7	40.3	47.0	50.57

3″—3 ½″:n pintalaudat; vertaus 7″:n u/s-kuusitavaran hintaan.

Schalbretter 3″—3½″; Vergleich mit dem Preis der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	60	59	—	—	54	51	48	41	38	50	51.9
II	62	58	63	65	62	—	55	—	—	—	56.4
III	54	56	59	58	57	54	54	43	46	53	53.4
IV	66	60	65	58	58	56	37	41	42	54	53.7
V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M	60.5	58.3	62.3	60.3	57.8	53.7	48.5	41.7	42.0	52.3	53.85

Pintalautojen suhteelliset hinnat ovat vaihdelleet yleensä sangen vähän paitsi vuosina 1932 ja 1933, jolloin ne ovat olleet tavallista

alhaisemmat. Syynä hintojen alhaisuuteen mainittuina vuosina lienee pääasiassa rakennusteollisuuden vähentyminen yleisen pulan johdosta.

Tutkimuksen lopputuloksen laskemista varten käytetään edellä esitettyjä 10-vuotiskauden suhteellisten hintojen keskiarvoja, joille lasketaan punnittu keskiarvo. Aineistossa esiintyvien laivaajien tuotannosta on keskimäärin 91.4 % 4″ ja leveämpiä ja 8.6 % 3″—3 ½″ leveitä. Verrattaessa eri levyisten pintalautojen punnittua keskihintaa 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan saadaan hintasuhdeluvuksi 54.8 ja tehtäessä vertaus 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintaan 58.2.

6. *Hylkytavaran hinnat ja hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina.*

Hylkytavaran absoluuttisten sekä suhteellisten hintojen määräämiseksi on käytetty samojen laivaajien myyntihintoja kuin pintalautojenkin hintoja tutkittaessa. Kunkin laivaajan hintoja on verrattu saman laivaajan 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden hintoihin vastaavina vuosina. Kuten tunnettua, myydään hylkytavaran eri dimensiot useimmiten yhdessä samaan yleishintaan, joten hylkytavaran eri dimensioiden hintoja ei voida erikseen määrätä, vaan on tyydyttävä hylkytavaran vuotuisiin keskihintoihin. Mainitulla seikalla ei kuitenkaan ole tutkimuksen lopputulokseen häiritsevää vaikutusta, sillä hylkytavaroiden määrä on suhteellisesti sangen pieni, kuten edellä on esitetty, keskimäärin vain 1.5 % u/s- ja V-tavaran yhteisestä määrästä. Hylkytavaroita ei lajitella puulajin perusteella, vaan myydään mänty- ja kuusitavarat sekaisin, ja ne ovat saman hintaisia.

Koska hylkytavaran tuotanto suurillakin sahoilla on aivan vähäinen, ja hylkytavaraa käytetään osaksi sahojen omiin rakennuksiin, ei aineiston sahoilla siitä huolimatta, että ne ovat maan suurimpia, esiinny jokaisella kaikkina vuosina hylkytavaran myyntejä. Tämän vuoksi aineiston mukaisia hintoja ei esitetä erikseen kunkin laivaajan osalta, vaan lasketaan suoraan koko aineiston perusteella vuotuiset keskihinnat sekä suhteellisten hintojen keskiarvot.

Seuraava asetelma esittää hylkytavaroiden vuotuisia keskihintoja puntina sekä suhteellisia hintoja %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran sekä 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hinnoista.

Asetelma 46.
Aufstellung 46.

Hylkytavaran keskihinta puntina sekä %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hinnoista vv. 1927—34.

Durchschnittspreis der Ausschussware in Pfund sowie in % von den Preisen der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware in den Jahren 1927—34.

Vuosi — *Jahr*	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	M
Hylkytavaran hinta £/std — *Preis der Ausschussware £/std*	8.5	9.0	9.5	8.7	5.8	4.6	5.3	5.8	7.2
Suht. hinta 2 ½″×7″:n u/s-mäntytavaraan verrattuna — *Relat. Preis, verglichen mit dem Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware*	65.4	66.2	72.5	68.0	55.2	51.1	58.2	52.6	61.2
Suht. hinta 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintaan verrattuna — *Relat. Preis verglichen mit dem Preis der 7″ breiten Fichtensägeware*	64.0	70.3	78.5	71.3	63.6	60.5	59.4	56.9	65.6

Tarkastettaessa hylkytavaran suhteellisia hintoja, voidaan todeta, että ne ovat jonkin verran laskeneet esitetyn ajanjakson loppupuoliskolla. Syynä tähän hylkytavaran hintojen laskuun lienee se, että sahatavaran hintataso on yleensäkin laskenut ja moniin tarkoituksiin on käytetty halpahintaista, parempilaatuista tavaraa hylkyjen kysynnän siten huonontuessa.

Tutkimuksen lopputulosta laskettaessa käytetään hylkytavaran suhteellisina hintoina edellä esitettyjä vv. 1927—34 keskiarvoja. 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna on hylkytavaran suhteellinen hinta 61.2 ja 7″:n u/s-kuusitavaran hintaan verrattuna 65.6.

7. *Pientavaran hinnat sekä hintasuhteet 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintoihin verrattuina.*

Sahattaessa tukkeja kehä- ja särmäyssahoilla syntyy niiden pintaosista suuret määrät jätepuuta, joka on kooltaan siksi pientä, ettei siitä enää saada pitkää sahatavaraa. Tämä jätepuu jalostetaan nykyään pientavaraksi. Tärkeimmät pientavaran laadut ovat kimmet ja laatikkolaudat, rimalaudat, rappauspäreet, kepit ja kuutiopätkät. Mainitut pientavaralajit vaihtelevat huomattavasti kokonsa, laatuvaatimustensa ja aiheuttamiensa jalostuskustannusten puolesta. Niiden hinnat ovat myös vastaavasti erilaiset. Seuraavassa tarkastetaan pientavaralajien hintoja erikseen.

a. Kimmet ja laatikkolaudat.

Vielä noin 8 vuotta sitten kimmet olivat yleisin Suomessa sahattu pientavara, ja ne olivat melkein poikkeuksetta sementtikimpiä. Nykyään on kuitenkin kimpien sahaus suuresti supistunut menekin pienennyttyä, kun sementin pakkaukseen on yleisesti ruvettu käyttämään voimapaperisäkkejä. Sementtikimpien asemesta ovat sahat ruvenneet valmistamaan suunnilleen saman mittaisia laatikkolautoja eri tarkoituksiin. Kimpiä ja laatikkolautoja sahataan sekä männystä että kuusesta, ja ovat ne saman hintaisia. Hintavertailu tehdään tämän vuoksi sekä 2 ½″ × 7″:n u/s-mänty- että 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden hintaan. Aineistona vertausta varten käytetään kuuden huomattavan laivaajan saamia hintoja. Mainittujen laivaajien sahaus on noin ¼ Suomen koko sahatavaran tuotannosta. Seuraavat asetelmat esittävät kimpien ja laatikkolautojen hintoja puntina sekä %:eina 2 ½″ × 7″n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hinnoista.

Asetelma 47.
Aufstellung 47.

Eräiden laivaajien kimmistä ja laatikkolaudoista saamat keskihinnat puntina std:lta vv. 1925—34.
Von einigen Abladern für Fassdauben und Kistenbretter erzielte Durchschnittspreise in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	10.15	11.13	9.65	9.91	9.22	10.73	—	5.00	—	3.00	7.78
II_1	—	9.00	10.11	8.92	8.40	8.73	4.96	—	—	3.55	7.03
II_2	7.75	10.31	9.01	9.16	9.50	10.32	3.17	2.32	3.80	3.72	6.91
III	10.40	11.65	9.76	10.04	10.32	10.34	10.25	8.00	2.35	2.50	8.56
IV	9.77	9.42	7.98	9.75	7.85	7.58	4.07	2.55	3.21	5.27	6.75
V	—	11.54	11.06	10.28	8.84	6.21	—	6.25	3.00	3.63	7.63
M	9.52	10.51	9.60	9.68	9.02	8.99	5.61	4.82	3.09	3.61	7.45

Tarkastettaessa asetelmaa huomataan, että kimpien ja laatikkolautojen hinta on vuoden 1931 jälkeen suuresti alentunut. Kimpien hintojen aleneminen on vähentänyt niiden tuotannon noin ¼:aan aikaisempien vuosien tuotannosta, ja sahateollisuuden yritys valmistaa suunnilleen vastaavan mittaisia laatikkolautoja vaihteleviin pakkaustarkoituksiin, ei ole pystynyt korvaamaan sementtikimpien menekin supistumista.

Seuraavassa asetelmassa esitetään kimpien ja laatikkolautojen suhteelliset hinnat %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran sekä 7″:n u/s-kuusitavaran hinnoista.

Asetelma 48.

Aufstellung 48.

Kimpien ja laatikkolautojen hinta %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hinnasta.

Preis der Fassdauben und Kistenbretter in % vom Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	78	86	72	67	65	79	—	52	—	26	61.6
II_1	—	72	75	64	61	65	54	—	—	32	57.0
II_2	55	79	70	66	70	72	32	27	41	38	55.0
III	75	92	75	74	79	81	97	89	26	23	71.1
IV	70	76	62	72	63	58	41	29	36	48	55.5
V	—	88	81	71	66	47	—	66	29	30	60.4
M	69.5	82.2	72.5	69.0	67.3	67.0	56.0	52.6	33.0	32.8	60.2

Kimpien ja laatikkolautojen hinta %:eina 7″:n levyisten u/s-kuusisahatavaroiden hinnasta.

Preis der Fassdauben und Kistenbretter in % vom Preis der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	77	86	73	77	74	89	—	67	—	29	67.4
II_1	—	71	75	66	67	71	55	—	—	33	59.4
II_2	57	81	68	74	78	85	35	31	46	37	59.2
III	75	91	73	78	85	85	113	105	26	25	75.6
IV	72	73	60	71	65	64	44	33	35	54	57.1
V	—	88	81	77	71	51	—	77	35	35	64.8
M	70.3	81.7	71.7	73.8	73.3	74.2	61.8	62.6	35.5	35.5	64.0

Asetelmasta nähdään, että kimpien ja laatikkolautojen suhteelliset hinnat ovat vuoteen 1930 asti olleet suunnilleen vakinaiset, mutta yleinen hintojen alentuminen mainitun vuoden jälkeen on muuttanut suhteellisen hinnan kokonaan aikaisemmasta poikkeavaksi. Lisäksi näyttää ilmeiseltä, ettei sementtikimpiä vastaavaa massa-artikkelia enää tule kimpitavaramarkkinoilla esiintymään, koska paperivalmisteet todennäköisesti valtaavat yhä laajenevassa mittakaavassa alaa pakkaustarkoituksiin. Tällä perusteella lieneekin otaksuttavaa, että kimpien ja laatikkolautojen hinta tulee pysymään suunnilleen sillä tasolla, minkä se viime vuosina on saavuttanut. Tämän vuoksi käytetään tutkimuksen lopputulosta laskettaessa kimpien ja laatikkolautojen suhteellisena hintana vuosien 1933 ja 1934 suhteellista keskihintaa. Kimpien ja laatikkolautojen hintaa 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattaessa on suhteellinen hinta 32.9 ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintaan verrattaessa 35.5.

b. Rimalaudat.

Pitkän tavaran särmäyksessä syntyvistä rimoista sahataan erikoiskoneilla rimalautoja. Niiden mitat vaihtelevat huomattavasti. Leveys vaihtelee yleisimmin 2 ½″—1″ ja paksuus 1″—⅝″. Leveyden määrää lähinnä se, miten paksun pitkän tavaran särmäyksestä syntyneestä rimasta rimalauta sahataan. Riman paksuus tulee nimittäin rimalaudan leveydeksi. Rimalautojen paksuus taas on useimmin ¾″ tai ⅝″, toisin sanoen mahdollisimman pieni, koska pituus täten saadaan pitemmäksi kuin paksumpaa tavaraa sahattaessa. Kaikesta huolimatta on 6—8 jalkaa (stuage) pitkien rimalautojen määrä aina huomattavan suuri vastaavan pituisen pitkän tavaran määrään verrattuna. Mainitulla seikalla on huomattava vaikutus rimalautojen keskihintaan, koska 6—8-jalkaisten hinta on vain ⅔ 9-jalkaisen tai sitä pienemmän tavaran hinnasta. Miten paljon 6—8-jalkaisia rimalautoja sahauksessa syntyy, on vaikea tarkoin määrätä, sillä se riippuu huomattavasti sahaustavasta, rimalautojen sahauksen suhteellisesta runsaudesta ym. vaihtelevista tekijöistä. Koska 6—8-jalkaisten rimalautojen määrä kuitenkin vaikuttaa melkoisesti rimalautojen keskihintaan, on asian selvittämiseksi koottu aineisto eräältä 14 000 std:n vuosituotantoiselta sahalta, jossa rimoista sahattiin yksinomaan rimalautoja. Aineisto käsittää yhden vuoden rimalautojen sahauksen, ja niiden määrä on 537 std. Tästä määrästä oli laivattaessa 164 std 6—8-jalkaisia, joten stuagea oli 30.5 %. — Eri rimalautakokojen hinnat vaihtelevat jonkin verran, mutta tässä tutkimuksessa ei ole syytä kiinnittää tähän seikkaan huomiota, koska pitkän tavaran dimensioinen jakautuminen, myös paksuus huomioon otettuna, on suurin piirtein vakinainen, joten siis rimalautojenkin dimensioinen leveysjakautuminen on aina suunnilleen sama. Täten päästään tutkimuksen lopputuloksen kannalta riittävän tarkkoihin tuloksiin määräämällä koko rimalautatuotannon vuotuinen sekä suhteellinen keskihinta 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna.

Hintavertailua kuusitavaraan ei tarvitse tehdä, koska rimalautoja sahataan kuusesta aivan vähässä määrin. Kuusirimalaudat ovat näet huonosti kaupaksi käyviä, ja kuusisahauksessa syntyvät rimat ovat lisäksi suurelta osaltaan ⅞″ paksuja, joten niistä normaalisella tavalla sahatut rimalaudat tulisivat kapeampia, kuin mitä ostajat pitävät rimalaudan minimileveytenä. Kuusirimat käytetäänkin sahoilla yleisesti päreiden sahaukseen, johon tarkoitukseen kuusi ja mänty ovat saman arvoisia.

Mäntyrimoista sahataan normaalipituisten rimalautojen lisäksi hieman 3—5 jalan pituisia rimalautoja, mutta niiden hinta on huo-

mattavasti normaalipituisten hintaa halvempi, ja niitä on myös tavallisesti vaikea saada kaupaksi. Lyhyiden rimalautojen sahaus on tämän vuoksi niin pieni, ettei sitä ole syytä ottaa rimalautojen yleistä keskihintaa määrättäessä huomioon. Jos mainittuja lyhyitä rimalautoja sahattaisiin nykyistä runsaammin, alenisi luonnollisesti rimalautojen keskihinta, ja työpalkkakustannukset lisääntyisivät, mutta toiselta puolen vähenisi raaka-ainemenekki standarttia kohden, joten taloudellinen tulos pysyisi käytännöllisesti katsoen entisellään.

Rimalautojen hinnat lasketaan samojen laivaajien myyntien perusteella kuin kimpienkin, ja seuraava asetelma esittää laivaajien rimalaudoista saamia keskihintoja puntina vv. 1925—34.

Asetelma 49.

Aufstellung 49.

Mäntyrimalautojen vuotuinen keskihinta puntina std:lta vv. 1925—34.

Jährlicher Durchschnittspreis der Kiefernlatten in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	10.93	11.23	11.57	12.27	9.16	10.26	10.18	8.77	9.40	9.27	10.30
II_1	—	11.58	11.70	11.83	7.56	10.11	9.12	7.07	7.96	7.23	9.48
II_2	11.47	11.18	11.32	9.12	9.72	8.89	8.65	6.52	8.13	7.93	9.29
III	10.61	11.25	11.46	11.25	10.36	10.71	9.18	8.41	8.03	8.50	9.98
IV	10.05	10.69	10.97	10.63	9.44	9.27	8.40	7.75	7.39	7.86	9.25
V	—	—	—	—	—	—	6.33	5.00	7.16	—	7.39
M	10.77	11.19	11.40	11.02	9.25	9.85	8.64	7.25	8.01	8.16	9.55

Kuten asetelmasta nähdään, on rimalautojen hintojen vaihtelu ollut saman suuntainen kuin pitkän sahatavarankin, mutta ei läheskään yhtä voimakas (V u o r i s t o 1935 a ja b). Syynä tähän on se, että rimalautojen asemesta voidaan aina sahata päreitä, ja pulavuosina 1931—32 oli päreiden hinta suhteellisesti erittäin hyvä.

Seuraava yhdistelmä esittää rimalautojen suhteellisia hintoja $2\ ½'' \times 7''$:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna. Vertaus on tehty saman laivaajan rimalautojen ja u/s-tavaran hintojen kesken kunakin vuonna.

Asetelma 50 osoittaa, että rimalautojen suhteellinen hinta on vaihdellut eri vuosina melkoisesti, mutta täysin epäsäännöllisesti, osoittamatta taipumusta kehittyä ylös- tai alaspäin. Tutkimuksen lopputulosta laskettaessa pidetään rimalautojen suhteellisena keskihintana tämän vuoksi vuosien 1925—34 keskihintaa 79.9.

Asetelma 50.
Aufstellung 50.

Muutamien laivaajien rimalautojen keskihinta %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hinnasta vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Latten erzielter Durchschnittspreis in % vom Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware in den Jahren 1925—34.

Laivaaja *Ablader*	Vuos — *Jahr* 1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	M
I	84	87	86	83	65	76	100	91	92	79	84.3
II_1	—	93	87	84	55	76	100	68	86	65	79.2
II_2	82	85	87	66	71	62	87	76	87	81	78.4
III	76	89	88	83	79	84	87	93	86	78	84.3
IV	72	86	85	78	76	71	84	87	82	72	79.3
V	—	—	—	—	—	—	64	53	69	—	59.7
M	78.5	88.0	86.6	78.8	69.2	73.8	87.0	78.0	83.7	75.0	79.9

c. Kepit.

Keppejä sahataan männystä etupäässä pitkän tavaran särmäyksessä syntyvistä oksattomista rimoista. Yleisimpiä ovat 1″ × 1″ luudanvarsikepit. Pituudet vaihtelevat tavallisesti 1 metristä ylöspäin. Laadultaan lajitellaan kepit kahteen luokkaan, nimittäin priima- ja sekundakeppeihin. Priimakepeissä ei yleensä saa olla oksia ollenkaan, sekundassa aivan pieniä oksia. Ankarat laatuvaatimukset aiheuttavat, että keppien tuotanto on sangen pieni. Aineistoa keppien hintojen määräämiseksi on ollut sangen vaikea saada, sillä sellaisetkaan sahat, jotka keppejä sahaavat, eivät laivaa niitä joka vuosi. Aineistoa keppien myynneistä on 8:lta laivaajalta, joiden yhteinen kokonaissahaus muodostaa 30 % koko maan sahauksesta. Tästä huolimatta on vain yksi laivaaja myynyt keppejä joka vuosi, toiset sangen epäsäännöllisesti. Keppien vuotuisen hinnan määräämiseksi lasketaan keskihinta kaikkien laivaajien samana vuonna tekemien myyntien perusteella. Näin voidaankin hyvin tehdä, sillä kaikki laivaajat saavat kepeistä yleensä samoja hintoja, sillä ankarien laatuvaatimusten ansiosta ovat kepit keskimäärin aina laadultaan samanlaisia. Aineiston mukaan ovat keskihinnat eri vuosina olleet seuraavat.

Asetelma 51.
Aufstellung 51.

Keppien keskihinnat puntina std:lta vv. 1925—34.

Durchschnittspreise der Besenstiele in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

Vuosi—*Jahr*	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	M
Hinta/std. *Preis/std*	13.39	21.40	21.50	17.90	17.88	15.66	13.68	11.03	13.39	14.08	15.99

Kepit ovat kalleinta sahatavaraa, ja niiden hinta on yleensä hieman korkeampi kuin 9″:n u/s-mäntylautojen. Tästä huolimatta on keppien tuotanto vain noin ½ % koko sahatavaran tuotannosta. Ankarat laatuvaatimukset täyttävän raaka-aineen vähyys tuleekin aina pitämään keppien sahauksen vähäisenä.

Seuraava asetelma esittää keppien hintoja 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntysahatavaran hintaan verrattuna. Keskimääräinen suhteellinen hinta on määrätty siten, että kunkin laivaajan keppien hintaa on verrattu saman laivaajan 2 ½″ × 7″:n tavaran hintaan ja näille hinnoille laskettu keskiarvo.

Asetelma 52.

Aufstellung 52.

Keppien suhteellinen hinta 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna vv. 1925—34.

Relativer Preis der Besenstiele, verglichen mit dem Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware in den Jahren 1925—34.

Vuosi — *Jahr*	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	M
Suhteellinen hinta — *Relativer Preis*	99.5	176.5	165.5	130.6	130.5	119.5	134.0	120.0	131.0	126.8	133.4

Asetelmasta nähdään, että keppien suhteellinen hinta vaihtelee eri vuosina. Vaihtelu on epäsäännöllistä ja johtuu ilmeisesti siitä, että keppien myynti on aivan vähäistä, joten sattuma vaikuttaa helposti vuotuisen hinnan suhteelliseen korkeuteen. Koska suhteellisen hinnan vaihtelu ei osoita määrättyä suuntaa, käytetään tutkimuksen lopputulosta määrättäessä keppien suhteellisena hintana 10-vuotiskauden keskiarvoa 133.4.

d. Päreet.

Päreitä sahataan pääasiassa pitkän tavaran särmäyksessä syntyvistä rimoista. Yleisimmät mitat ovat $^3/_{16}$″ × 1″ ja ¼″ × 1″ pituuden vaihdellessa 4 ½′—2 ½′. Männystä ja kuusesta sahatut päreet myydään sekaisin ja ovat saman hintaisia. Päreet lajitellaan oksaisuutensa perusteella priima- ja sekundalaatuihin. Normaalisahauksessa saadaan suunnilleen puolet kumpaakin laatua. Päreitä myydään myös jonkin verran lajittelemattomina. Seuraava asetelma esittää viiden laivaajan saamia vuotuisia päreiden keskihintoja koko tuotannolle vv. 1925—34. Aineiston sahojen kokonaissahaus on noin 20 % maan koko sahauksesta.

Asetelma 53.

Aufstellung 53.

Muutamien laivaajien rappauspäreistä saamia vuotuisia keskihintoja puntina std:lta vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Verputzschindeln erzielte jährliche Durchschnittspreise in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	—	18.96	20.33	19.00	16.00	14.69	15.27	14.15	12.36	12.32	16.14
II_1	—	19.19	18.07	16.99	11.16	11.21	12.66	14.56	10.85	12.14	14.31
II_2	—	16.18	17.62	13.70	10.12	11.12	12.14	10.53	10.58	10.63	12.70
III	—	—	—	—	—	—	—	—	12.57	12.07	15.14
IV	16.39	18.33	18.00	17.13	11.71	12.43	13.94	13.14	12.15	11.89	14.51
M	16.39	18.17	18.51	16.71	12.25	12.36	13.50	13.10	11.70	11.81	14.45

Tarkastettaessa päreiden vuotuisia hintavaihteluita huomataan, etteivät ne ole noudattaneet sahatavaran yleisiä hintavaihteluita. Tämä johtuu lähinnä siitä, että päreiden sahauksen yleisyys, ja siis päreiden tuotanto, on ajanjaksona suuresti vaihdellut. Nousukonjunktuurin aikana vv. 1926—28 lisääntyi päreiden sahaus maassamme huomattavasti. Vielä vuonna 1929 oli sahauksen suhteellinen lisääntyminen edelliseen vuoteen verrattuna noin 40 %. Päreiden tuotannon lisääntyessä ja kysynnän huonontuessa alkavan maailman talouspulan johdosta laskivat päreiden hinnat jyrkästi, ja suhteellista päresahausta supistettiin noin puoleen edellisestä vuodesta. Kun kokonaissahaus samanaikaisesti vähentyi huomattavasti, pieneni päreiden tuotanto siksi paljon, että se vastasi kysyntää, ja hinnat alkoivatkin nousta. Suhteellinen päreiden sahausmäärä nousi tämän vuoksi v. 1931 vuoden 1929 määrään. Kokonaissahaus oli kuitenkin siinä määrin edellisiin vuosiin verrattuna supistunut, ettei suhteellinen päreiden sahauksen lisääntyminen pystynyt alentamaan hintoja kuin hiukan v. 1932 aikana. Kimpien huonon menekin vuoksi lisääntyi suhteellinen päreiden sahaus vielä vuonna 1933 pysyen samalla tasolla v. 1934. Ilmeisesti lisääntyneen tuotannon vuoksi päreiden hinnat laskivat v. 1933 edelliseen vuoteen verrattuna noin yhdellä punnalla osoittaen heikkoa noususuuntaa v. 1934.

Seuraava asetelma esittää päreiden suhteellisia hintoja 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden keskihintoihin verrattuina.

Asetelma 54.

Aufstellung 54.

Muutamien laivaajien rappauspäreistä saama hinta %:eina samojen laivaajien 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden hinnoista vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Verputzschindeln erzielter Preis in % vom Preis 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware derselben Ablader in den Jahren 1925—34.

Rappauspäreiden hinta 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna.

Preis der Verputzschindeln, verglichen mit dem Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	—	147	152	129	113	109	150	148	121	105	129.9
II_1	—	153	134	121	81	84	140	140	117	110	119.5
II_2	—	123	136	99	75	78	123	123	113	108	108.2
III	—	—	—	—	—	—	—	—	135	110	127.6
IV	117	148	140	126	94	95	139	148	135	109	125.1
M	117.0	142.8	140.5	118.8	90.8	91.5	138.0	139.8	124.2	108.4	121.2

Rappauspäreiden hinta 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden keskihintaan verrattuna.

Preis der Verputzschindeln, verglichen mit dem Durchschnittspreis der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	—	146	154	147	129	121	174	189	147	121	146.4
II_1	—	151	135	125	89	91	141	200	134	114	130.1
II_2	—	126	132	111	84	91	135	142	128	104	116.1
III	—	—	—	—	—	—	—	—	138	118	133.0
IV	121	142	134	125	97	104	150	168	131	121	129.3
M	121.0	141.3	138.8	127.0	99.8	101.8	150.0	174.8	135.6	115.6	130.6

Kuten jo edellä esitettiin, on rappauspäreiden hinta vaihdellut lähinnä tuotannon ja kysynnän välisestä suhteesta riippuen. Vuosina 1929—30 on suhteellinen hinta huomattavasti tavallista alhaisempi. Samoin osoittaa suhteellinen hinta huomattavaa laskua myös v. 1934.

Selvää suuntaa päreiden suhteellisen hinnan kehityksessä ei kuitenkaa esiinny, joten tutkimuksen lopputulosta laskettaessa pidetään päreiden suhteellisena hintana 10-vuotiskauden 1925—34 suhteellista keskihintaa. Päreiden hintaa 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattaessa on suhteellinen hinta 121.2 ja 7″:n u/s-kuusitavaran hintaan verrattaessa 130.5.

e. Kuutiopätkät.

Kuutiopätkät syntyvät tasattaessa pitkää sahatavaraa vajaasärmäisyyden vuoksi. Ne ovat poikkileikkausmitoiltaan pitkän sahatavaran mittoja vastaavia ja pituudeltaan vähintäin yhden jalan pituisia tai pitempiä puolille jaloille tasattuina. Yleensä on hinta kuusi- ja mäntykuutiopätkille sama, mutta usein ovat kuusipätkät halutumpia, koska niistä sahatut laatikkolaudat eivät anna pihkan hajua eikä makua pakattuun tavaraan. Kuutiopätkien hinnat vaihtelevat lähinnä leveyden perusteella. Seuraavassa käsitellään kuitenkin vain keskihintoja, koska kuutiopätkien jakautuminen riippuu pitkän tavaran dimensioisesta jakautumisesta ja on siis suunnilleen vakinainen.

Seuraavat asetelmat esittävät kuutiopätkistä saatuja hintoja puntina std:lta sekä suhteellisia hintoja %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hinnoista. Aineiston laivaajien kokonaissahaus on noin ¼ koko Suomen sahatavaran tuotannosta.

Asetelma 55.

Aufstellung 55.

Muutamien laivaajien kuutiopätkistä saama hinta puntina std:lta vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Kürzungsende erzielter Preis in Pfund pro std in den Jahren 1925—34.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	4.89	4.41	4.69	4.88	4.98	4.93	4.25	2.99	3.09	3.22	4.23
II_1	—	—	4.02	4.38	4.49	3.77	4.64	—	—	—	3.95
II_2	4.58	4.56	4.51	4.54	4.58	4.66	—	2.52	3.84	—	4.07
III	—	4.87	3.33	—	—	—	—	—	—	3.06	3.82
IV	—	4.47	4.64	4.68	4.85	4.79	2.29	—	—	—	3.94
V	—	—	—	—	—	4.68	—	—	—	3.18	4.13
M	4.74	4.58	4.24	4.62	4.73	4.57	3.73	2.76	3.47	3.15	4.06

Kuutiopätkien hinta oli vv. 1925—30 aikana suunnilleen vakinainen, mutta vuonna 1931 hinta alkoi laskea ja oli v. 1932 suunnilleen puolet entisestä. Kuutiopätkien hinnan lasku johtui sahatavaroiden yleisestä hintojen laskusta sekä pakkaukseen tarvittavien laatikkolautojen menekin suuresta vähentymisestä yleismaailmallisen talouspulan johdosta.

Seuraava asetelma esittää kuutiopätkien suhteellisia hintoja %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden keskihinnasta.

Asetelma 56.

Aufstellung 56.

Muutamien laivaajien kuutiopätkistä saamat hinnat %:eina 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran sekä 7″:n levyisten u/s-kuusisahatavaroiden keskihinnoista vv. 1925—34.

Von einigen Abladern für Kürzungsende erzielte Preise in % von den Durchschnittspreisen der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware in den Jahren 1925—34.

Kuutiopätkien hinta 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna.

Preis der Kürzungsende, verglichen mit der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	38	34	35	33	35	37	42	31	30	27	34.2
II_1	—	—	30	31	33	28	50	—	—	—	33.5
II_2	33	35	35	33	34	33	—	29	41	—	33.9
III	—	38	26	—	—	—	—	—	—	28	32.5
IV	—	36	36	34	39	37	23	—	—	—	33.1
V	—	—	—	—	—	35	—	—	—	27	34.1
M	35.5	35.8	32.4	32.8	35.3	34.0	38.3	30.0	35.5	27.3	33.7

Kuutiopätkien hinta 7″:n levyisten u/s-kuusitavaroiden keskihintaan verrattuna.

Preis der Kürzungsende, verglichen mit dem Durchschnittspreis der 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Laivaaja *Ablader*	Vuosi — *Jahr*										M
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	
I	37	34	36	38	40	41	48	40	37	32	38.3
II_1	—	—	30	32	36	31	51	—	—	—	35.6
II_2	34	36	34	37	38	38	—	34	46	—	37.0
III	—	38	25	—	—	—	—	—	—	30	34.4
IV	—	35	35	34	40	40	25	—	—	—	34.6
V	—	—	—	—	—	38	—	—	—	31	36.8
M	35.5	35.8	32.0	35.3	38.5	37.6	41.3	37.0	41.5	31.0	36.6

Kuutiopätkien hinta on esitettynä ajanjaksona ollut noin $^1/_3$ 7″:n u/s-tavaran hinnasta. Suhteellisissa hinnoissa ei esiinny huomattavia vaihteluita muulloin kuin pulavuosina 1931—32. Kuutiopätkien menekki on kuitenkin yleensä käynyt huonommaksi ja huonommaksi, ja laatuvaatimukset ovat nousseet. Huonontuneen menekin vuoksi on maahamme perustettu useita laatikkotehtaita kuutiopätkien jalostusta varten.

Tutkimuksen lopputuloksen laskemiseen käytetään kuutiopätkien suhteellisten hintojen keskiarvoja edellä esitettynä ajanjaksona. 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna on suhteellinen hinta 33.7 ja 7″:n levyisen u/s-kuusitavaran hintaan verrattaessa 36.6.

f. Pientavaran suhteelliset keskihinnat.

Edellä on esitetty pientavaran eri lajien suhteelliset keskihinnat u/s-tavaran hintoihin verrattuina. Samoin on esitetty, miten paljon pientavaraa keskimäärin sahataan. Jos kaikkia pientavaran lajeja sahattaisiin suhteellisesti yhtä paljon männystä ja kuusesta, voitaisiin pientavaran suhteellinen keskihinta ilman muuta määrätä. Näin ei kuitenkaan ole asian laita. Kahta pientavaran lajia, rimalautoja ja keppejä, sahataan käytännöllisesti katsoen vain männystä. Tämän vuoksi onkin koetettava selvittää, miten mänty- ja kuusipientavara keskimäärin jakautuu pientavaran eri lajien kesken. Ikävä kyllä ei tässä suhteessa ole minkäänlaista tilastoaineistoa käytettävissä. Teollisuustilastossa käsitellään männystä ja kuusesta sahatut pientavarat yhdessä ja ollaan siihen pakoitettujakin, sillä sahojen tilastoja tehtäessä menetellään samalla tavalla. Muuta menetelmää nykyisten pientavaran sahaus- ja lajittelutapojen vallitessa ei olekaan olemassa. Useita pientavaran lajeja sahataan nimittäin sekaisin molemmista puulajeista, ja ne laivataan myös sekaisin, joten käy mahdottomaksi tarkoin määrätä, paljonko kumpaakin puulajia on ollut. Asian ollessa tällä tavalla ei aineistoa asian selvittämiseksi voida edes kohtuullisin kustannuksin vartavastenkaan hankkia. Tämän vuoksi on tyydyttävä selvittämään mänty- ja kuusipientavaran suhteellinen jakautuminen eri pientavaralajien kesken sellaisin laskelmin, mihin määrättyjen pientavaralajien sahaustavat, tavaroiden mitat ja puulajivaatimus antavat perustan. Tätäkin menetelmää käyttäen päästään tutkimuksen lopputulosta silmällä pitäen tyydyttäviin tuloksiin.

Laskelman yhdeksi perusedellytykseksi täytyy olettaa, että pientavaraa sahataan männystä ja kuusesta suhteellisesti yhtä paljon. Riippuen männyn ja kuusen sahauksen runsaudesta sekä sahan koneistojen laadusta voi tämä olettamus yksityisillä sahoilla melkoi-

sestikin poiketa todellisuudesta, mutta kokonaisuuteen katsoen lienee se kuitenkin riittävän lähellä oikeata. Useimmat sahat Suomessa ovat nykyään varustetut koneistoilla kaikkien pientavaran lajien sahausta varten, ja näin ollen on ilmeistä, että sikäli kuin jalostukseen sopivaa jätepuuta syntyy, sitä myöskin sahataan pientavaraksi, olipa kysymyksessä mänty tai kuusi. Lisäksi on pientavaran sahaus melkein poikkeuksetta urakkatyötä, joten työntekijöillä on kiihoitin sahaukseen, sahattakoonpa kumpaa puulajia tahansa. Raaka-aineen säästön kannalta on jätepuun mahdollisimman tarkoin pientavaraksi käyttö myös jalostajalle edullista. Esitetyillä perusteilla oletetaankin, että pientavaraa sahataan suhteellisesti yhtä paljon männystä ja kuusesta.

Toisena seikkana on huomattava, että keppejä sahataan vain männystä, ja rimalautojakin sahataan kuusesta siksi vähän, ettei sillä ole käytännöllistä merkitystä. Se kuusijätepuun määrä, jota siis ei voida käyttää keppien ja rimalautojen sahaukseen, sahataan osaksi päreiksi, osaksi kimmiksi ja laatikkolaudoiksi, joihin tarkoituksiin kuusi on yhtä hyvää kuin mäntykin. Mainittujen pientavaran lajien kokonaissahausmäärästä tulee näin ollen olemaan suhteellisesti enemmän kuusta kuin mäntyä. Miten suuri tämä suhteellinen lisäys on, on helposti laskettavissa, kun ensin selvitetään, missä suhteessa rimalautoihin ja keppeihin muun kuin puulajin puolesta soveltuva kuusijätepuu käytetään päreiksi sekä kimmiksi ja laatikkolaudoiksi. Rimalautoja ja keppejä sahataan melkein poikkeuksetta pitkän tavaran särmäyksessä syntyvistä rimoista. Kimpien ja laatikkolautojen minimileveys on yleisimmin 2 ½″. Tällöin ei niitä voida sanottavammin sahata 2 ½″ ohuempaa tavaraa särmättäessä syntyvistä rimoista. Tällaisten rimojen määrä suhtautuu suunnilleen samalla tavalla koko kuusirimojen määrään kuin 2 ½″ ja sitä paksumpien kuusitavaroiden määrä sahatavaran koko määrään. Asetelman 11 mukaan sahataan 2 ½″:isia ja sitä paksumpia kuusitavaroita noin 22.6 %. Ennenkuin voidaan sanoa, miten suuria muutoksia edellä esitetty raaka-aineen käyttö aiheuttaa mänty- ja kuusipientavaran lajien suhteellisiin määriin, täytyy tuntea, missä suhteessa mäntyä ja kuusta sahataan. Keskiarvoinen kuusen sahaus on Pöntysen mukaan vv. 1930—34 23.70 % (Pöntynen 1936). Pientavaran kokonaissahauksen ollessa 8.59 % koko sahatavaran tuotannosta, on rimalautoja ja keppejä vastaavasti laskettuina yhteensä 2 %. Kuusipientavaran osalle siirtyy tästä 2 %:sta laatikkolaudoiksi ja kimmiksi 22.6 % eli 0.45 % koko sahatavaran tuotannosta laskien sekä päreiksi 77.4 % eli 1.55 %.

Kun oletetaan, ettei puulaji vaikuta pätkien suhteelliseen määrään, jakautuu kuusi- ja mäntypientavara eri lajien kesken asetelmien 57 ja 58 mukaisesti.

Asetelma 57.
Aufstellung 57.

Suomalaisen kuusipientavaran keskimääräinen jakautuminen pientavaran eri lajien kesken.

Durchschnittliche Verteilung der finnischen Fichtenkleinschnittware auf die verschiedenen Sorten der Kleinschnittware.

Pientavaran laji *Sorte der Kleinschnittware*	Suht. osuus koko sahaustuloksesta *Relat. Anteil an dem ganzen Einschnitt*	Suht. osuus pientavaran määrästä *Relat. Anteil an der Menge der Kleinschnittware*
Kimpiä ja laatikkolautoja — *Fassdauben und Kistenbretter*	3.97 %	46.9 %
Päreitä — *Schindeln*	2.42 »	28.2 »
Kuutiopätkiä — *Kürzungsende*	2.20 »	25.6 »
	8.59 %	100.0 %

Kuusipientavaran muutokset pientavaran keskimääräisestä jakautumisesta aiheuttavat mäntypientavaran jakautumiseen päinvastaisia muutoksia, joiden suuruus on 237/763 edellisestä, t. s. muutoksien suuruus on kerrottava kuusi- ja mäntysahauksen suhteella.

Asetelma 58.
Aufstellung 58.

Suomalaisen mäntypientavaran keskimääräinen jakautuminen pientavaran eri lajien kesken.

Durchschnittliche Verteilung der finnischen Kiefernkleinschnittware auf die verschiedenen Sorten der Kleinschnittware.

Pientavaran laji *Sorte der Kleinschnittware*	Suht. osuus koko sahaustuloksesta *Relat. Anteil an dem ganzen Einschnitt*	Suht. osuus pientavaran määrästä *Relat. Anteil an der Menge der Kleinschnittware*
Kimpiä ja laatikkolautoja — *Fassdauben und Kistenbretter*	3.38 %	39.4 %
Rimalautoja — *Latten*	2.06 »	24.0 »
Keppejä — *Besenstiele*	0.56 »	6.5 »
Päreitä — *Schindeln*	0.39 »	4.5 »
Kuutiopätkiä — *Kürzungsende*	2.20 »	25.6 »
	8.59 %	100.0 %

Edelliset %-lukusarjat esittävät siis mänty- ja kuusipientavaroiden todennäköistä jakautumista pientavaran eri lajien kesken. Mänty- ja kuusipientavaroiden suhteellinen keskihinta saadaan siten, että pientavaran lajien jakautumista esittävät %-luvut kerrotaan vastaavien pientavaran lajien suhteellisilla hinnoilla, jotka on jo aikaisemmin esitetty. Kimpien ja laatikkolautojen suhteelliseen hintaan ja sahausmäärään nähden on huomattava, ettei niitä ole laskettu samoilta vuosilta. Suhteellinen hinta on vuosilta 1933—34 ja suhteellinen sahausmäärä vuosilta 1925—34. Suureet eivät siis täysin vastaa toisiaan. Koska kimpien ja laatikkolautojen suhteel-

linen hinta tulevaisuudessa ilmeisesti tulee lähinnä vastaamaan vuosien 1933—34 hintaa, on tätä hintaa syytä loppulaskelmassa käyttää. Suhteelliseksi sahausmääräksi ei sitävastoin voida ottaa vastaavien vuosien sahausmäärää, sillä silloin jouduttaisiin toistenkin pientavaran lajien sahausmäärät laskemaan samoilta vuosilta, jos mieli pitää pientavara-% teollisuustilaston lukuja vastaavana. Pitemmän ajanjakson keskiarvot antanevat kuitenkin paremman kuvan pientavaralajien sahauksesta kuin pariin vuoteen perustuvat luvut. Täten voidaan se pieni epäjohdonmukaisuus, joka kimpien ja laatikkolautojen keskimääräisen suhteellisen hinnan ja sahausmäärän välillä esiintyy, jättää huomiota vaille. Mäntypientavaran suhteelliseksi keskihinnaksi 2 ½″×7″:n u/s-mäntytavaran hintaan verrattuna saadaan 53.5 ja kuusipientavaran suhteelliseksi keskihinnaksi 7″:n u/s-kuusitavaran hintaan verrattuna 60.2.

C. Sahatukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen suhteelliseen myyntihintaan.

Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa on mainittu, pidetään 7″:n levyisen u/s-sahatavaran hintaa perustana pohjoismaista sahatavaraa hinnoitettaessa. Silloin kun 7″:n hinta on määrätty, ovat muittenkin leveyksien hinnat suurin piirtein määrätyt. Sahatavaran eri leveyksien hinnat ovat näet keskimäärin samassa suhteessa toisiinsa (Vuoristo 1935 a ja b). Sahatavaran absoluuttisten hintojen alati vaihdellessa on suhteellisten hintojen käyttö ainoa käyttökelpoinen menetelmä erilaisten sahatavaroiden pitkäaikaisia hintavertailuja tehtäessä. Sama koskee eri kokoista puutavaraa yleensäkin (Ostwald 1931, Saari 1935).

Läpimitaltaan erilaisista tukeista saadun sahaustuloksen hintojen vertailuperusteena pidetään tässä tutkimuksessa, kuten on mainittu, mäntysahatavaralle 2 ½″×7″:n u/s-tavaran hintaa ja kuusitavaralle 7″:n levyisen u/s-tavaran hintaa. Edellä on jo määrätty, mitkä sahatavaran eri kokojen, lajien ja laatujen suhteelliset hinnat ovat mainittuihin perushintoihin verrattuina. Samoin on määrätty, miten eri latvaläpimittaisista tukeista saatu sahaustulos jakautuu sahatavaran eri kokojen, lajien ja laatujen kesken. Sahatukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen suhteelliseen myyntihintaan voidaan siis määrätä kertomalla sahaustuloksen eri kokojen, lajien ja laatujen suhteelliset määrät niiden suhteellisilla hinnoilla ja jakamalla summa 100:lla. Tällöin saadaan tulokseksi suhdeluku, joka osoittaa sahaustuloksen suhteellisen hinnan mäntytavaralle 2 ½″× 7″:n u/s-tavaran hintaan verrattuna ja kuusitavaralle 7″:n levyisen u/s-tavaran hintaan verrattuna.

Sivulla 65 oleva asetelma 21 esittää, miten eri tuumaluokkien tukeista saatu sahaustulos jakautuu pientavaran, pintalautojen ja muun pitkän sahatavaran kesken. Kertomalla asetelman %-luvut vastaavien tavaralajien suhteellisilla hinnoilla ja jakamalla kutakin tuumaluokkaa vastaavien tulojen summa 100:lla saadaan eri tuumaluokkaisten tukkien sahaustuloksen suhteellinen myyntihinta. Asetelmien 59 ja 60 kolmanneksi alin rivi esittää näitä hintoja. Tällöin ei vielä kuitenkaan ole otettu huomioon eri levyisen pitkän sahatavaran laatujakautumista, vaan edellyttää hinta kaiken tavaran olevan u/s-tavaraa. V- ja hylkytavaran aiheuttama hinnan alennus on siis vielä otettava huomioon. Pitkästä mäntysahatavarasta on pintalautoja lukuunottamatta 1 ½ % hylkytavaraa ja lopusta u/s-tavaraa 66.7 % ja V:a 33.3 %. Kuusitavaran vastaavat %-luvut ovat 1 ½, 89 ja 11. Mäntyhylkytavaran suhteellinen hinta on 61.1 ja V-tavaran suhteellinen hinta 76.5. Kuusihylkytavaran suhteellinen hinta

Asetelma 59.

Aufstellung 59.

Latvaläpimitaltaan eri kokoisista mäntytukeista saadun sahaustuloksen suhteellisen myyntihinnan jakautuminen sahatavaran eri laatujen ja kokojen kesken.

Verteilung des relativen Verkaufspreises des Einschnittes aus Kiefernblöcke verschiedenen Zopfdurchmessers auf die verschiedenen Sorten und Grössen der Sägeware.

Sahatavaralaji *Sorte der Sägeware*		Tukin latvamitta — *Zopfdurchmesser der Blöcke*						
		5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
Pientavara — *Kleinschnittware*		4.9	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2	4.1
Pintalaudat — *Schalbretter*		10.5	7.9	6.2	5.0	4.4	3.9	3.6
Pitkä tavara pintalautoja lukuunottamatta — *Grossschnittware mit Ausnahme der Schalbretter*	Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware* 3″	17.6	2.7	0.7	0.3	0.4	0.3	0.5
	4″	46.6	37.7	11.0	13.0	9.0	5.2	5.2
	5″	0.4	27.4	24.4	7.2	6.9	5.2	3.1
	6″		1.7	36.4	36.6	10.1	5.4	5.6
	7″			2.2	22.2	34.8	10.6	7.7
	8″				0.1	21.8	20.7	10.2
	9″					1.0	46.0	64.5
Suhteellinen hinta ilman hylky- ja V-tavaran aiheuttamaa hinnan alennusta — *Relativer Preis ohne den durch Ausschuss- und V-Ware verursachten Preisabschlag*		80.0	82.1	85.5	88.8	92.7	101.5	104.5
Hinnan alennus — *Preisabschlag*		5.4	5.8	6.2	6.6	7.0	7.7	8.0
Suhteellinen hinta hylky- ja V-tavaran aiheuttama alennus huomioon otettuna — *Relativer Preis mit Berücksichtigung des durch Ausschuss- und V-Ware verursachten Preisabschlags*		74.6	76.3	79.3	82.2	85.7	93.8	96.5

Asetelma 60.

Aufstellung 60.

Latvaläpimitaltaan eri kokoisista kuusitukeista saadun sahaustuloksen suhteellisen myyntihinnan jakautuminen sahatavaran eri laatujen ja kokojen kesken.

Verteilung des relativen Verkaufspreises des Einschnittes aus Fichtenblöcken verschiedenen Zopfdurchmessers auf die verschiedenen Sorten und Grössen der Sägeware.

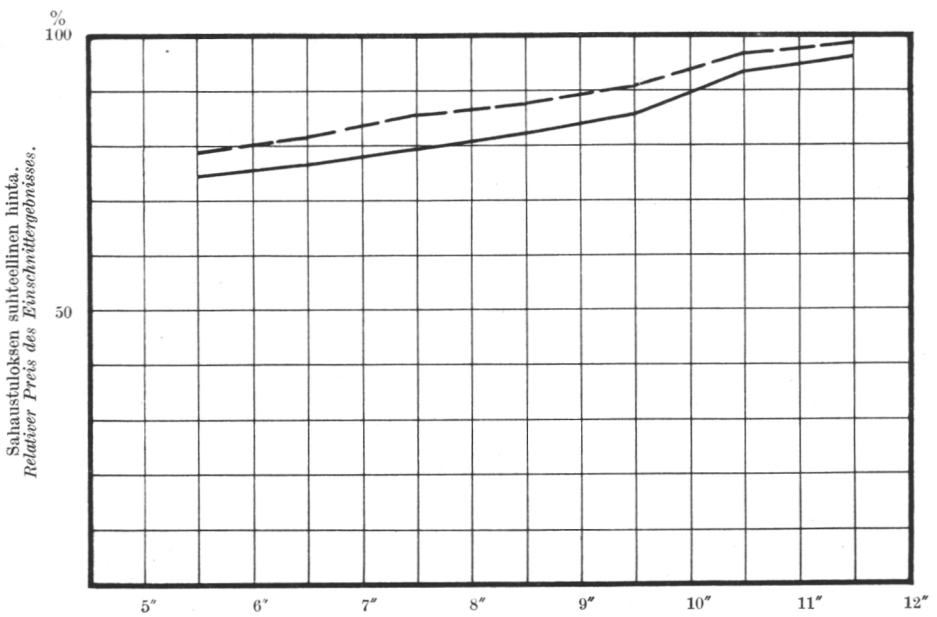
Sahatavaran leveys *Breite der Sägeware*		Tukin läpimitta — *Zopfdurchmesser der Blöcke*						
		5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
Pientavara — *Kleinschnittware*		5.5	5.3	5.2	5.0	4.9	4.7	4.6
Pintalaudat — *Schalbretter*		11.1	8.4	6.6	5.4	4.7	4.2	3.8
Pitkä tavara pintalautoja lukuunottamatta — *Grossschnittware mit Ausnahme der Schalbretter*	3″	17.0	2.6	0.7	0.3	0.3	0.3	0.5
	4″	45.9	37.1	11.2	12.8	8.9	5.1	5.1
	5″	0.4	27.8	24.7	7.3	7.0	5.3	3.1
	6″		1.7	36.3	36.5	10.1	5.4	5.6
	7″			2.2	21.9	34.4	10.5	7.6
	8″				0.1	20.8	19.8	9.8
	9″					0.9	43.3	60.7
Suhteellinen hinta ilman hylky- ja V-tavaran aiheuttamaa hinnan alennusta — *Relativer Preis ohne den durch Ausschuss- und V-Ware verursachten Preisabschlag*		79.9	82.9	86.9	89.3	92.0	98.6	100.8
Hinnan alennus — *Preisabschlag*		1.3	1.4	1.6	1.6	1.7	1.8	2.0
Suhteellinen hinta hylky- ja V-tavaran aiheuttama alennus huomioon otettuna — *Relativer Preis mit Berücksichtigung des durch Ausschuss- und V-Ware verursachten Preisabschlags*		78.6	81.5	85.3	87.7	90.3	96.8	98.8

on 65.6 ja V-tavaran hinta 85.4. Esitettyjen lukujen perusteella voidaan laskea hylky- ja V-tavaran aiheuttama suhteellisen hinnan alentuminen eri tuumaluokkien sahaustuloksille. Hinnan alennukset on esitetty asetelmien 59 ja 60 toiseksi alimmissa riveissä.

Hinnan alennukset ovat luonnollisesti sitä suuremmat, mitä suuremman osan pitkä tavara pintalautoja lukuunottamatta muodostaa koko sahaustuloksesta. Mainitun osuuden suurentuessa puiden latvaläpimitan kasvaessa suurenee hylky- ja V-tavaran aiheuttama hinnan alennus samassa suhteessa. Jos verrataan toisiinsa mänty- ja kuusitavaroiden hinnan alentumista, huomataan, että kuusitavaran hinta alenee hylyn ja V:n vaikutuksesta paljon vähemmän kuin mäntytavaran. Ero on siksi suuri, että se vaikuttaa huomattavasti mänty- ja kuusitukkien välisiin arvosuhteisiin. u/s mänty- ja kuusisahatavaroiden hintaero on ajanjaksona 1925—34

ollut 7.2 % (V u o r i s t o 1935 b). 8″:n mäntytukin sahaustuloksen suhteellinen myyntihinta on 82.2, ja vastaavan kokoisesta kuusitukista saadun sahaustuloksen suhteellinen hinta on 87.7. Jos pidetään u/s-mänty- ja kuusitavaroiden hinnan erona edellä esitetty 7.2 %, saadaan kuusitukista saadun sahaustuloksen myyntihinnaksi 2 ½″ × 7″:n u/s-mäntytavaraan verrattuna 80.4. Saman kokoisista mänty- ja kuusitukeista saatu sahaustulos on täten käytännöllisesti katsoen saman hintainen. Tulos johtuu, kuten edellä on käynyt ilmi, siitä, että V-% männyllä on noin 3 kertaa suurempi kuin kuusella. Lisäksi on mänty-V:n hinta u/s-tavaran hintaan verrattuna suhteellisesti alhaisempi kuin kuusen.

Asetelmissa 59 ja 60 esitetty tutkimuksen tulos: tukkien latvaläpimitan vaikutus sahaustuloksen myyntihintaan, esitetään kuvassa 61 graafisesti.



Kuva 61.
Fig. 61.

Eri latvaläpimittaisista tukeista saadun sahaustuloksen suhteellinen hinta 2 ½″ × 7″ u/s-mäntytavaran ja 7″:n levyisen u/s- kuusitavaran hintaan verrattuna.

Relativer Preis für aus Blöcken verschiedener Zopfdurchmesser erzielte Einschnitt im Vergleich mit den Preisen der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und 7″ breiten u/s-Fichtensägeware.

Mänty ———— *Kiefer*
Kuusi — — — — — *Fichte*

Kuvasta 61 nähdään, että sahaustuloksen myyntihinta nousee suunnilleen säännöllisesti tukin latvaläpimitan suurentuessa. Suhteellista hintaa kuvaavat murtoviivat ovat suunnilleen suoria 9″:n läpimittaan asti, mutta 10″:n kohdalla on sekä mäntyä että kuusta edustavissa murtoviivoissa mutka ylöspäin. Tämä aiheutuu 9″:n sahatavaran huomattavasti korkeammasta hinnasta 8″:n leveyteen verrattuna.

Loppusanat.

Puiden kasvatus on tuotantoprosessi, jossa sadonkorjuun aika on epämääräinen ja riippuu metsänomistajan harkinnasta. Puulla on näet käyttöarvo jo aivan nuorellakin iällä, mutta voidaan puita kasvattaa myös sangen pitkää kiertoaikaa käyttäen. Miten milloinkin on meneteltävä, siihen antaa vastauksen metsätalouden suunnittelu. Tuotannollisen toiminnan yleisen periaatteen mukaisesti vaikuttaa asiaan ratkaisevasti toiminnan taloudellisuus.

Koska metsän tuotto riippuu tuotetun puun määrästä ja laadusta, täytyy toiminnan taloudellisen tuloksen arvostelemiseksi tuntea, miten paljon ja minkä arvoista puuta saadaan eri kiertoaikoja käytettäessä. — Tuotetun puun arvon riippuessa huomattavasti sen koosta vaatii siis metsätaloudellisen toiminnan arvostelu eri kokoisten puiden arvon tuntemisen. Jo tieto siitä, minkä arvoisia eri kokoiset puut suunnitellun toiminnan ratkaisuhetkellä ovat, antaa arvokkaita viitteitä toiminnan vaikutuksesta tulevaisuutta silmällä pitäen, mutta huomattavasti varmempiin tuloksiin päästään, jos tunnetaan millainen eri kokoisten puiden arvo todennäköisesti on tulevaisuudessa. Metsätaloudellinen toiminta tähtää näet aina pitkälle tulevaisuuteen, ja olosuhteet tulevaisuudessa vaikuttavat täten nykypäivien toiminnan tarkoituksenmukaisuuteen.

Käsillä olevan tutkimuksen tulokset ovat osoittaneet, että niillä sahatukkien koon mukaisiin arvosuhteisiin vaikuttavilla tekijöillä, joita tutkimus käsittelee, on taipumus pyrkiä staattiseen suhteellisuuden tilaan. Tästä johtuen pysyy määrätyn kokoisista tukeista saadun sahaustuloksen suhteellinen myyntihinta keskimäärin samana, ts. eri latvaläpimittaisten tukkien arvosuhteet ovat vakinaiset sikäli, kuin ne riippuvat sahaustuloksen myyntihinnasta.

Tukkien arvosuhteisiin vaikuttavat sahaustuloksen myyntihinnan ohella ne tuotantokustannukset, mitkä eri latvaläpimittaisten tukkien jalostaminen aiheuttaa. Nämä tukkien arvoon negatiivi-

sesti vaikuttavat tekijät ovat laadultaan pääasiassa teknillisiä, ja sikäli kuin tutkimukset yleensä ovat osoittaneet, vaikuttaa tukkien koko määrätyllä vakinaisella tavalla kuhunkin arvotekijään. Täten on ilmeistä, että tukkien koon mukaiset arvosuhteet ovat siinä määrin vakinaiset, että metsätaloudellista toimintaa voidaan niiden perusteella suunnitella melkoisella varmuudella kymmeniksi vuosiksi eteenpäin.

Tämän tutkimuksen myöhemmissä osissa käsitellään tukkien koon vaikutusta jalostuskustannusten suuruuteen, ja tutkimussarjan lopputuloksena pyritään esittämään tukkipuiden arvosuhteet niiden metsässä kasvaessa.

On vielä lopuksi syytä huomauttaa, että tukkien suureneva tai pienenevä koko vaikuttaa kaikkiin tukkien koosta riippuviin arvotekijöihin siihen suuntaan, että tukkien arvo kohoaa koon suurentuessa ja päinvastoin. Täten on selvää, että jos tukkipuiden hinta määrätään niiden todellisen arvon perusteella, täytyy kantohinnan puiden koon suurentuessa kohota huomattavasti jyrkemmin, kuin mitä nykyisin Suomessa on asian laita.

Kirjallisuusluettelo.

BRANDSTROM, AXEL J. F. 1933. Analysis of Logging Costs and Operating Methods in the Douglas Fir Region. Washington.

BROMMELS, H. 1931—34. Sahatavaran käyttö ja laatuvaatimukset ostajamaissa.

—»— I. Belgia. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 2.

—»— II. Espanja. » » » » 8.

—»— III. Ranska. » » » » 16.

C. I. B. Comité international du bois. Statistiques relatives au commerce international du bois tendre scié et raboté au cours de la période 1928—1932. Vol. 1—2. Vienne 1933—1934.

EDBERG, C. W. 1929. Edbergs Trävarubok. Stockholm.

ENEROTH, O. 1914. Till frågan om skogsbrukets ekonomi. Skogsvårdsföreningens tidskrift.

GARVER, R. D. and MILLER, R. H. 1933. Selective Logging in the Shortleaf and Loblolly Pine Forests of the Gulf States Region. United States Department of Agriculture. Technical Bulletin N:o 375. Washington.

GLESINGER, E. 1932. Le bois en Europe. Paris.

HAMPE, C. 1930. Die Arbeitsleistung in Fichtenhauungen. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Hannover.

—»— 1931. Leistungen im Hauungsbetrieb. Der Deutsche Forstwirt.

—»— 1933. Lohn-, Leistungs- und Verdienststatistik im Hauungsbetrieb. Forstarchiv.

HARTIKAINEN, EINO. 1934. Sahatavaramme kotimarkkinat. Acta forestalia fennica 40. Helsinki.

HELANDER, A. BENJ. 1913. Metsänmyyjän käsikirja. Helsinki.

—»— 1922. Metsänkäyttö-oppi. Porvoo.

—»— 1923. Metsätalouden tarjomasta ansiotyöstä. Acta forestalia fennica 26. Helsinki.

ILVESSALO, LAURI—JALAVA, MATTI. 1932. Maapallon metsävarat. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 16. Helsinki.

JUSSILA, EINO A. 1936 a. Sahatavaran lajittelu. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 19. Helsinki.

—»— 1936 b. Sahatavaran käyttö ja laatuvaatimukset ostajamaissa. IV. Englanti. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 26. Helsinki.

Kiintomittataulukkoja. 1929. Helsinki.

KINNMAN, GUNNO. 1922. Omkostnader och utbyte vid sågning. Skogsvårdsföreningens Tidskrift.

—»— 1924. Sågutbyte vid större exportsåg. Praktisk Skogshandbok. Stockholm.

Kovero, M. 1934. Teollisuus ja teollisuuspolitiikka. Porvoo.
Käpy, Artturi. 1925. Sahausohje. B. Sahaustuloksen ennakkolaskelma. Viipuri.
—»— 1927. Sahateknologia. III. Sahaustekniikka. Helsinki.
Lindeberg, J. W. 1927. Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Helsinki.
Miller, R. H. 1933. Kts. Garver.
Mayr, Hans. 1932. Das Problem der Schnittholzpreisbildung und Holzwirtschaftsorganisation. München und Leipzig.
A National Plan for American Forestry. 1933. Washington.
Ohlin, B. 1931. Den världsekonomiska depressionen. Stockholm.
Olin, C-E. 1933. Trävaruproduktion och trävaruhandel. Åbo.
Ostwald, E. 1931. Grundlinien einer Waldrententheori. Riga.
Pennanen, Ernst. 1933. Hajanaisia tietoja Neuvostoliiton puutavarateollisuudelle tärkeimistä metsäalueista. Suomen Paperi- ja Puutavaralehti.
Pöntynen, V. 1931. Suomen puunjalostusteollisuuden raaka-aineen käyttö vuosina 1911—29. Acta forestalia fennica 37. Helsinki.
—»— 1936. Suomen puunjalostusteollisuus raaka-aineen käyttäjänä. Acta forestalia fennica 43. Helsinki.
Raninen, H. 1934. Fob-lauseke hankinta- ja kauppasopimuksissa. Helsinki.
Reiersen, N. 1932. Reiersens trävaruhandbok. Stockholm.
Saari, Eino. 1932. Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden raaka-ainekustannuksista. Acta forestalia fennica 38. Helsinki.
—»— 1934. Puun käyttö Suomessa. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 14. Helsinki.
—»— 1935. Metsätalouden tuloslaskennan peruspiirteitä. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja V. Helsinki.
Siimes, F. E. 1932 a. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia. I. Lautatarhakuivaus. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 5.
—»— 1932 b. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia. II. Sahaus kehäsahoilla. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 6.
Sohlman, S. A. 1930. Träförädlingsindustrin och statens virkesförsäljningspolitik. Helsinki.
—»— 1932. Virkeskvaliteten i våra skogar. Möjligheterna för dess förbättring samt dess ekonomiska betydelse. Helsinki.
Streyffert, T. 1931. Världens barrskogstillgångar. Stockholm.
Suomen Pankin vuosikirja 1920—34.
Suomen Paperi- ja Puutavaralehti 1920—34.
Suomen Puu 1926—34.
Suomen tilastollinen vuosikirja XIX—XXX.
Suomen Sahanomistajayhdistyksen vuosikertomukset 1922—34.
Suomen virallinen tilasto. XVIII A. Teollisuustilastoa 1922—34.
Svensk Trävarutidning 1900—34.
The Timber Trades Journal 1925—34.
Welander, Adolf. 1916. Är sågverksdrift å Statens skogar lönande? Skogsvårdsföreningens tidskrift.
Vientisahatavaran lajitteluohjeet. 1936. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 23.

VUORISTO, ILMARI. 1931 a. Lisääntyneestä lautojen sahauksesta ja sen taloudellisista edellytyksistä. Suomen Puu.
—»— 1931 b. Tukkien laatulajittelu sahausta varten. Tapio.
—»— 1932 a. Sahatukkien arvosuhteista. Tapio.
—»— 1932 b. Sahalaitosten työpalkkakustannusten riippuvaisuus sahatukkien suuruudesta. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistyksen julk. 9. Helsinki.
—»— 1935 a. Tutkimuksia lajittelemattoman mäntysahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1922—31. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 20. Helsinki.
—»— 1935 b. Tutkimuksia lajittelemattoman kuusisahatavaran eri kokojen hintasuhteista ja hinnanvaihteluista vv. 1925—34. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julk. 20. Helsinki.
—»— 1935 c. Riippuuko sahapuiden hinta käytännössä niiden koosta? Suomen Puu.
—»— 1935 d. Puiden keskikuution vaikutus sahatukkien dimensioniseen jakautumiseen. Suomen Puu.
—»— 1935 e. Tutkimuksia Suomen sahateollisuuden kuusitukkien käytöstä v. 1934. Eripainos Suomen Paperi- ja Puutavaralehdestä.
—»— 1935 f. Sahatukkien arvosuhteista. Metsälehti.
—»— 1936. Havupuumetsien laatuarvo ja laadun arviointi. Metsänhoitajien jatkokurssit 1935. Helsinki.
ÅKERMAN, J. 1931. Ekonomiskt framåtskridande och ekonomiska kriser. Stockholm.

REFERAT.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WERTVERHÄLTNISSE DER SÄGEBLÖCKE

I. Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Verkaufspreis des Sägeergebnisses.

Einleitung.

Eine rationelle Handhabung der Forstwirtschaft und der Sägeindustrie setzt eine gründliche Kenntnis des Wertverhältnisses verschiedener Sägestämme voraus. Die Wertverhältnisfrage der Sägeblöcke ist eine überaus komplizierte und hängt von einer Menge veränderlicher Faktoren ab. Die unablässig steigende Verwendung von Holz stellt die Sägeindustrie vor die Notwendigkeit, auch minderwertiges Holz als Rohmaterial zu benutzen (Sohlman 1932). Bei der Preissetzung des Holzes wurde bisher immer nur der Kubikinhalt des Holzes zugrundegelegt, heute muss man bei einer diesbezüglichen Bewertung immer auch die Grösse und die Qualität des Holzes mit in Betracht ziehen (Sohlman 1935, Vuoristo 1931 b, 1935 f, 1936).

Die vorliegende Untersuchung über die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Verkaufspreis des Sägeergebnisses bildet einen Teil der Untersuchung, welche die Wertverhältnisse der Sägeblöcke inbezug auf die Grösse der Sägeblöcke darlegt. Der Verkaufspreis des Sägeergebnisse ist ein, auf den Wert des Sägeblocks einwirkender, von der Grösse des letzteren abhängiger Faktor. Nach Abzug der Anschaffungs- und Verarbeitungsunkosten vom Verkaufspreis des Sägeergebnisses ergibt sich der faktische Wert der Blöcke in den einzelnen Phasen des Verarbeitungsprozesses.

II. Untersuchungsgegenstand und -verfahren.

Die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Verkaufspreis des Sägeergebnisses, die den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bildet, wird in zwei, ihrem Inhalt nach ganz verschiedenen Abschnitten, in einem technischen und einem wirtschaftlichen Abschnitt behandelt. Der erste davon beschäftigt sich mit der Sägung als technisches Verfahren, der zweite behandelt den Vertrieb und die Preisbildung der Sägeware. Im folgenden werden diese beiden Abschnitte gesondert für sich besprochen.

Eine charakteristische Eigenheit der nordischen Sägeindustrie ist, dass sie durch das ihr zur Verfügung stehende Rohmaterial, bis in verhältnismässig kleine Einzelheiten hinein, ganz bestimmten Begrenzungen hinsichtlich der Erzeugungsqualität ihrer Produkte unterworfen ist. Teils hängt diese Begrenzung von technischen, teils von wirtschaftlichen Faktoren ab. Die tech-

nischen Begrenzungen sind eine Folge davon, dass die nordischen Hauptholzarten, Kiefer und Fichte, im Vergleich zu den auf dem nordischen Absatzmarkt in Westeuropa verlangten Sägewarendimensionen in verhältnismässig geringen Stärken aufwachsen. Allerdings können die Stämme hier in Ausnahmefällen wohl auch eine Stärke erreichen, die es gestattet, aus den daraus gewonnenen Blöcken ohne Schwierigkeit bis zu den grössten im Handel vorkommenden Dimensionen zu sägen, aber das Heranwachsen eines solchen Stammes erfordert eine dermassen lange Zeit dass es sich gegenwärtig, wo die Preise für kleinere Holzwaren im Steigen sind, auch in Finnland kaum lohnen dürfte, Stämme von solchen Dimensionen heranzuziehen. Eine besonders grosse Stärke erreichen die Bäume erst in einem Alter, wo der Zuwachs immer nur ein sehr langsamer ist und sind sie zudem auch oft allerhand Schädigungen ausgesetzt. Bei einer rationell betriebenen Forstwirtschaft werden deswegen überall in den nordischen Ländern die Stämme gefällt, wenn sie eine Stärke erreicht haben, bei welcher der Durchmesser der grössten Einheiten die grössten Breiten der auf dem Markt vorkommenden Sägewaren um ein geringes übertrifft; die Mehrzahl der gefällten Stämme ist jedoch bedeutend kleiner. In Finnland ist der mittlere Zopfdurchmesser nur wenig mehr als 7 Zoll. Da nun die Stärke der Sägeblöcke im Verhältnis zu den auf dem Markt verlangten Sägedimensionen eine nur geringe ist, wird man so grosse Dimensionen wie nur möglich sägen müssen.

Der auf die Sägewarebreite zunächst einschränkend wirkende Faktor ist der Zopfdurchmesser. Die maximale Sägewarenbreite kann sich dem Zopfdurchmesser des Blockes nähern, ohne diesen jedoch ganz zu erreichen. Im Vergleich zum Blockzopfdurchmesser ist das Ergebnis an maximaler Ware nur relativ klein, da letztere nur aus der Mitte des Stammes gewonnen werden kann und ein grosser Teil der Sägeware immer bedeutend schmäler sein wird. Bei der Herstellung eines gewissen Quantums breiter Ware entstehen unbedingt auch immer schmälere Dimensionen, ob diese gewünscht werden oder nicht. Diese zwangsmässig gleichzeitige Produktion von verschiedenen Dimensionen und Qualitäten ist ein für die Sägeindustrie charakteristischer Zug, der auf Absatz und Preisbildung grossen Einfluss hat (M a y r 1932). Der geringe Zopfdurchmesser der Blöcke bedingt zwangsläufig eine relative Knappheit breiter Dimensionen auf dem Sägewarenmarkt und ist dies der Grund dass in Finnland vorwiegend möglichst breite Ware gesägt wird. Zwischen dem Blockzopfdurchmesser und der Breite der Sägeware hat sich infolgedessen ein relativ konstantes Verhältnis herausgebildet.

Die Dicke der Sägeware ist im Vergleich zu deren Breite zumeist relativ gering, sodass sie nicht in gleichem Masse vom Zopfdurchmesser abhängig ist wie die Sägewarenbreite. Dicke und Maximalbreite der aus einem Block von bestimmter Stärke gesägten Ware hängen insofern voneinander ab, als die Breite, nachdem die Dicke eine bestimmte vom Zopfdurchmesser abhängigen Grenze überschritten hat, rasch abnimmt. Die abnehmende Breite hat dann ihrerseits im allgemeinen einen herabsetzenden Einfluss auf den Preis der Sägeware, sodass es also wirtschaftliche Faktoren sind, die auf die Dicke der aus einem Block von gewisser Stärke gesägten Ware einen einschränkenden Einfluss ausüben.

Auch beim Sägen von sehr dünner Ware kommt man zu einem ungünstigen Ergebnis. Je dünner die gesägte Ware ist, desto grösser wird auch der Sägeabfall sein und der gesteigerte Rohmaterialverlust hat einen beeinträchti-

genden Einfluss auf das wirtschaftliche Ergebnis. Technische und wirtschaftliche Ursachen wirken sich also so aus, dass aus Blöcken mit einem bestimmten Zopfdurchmesser durchschnittlich auch ganz bestimmte Sägewarendimensionen gesägt werden. In dieser Richtung wirkt auch zum teil der Umstand ein, dass die Zahl der auf dem Sägewarenmarkt am meisten verlangten Dimensionen eine relativ nur geringe ist (E d b e r g 1929). — Infolgedessen wird b e i d e r S ä g u n g v o n S t ä m m e n m i t b e s t i m m t e m Z o p f d u r c h m e s s e r d i e d i m e n s i o n a l e V e r t e i l u n g d e s S ä g e e r g e b n i s s e s i m m e r d a n a c h s t r e b e n i m D u r c h s c h n i t t k o n s t a n t z u v e r b l e i b e n.

Die Abhängigkeit der dimensionalen Verteilung des Sägeergebnisses vom Zopfdurchmesser des Stammes ist für die nordische Sägeindustrie in hohem Grade charakteristisch. Bei einem Vergleich z. B. mit Nord-Amerika finden wir, dass hier die entsprechenden Verhältnisse vorläufig ganz anders liegen. Die zu sägenden Blöcke haben im Zopfdurchmesser immer noch eine so grosse Dicke dass aus ihnen ohne die geringste Schwierigkeit sämtliche auf dem Holzmarkt verlangten Dimensionen gesägt werden können. Hier ist es also nicht die Dicke des Blocks, die die Dimension der aus ihnen zu sägenden Ware bestimmt, sondern die Verteilung des Sägeertrags hängt von ganz anderen Faktoren und zwar zunächst von der Qualität der Hölzer und von den Sägewarenmärkten ab.

Da die im obigen auseinandergesetzte Abhängigkeit von Zopdurchmesser und Sägeergebnis von einander, keine absolute ist, zuweilen sogar eine recht veränderliche sein kann, wird es sich empfehlen, die hier einspielenden Ursachen eingehend zu untersuchen um festzustellen, ob das Verhältnis des Zopfdurchmessers und der dimensionalen Verteilung des Sägeergebnisses vielleicht immer im Durchschnitt ein konstantes verbleiben wird.

Es ist bereits gesagt worden dass die Stabilität der m i t t l e r e n dimensionalen Verteilung des aus einem Block von gewissem Zopfdurchmesser gewonnenen Sägeergebnisses, teils von technischen, teils von wirtschaftlichen Faktoren abhängig ist. Zunächst wird untersucht ob die technischen Faktoren eine dauernde Abweichung in der durchschnittlichen dimensionalen Verteilung von heute zur Folge haben können. Als der wichtigste, die dimensionale Verteilung des Sägeergebnisses beeinflussende technische Faktor muss, wie schon gesagt, der einschränkende Einfluss des Zopfdurchmessers auf die Maximalbreite der zu sägenden Blöcke bezeichnet werden. Da nun dieser Einfluss ein absoluter ist, weil die Blöcke heutzutage zu möglichst breiter Ware versägt werden, so ist eine Veränderung in der heutigen dimensionalen Verteilung nur denkbar sofern die Blöcke nicht mehr zu grösstmöglichen Dimensionen versägt würden. Für eine Veränderung dieser Art fehlen jedoch vorläufig offenbar die Voraussetzungen. Nur wenn das Preisniveau der verschieden breiten Holzwaren auf dem westeuropäischen Absatzmarkt eine für schmälere Ware sehr viel günstigere Tendenz aufweisen sollte, könnte das Sägen von schmalen Dimensionen in grösserem Ausmass in Frage kommen. Ferner kann eine Veränderung in der betreffenden Preislage ausser durch eine veränderte Nachfrage, die im folgenden noch berührt werden soll, auch infolge eines übermässig gesteigerten Angebots von breiter Ware aus an grobem Rohmaterial aus reichen Produktionsländern eintreten. Die wesentliche Vereinheitlichung der resp. Preise für verschieden breite Sägeware im J. 1926 war zum grossen Teil durch ein übermässiges Angebot breiter Ware veranlasst. Aus Russland, Po-

len und aus den südosteuropäischen Ländern wurden damals enorme Mengen breite Ware auf den Holzmarkt geworfen (Glesinger 1932). Infolge des herabgesetzten Holzbestands der genannten Länder ist heute etwas derartiges wohl kaum mehr zu befürchten (Ilvessalo-Jalava 1932, Pennanen 1933, Streyffert 1931, Vuoristo 1933 b). Unter den aussereuropäischen Ländern dürfte wohl nur Kanada einen wesentlichen Einfluss auf das Preisniveau verschieden breiter Sägewaren ausüben. Kanadas Aussichten in dieser Hinsicht sind jedoch infolge der hohen Frachtsätze nicht allzu gross und wird wohl die dortige Sägeware bei wieder verbesserter lokaler wirtschaftlicher Konjunktur sich vorteilhafter auf den Märkten der Vereinigten Staaten verkaufen lassen (Streyffert 1931). Da die Aussichten für eine Preissteigerung zu gunsten der Kleinschnittware somit nur gering sind, versteht es sich von selbst dass auch zukünftig im allgemeinen möglichst breite Dimensionen gesägt werden. Einen in diese Richtung weisenden Einfluss wird sicherlich die sich in immer höherem Masse geltend machende Knappheit an breiten Dimensionen ausüben; inbezug auf die Stärke der Stämme ist nämlich überall in den nordischen Ländern eine unaufhaltsam fallende Tendenz festzustellen (Pöntynen 1931, Saari 1932, Sohlman 1930).

Ein weiterer Faktor der die dimensionale Verteilung beeinflusst, nämlich die Dicke der Sägeware, hängt einerseits von der die Maximaldicke der Sägeware bestimmenden Breite der Sägeware, andererseits von dem für die Minimidicke der Sägeware ausschlaggebenden wirtschaftlichen Ertrag des Sägeergebnisses ab. Vorliegende Untersuchung hat zu dem Ergebnis geführt, dass in Zukunft aus einem Block von bestimmter Grösse keine schmälere, folglich auch keine dickere Ware als heute gesägt werden wird. Die Herstellung von dünnerer Ware dürfte bei den gegenwärtig herrschenden Preisverhältnissen auch wirtschaftlich nur wenig Aussichten für sich haben. Der heutige Bretterpreis ist auch nicht annähernd imstande die durch seine Produktionsunkosten bedingte Preisdifferenz im Vergleich zum Preise der dickeren Ware auszugleichen; er wird erst noch bedeutend steigen müssen, bevor sich das mit grossen Unkosten verknüpfte Sägen von dünnerer Ware lohnen sollte (Vuoristo 1931 a, 1935 b). Zudem betrifft die Nachfrage nur Seitenbretter, die in der Regel in nur recht beschränkter Menge hergestellt werden. Es liegt somit kein Grund vor, der zum Sägen von durchschnittlich dünnerer Ware Veranlassung geben könnte.

Aus obengesagtem dürfte hervorgehen, dass das jetzige, zwischen Zopfdurchmesser und dimensionaler Verteilung des Sägeergebnisses bestehende im Durchschnitt konstante Verhältnis, aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unverändert verbleiben wird und dass die sich von Zeit zu Zeit in einer oder anderer Richtung geltend machenden geringen Schwankungen immer nur vorübergehender Art sein werden, die mit den sie bedingenden exzeptionellen Verhältnissen auf dem Sägemarkt auch wieder verschwinden.

Die im Durchschnitt konstante Abhängigkeit der dimensionalen Verteilung des Sägeergebnisses vom Zopfdurchmesser bildet die Grundlage des sägetechnischen Abschnittes dieser Untersuchung.

Der zweite, wirtschaftliche Abschnitt beschäftigt sich mit dem Verkaufspreis des Sägeergebnisses. 80—90 % von Finnlands Sägeproduktion gehen ins Ausland. Infolgedessen ist es der ausländische Marktpreis, der für den Preis der Sägeware ausschlaggebend ist. Die nordischen Länder führen ihre

Sägewaren zu ganz überwiegendem Teil nach West-Europa aus. Nur wenige Prozente der finnischen Sägewaren gehen nach aussereuropäischen Ländern. Das wichtigste dieser Exportländer ist Süd-Afrika. Der Kaufanteil der einzelnen Länder ist von einem Jahr zum anderen recht wesentlichen Veränderungen unterworfen gewesen. Da die kaufkräftigen Länder zumeist Waren von ganz bestimmter Grösse wünschen, könnte man vermuten dass ein erhöhter bzw. herabgesetzter Sägeware-Ankauf dieses oder jenes Landes inbezug auf die Nachfrage bzw. Preislage der verschiedenen Dimensionen immer recht beträchtliche Schwankungen hervorrufen müsste. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die von gewissen Ländern bevorzugten Sägewarendimensionen ganz überwiegend gerade gewöhnliche Dimensionen sind, die auch ohnedies stets auf guten Absatz rechnen können. Daher werden auch die Schwankungen in der von einem Lande gekauften Sägewarenmenge weder die Nachfrage noch den Preis der in Frage stehenden Dimensionen nennenswert beeinflussen. Handelt es sich wiederum um eine ganz spezielle Dimension so wird eine solche im allgemeinen immer nur im Fall eines abgeschlossenen Kaufes gesägt, ohne welchen ein diesbezügliches Angebot ausgeschlossen ist. Ausserdem ist zu bemerken, dass England gegenwärtig mehr als die Hälfte der finnischen Sägewarenproduktion kauft und bezieht sich der englische Ankauf praktisch genommen auf so gut wie alle Sägewarendimensionen. — Englands Bedarf an Holzwaren nimmt übrigens nahezu die Hälfte aller im europäischen internationalen Handel vorkommenden Sägewaren für sich in Anspruch. Infolgedessen haben die, sich in der jeweiligen Kaufmenge der übrigen 7 kaufenden Länder geltend machenden Fluktuationen keinen nennenswerten Einfluss auf die Nachfrage nach verschiedenen Dimensionen. Nehmen wir nun aber für alle Fälle an, dass aus diesem oder jenem Grunde in der sich auf eine gewisse Dimension beziehenden Nachfrage ein merkbarer Umschwung eintreten würde, so würde auch dies nichts an der Sache ändern. Die Massunterschiede zwischen den einzelnen Dimensionen der Sägewaren sind inbezug auf die Breite wie auch auf die Dicke immer so gering, dass selbst bei einer Zu- bzw. Abnahme der Nachfrage nach einer bestimmten Dimension das Gleichgewicht zwischen Nachfrage und Angebot trotzdem, infolge des verminderten bzw. vermehrten Sägens von naheliegenden Dimensionen, binnen kurzem wieder hergestellt werden kann, sodass die dimensionale Verteilung im grossen Ganzen unverändert verbleibt. Unter diesen Umständen können Schwankungen in der Nachfrage kaum grössere Veränderungen in der Preislage gewisser Dimensionen nach sich ziehen. Fasst man dagegen nur ein einzelnes Exportland ins Auge, so werden sich in der Nachfrage nach einer bestimmten Grösse recht empfindliche Fluktuationen geltend machen können, z. B. wenn ein Exportland aus diesem oder jenem Grunde plötzlich ganz besonders grosse Mengen einer gewissen Dimension produziert und diese zum Nachteil eines anderen, die entsprechende Sägeware produzierenden Landes, zu billigem Preise losschlägt. Die Aussichten der holzproduzierenden Länder, eine bestimmte Sägewaredimension in ganz besonders grossen Mengen auf den Markt zu führen, dürften heutzutage, was die nordische Sägeware betrifft, doch wohl nur sehr beschränkt sein. Die durch den Mangel an groben Stammhölzern bedingte Knappheit breiter Dimensionen nebst dem Trachten nach einem möglichst vorteilhaften wirtschaftlichen Resultat zwingen heute alle, unter ungefähr gleichen Bedingungen Sägeware produzierenden Länder, ihre Sägung nach ein und denselben Grundsätzen zu

betreiben. Nachdem in den nordischen Ländern das Starkholz so sehr abgenommen hat, ist somit ein, die Nachfrage übertreffendes Angebot von beliebig grosser und breiter Ware ziemlich ausgeschlossen. Die eventuell ebenfalls zu befürchtende Knappheit an mittelgrossen Stämmen könnte vielleicht vorübergehend das Sägen von verhältnismässig grossen Mengen schmaler Dimensionen zur Folge haben, doch würde sich ein solches Verfahren infolge der stetig sinkenden Preise wohl kaum als lohnend erweisen, und zu einer Einschränkung der Produktion führen. Zudem hält die Konkurrenz der Holzstoffindustrie um kleinere Stämme, den Preis von letzteren dermassen hoch, dass eine ausschliessliche Sägung von schmalen Dimensionen immer nur zeitweilig in Frage kommen wird. Auch die mit der Herstellung kleiner Dimensionen verknüpften unverhältnismässig grossen Produktionskosten haben einen hemmenden Einfluss auf das Sägen von ausschliesslich kleinen Blöcken (S i i m e s 1932 a und b, V u o r i s t o 1932 b).

Die Nachfrage nach verschiedenen Sägewarendimensionen kann zudem je nach den Konjunkturschwankungen eine recht verschiedene sein. Wird z. B. eine Industrie, die hauptsächlich eine gewisse Sägeware verbraucht, infolge von Konjunkturschwankungen im Vergleich zu anderen, auf die Verwendung von Sägeware angewiesenen wirtschaftlichen Betrieben, eingeschränkt oder erweitert, so wird auch der Preis und die Nachfrage der betreffenden Sägeware von der allgemein geltenden Preislage abweichen können. Preisfluktuationen dieser Art gleichen sich jedoch meistens recht bald wieder aus, da sich die Folgen der veränderten Konjunktur in der Regel binnen kurzem auf allen wirtschaftlichen Gebieten bemerkbar machen und die Preise ausgleichen werden. Die verschiedenartige Natur und Konjunkturempfindlichkeit der wirtschaftlichen Betriebe bewirken allerdings dass die Preise der verschiedenen Sägewarendimensionen und Qualitäten entsprechend, ihrer hauptsächlichen Verwendung nicht gleichzeitig Schwankungen unterworfen sein werden, doch dürfte diesem Umstand bei einer sich auf mehrere Jahre beziehenden Untersuchung der Preisentwicklung von keinem Belang sein.

Auf Nachfrage und Preis von Sägewaren bestimmter Sorten und Dimensionen kann ferner auch eine eventuelle Entwicklung der Technik einen gewissen Einfluss ausüben. Wird eine Sägewarenart zu einem ganz bestimmten Zweck verwendet und wird der Verbrauch derselben durch die Verwendung irgend eines anderen Materials ausgeschaltet, so ist es möglich dass Verbrauch und Nachfrage des betreffenden Sortiments sich in so hohem Grade vermindern werden, dass sein Preis fällt. Ein Beispiel für einen Fall dieser Art haben wir in der neuerdings eingeführten Verwendung von Säcken aus Kraftpapier anstelle von Zementfässern und den hierdurch bedingten relativen Preisfall der Fassdauben. Es ist dies jedoch ein ganz spezieller Fall, da die betreffende Nachfrageabnahme sich auf ein Kleinschnittwarensortiment bezieht, das sich kaum durch ein anderes Kleinschnittwarensortiment ersetzen lassen dürfte. Aus den Schwarten, aus denen die Fassdauben vorzugsweise angefertigt wurden, lassen sich jedoch Kienspäne, teilweise auch Besenstiele sägen, sodass das Daubenangebot in einem, der zurückgegangenen Nachfrage nach Dauben entsprechenden Umfang vermindert werden kann. Eine Entwicklung in dieser Richtung ist auch schon im Gang, doch schreitet sie nur sehr langsam vorwärts. Eine Veränderung in der Nachfrage nach anderen Kleinschnittsortimenten dürfte schwerlich einen dauernden Einfluss auf die Preise der Kleinschnittware ausüben, weil beinahe alle Kleinschnittsortimente im grossen Ganzen genom-

men, alternativ durch die Sägung von anderer Ware ersetzbar ist. — Nachfrage und Preis der Grossschnittwarendimensionen können ebenfalls grossen Schwankungen unterworfen sein im Falle, dass die Verwendung derselben zu bestimmten Zwecken durch die Verwendung eines anderen Materials in Frage gestellt wird. Als Beispiel hierfür mag bloss erwähnt sein, dass der relative Anteil des in Amerika in den J. 1912—28 durchschnittlich zu Bauten verwendeten Holzmaterials infolge seiner Ersetzung durch anderes Baumaterial bis zum J. 1933 um die Hälfte gesunken war. Der Holzverbrauch der Industrie und der Eisenbahnen ist dagegen ein und derselbe verblieben (A National Plan for American Forestry 1933). Je nach der Art der zu diesem oder jenem Zweck verwendeten Sägeware wird auch immer die diesbezügliche Nachfrage auf Grund des obengesagten merkbaren Schwankungen unterliegen. Die Wirkung die eine solche Ungleichmässigkeit der Nachfrage auf die resp. Preise haben kann, wird jedoch in hohem Grade durch den Tatbestand ausgeglichen dass sämtliche Grosschnittwarendimensionen in der Regel zu den allerverschiedensten Zwecken verwendet werden können, sodass eine verminderte Nachfrage zu einem gewissen Zweck sich immer nur auf einen Teil der Produktion beziehen wird. Verschlechtern sich Nachfrage und Preis einer bestimmtenn, Dimensio so wird, wie schon angedeutet, die Herstellung dieser Dimension eingeschränkt und anstelle derselben werden naheliegende Dimensionen gesägt die auf sicheren Absatz rechnen können. Nur dann wenn die veränderte Nachfrage auf die Qualität einer gewissen Ware gerichtet ist, wird sich die Produktion nicht in einer der Nachfrage entsprechenden Weise regulieren lassen. Einen Fall dieser Art haben wir u. a. in der zwischen der Nachfrage der u/s- und der V-Ware bestehenden Relation. Bei der Herstellung einer, der Nachfrage entsprechenden Menge u/s-Ware z. B. entsteht je nach der Qualität des Rohmaterials zwangsläufig auch immer eine bestimmte Menge V-Ware, unabhängig davon ob letztere gewünscht ist oder nicht. Das Verhältnis zwischen der Nachfrage nach u/s- und V-Ware ist auf den Absatzmärkten immer ein sehr variables, da die auf die V-Ware angewiesene Industrie Konjunkturschwankungen gegenüber sehr viel empfindlicher ist als die u/s-Ware benötigende Industrie. Infolgedessen sind denn auch die vom, zwischen Nachfrage und Angebot bestehenden Verhältnis abhängigen Preise der u/s- und der V-Ware zumeist recht schwankend. Da diese Schwankungen jedoch immer mit der Qualität und nicht mit der Grösse der Blöcke zusammenhängen, fallen dieselben ausserhalb des Rahmens dieser Untersuchung.

Weil die Verwendung der verschiedenen Sägedimensionen in den einzelnen Kaufländern im allgemeinen eine recht konstante ist und sich Veränderungen in dieser Beziehung zumeist nur langsam geltend machen (Brommels 1931—34, Jussila 1936) wird auch die Nachfrage nach Sägewaren inbezug auf die dimensionale Verteilung von letzteren von Jahr zu Jahr durchschnittlich eine und dieselbe verbleiben.

Auf Grund des obengesagten darf angenommen werden dass weder die im Sägewareangebot noch in der Sägewarenachfrage auftretenden Schwankungen einen dauernden Einfluss auf die relative Preislage der verschiedenen Sägewaredimensionen haben.

Die Untersuchungen des Verfassers über die Preisverhältnisse unsortierter Sägewaren haben denn auch dargelegt, dass die Preisverhältnisse für die Sägeware stets ein und derselben Norm zustreben und dass, sofern Abweichungen

von den durchschnittlichen Preisverhältnissen vorkommen, die Preise nach Verschwinden der diese Abweichungen bedingenden Faktoren, sofort wieder einem statischen Gleichgewicht zustreben (Vuoristo 1935 a und b).

In vorliegender Untersuchung wird die Frage der Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Verkaufspreis des Sägeergebnisses als statisches Phänomen untersucht, wo beiden das Gleichgewicht beeinträchtigenden dynamischen Erscheinungen immer nur insoweit Beachtung geschenkt wird, als dies für den Beweis der Existenz einer dem Gleichgewicht zustrebenden Tendenz der Preisverhältnisse notwendig ist.

Da die vorliegende Untersuchung einen Teil jener Untersuchung bildet, die sich mit den, den Sägeblockdimensionen entsprechenden Wertverhältnissen beschäftigt, werden die benutzten Untersuchungsmethoden unter dem Gesichtswinkel des Untersuchungsproblems in dessen Gesamtheit geprüft. Bei der Untersuchung des Wertverhältnisproblems als statisches Phänomen kann man sich hauptsächlich zweier von einander ganz verschiedener Untersuchungsmethoden, der »vertikalen» und der »horizontalen» Methode bedienen. Bei der vertikalen Untersuchungsmethode werden die Wertverhältnisse der Blöcke als Gesamtergebnis aller jener Faktoren betrachtet, die zurzeit der Untersuchung wirksam sind: die Resultate werden also die, den während der Untersuchung herrschenden Bedingungen entsprechenden Wertverhältnisse der Blöcke angeben. Bei der horizontalen Untersuchungsmethode wiederum wird ein jeder, die Wertverhältnisse der Blöcke beieinflussende Faktor immer im Verlauf eines längeren Zeitabschnitts untersucht und die Bestimmung eines eventuellen statischen Durchschnittswert für jeden Wertfaktor angestrebt. Nachdem sämtliche Faktoren je für sich gesondert untersucht sind, werden die Wertverhältnisse der Blöcke als Zusammenfassung der Einzeluntersuchungen berechnet.

Die wenigen Forscher, die die sich auf die Dimension beziehenden Wertverhältnisse der Blöcke bisher untersuchten, haben insgesamt die vertikale Untersuchungsmethode benutzt. So die schwedischen Forscher Eneroth (1914), Welander (1916) und Kinnman (1922), die bei ihren Untersuchungen sämtliche, den Wert der Blöcke beeinflussenden Faktoren gemäss den zurzeit der Untersuchung herrschenden Bedingungen bestimmten, ohne in Erwägung zu ziehen, welchen Schwankungen ein jeder dieser Wertfaktoren bei Berücksichtigung eines längeren Zeitraums eventuell unterworfen sein könnte. Auch die beiden Amerikaner Garver und Miller (1933) haben das vertikale Verfahren benutzt. Sie berechneten den Verkaufspreis des Sägeergebnisses auf der Basis einer einjährigen Statistik, die übrigen Wertfaktoren an der Hand von einigen wenigen, während der Untersuchung gemachten Stichproben. Andere, sich auf die Bestimmung der Wertverhältnisse richtende Untersuchungen sind vorläufig nicht gemacht worden.

Wegen der vielen Nachteile der vertikalen Untersuchungsmethode ist bei der Ausführung der vorliegenden Untersuchung das horizontale Verfahren vorgezogen worden. Ein jeder Faktor, der den, sich auf die Grösse beziehenden Wert der Sägeblöcke beeinflusst, wird gesondert für sich untersucht und ermittelt, ob abgesehen von durch zufällige Momente bedingten Abweichungen, diese Faktoren vielleicht doch ein bestimmtes, von der Sägeblockgrösse ab-

hängendes, gegenseitiges durchschnittliches Verhältnis oder die Tendenz zu einem solchen, haben. Nachdem die Abhängigkeit eines jeden Faktors vom Zopfdurchmesser in dieser Weise festgestellt worden ist, wird auf Grund des erhaltenen Resultats die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf die Wertverhältnisse der Sägeblöcke bestimmt. Bei Verwendung der horizontalen Methode muss darauf geachtet werden, dass bei einer Untersuchung der Einwirkung der Blockgrösse auf einen bestimmten Wertfaktor im Verlauf einer längeren Zeitspanne, eine sich auf den faktischen Preis gründende Kontrolle infolge der absoluten Preisfluktuationen ausgeschlossen sein wird; man wird sich hierbei vielmehr an die zu verschiedenen Zeitpunkten gültigen relativen Preise halten müssen. Die Verwendung von relativen Preisen gestattet die Untersuchungen zeitlich beliebig weit nach rückwärts auszudehnen, ein Umstand, der unzweifelhaft in wertvollster Weise das seinige zur Feststellung eines eventuellen statischen Gleichgewichts und dieses beeinflussender dynamischer Phänomene beigetragen hat. Die Verwendung von relativen Preisen hat jedoch auch ihre Schattenseiten. Bei einer Bestimmung der Wertverhältnisse der Sägeblöcke muss man nämlich auf die Verwertung paralleler Teiluntersuchungen verzichten und statt dessen zur Herleitung eines für einen bestimmten Zeitpunkt geltenden Schlussergebnisses die absolute Grösse der Wertfaktoren kennen müssen. Dieser Umstand wird indessen auf die Verwendbarkeit des Untersuchungsergebnisses keinen nachteiligen Einfluss haben, da in einem beliebigen Zeitpunkt immer auch zugleich das durchschnittliche Verhältnis der Wertfaktoren bekannt sein wird, sodass die betreffende Bestimmung ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann. Handelt es sich darum, die Wertverhältnisse der Sägeblöcke für einen bestimmten Zeitabschnitt, vielleicht sogar für zukünftige Zeiten zu bestimmen, so muss man hierzu das durchschnittliche Verhältnis der Wertfaktoren während eines längeren Zeitabschnittes oder den eventuell berechneten wahrscheinlichen Mittelwert der Wertverhältnisse zur Hilfe nehmen. Die horizontale Methode besitzt somit den grossen Vorzug, dass die sich mit ihrer Hilfe ergebenden Resultate auch bei einer Bestimmung zukünftiger Sägeblockwertverhältnisse verwerten lassen, wohingegen die mit der vertikalen Methode erzielten Ergebnisse sich immer nur dann hierzu eignen werden, wenn eine grosse Anzahl zu verschiedenen Zeiten gemachter Untersuchungen zur Verfügung stehen, die die Feststellung des wahrscheinlichen Mittelwertes gestatten.

Da es nun also zwecks Bestimmung des faktischen Preises verschieden grosser Hölzer augenblicklich einerseits von grösstem Gewicht ist, die der Sägeblockgrösse entsprechenden Wertverhältnisse genau zu kennen und diese Kenntnis andererseits ebenfalls für die zukünftig zu befolgenden forstwirtschaftlichen Richtlinien von grossem Nutzen sein kann, ist es klar dass dieselbe sich besser als die vertikale Methode zur Ermittelung der Wertverhältnisse der Sägeblöcke eignet.

Da die horizontale Methode von der Voraussetzung ausgeht, dass bei der Preisbestimmung relative und nicht absolute Preise benutzt werden, so wird es zwecks Feststellung der erstgenannten notwendig sein, eine geeignete Vergleichsbasis zu wählen. In vorliegender Untersuchung ist als Vergleichsbasis für unsortierte Kiefernsägewaren der Preis für 2 ½″ × 7″-Ware genommen. Für die Wahl dieses Formates sprachen verschiedene Gründe. Unter den Sägewarendimensionen der nordischen Länder wird 2 ½″ × 7″ als eine Normalgrösse betrachtet, mit deren Preise die Preise der übrigen Dimensionen in der

Praxis verglichen werden. In allen Preisangaben wird deshalb immer der Preis dieser Grösse angegeben. Vom Standpunkt der Verwendbarkeit der Untersuchungsresultate wird es sich also empfehlen, bei einem Preisvergleich von einem ein für alle mal als bekannt vorausgesetzten Sägewarenpreis auszugehen. Vom sägetechnischen Standpunkt aus würde sich allerdings eine etwas kleinere Dimension besser zur Vergleichsbasis eignen, da 2 ½″ × 7″ bei der sich schon heute bemerkbar machenden Reduktion der Sägeblockgrösse, eine recht grobe Dimension vertritt. Um diese Dimension bei dem gewöhnlichen Herzschnitt zu erhalten, bedarf es eines 9″-Blockes und Blöcke dieser oder noch grösserer Dimensionen gibt es heutzutage kaum noch zu einem Viertel des Gesamtbestandes. Infolgedessen würden sich also z. B. 2″ × 6″, m. a. W. Blöcke die den gegenwärtig in der finnischen Sägeindustrie verbrauchten Stämmen entsprechen, und die sich auch inbezug auf ihre Massverhältnisse der bei der Sägeproduktion im Durchschnitt vorkommenden Dimensionen nähern, besser zur Vergleichsbasis eignen. Der schwedische Forscher K i n n m a n hat denn auch bei seinen Untersuchungen immer die 6″-Breite als Vergleichsbasis angenommen. Weil nun aber in älteren Untersuchungen überall die Vergleichsbasis 2 ½″ × 7″ benutzt worden ist, wurde dieselbe auch in der vorliegenden Untersuchung beibehalten.

Um die relativen Preise der Fichtensägeware zu bestimmen, wurde der Preis für 7″ breite unsortierte Fichtensägeware gewählt. Der Preis für Fischtensägeware von bestimmter Breite richtet sich nämlich nicht nach der Dicke der Ware (V u o r i s t o 1935 b) und wird man in den Preisverzeichnissen für dieselbe immer nur die Breite derselben und als Grundnorm 7″ angegeben finden. Im Hinblick auf den Zopfdurchmesser der heute verarbeiteten Blöcke würde es sich auch in diesem Falle empfehlen, die Grundnorm um einen Zoll schmäler zu wählen.

III. Das Untersuchungsmaterial und seine Behandlung.

Die Verteilung von Dimension und Qualität des Sägeergebnisses werden auf Grund des sägetechnischen Materials untersucht.

Hierbei kommen zwei verschiedene Gruppen in Betracht: 1) sich aus drei (A, B u. C) Probeschnitten ergebendes und 2) sich auf drei (I, II u. III) Sägestatistiken gründendes Material. Die Preise stammen aus dem Archiv der Finnischen Sägewerkbesitzervereinigung, woselbst etwa $^2/_3$ des Gesamtsägeergebnisses des Landes nebst den dafür erhaltenen Preisen registriert werden und beziehen sie sich durchweg auf fob-Preise in Pfund pro Standard, wobei diese in Pfunde und Hundertsteln angegeben sind.

Probeeinschnitt A wurde mit einem einfachen Gatter ausgeführt, wodurch eine Vermengung mit anderen Sägewaren vermieden wurde. Der Zopfdurchmesser eines jeden Blockes wurde am Blockvorderende mit einer Genauigkeit von ¼″ gemessen und als Mass des Zopfdurchmessers die dem Messresultat zunächst befindliche ganze Zollzahl annotiert. Die Blocklänge ist in ganzen englischen Fuss angegeben und nach Zopfdurchmesser und Länge kubiert. Die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf die dimensionale Verteilung des Sägeergebnisses musste immer für jede Zopfdurchmesserklasse gesondert untersucht werden, da der Zopfdurchmesser der Blöcke, trotzdem die Abholzung der Baumstämme nach einem ganz bestimmten Mass geschah, infolge des ungleichen Querschnittes der Baumindividuen doch immer ein nur recht unsicherer

war. Die während einer Halbschicht gesägte Ware wurde bei Berücksichtigung ihrer Dimension und Länge immer gesondert für sich gemessen. Alle Grossschnittware konnte in der Säge nicht endgültig justiert werden. Als Länge wurde immer die Länge angegeben, die die Ware als justiert gehabt hätte. Sämtliche Sägewarensortimente sind gesondert gemessen. Die sich aus dem Probeschnitt ergebenen Resultate stützen sich auf die jeweils aus der Halbschicht erhaltenen Mittelwerte.

Probeeinschnitt B wurde mit einem dreiblättrigen Gatter gemacht. Hier wurde der Zopfdurchmesser der Blöcke nicht gemessen sondern die, zusammen mit der beim Sägen vorgenommenen Sortierung der Blöcke gemessen, nach unten zu abgerundete Zopfdurchmesserzahl als Zopfdurchmesser angenommen. Die Blöcke wurden sorgfältig in Klassen von $\frac{1}{2}''$ sortiert. Das Sägeergebnis aus jeder Sägeschicht wurde halbschichtweise gemessen und als Zopfdurchmesser der Blöcke der nach Kubikmass gewogene Mittelzopfdurchmesser sämtlicher während einer Halbschicht gesägten Blöcke angenommen. Einen gewissen Einfluss auf das Ergebnis dürfte dem Umstand zugeschrieben werden, dass in jeder Halbschicht immer Blöcke verschiedener Zollklassen gesägt wurden, und dass der Schalbrettprozent als eine Funktion des Mittelzopfdurchmessers aufgefasst wurde; dieser Einfluss konnte jedoch durch die gleichzeitig gesägten Blöcke aus anliegenden Zollklassen eliminiert werden.

Die Probeeinschnitte C wurden in der Praxis gemacht und bezwecken sie die Ermittelung der durch ganz bestimmte Einstellungen aus verschiedenen Zopfdurchmesserblöcken erhaltenen dimensionalen Verteilung des Sägeergebnisses. Ausser den Resultaten aus den vom Verfasser persönlich gemachten Probeeinschnitten wurden die Ergebnisse der von drei anderen Personen gemachten Probeeinschnitte benutzt.

Auf Grund des reichhaltigen, aus den Probeeinschnitten erhaltenen Materials und der Benutzung verschiedener Einstellungen ist es möglich, die vom Zopfdurchmesser abhängige Breitenverteilung der Blöcke festzustellen.

Auf der Karte S. 27 sind unter I—V die Gebiete angegeben, deren Sägewarenproduktion den in der Untersuchung enthaltenen Verladungen entsprechen. Man bemerkt dass zwei Gebiete, das von Süd-Österbotten und das Küstengebiet von Süd-West-Finnland aus der Untersuchung ausgeschlossen sind; dies geschah weil die Produktion der in diesen beiden Gebieten befindlichen Sägewerke nicht mit der Sägung der Exportsägewerke verglichen werden kann.

Ihren Dimensionen gemäss wird die Sägeware in zwei Hauptgruppen: in Grosschnitt- und in Kleinschnittware eingeteilt. Erstere ist mindestens $^5/_8'' \times 3''$ und über 9 engl. Fuss lang; letztere ist entweder inbezug auf Länge oder Zopfdurchmesser kleiner als die Grossschnittware.

Die Grosschnittware verteilt sich ihrer verschiedenen Qualität nach auf folgende Gruppen: Unsortierte Ware (Klasse I—V), V-Ware (Klasse V) und Ausschussware und Schalbretter (Klasse VI). Inbezug auf ihre Dimensionen zerfällt die Grosschnittware in folgende Gruppen: 1. Planken, mindestens $9'' \times 2''$. Battens, mindestens $6'' \times 2''$. 3. Scantling, schmäler als $6''$, mindestens $2''$ dick. 4. Bretter, $6''$ oder breiter, unter $2''$ dick. 5. Planchetten, $6'' \times 2''$.

Die wichtigsten Kleinschnittwaren sind: 1. Fassdauben und Kistenbretter im allgemeinen $^5/_8''$ oder weniger dick, $2''$ oder breitere Bretter, die gewöhnlich etwas über 1 m lang sind. 2. Latten, schmäler als $3''$, $1''$ dick oder dünner.

beliebig lang. 3. Schindeln $^3/_{16}''$ oder $^1/_4''$ dick, 1″ dick, 4 ½—2 ½ Fuss lang. 4. Besenstiele, 1″ × 1″ oder 1 ¼″ × 1 ¼″. Die Minimilänge schwankt zwischen 0.70—1.00 m. Alle hier genannten Waren kommen prima und sekunda vor. 5. Kürzungsenden, Querschnitt beliebig, Minimilänge 1, letzthin 1 ½ Fuss.

Die Grosschnittware ist wie schon gesagt wurde, 9 Fuss oder darüber lang, ein Teil derselben darf auch nur 6—8 Fuss lang sein, bedingt jedoch $^2/_3$ des Grosschnittwarenpreises.

IV. Untersuchungsergebnisse.

A. Einwirkung des Zopfdurchmessers der Blöcke auf die dimensionale und qualitative Verteilung des Sägeergebnisses.

1. *Verteilung des Sägeergebnisses auf die einzelnen Sägewarengruppen.*

Das Sägeergebnis wird in folgende Gruppen eingeteilt: 1) in unsortierte (u/s), in V- und in Ausschussware (Grosschnittware); 2) in Schalbretter; 3) in Kleinschnittware. Die zu Gruppe 1 gehörenden Waren weichen inbezug auf ihre Qualität und ihren Preis recht beträchtlich von einander ab; da diese Differenzen jedoch nichts mit der Dimension der betreffenden Blöcke zu tun haben, ist die Ware von sägetechnischem Standpunkt aus gleichwertig. Die relative Dimension der zu Gruppe 2 gehörenden Schalbretter wird wegen ihrer Wahnkantigkeit immer von der Blockdimension abhängen und ist deswegen gesondert für sich behandelt worden. Gruppe 3 enthält die Kleinschnittware die eine selbständige Gruppe darstellt da die mit ihrer Herstellung verknüpften Unkosten die Kosten der Grosschnittware ansehnlich übersteigen.

Zuerst wird die Kleinschnittware untersucht. Die auf S. 39 befindliche Aufstellung gibt die Menge der Kleinschnittware an, die etwa 7, 7.8—9.7 % der Gesamtproduktion aller Sägewaren ausmacht. Die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Prozentanteil der Kleinschnittware an der Gesamtproduktion der Sägewaren (gemäss Sägestatistik I) geht aus der Korrelationstabelle 2 hervor, nach welcher man folgende Gleichung für die erste Regressionsgerade erhält: 1) $y = -0.262$, $x = 8.80$ wo y = der in Prozenten berechnete Anteil der Kleinschnittware am Gesamtergebnis und x der Zopfdurchmesser in Zoll ausgedrückt ist. Korrelationstabelle 3 lässt die in Prozenten berechnete Menge der Kleinschnittware beim Sägen von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers (nach Probeeinschnitt A) erkennen und erhält man hierbei als Gleichung für die erste Regressionsgerade 2) $y = -0.235$, $x = 7.45$. Nach der 3.6 Mill. Blöcke umfassenden Statistik ist die durchschnittliche Länge der Blöcke in Finnland 17.53 Fuss und einer mittleren Dimension von 5.07 Kubikfuss der in den J. 1930—35 gesägten Blöcke entspricht ein Zopfdurchmesser von 7.3″. Der Industriestatistik gemäss wurde in den J. 1929—34 als durchschnittlicher %-Anteil der Kleinschnittware vom Gesamtsägeergebnis der Mittelwert 8.6 % angenommen. Hieraus ergibt sich für die relative Kleinschnittwarenmenge die Formel 3) $y = -0.249$, $x = 10.42$. Dieser Gleichung zufolge würden sich also als %-Anteil der Kleinschnittwarenmenge vom Gesamtergebnis der Sägeware bei einer Sägung von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers folgende Werte ergeben:

Durchschnitt des Zopfdurchmessers.....	5—6″	6—7″	7—8″	8—9″	9—10″	10—11″	11—12″
Kleinschnittware in%	9.1	8.8	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6

Aus Korrelationstabelle 5 geht hervor, dass die Menge der Schalbretter, die in Aufstellung 4 zusammen mit der Ausschussware in % der Gesamtproduktion der Sägeware verzeichnet ist, bei grösserem Blockzopfdurchmesser stark abnimmt. In der sich auf die Gesamtmenge von 31 200 std beziehenden Korrelationstabelle 6 ist als Beobachtungseinheit die Anzahl der Rechenschaftsperioden der Sägewerke genommen und entspricht eine jede Beobachtung dem Mittelwert von etwa 187 std gesägter Ware. In Korrelationstabelle 7 ist die Beobachtungseinheit durch die Anzahl der Arbeitsschichten ausgedrückt die sich im Material auf 334 belaufen. Die pro Schicht verarbeitete Sägeware ist für die Grosschnittware durchschnittlich 20.3 std, was für das gesamte Material also 6 780 std ausmacht. Auf der Basis von diesem Material ist dann in Aufstellung 8 eine Zusammenfassung der aus dem Gesamtergebnis berechneten Schalbretter-% gegeben, wo als % für die Kleinschnittware die auf S. 43 gegebenen %-Zahlen genommen wurden. Die Mittelwertreihe gibt die ungewogenen Mittelwerte der %-Reihen an.

Aufstellung 9 zeigt die Verteilung des Sägeergebnisses auf die einzelnen Sägewarengruppen.

2. *Einwirkung des Zopfdurchmessers der Blöcke auf die dimensionale Verteilung der Grosschnittsägeware unter Ausschluss der Schalbretter.*

Die Dimensionen der nordischen Sägewaren wechseln zwischen 4″ × 11 und $^5/_8$″ × 3″. Je grösser die Dimension der gesägten Ware ist umso geringer werden Rohmaterialverbrauch, Verarbeitungsunkosten und V-% sein. Aufstellung 10 und 11 zeigen auf Grund der Exportstatistik wie grosse Mengen verschieden dicker Ware jeweils pro Jahr ins Ausland ausgeführt worden sind. Aufstellung 12 und 13 geben nach der genannten Statistik die Breiteverteilung der Exportsägeware an. Als Beleg für die Stabilität der dimensionalen Verteilung der Sägeware sind in Aufstellung 14 und 15 die mittleren Dicken der verschiedenen Sägewarebreiten in den J. 1930—34 verzeichnet.

Blöcke einer bestimmten Zollklasse werden mit verschiedenen Einstellungen gesägt, die im allgemeinen jedoch nicht allzusehr von einander abweichen. Die Probeeinschnitte, die der vorliegenden Untersuchung zu Grunde liegen, umfassen das während der ganzen Sägeperiode gesägte Material und entspricht der arithmetische Wert der Breiteverteilungsreihen aller Halbschichten, in denen Blöcke einer bestimmten Zollklasse gesägt worden sind, den faktischen mit verschiedenen Einstellungen gewogenen Breiteverteilungsreihen des Sägeergebnisses. Aufstellung 16 zeigt die sich aus Probeeinschnitt A ergebene Verteilung der Grosschnittware, unter Ausschluss der Schalbretter, auf die verschieden Breiteklassen.

In Aufstellung 17 und 18 wird die Verteilung der Sägeware nach den für Probeeinschnitt A gemachten Aufstellungen untersucht. Bei einem Vergleich der in Aufstellung 18 enthaltenen %-Zahlen bemerkt man, dass die in vorliegender Untersuchung nach Probeeinschnitt A erhaltenen Zahlen von den, auf Grund der in der Praxis ausgeführten Probeeinschnitt C erhaltenen Zahlen, immer nur relativ wenig abweichen. Die in der Breite des Sägeergeb-

nisses der 5″-Blöcke zutage tretende Differenz beruht darauf, dass in Probeeinschnitt A die schmälste Kantenbreite 4″ und nicht wie sonst im allgemeinen 3″ gewesen ist. Der verhältnissmässige grosse Überschuss an 6″ und 7″-Breiten beim Sägen von 8″ Blöcken in Probeschnitt A, beruht allem Anschein nach auf der Herstellung von 6 ½″ breiter Hobelware, die für Afrika bestimmt war. Die in Aufstellung 19 enthaltenen Zahlenreihen, welche die mittlere Breite des Sägeergebnisses nach den beiden Probeeinschnitten angeben, sind praktisch genommen identisch, bestätigen somit die Übereinstimmung der in dieser und jener Weise erhaltenen Breitenwertverteilungsreihen des Sägeergebnisses. Der die Differenz in der Mittelbreite des Sägeergebnisses der 5″-Blöcke bedingende Faktor ist bereits weiter oben auseinandergesetzt worden.

Die in Aufstellung 20 verzeichneten mittleren Breiten gründen sich auf aus den beiden erwähnten Probeeinschnitten erhaltene Resultate und auf die Sägestatistik gewisser Sägewerke. Auch hier herrscht eine schöne Analogie in den Zahlenreihen die die Übereinstimmung der Breitenverteilung bestätigt. Bei der Feststellung des Endergebnisses der Untersuchung wurde zur Darstellung der Breiteverteilung des Sägeergebnisses der ungewogene Mittelwert der aus den Probeeinschnitten A und C erhaltenen Zahlenreihen verwertet. Diese Mittelwerte befinden sich in der Mittelwertkolumne (M) von Aufstellung 18.

3. *Die Verteilung des Sägeergebnisses auf die einzelnen Sägewarengruppen und auf die verschiedenen Breiten der Grosschnittware.*

Aufstellung 21 liegen die auf S. 43 angegebenen %-Zahlen und die Aufstellungen 8 und 18 zugrunde. Die in % angegebene relative Menge der Kleinschnittware und der Schalbretter konnten unverändert als solche benutzt werden. Die dem Gesamtsägeergebnis entsprechenden Prozente wurden erhalten indem die Prozente aus Aufstellung 18 zuerst mit den, den Anteil der betreffenden Sägewarengruppe vom Gesamtergebnis ausdrückenden %-Zahlen aus Aufstellung 9 multipliziert und dann mit 100 dividiert wurden.

4. *Die Verteilung der übrigen Grosschnittware, mit Ausschluss der Schalbretter, auf unsortierte, V- und Ausschussware.*

Um sich eine richtige Vorstellung von der Verteilung der Grosschnittware auf die einzelnen Hauptqualitätsklassen bilden zu können, werden die Ziffern der Industriestatistiken zur Hilfe genommen. Die in letzteren befolgte Gruppierung der Sägeware ist jedoch eine etwas andere als die hier von uns benutzte Einteilung. Die eigentliche Ausschussware und die Schalbretter werden nämlich in der Industriestatistik immer zu ein und derselben Gruppe gerechnet, die gemeinsam mit »Ausschussware» bezeichnet wird. Deshalb werden in Aufstellung 22 nur die relativen Mengen der unsortierten und der V-Ware an der Hand dieser Statistiken, im Vergleich mit einander untersucht. Aus Aufstellung 22 geht hervor, dass der relative Anteil der V-Ware im Verlauf des im Frage stehenden Zeitabschnitts sehr viel grösser geworden ist. Es ist dies kein zufälliges Phänomen, denn die Qualität der finnischen Sägeware ist entschieden im Sinken, während andererseits an die Sortierung immer grössere Ansprüche gestellt werden. Eine sich auf die Industriestatistik grün-

dende Feststellung der Menge der Ausschussware ist nicht gut möglich, wohl auch kaum absolut notwendig, da die Menge der eigentlichen Ausschussware immer eine relativ nur geringe ist; nach den Sägestatistiken zu urteilen beträgt sie nicht mehr als 1 % der u/s- und der V-Ware zusammen. In vorliegender Untersuchung wurde 1 ½ % als relativer Anteil der eigentlichen Ausschussware an der Gesamtmenge der u/s- und V-Ware angenommen.

Aufstellung 23 enthält die Statistiken über die Sägeergebnisse von 10 repräsentativen Abladern in verschiedenen Gegenden von Finnland, die zusammen etwa 30 % des Gesamtergebnisses der Sägeware im Ablauf des fraglichen Zeitabschnittes insichschliessen. Bei der Untersuchung der Entwicklung der relativen Menge der V-Ware wurde immer nur die Breite der Sägeware berücksichtigt, erstens weil die mittleren Dicken verschieden breiter Ware überall in Finnland, also auch bei den hier in Frage stehenden Abladern, im grossen Ganzen einander gleich sind, dann aber auch, weil die Breite der Grossschnittware bei der Bestimmung des Sägeergebnispreises in vorliegender Untersuchung als das Hauptargument betrachtet worden ist. Wegen der verschiedenen Qualität der Kiefern- und Fichtenstämme und der verschiedenen Sortierung der aus letzteren gewonnenen Ware werden in Aufstellung 23 und 26 beide gesondert für sich behandelt. Bei einem Vergleich der in Aufstellung 23 verzeichneten V-ware mit den auf Grund der Industriestatistiken berechneten V-% zeigt es sich, dass erstere bedeutend höher als letztere ist. Dies beruht darauf dass in den Industriestatistiken stets auch alle kleinen Sägewerke miteinbezogen sind, die im Vergleich mit den grossen und mittelgrossen Exportsägewerken immer eine viel schwächere Sortierung haben. Aufstellung 24 enthält die V-% der verschieden breiten Kiefernsägeware berechnet auf Grund des im J. 1924 von 16 Abladern gelieferten Materials, das etwa 50 % der gesamten in Finnland gesägten Warenmenge ausmacht. Die Prozentreihen in Aufstellung 24, S. 72 sind in Fig. 25 graphisch dargestellt.

Zwecks Bestimmung des Schlussergebnisses der Untersuchung wird der durchschnittliche V-% der Kiefernsägeware derart berechnet, dass die Mittelwerte der V-% der aus den genannten südfinnischen Wassergebieten stammenden verschiedenen Sägewarebreiten mit den auf S. 55 angegebenen, die relative Verteilung der Kiefernsägeware auf verschieden breite Ware aufzeigenden %-Zahlen gewogen werden. Der sich hierbei ergebende durchschnittliche V-% für Kiefernsägeware ist 33.3.

Die relative Verteilung des V-% bei der Fichtensägeware ist aus Aufstellung 26 und 27 und aus der graphischen Darstellung Abb. 28 ersichtlich. Der durchschnittliche V-% der Fichtensägeware wird durch Berechnung des gewogenen Mittelwerts für den V-% der aus den südfinnischen Gebieten stammenden verschieden breiten V-Ware und bei Benutzung der Produktionsmenge der einzelnen Breiten als gewogener Wert erhalten. Der so berechnete V-% der Fichtensägeware ist 11.0.

B. Preisverhältnisse der verschiedenen Sägewarengruppen, -dimensionen und -qualitäten.

Die Sortierungsvorschriften für die nordischen Sägeware lassen den sich in ihrer Sägeware geltend machenden Übelständen einen umso freieren Spielraum je dicker die Sägeware ist und wird der Rohmaterialverbrauch bei der Sägung immer umso grösser sein, je dünner die gesägte Ware ist. In-

folgedessen wird auch der Preis immer ein höherer sein, je dünner die Ware ist. Bei der Kiefernsägeware ist dieser Unterschied, besonders was die breitere Ware anbetrifft, ein recht auffallender, wohingegen der Preis der Fichtensägeware im grossen Ganzen von der Dicke der Ware unabhängig ist. Im folgenden werden die relativen Preise der verschiedenen Dimensionen und Qualitäten näher untersucht.

1. *Preisverhältnisse der verschiedenen unsortierten Kiefernsägewarendimensionen.*

Da der Verfasser bereits früher eine Spezialuntersuchung über die Preisverhältnisse der verschiedenen u/s-Kiefernsägewarendimensionen publiziert hat (V u o r i s t o 1935 b), wird es sich an dieser Stelle erübrigen, nochmals auf diese Frage einzugehen und soll zur Feststellung des Verkaufspreises des Sägeergebnisses für Kiefernware auf die in der betreffenden Untersuchung angegebenen Resultate verwiesen werden, die in dem der Arbeit angeschlossenen deutschen Referat enthalten sind. Hinsichtlich der hier vorliegenden Untersuchung muss als ein wichtiger Umstand hervorgehoben werden, dass die Preisverhältnisse der verschiedenen Dimensionen während der Untersuchungszeit nicht die Tendenz haben sich in dieser oder jener Richtung zu verändern, sondern haben sie vielmehr im Durchschnitt ein stabiles Verhältnis zu einander.

Entscheidend für den Preis der Kiefernsägeware ist vor allen Dingen ihre Breite, aber auch ihre Dicke wirkt bis zu einem gewissen Grade auf den Preis der Ware ein und zwar so, dass dünne Ware immer einen höheren Preis bedingt als dickere Ware. Die Dicke der Ware spielt nur insofern eine Rolle als sich auf Grund derselben zwei Hauptgruppen unterscheiden lassen, in denen die Breite allein ausschlaggebend für den Preis der Ware sein wird. Die Maximalgrenze für die Dicke der Preisgruppen ist 2″ (siehe hierzu Aufstellung 29). Bei der Bestimmung des relativen Preises des Sägeergebnisses konnten jedoch in vorliegender Untersuchung nicht die in Aufstellung 29 angegebenen Preise verwendet werden, weil man nie sicher wusste, in wie grossen Mengen das Sägeergebnis im Einzelfall dünne bzw. dicke Ware enthielt. Für die Dicke der Sägeware gibt es immer nur eine Maximalgrenze, wogegen die Festsetzung ihrer minimalen Grenzede m Gutdünken des jeweiligen Sägers überlassen bleibt.

Bei der Verwendung der Preisrelationzahlen die sich in der genannten Aufstellung befinden, wurden die Mittelwerte der Relationszahlen erhalten, indem bei Berechnung des Mittelwerts einer bestimmten Breite die Relationszahlen der Planken, Battens und Bretter nach den Standartmengen gewogen wurden, in denen die betreffende Ware nach Angabe der Sägewerkbesitzervereinigung in den Jahre 1930—34 durchschnittlich in Finnland verladen worden war. Die hierbei gewogene Preisrelationszahl gibt somit den durchschnittlichen Mittelpreis einer bestimmten Breite an, unter der stillschweigenden Voraussetzung dass die Dickeverteilung der Sägeware gleich der angegebenen Dicke ist (siehe Aufstellung 30).

2. *Preisverhältnisse der verschiedenen unsortierten Fichtensägewaren.*

Für die Fichtensägeware verweisen wir ebenfalls auf das deutsche Referat einer früheren Arbeit des Verfassers über »Die Preisverhältnisse der verschiedenen Dimensionen der Fichtensägeware (V u o r i s t o 1935 b). Infolge-

dessen ist es auch hier überflüssig nochmals näher auf den betreffenden Gegenstand einzugehen und können die früheren Ergebnisse im folgenden verwendet werden.

Der Preis der u/s-Fichtensägeware richtet sich ausschliesslich nach der Breite der Ware. Bei der Bestimmung der relativen Preise konnten also der Preis der 7″ breiten Ware und die für letztere berechneten Relationszahlen auch bei der Berechnung des Endergebnisses der vorliegenden Untersuchung unmittelbar benutzt werden. Aus Aufstellung 31 ist zu ersehen, dass die Preise der breiten und schmalen Fichtensägeware verhältnismässig niedriger als die Preise der entsprechend breiten Kiefernsägeware sind. Dies beruht darauf, dass die mittleren Breiten der Fichtensägeware stets die grösste Nachfrage haben, weswegen auch ihr Preis im Vergleich zu anderen Breiten ein verhältnismässig hoher ist (Vuoristo 1935 b).

3. *Preise und Preisverteilung der V-Kiefernsägeware im Vergleich zu den Preisen für unsortierte Kiefernsägeware.*

Im vorstehenden wurde untersucht, einen wie grossen %-Anteil die V-Ware an der Gesamtmenge verschieden breiter u/s- und V-Ware hat. Im folgenden sollen die Preisverhältnisse gleich breiter u/s- und V-Ware ermittelt werden. Als Material werden die von einigen Sägewerken in den J. 1925—34 für die genannte Ware erzielten Preise benutzt. Die Sägewerke vertreten jeweils eines jener Wassergebiete die in der Untersuchung des Verfassers über die Preise von unsortierter Sägeware angegeben sind (Vuoristo 1935 a u. b). Um zu bestimmen, wie die Preisverhältnisse der u/s- und der V-Ware in den einzelnen Gegenden von Finnland von einander abweichen, sind die betreffenden Sägewerke immer aus verschiedenen Teilen des Landes gewählt. Die in diesem Material verzeichnete Sägeproduktion der genannten Sägewerke macht etwa 25 % der gesamten Sägeproduktion in Finnland aus. Die in Aufstellung 32 gegebenen Preise sind Mittelpreise für bestimmte Breiten ohne Berücksichtigung der Dicke der betreffenden Ware. Die Preise der V-Kiefernsägeware lassen erkennen, dass letztere ähnlichen Preisfluktuationen unterworfen sind, wie die Preise der u/s-Ware in der genannten Zeitperiode (Aufstellung 29 und 30). Dem in gewissen Jahren erzielten Maximum des Sägewarenpreises kann vom Standpunkt der vorliegenden Untersuchung keine grössere Bedeutung beigemessen werden. Das wichtigste Moment ist das in den einzelnen Jahren zwischen den Preisen der u/s- und der V-Ware bestehende Verhältnis. Vom Standpunkt des Endergebnisses der Untersuchung aus, ist es von grossem Gewicht das zwischen den Preisen der verschieden breiten u/s- und V-Ware bestehende Verhältnis zu kennen.

Zwecks Ermittelung dieses Verhältnisses wurden immer gleich die Preise der verschieden breiten u/s-Ware für die in Frage stehende Zeit und für alle Ablader berechnet, deren V-Preise sich in Aufstellung 32 befinden. Aufstellung 34 beleuchtet das Verhältnis zwischen den Preisen der u/s- und der V-Ware. Aus Aufstellung 35 geht hervor, dass die Mittelwerte der relativen Preise für 9, 8 und 3 Zoll breite Ware die grössten Abweichungen von einander aufweisen. Zu unterst in der Aufstellung befinden sich die mit den relativen Produktionsmengen gewogenen Mittelwerte für die verschiedenen Breiten (S. 55).

Da die Preisverhältnisse der u/s- und der V-Sägeware in ein und demselben Jahre durchschnittlich bei allen Abladern immer die gleichen sind, ist

es möglich, die Entwicklung der Preisverhältnisse dieser Warenqualitäten bei Zugrundelegung der Mittelwerte des Materials, von Jahr zu Jahr zu folgen. Zu diesem Zweck wurden in Aufstellung 36 die Mittelwerte der Preisrelationszahlen sämtlicher Breiten des ganzen Abladermaterials je pro Jahr und gesondert für sich berechnet (Aufstellung 36). Die in der letzten Kolumne der Aufstellung befindlichen Mittelwerte zeigen, dass die Preisverhältnisse der u/s- und der V-Ware in der fraglichen Zeitperiode bedeutenden Schwankungen unterworfen gewesen sind. In Fig. 37 sind die in der Aufstellung enthaltenen Werte graphisch dargestellt.

Im Hinblick auf das Schlussergebnis der vorliegenden Untersuchung muss beachtet werden, ob Grund zu der Annahme vorliegt, dass das Verhältnis zwischen den Preisen der u/s- und der V-Kiefernsägeware sich immer gleich verbleiben wird. Nach den hier dargestellten Untersuchungsergebnissen kann dies mit einiger Sicherheit angenommen werden. Die sich während der Untersuchungsperiode geltend gemachten Konjunktur- und Preisschwankungen haben im allgemeinen keine nennenswerten Fluktuationen in den Preisverhältnissen ein und desselben Jahres zur Folge gehabt. Dagegen sind die durchschnittlichen Preisverhältnisse von einem Jahr zum andern leichten Konjunkturschwankungen ausgesetzt gewesen. Da nun aber nicht einmal eine so bedeutende Konjunkturschwankung wie die der J. 1927—34 — wo in den J. 1927—28 die Konjunktur ihren Gipfelpunkt erreichte um im J. 1934 in die allgemeine weltwirtschaftliche Krisis auszuarten — im relativen Preise der V-Ware einen grösseren Rückgang als etwa 15 % zur Folge gehabt hat, trotzdem die Preise im allgemeinen Konjunkturschwankungen gegenüber sehr empfindlich zu sein pflegen, so scheint der relative Preis der Sägeware bei stetig schwankender Konjunktur offenbar danach zu streben, sich dem Mittelwert der Konjunktur anzupassen. Bei der Berechnung des Schlussergebnisses wird denn auch das Preisverhältnis der u/s- und der V-Ware als konstant und für alle Breiten gleich vorausgesetzt. Als Preis der Ware wird 76.5 % vom Preis der entsprechend breiten u/s-Ware berechnet, ein Verhältnis, das dem für die J. 1925—34 berechneten Mittelwert gut entsprechen dürfte.

4. *Preis und Preisverhältnisse der V-Fichtensägeware im Vergleich zu den Preisen für unsortierte Fichtenware.*

Das zur Bestimmung der Relation — in anloger Weise wie dies im vorstehenden für die Kiefernsägeware geschah — zwischen den Preisen der verschiedenen Fichtensägewaren erforderliche Material stammt aus 5 Sägewerken deren zusammengenommene Sägeproduktion etwa 20 % der Gesamtproduktion von Finnland ausmacht. Jedes dieser Sägewerke vertritt immer eines der auf S. 27 angegebenen Produktionsgebiete. In den Aufstellungen 38 und 39 sind zuerst die absoluten Mittelwerte der V-Fichtensägewaren für die J. 1927—34 angegeben. Das vom Gesichtspunkt des endgültigen Ergebnisses aus wichtige Preisverhältnis zwischen u/s- und V-Ware wird in Aufstellung 40 auseinandergesetzt. Behufs Bestimmung der Preisverhältnisse zwischen der u/s- und der V-Ware werden zuerst die von sämtlichen Abladern erzielten Preise für die u/s-Ware je pro Breite und Jahr berechnet. Nach Feststellung dieser Preise wird ermittelt, wieviel % der Preis der V-Ware vom Preis der entsprechend breiten u/s-Ware ausmacht. Der Vergleich wird immer für jeden Ablader je pro Breite und Jahr ausgeführt. Die in Aufstellung 40 enthaltenen

Relationszahlen legen dar, dass die Preisverhältnisse der u/s- und der V-Ware nur verhältnismässig geringen Schwankungen unterliegen. Nur die Relationszahlen solcher Breiten, die ganz besonders selten gesägt werden, schwanken mitunter in einigen Fällen sehr beträchtlich. Die Zahlen in den genannten Aufstellungen lassen jedenfalls mit gewünschter Deutlichkeit erkennen, dass sich die Preise der einander entsprechenden u/s- und V-Fichtensägewaren immer in einem einigermessen gleichen Verhältnis zu einander stehen. Wie wenig die Preisverhältnisse der verschiedenen Ablader sich faktisch von einander unterscheiden geht aus Aufstellung 41 hervor. Die relativen Preise weichen eigentlich nur in zwei Fällen von einander ab: Der relative Preis für die 3″-Breite ist für die Ablader 4 und 5 überraschend niedrig. Doch dürfte diesem Sachverhalt weiter kein Gewicht beigemessen werden, da von dieser Ware im allgemeinen kaum mehr als 1 % der Gesamtproduktion an Fichtensägeware gesägt wird.

Der Preis der u/s- und in noch höherem Masse der Preis der V-Ware, bleibt somit vollkommen dem Zufall überlassen und wird der relative Preis immer ein nur sehr unsicherer sein.

Der in Aufstellung 42 dargestellte Zeitabschnitt spiegelt die auf dem Holzmarkt herrschende Hoch- und Tiefkonjunkturperioden wieder, bei denen die Preisschwankungen im allgemeinen bis 100 % betrugen. Nichtsdestoweniger sind in den Preislagen der u/s- und der V-Ware kaum Schwankungen irgend welcher Art zu bemerken. Fig. 43 lässt dies gut erkennen; hier sind die Werte aus Aufstellung 42 graphisch dargestellt. Die sich in den Linien zu erkennen gebenden unbedeutenden Schwankungen verraten im grossen Ganzen eine ähnliche Tendenz wie sie uns, nur in sehr viel ausgeprägterem Masse, in den entsprechenden, die relativen Preise der V-Kiefernsägeware wiedergebenden Linien entgegentritt.

Man wird also annehmen dürfen, dass die Preise der entsprechend breiten u/s- und V-Sägewaren durchschnittlich immer in demselben Verhältnis zu einander stehen. In verschiedener Richtung weisende Konjunkturschwankungen werden ja wohl immer gewisse Ausnahmen von dieser Regel nachsichziehen, im Durchschnitt verbleibt jedoch das genannte Preisverhältnis bestehen. Bei der Feststellung des Endergebnisses dieser Untersuchung wird denn auch die zwischen den Preisen der u/s- und der V-Fichtensägeware bestehende Relation für sämtliche Breiten als konstant angenommen. Als Mittelwert dieses Verhältnisses wurde 85.4 gewählt welche Zahl den während der Untersuchungsperiode erhaltenen Mittelwert angibt.

5. *Preise und Preisverhältnisse der Schalbretter im Vergleich zu den Preisen für $2\,^1/_2''$ × 7″ u/s-Kiefern- und 7″ breite u/s-Fichtensägeware.*

Als Material für den obenangegebenen Untersuchungsabschnitt wurden die von 5 grossen Abladern erzielten jährlichen Mittelpreise benutzt, deren gemeinsame Sägungsmenge etwa 23.5 der jährlichen Gesamtsägeproduktion von Finnland repräsentiert. Ein jedes der auf S. 27 angegebenen Produktionsgebiete ist durch einen Ablader vertreten. Ihrer Breite nach sind die Schalbretter in zwei Gruppen: in eine von 3″—$3\,^1/_2''$ breiten und in eine von 4″ breiten und breiteren Bretter eingeteilt. Kiefern- und Fichtenwaren werden zusammen genommen behandelt, da die Holzart in diesem Fall keinen Einfluss auf den Preis hat. Aus Aufstellung 44 ist zu ersehen, dass die Preise bei sämtlichen

Abladern für 4″ und breitere Schalbretter in ein und demselben Jahr fast die gleichen waren, wohingegen der Preis für schmälere Breiten in manchen Jahren recht beträchtlichen Fluktuationen unterworfen war. Dies beruht darauf dass 3″—3 1/2″ breite Schalbretter im allgemeinen nur selten gesägt werden, sodass der jeweilige Preis ein zufälliger sein wird. Die in Aufstellung 45 befindlichen Zahlen lassen erkennen, dass die relativen Preise für Schalbretter — Zeiten allgemeiner Krisis ausgenommen — in der Regel immer nur wenig geschwankt haben.

Bei der Berechnung des Schlussergebnisses werden die Mittelwerte der relativen Preise für die obenangeführte 10-Jahrperiode benutzt, deren gewogener Mittelwert berechnet wird. Von der Produktionsmenge der im Material vertretenen Ablader sind durchschnittlich 91.4 % 4″ breite und breitere, 8.6 % 3″—3 1/2″ breite Ware. Bei einem Vergleich der gewogenen mittleren Preise verschieden breiter Schalbretter mit dem Preis der 2 i/2″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware wird 54.8, beim Vergleich mit dem Preis von 7″ breiter u/s-Fichtensägeware 58.2 als Preisrelationszahl erhalten.

6. *Preise und Preisverhältnisse der Ausschussware im Vergleich zu den Preisen für 2 1/2″ × 7″ u/s-Kiefern- und 7″ breite Fichtensägeware.*

Zwecks Bestimmung der absoluten und relativen Preise der Ausschussware wurden in Aufstellung 46 die Verkaufspreise benutzt, die von den schon bei der Untersuchung der Schalbretterpreise genannten Abladern erzielt worden sind. Die Quantität der Ausschussware ist eine verhältnismässig sehr geringe; sie beträgt nämlich durchschnittlich nicht mehr als 1.5 % der u/s- und der V-Ware zusammen. Die Kiefernausschussware wird immer zusammen mit der Fichtenausschussware in den Handel gebracht. Da die Produktion von Ausschussware sogar in den ganz grossen Sägewerken immer nur eine geringe ist, und diese Ware ausserdem stets zu eigenen Bauzwecken der Sägewerke Verwendung findet, so ist bei den durch das Material vertretenen Sägewerken überhaupt kein jährlicher Verkauf von Ausschussware vermerkt. Die Preise für Ausschussware sind nicht pro Ablader angegeben sondern wurden die jährlichen Mittelpreise und die Mittelwerte der relativen Preise auf Grund der ganzen Ausschussware berechnet.

Der Berechnung des Endergebnisses der Untersuchung wurden die für die J. 1927—34 erzielten relativen Preise der Ausschussware zugrunde gelegt. Verglichen mit den Preisen der 2 1/2″ × 7″ u/s-Kiefern- und der 7″ u/s-Fichtensägeware ist der relative Preis der Ausschussware 61.2 bzw. 65.6 %.

7. *Preise und Preisverhältnisse der Kleinschnittware im Vergleich zu den Preisen für 2 1/2″ × 7″ u/s-Kiefern- und 7″ breite u/s-Fichtensägeware.*

Die auf S. 39 angegebene Kleinschnittsortimente sind inbezug auf Dimension, Qualitätsansprüche und durch sie verursachte Veredlungsunkosten recht bedeutenden Schwankungen unterworfen. Dementsprechend ist auch ihr Preis immer nur ein sehr verschiedener.

In Aufstellung 47—56 sind die absoluten und relativen Preise verschiedenartiger Kleinschnittware auseinandergesetzt. Diesen Preisen zufolge sind die zur Ermittelung des Endergebnisse der Untersuchung erforderlichen Preise für die untenstehende Kleinschnittware folgende:

Im Vergleich zum Preis für die 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware.

Fassdauben und Kistenbretter	32.9
Verputzschindeln	121.2
Kürzungsenden	33.7
Latten	79.3
Besenstiele	133.4

Im Vergleich zum Preis für 7″ breite u/s-Fichtensägeware.

Fassdauben und Kistenbretter	35.5
Verputzschindeln	130.5
Kürzungsenden	36.6

Auf der Basis von Aufstellung 57 und 58 wird die relative Verteilung der Kiefern- und Fichtenkleinschnittware auf die einzelnen Kleinschnittsortimente untersucht. Der relative mittlere Preis der Kiefern- und Fichtenkleinschnittware ergibt sich durch eine Multiplikation der die Verteilung der Kleinschnittware angebenden % Zahlen mit den in Aufstellung 47—56 gegebenen relativen Preisen der entsprechenden Kleinschnittsortimente. Als relativer mittlerer Preis der Kiefer-Kleinschnittware ergibt sich 53.5 und verglichen mit dem relativen mittleren Preis der 7″ u/s-Fichtensägeware 60.2.

8. *Einwirkung des Zopfdurchmessers der Sägeblöcke auf den relativen Verkaufspreis des Sägeergebnisses.*

Da die absoluten Sägepreise unablässig schwanken, wird sich bei Preisvergleichen auf lange Sicht für verschiedene Sägewaren die Verwendung relativer Preise als das einzige geeignete Verfahren empfehlen. Dies gilt ebenfalls für Holzwaren verschiedener Dimensionen im allgemeinen (Ostwald 1931, Saari 1935).

Sind die relativen Preise verschiedener Dimensionen, Qualitäten und Sortimente von Sägewaren im Vergleich zum Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefernsägeware und der 7″ breiten u/s Fichtensägeware bekannt und weiss man ferner wie das aus Blöcken mit verschieden grossen Zopfdurchmesser erhaltene Sägeergebnis sich auf die einzelnen Dimensionen, Qualitäten und Sortimente der Sägewaren verteilt, so lässt sich die Einwirkung des Zopfdurchmessers der Blöcke auf den relativen Verkaufspreis der Sägeware vermittels Multiplikation der relativen Mengen verschiedener Dimensionen, Qualitäten und Sortimente mit der erzielten durchschnittlichen Preisen erhalten, wonach das erhaltene Produkt mit 100 dividiert wird. Die derart berechnete Zahl ist die Relationszahl die den relativen Preis des Sägeware im Vergleich zum Preis der 2 ½″ × 7″ u/s-Kiefern- und dem der 7″ breiten Fichtensägeware angibt.

Aus der auf S. 65 befindlichen Aufstellung 21 ist ersichtlich wie das aus Blöcken verschiedener Zollklassen erhaltene Sägeergebnis sich auf Kleinschnittwaren, Schalbretter und andere Grosschnittware verteilt. Multipliziert man die Zahlen aus Aufstellung 5 mit den relativen Preisen der entsprechenden Warensorten und dividiert dann die Summe der jeder Zollklasse entsprechenden Produkte mit 100, so erhält man den relativen Verkaufspreis des Säge-

ergebnisses aus Blöcken verschiedener Zollklassen. Diese Preise befinden sich in Aufstellung 59 und 60 in der dritten Reihe von unten. Doch darf hierbei nicht der durch die V- und die Ausschussware bedingte Preisabschlag übersehen werden, da die betreffenden Preise sich immer auf u/s-Ware beziehen. Dieser Preisabschlag ist in beiden Aufstellungen in der zweiten Reihe von unten angegeben.

Das in Aufstellung 59 und 60 enthaltene Ergebnis der Untersuchung »Die Einwirkung des Zopfdurchmessers auf den Verkaufspreis des Sägeergebnisses» ist in Fig. 61 graphisch dargestellt. Man sieht dass bei grösserem Zopfdurchmesser auch immer der Verkaufspreis des Sägeergebnisses steigt.

Schlusswort.

Das Aufziehen von Hölzern ist ein Produktionsprozess, in welchem der Zeitpunkt der Ernte ein ungewisser ist und vom Gutdünken des Waldbesitzers abhängt. Ein Baum besitzt nämlich schon im zarten Jugendalter einen gewissen Nutzwert, auf der anderen Seite kann man jedoch auch ökonomisch wertvolle Bäume bei sehr langer Umtriebszeit aufziehen. Die Antwort auf die Frage welches Verfahren sich immer als das richtige erweisen wird, kann nur eine planmässige Forstwirtschaft geben. Gemäss einem für jede produktive Tätigkeit anwendbaren Prinzip wird auch in diesem Fall die wirtschaftliche Ertragsfähigkeit eine ausschlaggebende Rolle spielen.

Da der Waldertrag immer von der Menge und der Qualität der erzeugten Hölzer abhängig ist, wird man um bei der Beurteilung des wirtschaftlichen Ergebnisses des Waldbetriebs richtig zu gehen, immer wissen müssen wieviel und wie wertvolle Hölzer bei verschieden langen Umlaufszeiten erhalten werden. — Da der Wert eines Baumes ganz wesentlich von dessen Dimension abhängt, setzt also eine richtige Wertsetzung des forstwirtschaftlichen Ertrags die genaue Kenntnis des Wertes verschieden grosser Hölzer voraus. Weiss man welchen Wert verschieden grosse Hölzer im entscheidenden Moment des forstwirtschaftlichen Betriebs je darstellen, so wird schon allein diese Einsicht imstande sein, im Hinblick auf kommende Zeiten wertvolle Fingerzeige zu geben; und noch bessere Resultate werden sich natürlich erzielen lassen, wenn man genau weiss, wie hoch sich der Wert verschieden grosser Hölzer aller Wahrscheinlichkeit nach in der Zukunft gestalten wird. Zielt doch der forstwirtschaftliche Betrieb letzten Endes immer auf kommende Zeiten ab und werden mithin die zukünftigen Verhältnisse einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Zweckmässigkeit der schon heute ergriffenen Massnahmen ausüben.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung haben gezeigt dass die hier geprüften, auf die von der Sägeblockgrösse abhängenden Wertverhältnisse einwirkenden Faktoren, allem Anschein einer statischen Relationslage zustreben. Infolgedessen wird der für verschieden grosse Blöcke erhaltene relative Verkaufspreis des Sägeergebnisses im Durchschnitt unverändert verbleiben, m.a.W. die Wertverhältnisse bei Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers sind konstant soweit sie vom Verkaufspreis der Sägewaren abhängen.

Neben dem Verkaufspreis des Sägeergebnisses müssen dann auch noch die durch die Veredlung von Blöcken verschiedenen Zopfdurchmessers verursachten Verarbeitungsunkosten in Betracht gezogen werden. Diese »negativen» Wertfaktoren sind vorwiegend technischer Natur und wirkt, wie Untersuchungen im allgemeinen dargelegt haben, die Grösse der einzelnen Blöcke immer in ganz bestimmter konstanter Weise auf jeden Wertfaktor ein. Die der Blockgrösse jeweils entsprechenden Wertverhältnisse sind also offenbar so konstant, dass es möglich ist, für einige Jahrzehnte hinaus mit recht grosser Bestimmtheit gewisse Richtlinien für den forstwirtschaftlichen Betrieb vorzuzeichnen.

In den nun folgenden Abschnitten der Untersuchung wird die Einwirkung der Blockgrösse auf die Höhe der Veredlungsunkosten geprüft und zuletzt der Versuch gemacht, eine Darstellung der Wertverhältnisse der im Walde stehenden Hölzer zu geben.

Schliesslich soll auch noch darauf hingewiesen werden, dass die zu- bzw. abnehmende Grösse der Stämme alle von letzterer abhängende Wertfaktoren so beeinflusst, dass der Wert eines Stammes mit der Grösse desselben fällt bzw. steigt. Mithin ist es selbstverständlich dass in dem Fall der Stubbepreis laut dem faktischen Wert des Stammes festgestellt wird, muss der Preis pro Stamm bei einer Erhöherung der Grösse bemerkenswert kräftiger steigen als es zur Zeit in Finnland der Fall ist.

AIKATUTKIMUKSIA KOIVUHALKOJEN TEOSTA

PAAVO ARO

ZEITSTUDIEN IN DER HAUUNG VON BIRKENBRENNHOLZ

REFERAT AUF DEUTSCH

HELSINKI 1936

Helsinki 1936. Valtioneuvoston kirjapaino.

Alkulause.

Etsittäessä keinoja puutavaran kilpailukyvyn säilyttämiseksi ja lisäämiseksi on huomio kiintynyt puutavaran valmistus- ja hankintakustannuksiin. Niiden alentamista pitää pienpuukomiteakin, joka v. 1933 jätti valtioneuvostolle mietintönsä, eräänä kaikkein tehokkaimmista keinoista pienpuun menekin ja kotimaisten polttoaineiden kilpailukyvyn lisäämiseksi. Tämän vuoksi komitean mielestä puutavaran valmistukseen ja hankintaan kohdistuvat työtieteelliset tutkimukset ovatkin ensiarvoisen tärkeitä. Kun minulle Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsäteknologisen osaston apulaisena tarjoutui tilaisuus puutavaran valmistusta koskevien tutkimuksien suorittamiseen, kohdistui tutkimukseni halkojen tekoon, koska halot ennen kaikkea ovat sellaista puutavaraa, jonka kilpailukyky on heikko.

Työni suorittamisen on tehnyt mahdolliseksi pääjohtaja, professori A. K. Cajanderin myötämielisyys ja kiinnostus, mistä tahdon esiintuoda parhaat kiitokseni.

Suuressa kiitollisuuden velassa olen professori Eino Saarelle, joka minulle on koko tutkimuksen aikana antanut neuvojaan ja ohjeitaan.

Myöskin professori Olli Heikinheimon ja metsäneuvos V. R. Toijalan myötämielisyys on tehnyt mahdolliseksi työn loppuunsaattamisen.

Professori E. Laitakari on minulle järjestänyt tilaisuuden työskentelyyn yliopiston metsänhoitotieteellisessä laitoksessa ja prof. I. Lassila sekä tohtori V. Pöntynen ovat neuvoillaan edistäneet työtäni. Heille lausun parhaat kiitokseni.

Rautatiehallituksen puutavaratoimiston johtaja, metsänhoitaja Heikki Malmi ja piirimetsänhoitaja E. Hyvärinen ovat minulle järjestäneet mahdollisuuden tutkimuksien suorittamiseen rautatiehallituksen halkotyömailla. Suuriarvoisesta avusta olen syvästi kiitollinen.

Lisäksi muistelen kiitollisuudella kaikkia niitä, jotka sekä ulkoettä sisätöissä ovat minua avustaneet.

Helsingissä, lokakuun 25 p. 1936.

Tekijä.

4686,—36

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto 7
Puutavaran valmistusta koskevista aikaisemmista aikatutkimuksista sekä työn ja työajan osittelusta niissä 9
Työskentelyjärjestys halonteossa 14
Hakkuutyön ja halonteon osittelu sekä siinä käytetty terminologia 20
Tutkimuksien toimittaminen 25

Tutkimusalueen kuvaus 25
Sääsuhteet tutkimuksien aikana 26
Tietoja halontekijöistä 27
Tietoja työvälineistä 29
Tutkimusaineisto 31
Tutkimustapa 33

Työaikatutkimukset 33
Päätehotyöaikatutkimukset 35

Tutkimustulokset 38

Työaika 38

Halontekoajan suhteellinen jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken 39
Halontekoajan ja vaiheaikojen suhteellinen jakaantuminen työlajien kesken 41

Tehotyöaika 42

Varsinainen tehotyöaika 45
Valmistava tehotyöaika 48
Kirves- ja sahatyöaika 52

Kulkemisaika 55
Lepoaika 57
Hukka-aika 59
Yhdistelmä halontekoajan jakaantumisesta 60
Halontekoajan jakaantuminen erikoisesti ruoka-aikaa silmällä pitäen 62

Työpäivä 63
Ruoka-aika 64

Päätehotyöaika 69

Kaatamisen päätehotyöaika eli kaatokatkaisuaika 69
Karsimisen päätehotyöaika eli oksien katkaisuaika 74
Pölkyttämisen päätehotyöaika eli pölkytyssahausaika 76

Eri paksuisten pölkkyjen sahausaika 77
Eri paksuisten runkojen pölkytyssahausaika 79

Sivu

Halkomisen päätehotyöaika eli halkaisuaika 81
Eri paksuisten pölkkyjen halkaisuaika 81
Eri paksuisten pölkkyjen aisausaika 84
Eri paksuisten runkojen halkaisuaika 85
Yhdistelmä päätehotyöajoista 86

Yhden halkopinokuutiometrin valmistamiseen kulunut aika 89
Työtulokset halonteossa 92

Lopputarkastelu 98
Kirjallisuutta 102
Piirroksia 107
Deutsches Referat 121

Johdanto.

Se voimakas rationalisoimistoiminta, joka on lyönyt leimansa viime vuosikymmenien teolliseen ja talouselämään, ei ole suinkaan ollut jälkiä jättämättä metsätalouteenkaan. Rationalisoimistoimenpiteiden pohjaksi luotu tutkimustoiminta on kehittynyt omaksi tieteenhaaraksi, työtieteeksi, josta metsätaloudellisten töiden tutkimiseksi on kehitetty erikoinen metsätyötiede. Sen tutkimuksen kohteena ovat työntekijät, työvälineet, työtavat, työn järjestely, työn aikana vallitsevat olosuhteet ja työtuloksen suuruus sekä siihen vaikuttavat tekijät. Metsätyötieteellisissä tutkimuksissa on aivan ensiarvoinen sija aikatutkimuksilla.

Metsätöistä muodostaa tärkeän osan erilaisten puutavaralajien valmistus, joka käy tavallisesti hakkuutyön nimellä. On hyvin luonnollista, että aikatutkimukset ovat suurelta osalta kohdistuneet näihin töihin. Useimmiten on tutkimuksien tarkoituksena ollut päästä selville siitä, kuinka suuri on työmiehen työteho, s. o. kuinka paljon häneltä menee aikaa keskimäärin määrätyn puutavarayksikön valmistamiseen ja kuinka suuri tulee siis yksikköpalkan olla, jotta mies ansaitsisi kohtuullisen päiväpalkan. Lisäksi on eri työkaluilla saavutettuihin työtuloksiin käytettyjä aikoja vertaamalla koetettu selvittää työkalujen sopivaisuutta ja käyttökelpoisuutta erilaisten puutavarain valmistuksessa. Näiden tutkimuksien yhteydessä on sitten kehitetty samalla tutkimusmenetelmiä ja suoritettu töiden analysoimista.

Suomen puunkäyttötutkimuksen mukaan käytettiin Suomessa v. 1927 n. 24 milj. p.-m³ halkoja, joista n. 34 % oli koivuhalkoja. Kun halkojen käyttömäärä on n. 35% koko puun käytöstä, muodostaa halonteko huomattavan osan metsätöistä. On hyvin tunnettua, että halkojen käytön lisäämiseen olisi suuria mahdollisuuksia, mutta sekä halkojen valmistaminen että niiden kuljetus tulee niin kalliiksi, että halkojen on vaikea pysyä markkinoilla kilpailukykyisinä. Näiden y. m. hankintakustannusten alentamisella voidaan tässä kohdassa saada tilanteeseen parannusta.

Ennenkuin tässä kysymyksessä kuitenkaan voidaan tarpeeksi suurella asiantuntemuksella toimia, täytyy tuntea mahdollisimman yksi-

tyiskohtaisesti kustannuksiin vaikuttavat seikat halonteossa ja halkojen käsittelyssä yleensä. Tämä merkitsee siis sitä, että on tunnettava tarkoin halonteossa ja halon käsittelyssä nykyisin vallitsevat olosuhteet, työtavat, ajan käyttö j. n. e. Näiden perusteella voidaan sitten tehdä johtopäätöksiä vallitsevista epäkohdista ja mahdollisuuksista epäkohtain korjaamiseksi.

Parhain keino tällaisen tuntemuksen saavuttamiseen on halonteon ja halon käsittelyn selvittäminen aikatutkimuksilla.

Esillä olevalla aikatutkimuksella on pyritty luomaan valaistusta halonteossa vallitseviin olosuhteisiin. Kysymyksen laadun ja laajuuden takia tutkimus on orientoivaa laatua. Tutkimuksessa on ensinnäkin koetettu suorittaa metsätyön ja halonteon tarkka osittelu, kehittää tutkimusmetodeja ja selvittää käsitteitä sekä luoda tällaisiin tutkimuksiin soveltuvaa sanastoa. Toiseksi on kerätyllä tutkimusaineistolla koetettu selvittää halontekoon vaikuttavia tekijöitä.

Puutavaran valmistusta koskevista aikaisemmista aikatutkimuksista sekä työn ja työajan ositte-lusta niissä.

Saksassa alettiin viime vuosisadalla kiinnittää huomiota erilaisten metsätöissä käytettävien työkalujen työtehoon. Parhaiten huomattiin päästävän siitä selville mittaamalla erilaisilla työkaluilla suoritettuihin töihin kuluvia aikoja. Varsinkin erilaisten sahojen työteho joutui kiivaan tutkimuksen kohteeksi, senjälkeen kuin R. Micklitz v. 1860 julkaisi tutkimuksensa osoittaen, että sahaustyö muodostaa tärkeimmän osan metsätöissä. Nämä R. Micklitzin tutkimukset, jotka lienevät ensimmäiset Saksassa suoritetut suurehkot aikatutkimukset metsätöistä, sisältävät tietoja eri seuduilla Mährissä ja Pohjois-Böhmissä käytetyistä työkaluista sekä niillä saaduista työtuloksista. Se sisältää erilaisten ja eri vahvuisten puiden kaato- ja pölkytyssahausaikoja osoittaen m. m., että pyökin kaato- ja pölkytyssahaukseen kuluu runsaammin aikaa kuin samanvahvuisen jalokuusen. Samana vuonna R. Micklitz julkaisi yhdessä J. Micklitzin kanssa mainittuja tutkimuksia selostavan kirjoituksen. Vanhimmista sahausaikoja sisältävistä sahatutkimuksista mainittakoon lisäksi Ihrigin (1861), Kayserin (1861), Hessin (1865, 1875), Loreyn (1872), Betzholdin (1873), Ebertin (1877) ja Weisen (1879) tutkimukset.

Kun sitten maailmansodan jälkeen Saksassa alkoi voimakas jälleenrakennustyö, ryhdyttiin myöskin metsätöihin kiinnittämään erikoista huomiota. Vilkas metsätöitä ja työkaluja koskeva tutkimustyö pantiin käyntiin. Tämän työn innokkaana edistäjänä on mainittava professori H. H. Hilf, jonka aloitteesta perustettiin Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft ja Institut für forstliche Arbeitswissenschaft. Työaikatutkimukset muodostuivat keskeisiksi mainitun seuran ja laitoksen johdolla suoritettavissa tutkimuksissa. Niistä kirjoittajista, joiden töiden kautta tutkimustavat metsätyötieteessä ovat vähitellen kiteytyneet määrättyihin muotoihin tai jotka tutkimuksissaan ovat noudattaneet Iffa'n (= Institut für forstliche Arbeitswissenschaft) erilaisia töitä varten laatimia tutkimusohjeita,

on mainittava m. m. Barth (1931 a, b, 1932, 1933), Boege (1925), Fuchs (1928, 1931), Gläser (1931 a, b, c, 1932 a, b), Graumann (1935), Hampe (1927, 1929, 1931 a, b, 1933), Hilf (1927 a, b, 1929), von Monroy (1925), Specht (1928), Strehlke (1930) ja Stöck (1928, 1930).

Mainituissa tutkimusohjeissa on tarkoin määritelty, mitä seikkoja m. m. hakkuutyötutkimuksessa on huomioitava, ja jaoiteltu kukin työ ja siihen kulutettu aika eri osiin. Niiden mukaan (Iffa-Vordruck D 10 ja D 11) jaetaan koko hakkuutyöpaikalla kulutettu aika kolmeen pääryhmään: hukka-aika (Verlustzeit), valmistavat työt (Vorarbeit) ja päätyö (Hauptarbeit). Hukka-aikaan sisältyvät työhön valmistautumisaika (Rüstzeit) sekä hukka-aika, jota voidaan välttää (Vermeidbare) ja jota ei voida välttää (Unvermeidbare). Lopputuloksia laskettaessa luetaan hukka-aikaan kuuluvaksi vielä tavallisen ja sekuntikellon aikaero (Zeitdifferenz). Valmistaviin töihin sisältyvät kulkemisaika (Laufzeit), suunnitteluaika (Einstellzeit), johon kuuluu kaatosuunnan määräämiseen (Fallrichtung bestimmen) ja tyven ympäristön raivaamiseen (Stamm freimachen) kulunut aika, kaatokolon tekoaika (Fallkerb hauen), kaatosahausaika (Sägen und Keilen), rungon kumoon työntämisaika (Zu Fall bringen) sekä karsimisaika (Entästen). Päätyö jaetaan eri sorttimenttien mukaan ryhmiin. Sorttimentteja eroitetaan pitkä puutavara (Langnutzholz), 1 ja 2 luokan kaivospölkyt, pinopuutavara ja halot. Pitkän puutavaran teossa eroitetaan seuraavat työvaiheet: vesenteen sahaus (Waldhieb abschneiden), mittaus ja poikkisahaus (Vermessen, Einschneiden), kääntäminen ja jälkikarsiminen (Kanten und Nachästen) sekä kuoriminen (Schälen). Kaivospölkkyjen valmistuksessa eroitetaan pölkytys (Einschneiden), siirtely (Rücken), kuoriminen (Schälen) ja karkkoaminen (Stapeln) ynnä karkon aluspuiden asetus (Unterlagen legen). Pyöreän pinotavaran teossa eroitetaan pölkytys (Einschneiden), siirtely (Rücken) ja latominen (Setzen). Halon teossa tulee näiden lisäksi vielä halkominen (Spalten). Pinotavaran ja halkojen teossa käsitellään erillisenä aikaryhmänä valmistelutyöt latomista varten (Vorbereitung zum Setzen), jossa eroitetaan pinon pääpuiden (Pfähle) hakeminen ja katkaisu (suchen und einschneiden), teroitus (anspitzen) ja maahan lyönti (einschlagen).

Työhön valmistautumisaikaa ja hukka-aikaa nimitetään yhteisellä nimellä yleiseksi ajaksi (Allgemeine Zeit), ja valmistaviin ja päätöihin käytettyä aikaa puhtaaksi työajaksi (Reine Arbeitszeit). Koko työnkulku (Arbeitsablauf) jaetaan kolmeen työvaiheeseen (Arbeitsgang): työ puun luona (Arbeit um Baum), puutavaran siirteleminen (Rücken) ja työ karkkoamis- tai latomispaikalla (Arbeit am Stapel-

platz). Jokainen työvaihe jakaantuu osatöihin (Teilarbeit), jotka eroittaa toisistaan työn vaihtumishetki (Schnittpunkt).

Edellä selostettuja jaoitteluja käyttäen on aikatutkimuksia varten laadittu yhdenmukaiset lomakkeet (Iffa-Vordruck D 10), joihin hakkuutyön eri osien aikamerkinnät voidaan tehdä. Näistä lomakkeista voidaan sitten laskea kunkin erilaisen sorttimentin valmistamiseen käytetyt erilaiset työajat ja koko hakkuussa hukkaan kulunut aika y. m. Huomattava on, että ruoka-ajat jätetään lopullisista laskelmista kokonaan pois.

Neuvostoliitossa on myöskin hakkuutyöstä suoritettu aikatutkimuksia. Tehdessään vertailuja kanadalaisten (= suomalaisten) ja venäläisten metsätyöläisten ja työkalujen työtehojen välillä on Тонкель (1934) käyttänyt aikatutkimuksia. Ne työ- y. m. vaiheet, joihin venäläisessä metsätyössä työpaikalla käytetty aika jakaantuu, on Нестеров (1933) esittänyt kirjoituksessaan, jossa hän käsittelee puun läpimitan vaikutusta hakkuutulokseen. Tämän mukaan koko työpaikalla käytetty aika jakaantuu kahteen pääosaan, työhön (работа) ja keskeytyksiin (перерывы) kulunut aika. Työaika jaetaan hyödyttömään (безполезная), satunnaiseen (случайная) ja hyödylliseen (полезная) työhön käytettyyn aikaan. Hyödyttömät ja satunnaiset työt saattavat olla joko työläisestä riippuvia tai riippumattomia. Hyödylliset työt jakaantuvat valmistaviin (подготовительные), avustaviin (вспомогательные), lopettaviin (заключительные) ja perustöihin (основные). Metsätöissä eroitetaan viisi hyödyllisen työn vaihetta: kaato (валка), oksien karsinta ja kasaaminen (обруб и сбор сучьев в кучи), pölkytys (раскряжевка), kuorinta (окорка) sekä kasaaminen ja latominen (окучивание и окладка). Valmistaviin töihin näissä kaikissa vaiheissa kuuluu työkalujen esille ottaminen. Kaadossa luetaan tämän lisäksi valmistaviin töihin työkalujen teroitus sekä mittakepin ja kangen valmistaminen. Avustaviin töihin sisältyy kaadossa puun valinta ja siirtyminen sen luo sekä esteiden raivaus puun juurelta, oksien karsimisessa ja kasaamisessa siirtyminen puulta puulle tai kasalta kasalle, pölkytyksessä siirtyminen rungolta rungolle, sorttimenttien mittaus ja liikkuminen runkoa pitkin, jälkikarsinta sekä rungon siirtely, kuorimisessa siirtyminen pölkyltä pölkylle, oksien karsinta, nosto kannon tai tukin päälle ja pölkyn kääntely sekä viimein kasaamis- ja latomistyössä työn aiheuttamat liikkumiset, pinon ja kasan pohjan valmistus sekä pää- ja aluspuiden teko ja asettelu sekä työpaikan vaihto. Perustöitä ovat kaadossa kaatokolon teko, kaatosahaus, kaato ja kankeaminen sekä tyven tasaus, oksien karsimisessa ja kasaamisessa oksien katkaisu ja kerääminen kasoihin,

pölkytyksessä pölkkyjen sahaus, kuorinnassa varsinainen kuorimistyö ja kasaamisessa ja latomisessa halkominen ja latominen tai kasaaminen. Lopettaviin töihin kuuluvat työkalujen keruu ja talteenotto työn päätyttyä ja työn luovutus.

Keskeytykset jaetaan työläisestä riippuviin ja riippumattomiin. Työläisestä riippuvia keskeytyksiä aiheuttavat lepo ja henkilökohtaiset tarpeet. Lepoajoiksi luetaan varsinaiset lepohetket ja tupakkatunnit, lyhyet levähdykset ja luonnollisten tarpeiden toimittamiseen kulunut aika. Henkilökohtaisia tarpeita, joihin kulunut aika riippuu työmiehestä, ovat omavaltainen poistuminen, myöhästyminen ja ennenaikainen poistuminen sekä työhön kuulumaton keskustelu. Työmiehestä riippumattomat keskeytykset johtuvat työnjärjestelystä, sääsuhteista, teknillisistä tai satunnaisista syistä. Työnjärjestelystä johtuvista keskeytyksistä sellaiset kuin työkalujen saannin, työohjeiden, työn ja työpuvun odotus ovat vältettävissä, kun taas vuorotyöstä johtuvat ovat välttämättömiä. Teknillisistä syistä johtuvat keskeytykset aiheutuvat joko koneen pysähtymisestä tai työkalun särkymisestä.

Ruotsissa on R o n g e (1919) kaksipalkkajärjestelmästä kirjoittaessaan kosketellut ajan merkitystä hakkuutöissä. Hän ei esitä mitään aikatutkimusten tuloksia. Sen sijaan hän jakaa hakkuutyön pieniin työosiin (småarbeten), joista toisten suoritukseen kulunut aika on riippuvainen puun kuutiomäärästä, kun taas toisten suoritukseen kulunut aika on siitä riippumaton. Tätä viimeksi mainittuihin työosiin kulunutta aikaa R o n g e nimittää välttämättömäksi hukka-ajaksi (ofrånkomliga tidspillan). Tällaisia työosia ovat kulku puulta toiselle, lumen polkeminen, työkalun vaihto j. n. e.

Suomessa on metsätyön tieteellinen tutkiminen vasta viime vuosina päässyt alkuun. Ensimmäinen tämän alan tutkimus on L a s s i l a n (1930) pinopuun tekoa selvittelevä. Tämä tutkimus sisältää erittäin selvän kuvauksen metsätyön yleisestä luonteesta. Lisäksi on siinä analysoitu erilaisia metsätöitä: L a s s i l a jakaa hakkuutyön ensinnäkin kahteen ryhmään: ryhmätyö ja yksikkötyö. Yksikkötyöllä tarkoitetaan yksityisen rungon käsittelyssä suoritettavia eri työliikkeistä kokoonpantuja töitä, jotka seuraavat toisiaan määrätyssä järjestyksessä. Ryhmätyöllä taas tarkoitetaan useamman rungon käsittelyssä ilman määrättyä järjestystä seuraavien töiden kokonaisuutta. Työhön kulutetun ajan jakaa Lassila samoinkuin R o n g e k i n tehollisiin aikaan ja hukka-aikaan. Tehollisiin työhön luetaan »paitsi varsinaista puun kokoa ja muotoa muuttavaa työtä, myös se tehollinen työ, joka on käytetty välttämättömiin siirtoihin tai siirtymisiin». Hukka-aika jakaantuu persoonalliseen hukka-

aikaan, välttämättömiin viivytyksiin, väsymyksestä johtuviin viivytyksiin sekä lepoaikaan. Pyöreän pinotavaran ryhmätyössä eroittaa Lassila katkosahaus-, kuorimis-, karsimis-, pinoamis- ja hukka-ajan sekä lepoajat. Tiedot tehollisesta työajasta ilmoitetaan kuutioyksikköä kohti laskettuna kuutiojalka-aikana. Hukka-ajasta käytetään myöskin nimitystä kappaleaika.

Vuoristo (1933, 1935), joka on tutkinut tukkien tekoa ja ajoa Perä-Pohjolan mäntymetsissä, jakaa hakkuutyön eri työvaiheisiin, jotka kukin sisältävät useita eri työmomentteja. Tukkien teossa kokonaistyöaika jakaantuu seuraavien osien kesken: siirtyminen puulta toiselle, valmistavat työt puun kaatoa varten, puun kaato, tukkien valmistus, viallisten rungon osien poistaminen, kuormaukseen kohdistuvat työt, kokonaan viallisten puiden käsittelyssä hukkaan mennyt aika ja työn kestäessä lepoon käytetty aika. Näistä vielä eräät jakaantuvat pienempiin osiin. Puun kaato jakaantuu kaatokolon tekoon, kaatosahaukseen, puun kaatamisen auttamiseen ja tukkien sahaukseen. Tukkien valmistuksessa eroitetaan rungon karsiminen, mittaus, pölkyiksi katkaisu ja katkaisusta johtuvia sivutöitä. Viallisten rungon osien poistaminen jakaantuu tyveämiseen ja latvaamiseen. Kuormaukseen kohdistuvia töitä ovat tukkien siirto kuormanteolle edulliseen asentoon ja tien raivaus. Hukka-aikaan on luettu vain viallisten puiden käsittelyssä hukkaan mennyt aika.

Edellä mainittujen tutkimuksien lisäksi on olemassa suuri joukko muita varsinkin saksalaisia ja venäläisiä tutkimuksia, joissa selvitellään ajan ja työkalujen käyttöä aikatutkimuksissa. Niiden tulokset ovat kuitenkin verraten vähässä määrin rinnastettavia käsillä olevan tutkimuksen tuloksiin, sillä ensinnäkin vain pari niistä sisältää tuloksia koivuhalkojen hakkuusta, ja toiseksi niissä työn ja työajan osittelu on jossakin määrin toisenlainen kuin käsillä olevassa tutkimuksessa. Eniten verrannollisia lukuja on venäläisissä tutkimuksissa. Vertailuja on tehty tai muiden tutkimusten tuloksia on selostettu asianomaisessa paikassa käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä.

Työskentelyjärjestys halonteossa.

Halkojen samoinkuin muidenkin puutavaralajien valmistus metsässä tapahtuu nykyisin jo enimmäkseen palstoittain etukäteen leimatuista puista. Kun hakkuutyömaa »avataan», antaa työmaan työnjohtaja kullekin työmiehelle puihin tehdyllä pilkotuksella merkityn hakkuupalstan. Osoittaessaan hakkuumiehelle palstan työnjohtaja samalla antaa hänelle ohjeet halkojen mitoista, laadusta, pinojen tekotavasta ja ylimitasta, jälelle jäävän metsän suojelemisesta, aitojen, puhelin- ja sähköjohtojen turvaamisesta sekä muita mahdollisia tietoja, jotka hakkuumiehelle ovat tarpeellisia, jotta työ tulisi kunnollisesti suoritetuksi. Jotta hakkuumies saisi työtänsä varten ehdottomasti oikeat mitat, valmistaa hän itselleen ohuesta puusta mittakepin, jonka koko pituus on yhtä suuri kuin tavallisen metsäpinon korkeus ylimittoineen. Kun metsäpinot tavallisesti tehdään 1 m pituisiksi ja korkuisiksi, on mittakepin pituus siis 1 m + ylimitta, joka sillä halkotyömaalla, missä tutkimuksia tehtiin, oli 15 cm. Koko kepin pituus oli siis 115 cm. Näiden mittojen lisäksi keppiin merkitään ½ m mitta siltä varalta, että joudutaan valmistamaan ½ m pituisia pinoja. Vielä merkitään keppiin mitat, jotka osoittavat halkojen pienimmän sallitun läpimitan, pienimmän halkaistavan pölkyn läpimitan ja sen läpimitan, jota vahvemmat pölkyt on halkaistava useampaan kuin kahteen osaan. Kun ohjeet on annettu ja mittakeppi on valmis, saa hakkuumies aloittaa työnsä.

Palstalta toiselle siirtyvä mies onkin tavallisesti valmis aloittamaan työnsä heti. Mutta jos uusi mies tulee hakkuulle, käy hän vain työnjohtajan kanssa ottamassa itselleen palstan ja lähtee sen saatuaan suorittamaan valmisteluja työtä varten. Häneltä menee useasti koko ensimmäinen päivä asunnon ja ruoan hankkimiseen ja työvälineiden kunnostamiseen.

Kun hakkuumies sitten työkaluineen saapuu palstalle ja ryhtyy työhönsä, suorittaa hän aluksi työtä, joka voidaan lukea henkiseksi työksi. Hän tarkastelee, mitkä puut aloittamispaikalla on leimattu, ja suunnittelee, missä järjestyksessä hänen olisi puut kaadettava ja mitkä puut lähinnä olisi kaadettava, jotta niistä helpoimmin saisi pinon sille parhaiten sopivaan paikkaan. Pinon paikaksi katsoo mies

tasaisen, kuivan paikan. Tässä yhteydessä tulee jo kaadettavien puiden yleinen kaatosuunta määrätyksi. Kaikkiin puihin nähden ei voida ehkä kuitenkaan suunniteltua kaatosuuntaa noudattaa, vaan on se erikseen harkittava, kun ryhdytään puuta kaatamaan.

Tultuaan sitten kirveineen ja sahoineen puun juurelle, suorittaa hakkuumies ensin eräitä valmistavia töitä, osaksi henkisiä osaksi ruumiillisia. Näitä valmistavia töitä ovat kaatosuunnan määrääminen, hakkuutähteitten, maapuiden ja sahausta haittaavan pintakasvillisuuden sekä talvella lumen poistaminen tyven ympäriltä. Vaikkakin tottunut ja taitava hakkuumies saa puun kaatumaan haluamaansa suuntaan, on hänen kuitenkin tarkoin huomioitava ne tekijät, jotka puun kaatosuuntaan vaikuttavat. Tällaisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja voimakkuus, rungon lenkous, oksien toispuolisuus, toisten puiden läheisyys ja edellä mainittu pinon paikan asema puuhun nähden.

Kun hakkuumies on tehnyt kaikki valmistavat työt kaatoa varten, aloittaa hän kaadon tavallisesti kaatokolon teolla. Hän hakkaa puun paksuudesta ja kaatohelppoudesta riippuen matalamman tai syvemmän kolon puun tyveen sille puolelle runkoa, jonne hän aikoo puun kaataa. Tottuneen hakkuumiehen kaatokolon pohja on tasainen ja kohtisuorassa puun pituusakselia vastaan. Kun kaatokolo on hakkuumiehen mielestä tarpeeksi syvä ohjaamaan puun haluttuun suuntaan, vaihtaa hakkuumies kirveen sahaan ja alkaa sahata rungon vastakkaiselta puolelta tyveä poikki. Jotta tyvileikkaukseen jäisi mahdollisimman vähän veistettyä viistettä ja jotta vesenne, jonka päälle puu juuri ennen kaatumistaan nojaa, jäisi kyllin suureksi ohjatakseen puuta sen kaatuessa tarkoitettuun suuntaan, tapahtuu sahaus vaakasuorasti kaatokolon viistosivun yläosaa tai aivan sen yläreunaa vastaan. Kun sahauksessa on päästy kaatokolon pohjan tasolle, alkaa puu kallistua, puu halkeaa sahausraon reunan ja kaatokolon pohjan väliltä, jää vesenteen varaan ja kaatuu aivan kaatokolon suuntaan. Vesenteen ansiosta se ei pääse kiertymään minnekään päin, kun vesenteen suoraa sivua vastassa on kaatokolon suora takaseinä ja viistosivun puolella kaatokolon vaakasuora pohja. Jos kaatosuunta on paras mahdollinen ja kaatokolo ja sahaus edellä selostetulla tavalla tehty, kaatuu puu ilman muuta. Mutta näin ei ole aina asian laita. Useasti on puu pakotettava kaatumaan toiseen suuntaan, kuin minne se luonnollisimmin menisi. Tällöin on puuta työnnettävä, kaatokoloa välillä suurennettava ja sahausrakoa kiiloilla avattava. Näin saadaan vuoroin saha- ja kirvestyötä tekemällä ja työntämällä käsin tai seipäällä puu lopuksi kaatumaan. Lisäksi on olemassa monenlaisia syitä, jotka pakottavat käyttämään erilaista

työjärjestystä, esim. joko pelkällä kirveellä tai sahalla kaatamista. Kaato tapahtuu pelkällä kirveellä silloin, kun puut ovat pienimittaisia tai kun puun rungon vieressä on jokin este, kivi, mätäs, kanto tai toinen puu niin, ettei sahaa voida käyttää. Pelkällä sahalla kaadetaan tavallisesti pienimittaisia puita. Eräillä hakkuumiehillä on tapana kaataessaan käyttää työkaluja toisessa järjestyksessä kuin edellä on mainittu. Nämä suorittavat valmistavien töiden jälkeen ensin kaatosahauksen ja vasta sitten kaatokolon teon. Tätä työjärjestystä ei voi pitää yhtä edullisena kuin päinvastaista.

Kaatoa suuresti viivästyttävä seikka on puun konkelolle kaatuminen. Tällaista sattuu usein tiheässä metsässä, varsinkin haaraisia ja suurioksaisia puita kaadettaessa, vaikka kaatosuunta määrättäisiin kuinka tarkoin. Mutta useasti tulee konkelo harvassakin metsässä tottumattomalle kaatajalle, joka valitsee huonosti kaatosuunnan tai tekee kaatokolon ja kaatosahauksen virheellisesti. Konkelon kaataminen vaatii paljon aikaa ja monenlaisia töitä. Suurta runkoa ei mies yksinään aina saa ollenkaan kaatumaan. Joskus on pakko turvautua viimeiseen keinoon, kaataa konkelon alla oleva puu.

Kun puu on kaatunut, sahaa hakkuumies tyvestä vesenteen pois ja siirtyy sitten työkaluineen seuraavalle puulle. Tavallisesti hän kaataa niin monta runkoa yhtäjaksoisesti kuin hän arvelee tarvittavan suunnitellun pinon tekoon tai hän luulee voivansa valmistaa päivässä valmiiksi haloiksi. Hän kaataa puita pinon paikan ympärille ristikkäin toistensa päälle niin paljon kuin mahdollista ja mieluimmin siten, että pienet puut jäävät alimmaisiksi ja suuret päällimmäisiksi. Alla olevat rungot pitävät silloin päällimmäisiä koholla ja niitä on silloin helppo sahata pölkyiksi, niitä kun on maassa hyvin vaikea sahata ja liikutella. Jos taas runko on yksinään, erillään muista puista, kaataa hakkuumies sen mieluimmin jonkin mättään tai muun kohouman päälle, voipa hän asettaa kaatopaikalle jonkin maapuun tai pölkyn saadakseen koroketta kaatuvan rungon alle. Tällaiset toimenpiteet ovat hyvinkin välttämättömiä, kun mies toimii palstallaan yksin ja suuret rungot ovat siksi painavia, että mies ei saa niitä kokonaisena liikahtamaankaan.

Kaadon jälkeen seuraavat karsiminen ja pölkytys. Nämä työvaiheet suoritetaan joko perättäin siten, että ensin karsitaan kaikki puut ja sen jälkeen ne pölkytetään tai vuorottelevasti siten, että puita karsitaan ja pölkytetään vuorotellen. Tavallisesti tämä vuorottelu tapahtuu siten, että hakkuumies pölkyttää ensin kaikki oksattomat runko-osat, karsii sen jälkeen latvat ja lopuksi pölkyttää latvat. Hyvin yleinen tapa on myöskin karsia muutama puu, pölkyttää ne ja taas karsia uusia puita. Hankalampi on se muutamien hakkuu-

miesten käyttämä järjestys, että pölkytetään oksaton runko-osa ja oksiin päästyä karsitaan latvaa sitä mukaa kun pölkytys edistyy. Tällöin täytyy koko ajan pitää molemmat työkalut, sekä kirves että saha käden ulottuvilla. Karsiminen yleensä tapahtuu tyvestä latvaan päin. Säästääkseen kuitenkin turhaa kävelyä hakkuumies kyllä karsii usein myös latvasta tyveen päin. Karsimiseen ryhdyttäessä ei tarvita mitään muita valmistavia töitä kuin korkeintaan kirveen kunnostamista.

Pölkyttämistapojen erilaisuus riippuu siitä, miten puiden kaato ja karsiminen on toimitettu. Ennen pölkytykseen ryhtymistä tai sen aikana on välttämätöntä suorittaa erinäisiä valmistavia töitä. Tällaisia ovat sahapukin valmistaminen tai noutaminen, sahan noutaminen ja kunnostaminen sekä rankojen siirteleminen. Puita pölkytettäessä tulee näkyviin se etu, mikä puiden ristikkäin kaatamisesta koituu. Kun päällimmäiset puut ovat toisten puiden päällä kannatuksella, käy niiden pölkytyssahaus tässä vaivattomasti ilman keinollista kannatusta. Hakkuumies pölkyttääkin aina kaikki tällaisella luonnollisella kannatuksella olevat rungot tai rungon osat ensin ja turvautuu sitten vasta sahapukin käyttöön. Sahapukkia käyttää hakkuumies niin vähän kuin mahdollista, pääasiassa pienien runkojen, latvaosien ja erillisten runkojen pölkytyksessä. Jos runko ei ole tyvestään sopivasti kannatuksella, katkaisee hakkuumies sen joltakin sopivalta kohdalta voidakseen nostaa sen sahapukin tai jonkin toisen rungon kannatukselle.

Halkopölkkyjen yleinen pituus on 1 metri. Kun halkosahan terät ovat tavallisesti 104—105 cm pituisia, asettavat hakkuumiehet sahan terän sahan puihin siten, että sahan pääpuiden väli tulee juuri halkopölkyn mittaiseksi. Tästä on seurauksena, että hakkuumiehen ei tarvitse käyttää erikoista mittakeppiä pölkyn pituuden määräämiseksi, vaan hän suorittaa mittauksen sahallaan. Hän asettaa sahan pitkinpäin rungolle niin, että lyhyemmän pääpuun sisäkärki on rungon pään tasalla. Pitemmän pääpuun sisäkärki tai jokin muu kohta osoittaa silloin sitä paikkaa, josta pölkky on katkaistava. Tavallisesti hakkuumies merkitsee silmällä paikan ja siirtää sahan siihen. Joskus käyttää hän myöskin pitemmän pääpuun päässä naulaa, jolla piirtää pienen merkin runkoon. Sahauksen suorittaa tottunut hakkuumies kohtisuorasti puun pituusakselia vastaan. Jos sahauskohta on niin paksu, ettei halkosahalla ylety sahaamaan läpi, veistää hakkuumies kirveellä sahauskohdalle rungon päälle loven, jossa sahan poikkipuu pääsee kulkemaan. Ellei saha tälläkään tavalla ulotu läpi, irrotetaan pölkky lopullisesti kirveellä. Sahapukkia hakkuumies käyttää tavallisesti siten, että niin kauan kuin runko on raskas

liikutettavaksi hän siirtää pukkia rungon alla, mutta sitten kun se tulee lyhyemmäksi ja keveäksi, hän antaa pukin olla paikoillaan ja vetää runkoa sen päällä. Kuten karsimisen yhteydessä jo on huomautettu, riippuu pölkytyksen kulku hakkuualalla siitä, missä järjestyksessä hakkuumies suorittaa puiden karsimisen. Paitsi miehen työtottumuksesta riippuu karsimisen ja pölkyttämisen keskinäinen järjestys ja vuorottelu metsän laadusta, sääsuhteista y. m.

Pölkyttäessään hakkuumies joko viskelee pölkyt halkomista silmällä pitäen pinon paikan lähelle yhteen kasaan tai antaa niiden jäädä sahauspaikalle. Vasta sahauksen päätyttyä hän halkomaan ryhtyessään viskelee kaikki kevyet pölkyt joko yhteen tai useampaan kasaan riippuen siitä kuinka laajalle alalle pölkyt ovat joutuneet. Tästä kasaamisesta on se etu, että hakkuumies saa suorittaa halkomista yhteen menoon. Raskaat tyvipölkyt hänen on usein pakko halkaista kuitenkin siinä, mihinkä ne ovat pölkyttäessä jääneet.

Pölkkyjen viskely ja kantaminen halkaisua varten yhteen tai useampaan kasaan merkitsee siis valmistuksia halkomista varten. Lisäksi on halkomisen valmistavia töitä kiilain teko ja noutaminen, kirveen kunnostaminen, kuorimaveitsen nouto ja terottaminen. Koska alle 10 cm vahvuiset halot saa jättää halkaisematta, mutta ne on aisattava, käyttää hakkuumies useasti kirveen asemesta kuorimaveistä tähän työhön.

Halkomisessa käyttävät hakkuumiehet erilaisia työtapoja. Hyvin yleinen on se tapa, että mies tekee pölkkyyn alkuhalkeaman lyöden kirveellä voimakkaasti pölkyn päähän. Näin syntynyttä halkeamaa myöten hän sitten pölkyn sivua pitkin jatkaa lyöntejä. Jos puu ei ole kiero tai muutoin huono halkeamaan ja sivuun lyöty isku sattuu hyvin halkeaman kohdalle, halkeaa pölkky usein yhdellä iskulla. Hakkuumiehet käyttävät hyvin yleisesti samaa kirvestä halkomisessa kuin kaadossa ja karsimisessakin. Joskus sentään halkomiehellä on halkaisua varten myös paksu, kiilamainen kirves. Tällöin hän tavallisesti käyttää kumpaakin kirvestä lyöden niillä joko vuorotellen tai pitäen toista kiilana ja toista varsinaisena lyöntivälineenä. Halkeamisen edistämiseksi käytetään lisäksi joko puusta tai raudasta tehtyjä kiiloja.

Ennenkuin hakkuumies voi ryhtyä halkoja latomaan, on hänen suoritettava erinäisiä valmistavia töitä. Hän joko viskelee tai kantaa halot yhteen tai kahteen kasaan n. metrin päähän pinon paikasta, ellei hän jo halkomisen aikana ole tätä työtä suorittanut. Tämän jälkeen tai myös ennen sitä hän etsii sopivat pinon kehyspuut, valmistaa ne sopivan mittaisiksi ja tarkoitustaan vastaaviksi ja tekee pinon kehyksen. Useasti hän jo edellisten työvaiheiden aikana varaa sopi-

viksi havaitsemistaan puiden latvoista, maapuista tai leppärungoista pinon kehyksen teossa tarvitsemansa aineet. Kehyksen teossa on käytännössä hyvin monenlaisia tapoja. Hyvin yleiseksi on käynyt seuraavanlainen kehyksen tekotapa. Kun pinon pääpuut on lyöty maahan pinon pituuden, 1 p.-m^3:n pinoa tehtäessä 1 m:n etäisyydelle toisistaan, asetetaan niiden yläpäähän niitä toisiinsa sitova n. s. orsi. Tämä kiinnitetään pääpuihin siten, että orsipuuhun tehdään kumpaankin päähän pääpuiden etäisyydelle kolmiomainen lovi, mihin kolmiomaisesti yläpäästään veistetyt pääpuut pistetään. Myöskin käytetään sellaista sitomistapaa, että yläpäistään tasaiset pääpuut halkaistaan ja halkeamiin lyödään orsi, jonka kumpaankin päähän metrin etäisyydelle toisistaan on veistetty halkeamasta liukumista estävät olkapäät. Pääpuiden viereen ulkopuolelle asetetaan n. 1 m mittaiset poikkipuut, joiden varaan sitten asetetaan kaksi pinon aluspuuta. Aluspuut tulevat täten kokonaan eroon maanpinnasta ja pääpuiden ulkopuolella olevat poikkipuut estävät pääpuita liikkumasta silloinkin, kun niitä ei saa tunkeutumaan maahan.

Kun pinon kehys sitten on valmis, alkaa halkojen latominen pinoon. Halkojen laadusta sekä niiden asettelusta pinoon riippuu suuresti pinon tiheys, joka on koetettava saada mahdollisimman suureksi. Hakkuumieheltä vaaditaan taitoa kyetä tämä vaatimus mahdollisimman hyvin täyttämään.

Edellä on koetettu selvittää niitä erilaisia töitä, joita hakkuumies halkoja tehdessään suorittaa. Koska, kuten selostuksessa pitkin matkaa on huomautettukin, työtapoja on sangen monenlaisia, ei niitä kaikkia ole voitu mainita. On koetettu vain yleisimpiä tapoja esittäen laatia kuvaus halonteon työvaiheista ja -lajeista.

Hakkuutyön ja halonteon osittelu sekä siinä käytetty terminologia.

Ennenkuin aikatutkimuksia voidaan ryhtyä suorittamaan, on tarkoin oltava selvillä tutkittavasta työstä ja sen kulusta. Myöskin on välttämätöntä, että erilaiset käsitteet pidetään tarkasti selvillä ja kullekin käsitteelle annetaan sellainen nimitys, että väärinkäsitystä ei pääse syntymään. Käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä pidettiin tarpeellisena ositella tarkoin hakkuutyö sekä siinä kysymykseen tuleva aika, koska ei aikaisemmissa suomalaisissa tutkimuksissa ole tähän puoleen kiinnitetty tarpeeksi huomiota.

Työtä on hyvin monenlaista ja sen määrittelyjä on myöskin erilaisia. Ihmistyö merkitsee yleensä ulkonaista tehoa aikaansaavaa, henkisen tai ruumiillisen voiman käyttöä. Työhön sisältyy kaikkia niitä toimenpiteitä ja tehtäviä, joilla saavutetaan jokin päämäärä. Se sisältää siis paitsi ruumiillista ja henkistä ponnistelua myöskin lepoa ja muita keskeytyksiä. Osa työstä saattaa mennä hukkaan. Hukkaan menneellä työllä tarkoitetaan sellaista työtä, joka ei edistä päämäärän saavuttamista tai joka ainakin hidastaa sitä. Yksityisiä toimenpiteitä ja tapahtumia työssä nimitetään tässä tutkimuksessa t y ö l a j e i k s i, jotka syntyvät t y ö l i i k k e i s t ä. Työlajit jaetaan laatunsa mukaan erilaisiin ryhmiin. Niitä työlajeja, jotka välittömästi edistävät päämäärään eli tulokseen pääsemistä, on nimitetty yhteisellä nimellä t e h o t y ö k s i. Tehotyö vastaa käytännössä olevia nimityksiä »puhdas työ», »tehokas työ» y. m. s. Se on näitä ennestään käytännössä olevia nimityksiä lyhempi ja senvuoksi suositeltavampi käytäntöön.

Hakkuutyömiehen koko aika metsätöissä voidaan jakaa kahteen pääryhmään: vapaa-aikaan ja työaikaan. V a p a a-a j a l l a tarkoitetaan sitä aikaa, jonka työmies on kokonaan poissa työpaikalta, siis myös matkalla työpaikalle tai sieltä pois, tai jonka hän käyttää ruokailemiseen työpaikalla tai sen ulkopuolella. P ä i v i t t ä i s e e n t y ö a i k a a n sisältyy ruoka-aikaa lukuunottamatta aika siitä hetkestä lähtien, jolloin mies työpaikalla työhön ryhtyäkseen tarttuu työkaluunsa tai ryhtyy tekemään ensimmäistä työliikettä, siihen

asti, kunnes hän tekee viimeisen työliikkeen, minkä jälkeen hän lähtee pois työpaikalta.

Metsätöissä työlajit voidaan jakaa neljään ryhmään: tehotyölajit, kulkemislajit, lepolajit ja hukkalajit. Tärkeimmät näistä ovat tehotyölajit, jotka ryhmittyvät kahteen ryhmään, varsinaisiin ja valmistaviin tehotöihin. Varsinaisissa tehotöissä eroitetaan lisäksi päätehotyö ja aputehotyöt.

Kulkemislajeihin kuuluvat kaikki työaikana tapahtuvat, työn suorituksessa välttämättömät siirtymiset.

Lepolajeja ovat työmiehen vapaasta tahdosta tapahtuvat, pääasiassa levon tarpeesta johtuvat keskeytykset työmaalla ja kahvitauot.

Hukkalajeja taas ovat kaikki työmiehen oman työtuloksen edistymistä hidastavat keskeytykset, jotka eivät johdu työmiehen omasta tahdosta, ja kaikki työmiehen tai työnjohdon taholta tapahtuvat tai työskentelyn järjestelystä johtuvat tarpeettomat keskeytykset.

Tehotyölajit, jotka vuorottelevat toisten työlajien kanssa,saattavat olla ryhmissään joko samanlaisia tai erilaisia. Varsinaisten tehotöiden ryhmässä on tavallisesti yksi päälaji. Erilaisia päälajeja sisältävät varsinaiset ja niihin liittyvät valmistavat tehotyöt sekä muut työlajit ryhmittyvät työssä vaiheiksi. Tällaisia vaiheita kutsutaan työvaiheiksi. Niihin sisältyy siis kaikkia työlajeja, mutta ne eroavat toisistaan siinä, että päätehotyölaji on niissä kussakin erilainen.

Edellä selostetun työn jaoittelun mukaisesti työaika jakaantuu siis kahdella tavalla. Työlajien mukaan se jakaantuu tehotyöaikaan, kulkemisaikaan, lepoaikaan ja hukka-aikaan. Työvaiheiden mukaan työaika taas jakaantuu niin moneen vaiheeseen kuin eri päätehotyölajeja varsinaisten töiden ryhmissä esiintyy. Tehotyöaika sisältää kaikkiin tehotyölajeihin käytetyn ajan ja ryhmittyy varsinaiseen tehotyöaikaan ja valmistavaan tehotyöaikaan. Varsinainen tehotyöaika jakaantuu kahteen osaan: päätehotyöaika ja aputehotyöaika. Työaika ja sen työlajiryhmien aika voidaan vielä jakaa työlajiaikoihin ja nämä puolestaan työliikeaikoihin. Kulkemisaikaan sisältyy siirtymislajeihin kulunut aika. Lepoaika sisältää lepolajeihin kuluneen ajan, joka voidaan jaoitella osiin erilaatuisia lepolajeja yhdistelemällä. Hukka-aika sisältää hukkalajeihin kuluneen ajan ja voidaan samoinkuin lepoaikakin jakaa osiin erilaatuisten hukkalajien mukaan.

Edellä esitettyjä nimityksiä on käytetty käsillä olevassa tutkimuksessa vastaavista yleiskäsitteistä. Mutta sen lisäksi on erikseen halonteossa vastaaville käsitteille annettu omat, tarkoin määritellyt nimitykset.

Halkojen valmistamisessa tapahtuvasta työstä on käytetty kokonaisnimitystä halonteko ja työaikaa vastaa nimitys halontekoaika. Halonteossa on erotettu kaikkiaan viisi vaihetta, joille on annettu nimet: kaataminen, karsiminen, pölkyttäminen, halkominen ja pinoaminen. Eräissä tapauksissa on selvyyden vuoksi liitetty vaihe-sana edellisten nimitysten jälkeen. Vaiheisiin kulunut aika on ilmaistu liittämällä aikasana kunkin nimityksen loppuun, siis kaatamisaika, karsimisaika, pölkyttämisaika, halkomisaika ja pinoamisaika. Halonteon tehotyölajit vaiheittain on eroitettu nimityksellä kaatamisen tehotyö, karsimisen tehotyö, pölkyttämisen tehotyö, halkomisen tehotyö ja pinoamisen tehotyö. Lisäämällä näihin nimityksiin aika-sana, saadaan kunkin vaiheen varsinaisiin ja valmistaviin tehotöihin yhteisesti kulunutta aikaa vastaava nimitys. Kunkin vaiheen päätehotyön nimityksinä on käytetty tärkeimmän tehotyön suoritusta kuvaavaa nimitystä. Nämä nimitykset ovat: kaatokatkaisu, johon sisältyy kaatokolon teko ja kaatosahaus, oksien katkaisu, pölkytyssahaus, halkaisu ja latominen. Päätehotyöajat ovat siis kaatokatkaisuaika (kaatokolon tekoaika + kaatosahausaika), oksien katkaisuaika, pölkytyssahausaika, halkaisuaika ja latomisaika.

Työlajien mukaan jakaantuu halontekoaika pääryhmiin seuraavasti:

Halontekoaika.

1. Tehotyöaika
   - 11. Kaatamisen tehotyöaika
   - 12. Karsimisen »
   - 13. Pölkyttämisen »
   - 14. Halkomisen »
   - 15. Pinoamisen »
2. Kulkemisaika
3. Lepoaika
4. Hukka-aika

Tehotyöajat jakaantuvat alaryhmiin samoin kuin seuraavassa jaoituksessa.

Työvaiheiden mukaan halontekoaika jakaantuu seuraavasti:

Halontekoaika.

1. Kaatamisaika
   11. Kaatamisen tehotyöaika
      111. Varsinainen tehotyöaika
         1111. Päätehotyöaika eli kaatokatkaisuaika
         1112. Aputehotyöaika
      112. Valmistava tehotyöaika
   12. Kulkemisaika
   13. Lepoaika
   14. Hukka-aika
2. Karsimisaika
   21. Karsimisen tehotyöaika
      211. Varsinainen tehotyöaika
         2111. Päätehotyöaika eli oksien katkaisuaika
         2112. Aputehotyöaika
      212. Valmistava tehotyöaika
   22. Kulkemisaika
   23. Lepoaika
   24. Hukka-aika
3. Pölkyttämisaika
   31. Pölkyttämisen tehotyöaika
      311. Varsinainen tehotyöaika
         3111. Päätehotyöaika eli pölkytyssahausaika
         3112. Aputehotyöaika
      312. Valmistava tehotyöaika
   32. Kulkemisaika
   33. Lepoaika
   34. Hukka-aika
4. Halkomisaika
   41. Halkomisen tehotyöaika
      411. Varsinainen tehotyöaika
         4111. Päätehotyöaika eli halkaisuaika
         4112. Aputehotyöaika
      412. Valmistava tehotyöaika
   42. Kulkemisaika
   43. Lepoaika
   44. Hukka-aika
5. Pinoamisaika
   51. Pinoamisen tehotyöaika
      511. Varsinainen tehotyöaika

5111. Päätehotyöaika eli latomisaika
5112. Aputehotyöaika
512. Valmistava tehotyöaika
52. Kulkemisaika
53. Lepoaika
54. Hukka-aika

Tutkimuksien toimittaminen.

Tutkimusalueen kuvaus.

Tutkimuksia suoritettiin kahdessa rinnakkain sijaitsevassa yksityismetsässä, Näsin kartanon ja Luukkosen tilan metsässä, missä Valtionrautateiden metsäosasto hakkautti halkoja.

Nämä metsät sijaitsevat Päijänteen itäpuolella Hartolan kunnassa Sysmän ja Hartolan kuntain rajalla. Tutkimusalueella on valtamaanteiden risteys, josta haarautuu maantie Hartolan ja Sysmän kirkolle sekä Heinolan kaupunkiin. Jokainen näistä maanteistä kulkee tutkittujen metsien halki. Vetomatka metsästä maantielle muodostuu tämän takia yleensä lyhyeksi. Tapana on ajaa puutavara metsästä talvikelillä hevosilla maantien varteen ja siitä autoilla Sysmään Päijänteen rantaan, jonne on keskimäärin 20 km matka.

Tutkimuksia tehtiin Näsin ja Luukkosen metsissä yhteensä 23 mittausalalla, s. o. 23 työmiehen hakkuupalstalla, 9. 9.—22. 11. 1935 välisenä aikana. Mittausaloista oli 11 Näsin metsässä ja 12 Luukkosen metsässä. Nämä metsät poikkeavat luonto- y. m. suhteittensa puolesta oleellisesti toisistaan. Kovat maat niissä ovat yleensä mustikkatyypin maita. Näiden välissä on aukeita nevoja tai korpi- ja rämejuotteja. Suomaat on Näsin metsässä ojitettu, mutta Luukkosen metsässä ne ovat ojittamatta. Tutkimuksia tehtiin pääasiassa mustikkatyypin mailla. Luukkosen metsässä olivat kaikki mittausalat mustikkatyypillä. Näsin metsässä oli 6 mittausalaa mustikkatyypillä, 1 mittausala puolukkatyypillä, 1 mittausala kasvullisessa korvessa ja 2 mittausalaa kasvullisella rämeellä.

Metsät olivat eri-ikäisiä. Niiden ikä vaihteli 60—100 v. Näsin metsät olivat keskimäärin hiukan vanhempia kuin Luukkosen metsät.

Puulajisuhteiltaan ovat Luukkosen metsät yleensä koivuvaltaisia sekä puuluvultaan että kuutiomäärältään. Koivuvaltaisten metsien lisäksi on Näsin metsässä myöskin havupuuvaltaisia aloja, joissa koivua on sekapuuna. Näsin metsässä oli 2 mittausalaa havupuuvaltaista, 4 mittausalalla oli suunnilleen yhtä paljon havupuuta ja koivua, 3 mittausalaa oli koivuvaltaista ja 2 mittausalalla oli puhdas

koivikko. Luukkosen metsässä oli 3 mittausalalla sekametsä, 3 mittausalalla koivuvaltainen metsä ja 6 mittausalalla puhdas koivikko.

Tiheytensä puolesta olivat koealametsiköt sekä Näsin että Luukkosen metsässä jotakuinkin samanlaisia. Yleensä olivat metsiköt joko luonnostaan tai hakkuiden johdosta harvoja. Seuraavasta asetelmasta nähdään mittausalojen lukumäärä eri tiheissä metsiköissä.

Tutkimuspaikka	Tiheysaste					Yhteensä
	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	
	Koealojen lukumäärä					
Näsin metsä	2	1	3	4	1	11
Luukkosen metsä	2	3	5	1	1	12
Yhteensä	4	4	8	5	2	23

Maastosuhteiltaan olivat tutkimusalueen metsät hyvin vaihtelevia. Halon tekoa hidastuttavina tekijöinä on mainittava maanpinnan mättäisyys, kuoppaisuus ja louhikkoisuus, maapohjan vetisyys ja hakkuutähteet. Näsin metsämaassa vuorottelevat ylävät harjut ja alavat notkot, kun taas Luukkosen metsämaa on yleensä alavaa, osaksi soistunuttakin. Mittausaloista oli puolet tasaisella maalla tai loivalla rinteellä. Viidellä mittausalalla oli maanpinta kovin mättäistä ja niiden väliset kuopat syyssateiden johdosta vettä tulvillaan. Loput mittausaloista sijaitsivat jyrkähköillä rinteillä tai louhikoissa. Viidellätoista mittausalalla olivat hakkuutähteet joko lievemmin tai pahemmin esteenä.

Näsin metsästä on aikaisemmin hakattu sahatukkeja ja paperipuita sekä faneeritukkeja. Halkojen hakkuu oli siis osittain eräänlaista puhdistushakkausta ja osittain väljennyshakkausta. Luukkosen metsässä on myöskin ennen suoritettu havu- ja faneeripuuhakkuita, joten halon hakkuu oli miltei yksinomaan puhdistushakkausta. Eräiltä osiltaan tosin sekin oli väljennyksen luontoista. Leimattuja puita oli kummassakin metsässä hehtaaria kohti suunnilleen yhtä paljon. Näsin metsässä oli 288 runkoa, keskimääräisen etäisyyden runkojen välillä ollessa 3.8 m. Luukkosen metsässä oli 240 runkoa ha:lla, keskimääräisen runkoetäisyyden ollessa 4 m.

Sääsuhteet tutkimuksien aikana.

Työtuloksen suuruuteen ja työajan pituuteen vaikuttavista tekijöistä ovat hyvin tärkeitä työaikana vallitsevat sääsuhteet. Ne saattavat olla joko vain tehotyöaikaa ja työtulosta pienentäviä tai myös-

kin koko työaikaa lyhentäviä. Edellisiin voidaan lukea lyhytaikaiset ja aika-ajoin toistuvat, ukkosesta tai muusta syystä johtuvat sadekuurot, jotka pakottavat keskeyttämään lyhyeksi ajaksi työn. Myöskin kovin lämmin ilma pakottaa tavallista useammin levähtämään. Koko päivän jatkuva sade taas saattaa aiheuttaa sen, että mies keskeyttää koko työskentelyn. Jos sade alkaa jo aamulla, voi mies olla kokonaan menemättä hakkuupalstalle. Vaikka sade on esim. vain tihkusadetta, kastelee se vähitellen miehen ja puut ja lopulta tekee työskentelyn hyvin kiusalliseksi.

Tutkimuksen suorittamisaika 9/9—22/11—35 oli yleensä melko sateinen. Niistä 46 päivästä, joina mittauksia varten metsässä oltiin, olivat työmiehet ankaran sateen vuoksi 8 päivänä »rokulissa», 6 päivänä satoi lyhytaikaisia kuuroja, 5 päivänä tihkusadetta sekä 3 päivänä räntää ja lunta. Kaikkiaan oli siis työskentelyä haittaavia sadepäiviä 22. Muut päivät olivat puolipilvisiä tai kirkkaita.

Ilman lämpötilan määräämistä varten oli metsässä mukana lämpömittari, joka riippui n. 1.50 m korkeudella puussa tai pinon pääpuussa mittausalan reunassa ja jota tarkastettiin päivän mittaan useita kertoja ja luetuista astemääristä otettiin keskiarvo. Lämpötila oli koko työskentelyajan melko suotuisa. Sen perusteella jakaantuivat mittauspäivät, rokulipäivät poisluettuina, alla olevan asetelman mukaisesti:

Ilman lämpötila C°	—4	—3	—2	—1	±0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12	Yht.
Päivien lukumäärä	2	—	—	1	1	3	2	2	5	3	2	5	1	1	3	3	4	38

Kun päivät jakaantuvat 3 kuukauden ajalle, on laskettu kunkin kuukauden päivien keskilämpö. Syyskuu oli lämpimin, keskilämpö + 8.5 C°, sitten lokakuu, keskilämpö + 5.7 C° ja kylmin marraskuu, keskilämpö + 2.9 C°. Kaikkien päivien keskilämmöksi saadaan + 5.6 C°, joka vastaa siis suunnilleen lokakuun keskilämpöä.

Tuuli tai myrsky ei työskentelyä haitannut kuin parina päivänä, sillä enimmäkseen vallitsi tyyni sää tai heikko tuuli.

Tietoja halontekijöistä.

Halonteossa oli mittausten aikana kaikkiaan n. 40—50 miestä yht'aikaa. Näistä joutui tutkimusten piiriin kaikkiaan 22 miestä. Tutkittavia miehiä ei erikoisemmin valittu, vaan ryhdyttiin mittauksiin sellaisten miesten palstoilla, joiden tiedettiin aamulla työnsä aloittavan puiden kaatamisella. Kaikki miehet olivat Hartolasta tai naapuripitäjistä. Ikänsä puolesta he jakautuivat seuraavasti.

Ikäluokka ..... v.	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45	46—50	51+	Yht.
Työmiesten lukumäärä .	7	4	1	—	4	3	3	22

Työmiesten lukumäärä on yhtä pienempi kuin mittausalojen lukumäärä, sillä yhden miehen työskentelyä seurattiin kahdella mittausalalla. Asetelma osoittaa, että työmiehet ryhmittyivät ikänsä puolesta kahteen ryhmään, 20—30 vuotiaisiin ja 40 vuotta vanhempiin. Näiden välillä olevalle 10-vuotisjaksolle ei satu kuin 1 työmies. Tällaista jakaantumista voidaan pitää satunnaisena.

Kun tarkastellaan alla olevasta asetelmasta sitä aikaa, jonka eri ikäluokkiin kuuluvat miehet ovat tehneet metsätöitä, huomataan, että yleensä, paria poikkeusta lukuunottamatta, iän mukana lisääntyy se vuosimäärä, minkä he ovat olleet metsätöissä.

Ikäluokka v.	Tehnyt metsätöitä, v.																				Yht.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Työmiesten lukumäärä																				
21—25	—	1	1	3	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
26—30	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
31—35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
36—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41—45	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	4
46—50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	3
51+	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	3
Yhteensä	—	1	2	5	1	—	—	2	—	4	—	—	—	—	3	—	—	—	—	4	22

Työmiehet asuivat joko kotonaan tai läheisissä taloissa. Näsin metsissä työskennelleillä olivat asunnot melkoisen kaukana, sillä taloja oli lähettyvillä verrattain vähän. Lähimmät asunnot olivat n. 2—4 km päässä. Ne olivat kuitenkin verrattain pieniä niin että niihin eivät läheskään kaikki halontekijät sopineet. Usealla miehellä olikin polkupyörä, mitä käyttäen he voivat asua hyvinkin kaukana. Luukkosen metsässä työskennelleillä oli asumuksia aivan työmaan lähellä ja vierillä. Asunnot kuitenkin ovat olleet ahtaita, mutta tämä seikka ei ole mitään tyytymättömyyttä aiheuttanut, sillä yleensä sellaiseen on totuttu Etelä-Suomen metsätyömailla.

Työläisen ravinto on hyvin paljon riippuvainen asunto-oloista. Kun matka työmaalta asuntoon, kuten Näsin metsässä, on pitkä, syövät työmiehet etupäässä kuivaa muonaa, leipää, voita, makkaraa tai sianlihaa sekä maitoa. Yleensä päiväeväät tuntuivat olevan heikonlaisia. Illalla luonnollisesti syötiin asunnossa vankemmin, ja myöskin aamulla ennen työhön lähtöä saatettiin syödä jo yksi ateria. Luukkosen metsässä työskennelleillä oli paremmat muonitusolot.

Vaikka olikin sellaisia miehiä, jotka söivät omia eväitään, kävi suurin osa kuitenkin työmaan vierellä olevissa taloissa syömässä keittoruokia tai omia eväitään niitä talosta ostamallaan keittoruualla, maidolla y. m. täydentäen. Paitsi syömässä käytiin sitäpaitsi kahvilla. Näiden miesten ravitsemustila oli hyvä. Kun taloissa käytiin syömässä ja kahvilla, muodostuivat ruoka-ajat pitemmiksi kuin Näsin metsässä. Siellä tekivät ruoka-ajat vain n. 7 % työajasta, kun taas Luukkosen metsässä prosentti nousi 14. Tämän seikan ei kuitenkaan tarvitse merkitä ajan hukkaan menemistä, sillä pitempi lepoaika puolestaan saattaa lisätä työtehoa.

Kun tutkimuksessa vain päivä tai pari kerrallaan seurattiin halontekijää, oli hyvin vaikea päätellä, mitä vaikutusta asuntooloilla, ravinnolla ja muilla ulkonaisilla olosuhteilla on työtehoon. Voidaan ajatella sen seikan myöskin jollakin tavoin vaikuttaneen työtehoon, että työmiehen palstalla suoritettiin aikatutkimuksia. Koko hakkuutyömaan miehet olivat tietoisia siitä, että tutkimuksia suoritettiin, ja heillä oli suurin piirtein selvillä tutkimusten tarkoitus. Yleisenä havaintona on sanottava, että miehet eivät näyttäneet tutkimuksen suorittajista juuri mitään välittävän. Työmiesten toimiin ei millään tavalla puututtu, heitä ei neuvottu eikä häiritty. Vaikka vasta useampipäiväinen saman työmiehen työskentelyn seuraaminen olisi selvittänyt kysymyksen tutkimuksien vaikutuksesta työtehoon, saatiin yleensä se vaikutelma, että tutkimukset saattoivat vain sen kautta lisätä työtehoa, että työmiehet kunnostivat työkalunsa asunnossaan mahdollisesti sen takia, että odottivat mittauksien tulevan heidän palstalleen.

Tietoja työvälineistä.

Tärkeimmät työvälineet halonteossa ovat kirves ja saha. Näiden lisäksi käyttää työmies apunaan sahapukkia, rauta- tai puukiiloja sekä puukankia rungon siirtelyä varten. Välillisesti työhön vaikuttavia ovat lisäksi sahan ja kirveen kunnostamisvälineet.

Kuten myöhemmin on mainittu, merkittiin jokaisesta sahasta ja kirveestä muistiin mahdollisimman tarkat tiedot erikoisille lomakkeille. Seuraavassa tehdään selvää näiden tietojen perusteella käytännössä olleista kirveistä ja sahoista. Koska näistä työkaluista on tekeillä erikoistutkimus, selostetaan vain eräitä työkalujen käyttöä valaisevia seikkoja.

Käytetystä 23 kirveestä oli 17 kpl. Billnäsin tehtaan valmistetta, joista 1 kpl. N:o 12.1, 6 kpl. N:o 12.2, 7 kpl. N:o 13 ja 1 kpl.

N:o 17. Kahdesta kirveestä oli numero kulunut epäselväksi. Kellokosken valmistetta oli 3 kirvestä, 1 kpl. N:o 12.2 ja 2 kpl. N:o 13. Muita kirveitä, joiden tuntomerkki joko puuttui tai oli epäselvä, oli 3 kpl.

Käyttöikänsä puolesta kirveet ovat vaihdelleet melkoisesti. Aivan uusia kirveitä on ollut vain 1 kpl., 1 kirves on ollut käytännössä 1 kuukauden, 4 kirvestä 3 kuukautta, 2 kirvestä 6 kuukautta, 5 kirvestä 1 vuoden, 6 kirvestä 2 vuotta ja 4 kirvestä yli 8 vuotta. On selvää, että vanhimmat kirveet ovat olleet välillä käyttämättäkin.

Käyttötarkoituksensa puolesta kirveitä ei voida jaotella eri ryhmiin, koska ne ovat kaikki olleet n. s. yleiskirveitä, joilla mies on suorittanut kaikki kysymykseen tulevat kirvestyöt. Ainoastaan yksi mies käytti kahta kirvestä, joista toista ainoastaan halkomiseen. Halkomisessa on puolet miehistä käyttänyt puukiilaa. Vain parilla miehellä oli rautakiila käytännössä.

Merkinnät kirveiden kunnosta osoittivat, että käytetyn arvosteluasteikon mukaan puolet kirveistä oli hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa. Loput kirveistä olivat joko tylsiä, huonosti tahkottuja tai teränsä puolesta moitteettomia, mutta kehnolla varrella varustettuja. Parhaimpaan työtulokseen päässeillä, taitavilla työmiehillä olivat kirveet hyvässä kunnossa, kun taas huonotuloksisilla miehillä kirveet olivat enemmän tai vähemmän huonossa kunnossa.

Kirveiden kunnostamisen suorittivat miehet tavallisesti asuntopaikassaan, missä heillä oli tahko käytettävänä. Tilapäisesti tylsyneen kirveen terottamiseen he käyttivät kovasinta, milloin se oli mukana, tai useimmissa tapauksissa viilaa, joka kaikilla oli mukana sahan terottamista varten. Kirveen varren katkeamista tai muuta vahinkoa ei yhdelläkään mittausalalla sattunut.

Mittausaloilla käytetyistä sahanteristä oli 12 kpl. Sandviktehtaan valmistetta, 6 kpl. Orsia-merkkiä, 2 kpl. Otso-merkkiä, 1 kpl. Suomi-merkkiä ja 1 kpl. Edsby Industri (EIA)-merkkiä. Sandviksahat olivat paljon käytettyä, uutena valmiiksi haritettua N:oa 99.

Sahanterien käyttöikä on yleensä melko lyhyt. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta syystä. Ensinnäkin ne katkeilevat verraten helposti metsätöissä ja toiseksi työmies harvoin viitsii kulettaa sahanterää mukanaan pitkiä matkoja, vaan ostaa uudelle työmaalle tultuaan läheisestä kaupasta uuden terän. Mittausaloilla käytetyistä sahoistakin oli lähes puolet, 10 kpl. ollut käytännössä alle kuukauden, ja näistäkin vielä 4 kpl. alle puolen kuukauden. Lopuista teristä oli 1 kpl. 6 kuukauden, 1 kpl. 9 kuukauden ja 1 kpl. 14 kuukauden vanha, muiden 9 sahanterän käyttöiän vaihdellessa 1—4.5 kuukauteen.

Sahojen kunto on yleensä ollut hyvä. Mittausten suorittaminen on saattanut osaltaan vaikuttaa tähän. Kun työmiehillä oli tiedossa, että mittamiehet voivat tulla milloin tahansa heidän palstalleen, koettivat miehet mahdollisesti pitää sahansa hyvin haritettuina ja terotettuina. Sahanpuut olivat 5:ssä sahassa huonot, mutta vain 3:n sahan terien voidaan sanoa olleen huonossa kunnossa.

Sahanterien kunnostaminen tapahtui aina irroittamatta terää sahanpuista. Terottamiseen käytettiin yleisesti kolmikulmaviilaa, yhdellä miehellä vain oli litteä viila. Harittaminen tapahtui n. s. jako- l. haritusraudalla, yhtä poikkeusta lukuunottamatta, jolloin harittaminen suoritettiin viilaa käyttäen. Haritusuran leveys oli 19 sahassa 1 mm ja 3 sahassa 1.2 mm. Terotuskulma oli kaikissa muissa sahoissa 64° paitsi yhdessä, missä se oli 76°. Kun käynnissä olevan sahoja ja kirveitä selvittelevän tutkimuksen mukaan meikäläisten sahojen terotuskulman yleisin asteluku on 64 ja toiseksi yleisin 76, on siis kummankin laatuisia sahoja mittausalueella ollut käytännössä.

Tutkimusaineisto.

Kuten jo edellä on mainittu, suoritettiin mittauksia 23 hakkuumiehen palstalla 9/9—22/11 1935 välisenä aikana. Työaikatutkimus käsittää yhteensä 38 päivän työajan eli kaikkiaan 12 513.73 minuuttia. Tästä aikamäärästä tulee Näsin metsän eli 11 ensimmäisen mittausalan osalle 5 877.10 minuuttia ja Luukkosen metsän 12 mittausalan osalle 6 636.63 minuuttia. Mitattujen ruoka-aikojen määrä oli Näsin metsässä 425.11 minuuttia, Luukkosen metsässä 1 076.29 minuuttia, yhteensä koko aineistossa 1 501.40 minuuttia. Kaadettujen puiden lukumäärä, joista mitattiin paitsi koko kaatamisaikaa myös kaatokolon teko- ja kaatosahausaika, oli Näsin metsässä 237 kpl. ja Luukkosen metsässä 242 kpl., eli yhteensä 479 kpl. Näistä valmistettu halkomäärä käsittää kaikkiaan 90 pinoa, jotka sisältävät 106.27 p.-m³ työnjohtajan tilitystä varten suorittaman mittauksen mukaan *(luovutus-p.-m³)*, missä mittauksessa ylimitat pinoissa jätettiin huomioon ottamatta. Tarkan mittauksen mukaan vastaa mainittu määrä 127.16 p.-m³ *(todellinen p.-m³)*. Tähän määrään sisältyy kuitenkin maapuista tehtyjä halkoja 15.60 p.-m³. Muita päätehotyöaikatutkimuksia, paitsi kaatamiseen kuuluvia, suoritettiin vain Luukkosen metsässä, siis 242 puun valmistamisessa haloiksi. Näistä puista sahattiin kaikkiaan 2 403 halkopölkkyä. Mittaamalla kunkin pölkyn sahaukseen käytetty aika pyrittiin selvittämään sahausajan

riippuvaisuutta pölkyn paksuudesta. Saman riippuvaisuuden selvittämiseksi halkomisessa, mitattiin 1 720 pölkyn halkaisuaika ja 670 pölkyn aisausaika. Kahden puun pölkkyjen halkaisuaikaa ei voitu mitata.

Kaadetut puut jakaantuvat kuorellisen rinnankorkeusläpimitan perusteella luokkiin seuraavasti:

Mittausalueet	D 1.3 m, cm																Yhteensä
	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	
	Puiden lukumäärä																
Näsin metsä	21	43	48	31	26	28	17	13	6	—	1	—	1	1	1	—	237
Luukkosen metsä ..	6	35	34	35	42	30	20	18	6	6	4	2	1	2	—	1	242
Yhteensä	27	78	82	66	68	58	37	31	12	6	5	2	2	3	1	1	479

Puiden kannon keskimääräinen kuorellinen läpimitta (D kanto) eri rinnankorkeusläpimittaluokissa nähdään seuraavasta asetelmasta:

Mittausalueet	D 1.3 m, cm															
	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
	D kanto, cm															
Näsin metsä	11.8	13.7	15.9	19.0	20.9	23.6	25.7	28.2	30.3	—	40.9	—	39.5	42.8	42.7	—
Luukkosen metsä	12.5	14.1	16.4	18.7	21.1	23.7	26.5	28.4	29.5	35.2	30.7	35.1	33.8	37.7	—	45.0
Kaikki puut	11.9	13.9	16.1	18.8	21.0	23.5	26.1	28.3	29.9	35.2	33.0	35.1	36.7	39.5	42.7	45.0

Seuraava asetelma taas osoittaa eri rinnankorkeusläpimittaluokkain puiden keskimääräisen kuorellisen katkaisuläpimitan (D min.).

Mittausalueet	D 1.3 m, cm															
	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
	D min., cm															
Näsin metsä	7.7	8.1	8.1	8.7	8.4	8.8	8.7	9.4	9.6	—	8.6	—	8.7	7.2	10.2	—
Luukkosen metsä	7.7	8.2	8.4	8.6	8.8	8.7	8.9	9.6	9.4	9.1	9.4	11.3	11.3	9.4	—	10.0

Luukkosen metsässä kaadetuista puista sahatut pölkyt jakaantuvat kuorellisen latvaläpimitan perusteella 1 cm läpimittaluokkiin seuraavasti.

Mittausalue	D latva, cm																															Yhteensä
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	40		
	Pölkkyjen lukumäärä																															
Luukkosen metsä	5	68	177	231	241	253	216	208	183	175	141	111	89	78	59	44	38	23	16	11	7	5	8	4	2	1	3	3	2	1	2403	

Tutkimustapa.

Ennen tutkimuksiin ryhtymistä laadittiin tarkka tutkimussuunnitelma, jossa selostettiin työmenetelmät ja tutkimuksen tarkoitus sekä määriteltiin yksityiskohtaisesti, mikä työ tai toiminta kunkin työvaiheen tehotyö- tai muuhun lajiin kuuluu. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään halonteon luonteenomaisia piirteitä, työajan jakaantumista työvaiheisiin ja näiden aikojen jakaantumista eri lajien kesken. Lisäksi tehtiin tutkimuksia eri työvaiheissa varsinaisen tehotyön eri lajeihin käytetyn ajan pituudesta, työpäivän pituudesta ja työsaavutuksista.

Miehen työskentelyä seurattiin päivän ajan tai sitä kauemmin siksi, kunnes kaikki puut, joiden kaatamisesta lähtien työskentelyä oli lähdetty seuraamaan, olivat halkoina pinossa. Tällä tavalla päästiin selville p.-m^3:n valmistamiseen käytetyn työajan ja sen eri vaiheiden ja lajien ajan suuruudesta sekä eri vaihe- ja lajiaikojen keskinäisestä suhteesta.

Työaikatutkimukset.

Eri hakkuumiesten halontekoaikaa koskevat aikamittaukset aloitettiin aamulla hakkuumiesten ryhtyessä puita kaatamaan. Ajan ottaminen aloitettiin siitä hetkestä, jolloin mies tarttui työkaluihinsa. Alkamishetki samoinkuin lopettamishetkikin viimeisen työliikkeen jälkeen merkittiin sekunnilleen muistiin tavallisesta kellosta. Kunkin puun kaatamisessa eri työlajeihin kulunut aika mitattiin sekuntikellolla 1/100 minuutin tarkkuudella ja merkittiin lomakkeeseen kutakin lajia varten varattuun sarekkeeseen. Huomautussarekkeeseen tehtiin valmistavista tehotöistä sekä lepo- ja hukka-ajoista merkintä siitä, mitä lajia ne olivat. Kaatamisvaiheesta saatiin tällä tavalla rungottain eri lajeihin kulunut aika.

Muissa työvaiheissa hakkuumiehet eivät noudata säännöllisesti sitä tapaa, että he suorittaisivat koko vaiheen loppuun samassa

duussa, vaan vaihtavat työlajeja, kuten edellä halonteon työskentelyjärjestyksestä puhuttaessa mainittiin. Kun työvaiheet eivät seuraa säännöllisesti toisiaan kussakin puussa, on niiden aikoja rungottain hyvin vaikea ja hankala mitata. Tämän vuoksi tehtiinkin niin, että karsimis-, pölkyttämis-, halkomis- ja pinoamisvaiheissa eri työlajien ajat otettiin siinä järjestyksessä kuin eri lajit seurasivat toisiaan. Kun eri työvaiheiden työlajeja vaihteli vuorotellen, merkittiin niiden ajat sen vaiheen kohdalle, johon lajin katsottiin kuuluvan.

Leimattujen, tuoreiden puiden ohella valmistettiin haloiksi myöskin pystyyn kuivuneet, terveet puut sekä edellisten hakkuiden jäleltä metsään jääneet faneeri- ja tukkipuiden latvat. Näiden kelojen ja maapuiden käsittelyyn kulunut aika mitattiin erikseen ja sisältyy siis työlajeittain työaikaan.

Lomakkeen huomautussarekkeeseen merkittiin tavallisesta kellosta, milloin pitemmät lepo- ja ruoka-ajat olivat ja milloin työpäivä päättyi.

Jokaisesta kaadetusta puusta mitattiin läpimitta rinnankorkeudelta (D 1.3 m) ja kannosta eli kaatosahauskohdasta. Kaadetussa puussa rinnankorkeuskohta määrättiin siten, että kannon varalle jätettiin 15 cm ja mittakohdaksi otettiin rungossa kohta, joka oli 115 cm päässä kantoleikkauksesta. Läpimitat mitattiin mm tarkkuudella kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa kuoren päältä ja mittauksien keskiarvo merkittiin läpimitaksi. Kunkin puun kantoon ja tyveen kirjoitettiin puun juokseva numero siinä järjestyksessä kuin puut kaadettiin. Lisäksi mitattiin jokaisen puun koko pituus ja oksattoman runko-osan pituus ½ m tarkkuudella sekä välimatka kannolta toiselle 1 m tarkkuudella siinä järjestyksessä kuin puut kaadettiin. Kun puu oli pölkytetty, luettiin pölkkyjen lukumäärä ja mitattiin viimeisen latvapölkyn eli siis käyttöpuun läpimitta (D min.) samoin kuin muutkin läpimitat. Työtulos, hakattu p.-m^3-määrä merkittiin muistiin sekä luovutusmittana että todellisena pinomittana. Viimeksi mainitun saamiseksi mitattiin jokainen pino tarkoin siten kuin tekijä pinotiheystutkimuksia tehdessään on tehnyt (vrt. Aro 1931).

Niiltä hakkuualoilta, joilla mittauksia suoritettiin, merkittiin muistiin metsätyyppi, maastosuhteet, puulajiprosentit, metsikön ikä ja tiheys, sekä arvioitiin silmämääräisesti koko kuutiomäärä ha:lla. Vielä merkittiin muistiin hakkuumiehen nimi ja ikä, sekä kuinka kauan ja millä seuduilla hän pääasiallisimmin on tehnyt metsätöitä. Jokaisen hakkuumiehen kirveestä tehtiin tarkkoja merkintöjä.

Kirveestä merkittiin muistiin seuraavat mitat ja tiedot: varren suurin läpimitta putken läheltä ja varren päästä sekä pienin läpimitta sen lappeellaan ja hamarallaan maatessa, varren pituus päästä putken suuhun, puulaji, josta varsi on tehty, terän hamaran pituus ja leveys, terän leveys terän suusta (leveimmältä kohdalta) ja lavan juuresta, terän paksuus hiomispinnan ylärajasta ja terän puolivälistä, terän pituus etukärjestä hamaran kärkeen ja takakärjestä hamaran kärkeen, putken pituus ja ympärysmitta varren juuresta, hiomispinnan leveys ja muoto, suutimistapa, koko kirveen paino varsineen, montako kertaa ja milloin terä on viimeksi terästetty, kuinka kauan ja mihin tarkoituksiin kirvestä on käytetty sekä minkä tehtaan valmistama ja minkä numeroinen kirves on. Sahasta merkittiin muistiin terän koko pituus ja hammasosan pituus, terän leveys selästä hampaiden kärkeen kapeimmalta (kuluneimmalta) ja leveimmältä (kulumattomalta) kohdalta, terän paksuus selästä, terän hampaiden lukumäärä ja suurin ja pienin korkeus sekä suurin ja pienin leveys juuresta, hampaiden välimatka kärjestä kärkeen sekä hammasvälin pituus, hampaiden leveys hampaiden puolivälistä viilatulta ja viilaamattomalta puolelta, hampaiden harituksen suuruus ja hammastuksen muoto, koko sahan paino puineen, tehtaan merkki ja numero, minkälaisia haritus- ja teroitusvälineitä on käytetty ja missä harittaminen ja teroitus on suoritettu, kuinka kauan saha on ollut käytännössä ja minkälaiseen sahaukseen sitä on käytetty. Näiden tietojen lisäksi laadittiin sekä kirveen että sahan kunnosta yleisarvostelu ja tehtiin piirrokset kirveistä luonnollisessa koossa ja sahasta pienoiskoossa.

Jokaisen hakkuumiehen työskentelystä laadittiin seikkaperäinen selostus, mistä kävi ilmi miehen työskentelytapa ja se järjestys, jossa eri tehotyö- ja muut työlajit seurasivat toisiaan. Selostuksesta ilmenivät myöskin kaikki työskentelyä häirinneet tekijät ja sääsuhteet työaikana.

Päätehotyöaikatutkimukset.

Työaikatutkimuksessa ei, kuten edellä jo on huomautettu, voitu vaihtelevan työskentelyjärjestyksen takia saada vaihe- ja lajiaikoja hakkuualalta rungottain muista kuin kaatamisvaiheesta. Eri suuruisten runkojen haloiksi valmistamisessa niiden vaikutus tuntuu ennen muuta varsinaisten tehotöitten tärkeimmissä lajeissa, päätehotöissä. Tämän vuoksi saikin toinen ajanottajista tehtäväkseen mitata karsimisen, pölkyttämisen ja halkomisen päätehotyöhön rungottain käytetyn ajan.

Karsimisen päätehotyöaikaan sisältyi tällöin koko se aika, joka kului oksien karsimiseen ensimmäisestä oksasta lähtien latvan katkaisuun asti, liikkumisaika mukaanluettuna. Pölkyttämisessä mitattiin päätehotyöhön, pölkytyssahaukseen kulunut aika. Kun otettiin sahausaika ensimmäisestä sahan vedosta lähtien pölkyn katkeamiseen jokaisesta rungon pölkystä tyvestä lähtien latvaan asti, saatiin eri vahvuisille pölkyille todellinen sahausaika ja samalla laskemalla yhteen kaikkien rungon pölkkyjen sahausajat saatiin koko rungon todellinen sahausaika. Rungon mittaamiseen sekä rungon ja sahapukin siirtelyyn kulunut aika jätettiin mittaamatta.

Halkomisessa otettiin muistiin päätehotyöaika koko rungolle ja sen kaikille pölkyille. Halkomisen muut tehotyöt jätettiin huomioon ottamatta.

Nämä päätehotyöaikatutkimukset suoritettiin samanaikaisesti ja samoilla mittausalueilla kuin työaikatutkimuksetkin. Kun tällöin oli käytettävissä kaksi apumiestä puiden mittauksia varten, ennätettiin saada sekä aika- että muut mittaukset kaikista hakatuista puista. Sen lisäksi, mitä työaikamittauksia varten oli tarpeellista, suoritettiin vielä seuraavia mittauksia rungoissa tai pölkyissä päätehotyöaikatutkimusta varten.

Koska rungon oksien katkaisuajan suuruus riippuu karsittavan latvan pituudesta sekä katkaistavien oksien lukumäärästä ja paksuudesta, merkittiin muistiin kunkin karsitun latvan pituus ½ m tarkkuudella, karsittujen oksien lukumäärä läpimittaluokittain. Oksat jaettiin paksuutensa mukaan 5:een läpimittaluokkaan. Alle 1 cm paksut oksat jätettiin huomioon ottamatta. Oksaluokat olivat 2 cm (1.0—2.9 cm), 4 cm (3.0—4.9 cm), 6 cm (5.0—6.9 cm), 8 cm (7.0—8.9 cm) ja 9 + cm. Oksien paksuus mitattiin kuorineen rungon suunnassa runkoon jääneestä leikkauksesta. Eri paksuusluokkiin kuuluvien oksain lukumäärä merkittiin muistiinpanolomakkeen sarekkeisiin lukuviivoilla.

Rungon pölkytyssahausajan suuruus on riippuvainen pölkytettävän rungon pituudesta eli sahauskohtien tai pölkkyjen lukumäärästä. Pölkyn sahausaika taas riippuu sahauskohdan paksuudesta ja puun laadusta. Jotta näiden seikkain vaikutusta voitaisiin myöhemmin tarkastella, merkittiin muistiin kustakin rungosta sahattujen pölkkyjen latvan, siis sahauskohdan läpimitta ja terveys tai lahoisuus (terve, kova laho, pehmeä laho, ontto).

Rungon halkaisuaikaan vaikuttavat tekijät ovat osaksi samoja kuin pölkytyssahausaikaankin vaikuttavat tekijät. Selvyyden saamiseksi siitä, mitä pölkkyjen oksaisuus vaikuttaa halkaisuaikaan, luettiin pölkyistä yli 1 cm paksujen oksien lukumäärä. Lisäksi

tehtiin jokaisesta pölkystä merkintä, oliko se sisäiseltä rakenteeltaan säännöllinen tai epäsäännöllinen, suora- tai kierokasvuinen, visainen tai muuten sellainen, että se joko edisti tahi haittasi halkaisua.

Ajan otossa käytettiin tavallista taskukelloa, sekä sekuntikelloa, jonka taulussa oleva jaoitus osoitti minuutin 100:s osat. Edellisellä otettiin koko työaika ja jälkimmäisellä työlajien ajat. Sekuntikellolla ajan otto tapahtui siten, että työlajin alkaessa kello pantiin käyntiin. Kun laji oli lopussa, luettiin kulkevasta osoittajasta loppuaika ja samalla painettiin käyntiinpanonapista 2 kertaa, jolloin osoittaja palasi alkuunsa ja lähti heti samalla uudelleen käyntiin.

Tutkimuksessa on kaikki absoluuttiset ajat ilmoitettu minuuteissa ja sen 100:s osissa. Milloin muita aikamittoja on käytetty on siitä erikseen huomautettu.

Tutkimustulokset.

Työaika.

Kuten aikaisemmin jo on huomautettu, sisältävät työaikatutkimukset jokaisen työpäivän kaikkien työlajien ajat. Ennenkuin

Päivät	Kellojen aikaero, %:ia			
	työajasta	tehotyö-ajasta	lepo-ajasta	lepo- + hukka-ajasta
1	0.5	0.6	3.7	2.5
2	0.6	0.7	16.9	16.7
3	0.4	0.5	3.4	3.3
4	0.4	0.5	2.5	1.6
5	0.1	0.1	0.4	0.4
6	0.5	0.7	3.7	3.6
7	0.2	0.3	2.5	2.5
8	0.0	0.0	0.2	0.2
9	0.1	0.1	0.7	0.7
10	0.2	0.2	2.8	2.8
11	0.4	0.5	11.8	11.8
12	0.0	0.0	0.1	0.1
13	1.1	1.2	—	—
14	0.8	1.0	4.4	4.4
15	0.7	0.9	5.2	3.3
16	0.3	0.4	1.3	0.7
17	0.1	0.2	0.6	0.6
18	0.3	0.3	1.4	1.4
19	0.1	0.1	0.5	0.5
20	1.2	1.3	12.1	11.9
21	0.3	0.4	1.6	1.6
22	0.0	0.1	0.0	0.0
23	1.0	1.2	5.3	5.0
24	0.0	0.0	0.7	0.7
25	0.9	1.3	3.1	3.1
26	0.0	0.0	0.1	0.1
27	0.0	0.0	0.7	0.7
28	0.9	1.0	15.0	15.0
29	0.3	0.4	1.3	1.3
30	0.5	0.6	1.8	1.8
31	2.7	2.7	—	—
32	0.3	0.3	3.8	3.7
33	0.1	0.2	1.7	1.7
34	0.2	0.2	1.2	1.1
35	0.1	0.1	0.4	0.3
36	0.1	0.1	0.2	0.2
37	0.6	0.8	2.1	2.1
38	0.8	1.0	6.2	6.2

niitä kuitenkaan voitiin käyttää, oli otettava huomioon tavallisen ja sekuntikellon aikamäärien ero. Kun tavallisen kellon ilmoittama aika otettiin todelliseksi työajaksi, täytyi se aikaero, joka kunakin päivänä oli tavallisen ja sekuntikellon aikojen välillä, tasaisesti jakaa koko päivän osalle. Tässä tasoittamisessa meneteltiin siten, että aikaero jaettiin eri työvaiheiden lepoaikojen kesken samassa suhteessa kuin lepolajit jakaantuvat eri vaiheiden kesken. Edellä olevasta asetelmasta näkyy kunakin päivänä syntyneiden aikaerojen prosenttinen osuus kunkin päivän työajasta, tehotyöajasta, lepoajasta sekä lepo- + hukka-ajasta.

Tällaisten aikaerojen syntyminen ei ole aikatutkimuksissa vältettävissä. Ne johtuvat sekuntikellon käynnin epätarkkuudesta, pienistä virheistä juoksevan sekuntiosoittajan lukemisessa ja monasti uusiintuvassa kellon käyntiinpanossa sekä tavallisen ja sekuntikellon käyntitarkkuuden erosta. Asetelman luvut osoittavat, että aikaerot ovat olleet melko pieniä. Jos pidetään kiinni siitä F u c h s i n (1931) mielipiteestä, että aikatutkimus on käyttökelvoton, jos aikaero on enemmän kuin 3 % työajasta, havaitaan, että niin ei ole asian laita yhtenäkään päivänä. Näin ollen voidaan katsoa aikojen oton tapahtuneen kylliksi suurella huolella ja tarkkuudella.

Kaikki metsässä tehdyt kunkin päivän aikamerkinnät työlajeittain ja -vaiheittain kerättiin erikoisiin laskutaulukkoihin, joissa sitten edellämainittujen aikaerojen tasoituskin suoritettiin. Näistä taulukoista laskettiin sitten kaikki seuraavassa esitettävät tiedot.

Halontekoajan suhteellinen jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Halontekoaika, kuten edellä on mainittu, käsittää jokaisen tutkitun päivän työajan, johon ei sisälly ruokailuun käytetty aika. Mittausalan halontekoaika sisältää siis kaikkien niiden päivien työajat, joina mittausalalla on työskennelty. Kaikkien mittausalojen työaikain summa ilmoittaa koko aineiston halontekoajan.

Koska eri päivinä ja eri mittausaloilla työajat ovat hyvin eri suuruisia, eivät absoluuttiset aikaluvut ole soveliaita käytettäviksi esitettäessä halontekoajan jakaantumista eri työvaiheisiin. Tämän vuoksi onkin laskettu kunkin mittausalan halontekoajan suhteellinen jakaantuminen työvaiheisiin. Lisäksi on laskettu koko aineiston (Mittausalat 1—23) sekä erikseen Näsin metsän (Mittausalat 1—11) ja Luukkosen metsän (Mittausalat 12—23) työvaiheiden suhteelliset työajat. Näitä aikoja esittää taulukko 1.

Taulukko 1. Halontekoajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 1. Verteilung der Brennholzhauungszeit auf Hauungsabschnitte.

Mittausalan N:o *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Työaika, % — *Arbeitszeit in %*					
1	15.0	7.0	32.7	30.1	15.2	100
2	7.3	7.7	35.0	26.9	23.1	100
3	10.3	7.3	28.4	31.6	22.4	100
4	8.1	6.6	30.5	31.8	23.0	100
5	8.8	9.7	36.3	22.9	22.3	100
6	8.5	6.9	37.8	26.1	20.7	100
7	7.8	6.8	32.2	32.5	20.7	100
8	10.0	5.8	33.6	31.2	19.4	100
9	10.9	5.4	32.2	41.8	9.7	100
10	20.1	4.7	30.4	28.2	16.6	100
11	24.5	1.5	34.5	26.3	13.2	100
1—11	11.7	6.5	33.0	30.5	18.3	100
12	9.7	6.3	27.8	38.9	17.3	100
13	8.3	8.8	31.1	31.2	20.6	100
14	10.8	6.4	37.5	26.8	18.5	100
15	6.4	12.9	25.0	30.1	25.6	100
16	7.0	17.7	33.5	16.2	25.6	100
17	9.6	5.5	41.7	23.8	19.4	100
18	10.1	7.0	36.2	27.9	18.8	100
19	9.5	7.5	40.4	27.1	15.5	100
20	8.7	6.7	32.4	28.6	23.6	100
21	13.6	10.3	30.8	23.4	21.9	100
22	9.0	8.3	37.4	25.6	19.7	100
23	17.9	8.5	39.6	22.3	11.7	100
12—23	9.5	8.8	34.2	27.4	20.1	100
1—23	10.5	7.7	33.7	28.8	19.3	100

Kun tarkastellaan eri vaiheiden suhteellisia aikamääriä mittausaloittain, huomataan että valtavasti suurimmalla osalla mittausaloja pölkyttämis-, halkomis- ja pinoamisvaiheiden ajat ovat paljon suurempia kuin kaatamis- ja karsimisvaiheiden ajat. Vaikka vaiheiden järjestys ajan suuruuden mukaan mittausaloilla vaihteleekin, on kuitenkin sekä Näsin että Luukkosen metsässä ja sen mukaan myös koko aineistossa vaiheiden järjestys suurimmasta pienimpään seuraava: pölkyttäminen, halkominen, pinoaminen, kaataminen ja karsiminen.

Työajan jakaantuminen työvaiheisiin on samanlainen kuin tehotyöajankin, kuten myöhemmin nähdään.

Koko aineiston lukujen mukaan kuluu siis pölkyttämisvaiheeseen 33.7 %, halkomisvaiheeseen 28.8 %, pinoamisvaiheeseen 19.3 %, kaatamisvaiheeseen 10.5 % ja karsimisvaiheeseen 7.7 % koko halontekoajasta.

Näsin ja Luukkosen metsät eroavat toisistaan sikäli, että Näsin metsässä on kaatamiseen ja halkomiseen kulunut suhteellisesti enemmän mutta muihin vaiheisiin vähemmän aikaa kuin Luukkosen metsässä. Tämä johtuu siitä, että edellisessä on ollut enemmän pieniä puita kuin jälkimmäisessä. Pienien puiden kaataminen ja halkominen ottaa enemmän aikaa kuin keskisuuruisten, jotka Luukkosen metsässä ovat olleet vallitsevimpia. Aikaerot ovat kuitenkin verrattain pieniä.

Halontekoajan ja vaiheaikojen suhteellinen jakaantuminen työlajien kesken.

Koska työvaiheet sisältävät useita työlajeja, on syytä tarkastella näiden eri lajien osuutta eri vaiheissa. Taulukosta 2 nähdään tehotyö-, kulkemis-, lepo- ja hukkalajeihin kuluneen ajan suhteellinen osuus kuhunkin vaiheeseen ja koko halontekoon kuluneesta ajasta. Sitäpaitsi on erikseen nähtävänä varsinaisten ja valmistavain tehotyöaikojen osuus. Taulukossa ovat rinnakkain Näsin ja Luukkosen metsän sekä koko aineiston luvut.

Taulukon luvut osoittavat, että kaikissa vaiheissa suurimman osan ajasta ottavat tehotyölajit ja näistä suurimman osan varsinaiset tehotyöt. Kaikissa muissa vaiheissa paitsi kaatamisessa tehotyöaika on yli 90 % koko vaiheajasta koko aineistossa. Kaatamisessa tehotyöajan osuus jää pienemmäksi kuin muissa vaiheissa, sillä tähän vaiheeseen sisältyy kulkemisaikoja enemmän kuin muihin. Kulkeminen puulta toiselle ottaa keskimäärin 13 % vaiheajasta. Myöskin hukka-aika on tässä vaiheessa melko suuri. Se syntyy suurimmaksi osaksi konkeloiden kaatamiseen käytetystä ajasta. Lisäksi on kaatamistyö siksi raskasta, että se vaatii melkoisesti lepoaikaakin.

Tarkasteltaessa varsinaisten ja valmistavain tehotöiden osuutta eri vaiheajoista huomataan, että karsimis-, pölkyttämis- ja halkomisvaiheessa valmistavat tehotyöt ovat hyvin vähäisiä, mutta pinoamisvaiheessa niiden osuus on n. 41 % koko tehotyöajasta ja 37.5 %

Taulukko 2. Halontekoajan ja vaiheaikojen

Tabelle 2. Verteilung der Brennholzhauungszeit

Työlajit *Arbeitsarten*	Halonteon vaiheet — Kaataminen *Fällen*			Karsiminen *Entästen*		
	Mittausalat *Schläge*			Mittausalat *Schläge*		
	1—11	12—23	1—23	1—11	12—23	1—23
	Työaika, % —					
Tehotyölajit — *Reine Arbeitsarten*						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	53.3	67.4	60.1	90.5	97.8	94.8
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten*	10.1	12.6	11.2	0.6	1.0	0.9
Yhteensä - *Insgesamt*	63.4	80.0	71.3	91.1	98.8	95.7
Kulkemislajit — *Laufarten*	14.7	10.7	12.8	8.2	0.7	3.7
Lepolajit — *Ruhearten*	4.8	5.9	5.3	0.7	0.5	0.6
Hukkalajit — *Verlustarten*	17.1	3.4	10.6	—	—	—
Yhteensä — *Insgesamt*	100	100	100	100	100	100

koko vaiheajasta. Kaatamisvaiheessa taas valmistavat tehotyöt ottavat n. 16 % tehotyöajasta ja 11.2 % vaiheajasta.

Verrattaessa Näsin ja Luukkosen metsien lukuja keskenään huomataan, että työn intensiivisyyden puolesta, mikäli sen mittana pidetään tehotyöajan osuutta työajasta, halonteko Luukkosen metsässä on ollut paljon intensiivisempää kuin Näsin metsässä. Tämä johtuu metsien erilaisista maasto-, sijaitsevaisuus- y. m. suhteista. Liikkuminen työskennellessä otti Näsin metsässä paljon enemmän aikaa kuin Luukkosen metsässä, sillä mittausaloista useat sattuivat jyrkänlaisiin rinteisiin ja hakkuutähteitä oli liikkumista haittaamassa enemmän. Näsin metsän puut olivat suurioksaisia, ja kun joukossa oli enemmän havupuita kuin Luukkosen metsässä, tuli konkeloita siellä runsaammin. Kun mitään taloa ei ollut lähettyvillä, muodostui ruoka-aika Näsin metsässä lyhyeksi, mutta tästä oli seurauksena, että lepoaikoja täytyi pitää useammin työaikana. Luukkosen metsässä pitempi ruoka-aika korvasi suuren osan lepoajasta.

Tehotyöaika.

Koska sekä kussakin halontekovaiheessa että koko halonteossa tärkein merkitys on tehotyölajeilla ja siis niihin kuluu suurin osa

jakaantuminen työlajien kesken.

und der Abschnittzeiten auf Arbeitsarten.

Brennholzhauungsabschnitte											
Pölkyttäminen *Einschneiden*			Halkominen *Spalten*			Pinoaminen *Setzen*			Halonteko *Brennholzhauung*		
Mittausalat *Schläge*			Mittausalat *Schläge*			Mittausalat *Schläge*			Mittausalat *Schläge*		
1—11	12—23	1—23	1—11	12—23	1—23	1—11	12—23	1—23	1—11	12—23	1—23
Arbeitszeit in %											
88.6	94.3	91.6	85.3	95.1	90.2	50.9	58.1	54.9	76.7	85.0	81.1
1.6	0.9	1.2	8.1	3.5	5.8	35.9	38.8	37.5	10.8	10.4	10.6
90.2	95.2	92.8	93.4	98.6	96.0	86.8	96.9	92.4	87.5	95.4	91.7
1.4	△	0.7	0.2	—	0.1	△	—	△	2.8	1.1	1.8
6.1	4.8	5.4	6.4	1.4	3.9	13.2	3.1	7.6	7.0	3.2	5.0
2.3	—	1.1	—	—	—	—	—	—	2.7	0.3	1.5
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

työajasta, kuten taulukko 2 osoittaa, on syytä vielä lähemmin tarkastella, kuinka suuri osa halonteon tehotyöajasta tulee kunkin vaiheen osalle.

Taulukko 3. Tehotyöajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 3. *Verteilung der reinen Arbeitszeit auf Brennholzhauungsabschnitte*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Tehotyöaika, % — *Reine Arbeitszeit in %*					
1—11	8.4	6.8	34.1	32.5	18.2	100
12—23	7.9	9.1	34.2	28.3	20.5	100
1—23	8.2	8.0	34.1	30.2	19.5	100

Taulukosta 3, josta nähdään erikseen Näsin (Mittausalat 1—11) ja Luukkosen (Mittausalat 12—23) metsän sekä koko aineiston (Mittausalat 1—23) tehotyöajan suhteellinen jakaantuminen halonteon vaiheisiin, käy selville, että suurin osa tehotyöajasta, n. ⅓, on kulunut pölkyttämistyössä. Halkomisvaiheen osalle tulee n. 30 % ja

pinoamisvaiheen osalle n. 20 % tehotyöajasta. Kaatamiseen ja karsimiseen kuluu suunnilleen yhtä paljon aikaa. Sekä Näsin että Luukkosen metsässä tehotyöajan jakaantuminen on jokseenkin samanlainen. Tehotyölajit ovat siksi määräävässä asemassa työssä, että työvaiheiden järjestys tehotyöajan mukaan tulee samaksi kuin työajankin mukaan.

Преображенский — Синицын (1932) mainitsee, että Neuvosto-Venäjällä eräässä metsässä, jossa kuusihakkuun jäleltä puhdistushakkausta käyttäen valmistettiin koivuhalkoja, työaika jakaantui eri vaiheiden kesken seuraavasti: kaataminen 9 %, karsiminen 9 %, pölkyttäminen 53 %, halkominen 15 % ja pinoaminen 14 %. Halonteossa oli 22 henkinen brigaadi, kaatamista suoritti 2 henkilöä, karsimista 2 henkilöä, pölkyttämistä 12 henkilöä, halkomista 3 henkilöä ja pinoamista 3 henkilöä. Koska ei käy selville onko kysymyksessä työ- vai tehotyöaika, on luvut mainittu tässä yhteydessä, koska tehotyö kuitenkin määrää jakaantumisen.

Koska edellä selostettuun tehotyöaikaan sisältyy kahdenlaisten, nimittäin varsinaisten ja valmistavain tehotöiden suorittamiseen kulunutta aikaa, on vielä erikseen selvitettävä näiden kummankin tehotyölajiryhmän ajan jakaantuminen. Ennen tätä selvitystä esitetään kuitenkin vielä taulukko 4, josta käy selville tehotyöajan ja-

Taulukko 4. Tehotyöajan jakaantuminen varsinaiseen ja valmistavaan tehotyöaikaan.

Tabelle 4. Einteilung der reinen Arbeitszeit in eigentliche und vorbereitende, reine Arbeitszeit.

Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*	Mittausalat *Schläge* 1—11			Mittausalat *Schläge* 12—23			Mittausalat *Schläge* 1—23		
	Varsin. tehotyöaika *Eigentl. reine Arbeitszeit*	Valmist. tehotyöaika *Vorber. reine Arbeitszeit*	Tehotyöaika *Reine Arbeitszeit*	Varsin. tehotyöaika *Eigentl. reine Arbeitszeit*	Valmist. tehotyöaika *Vorber. reine Arbeitszeit*	Tehotyöaika *Reine Arbeitszeit*	Varsin. tehotyöaika *Eigentl. reine Arbeitszeit*	Valmist. tehotyöaika *Vorber. reine Arbeitszeit*	Tehotyöaika *Reine Arbeitszeit*
	%								
Kaataminen — *Fällen*	84.1	15.9	100	84.4	15.6	100	84.2	15.8	100
Karsiminen — *Entästen*	99.4	0.6	100	98.9	1.1	100	99.1	0.9	100
Pölkyttäminen — *Einschneiden*	98.2	1.8	100	99.1	0.9	100	98.7	1.3	100
Halkominen — *Spalten*	91.3	8.7	100	96.4	3.6	100	93.9	6.1	100
Pinoaminen — *Setzen*	58.6	41.4	100	60.0	40.0	100	59.4	40.6	100
Koko halonteko *Ges. Hauung*	87.7	12.3	100	89.1	10.9	100	88.5	11.5	100

kaantuminen varsinaiseen ja valmistavaan tehotyöaikaan erikseen Näsin, Luukkosen ja koko aineiston kussakin halonteon vaiheessa ja koko halonteossa. Taulukon luvut osoittavat, että vähimmin on valmistavia tehotöitä karsimis- ja pölkyttämisvaiheessa. Halkomis- ja kaatamisvaiheessa niitä on jo jonkin verran enemmän ja eniten pinoamisvaiheessa, missä niiden aika ottaa yli 40 % koko tehotyöajasta. Pinoamisvaiheen valmistavan tehotyöajan osuus koko halonteon tehotyöajasta on 7.8 %. Koko halonteon valmistavan tehotyöajan osuudeksi tehotyöajasta tulee vähän yli 10 % (11.5 %). Taulukko osoittaa myöskin, että kummassakin aineisto-osassa tehotyöajan jakaantuminen on hyvin yhdenmukainen.

Varsinainen tehotyöaika.

V a r s i n a i s i i n t e h o t ö i h i n k a a t a m i s v a i h e e s s a luettiin kaatokolon teko ja kaatosahaus ja k a r s i m i s v a i h e e s s a karsiminen ensimmäisen oksan katkaisusta latvan poikkilyömiseen asti. Tähän sisältyy siis paitsi oksien kirveellä katkaisemista myös siirtyminen runkoa pitkin latvaan päin ja työskentelyä haittaavien oksien syrjään viskely. P ö l k y t t ä m i s v a i h e e s s a varsinaisia tehotöitä on useampia: rangan mittaus, rangan ja sahapukin siirto ja pölkkyjen sahaus. Kuhunkin näistä käytettyä aikaa ei erikseen mitattu, vaan sisältyy niiden yhteinen aika varsinaiseen tehotyöaikaan. H a l k o m i s v a i h e e s s a on varsinaisia tehotöitä itse halkomistoimitus ja pölkkyjen asettelu halkomisasentoon sekä katkaistujen pölkkyjen siirtely pois tieltä. P i n o a m i s v a i h e e s s a varsinaisiin tehotöihin kuuluu pölkkyjen latominen pinoon ja pölkkyjen lähisiirtely.

Aikaisemmin on jo osoitettu, että varsinaisen tehotyöajan osuus sekä halontekoajasta että vaiheajoista on ylivoimaisesti kaikkein suurin. Tästä onkin seurauksena, että halonteon vaiheiden suhteelliset varsinaiset tehotyöajat ovat suurin piirtein samanlaisia kuin koko tehotyöajat sekä koko aineistossa että erikseen kummassakin aineisto-osassa. Varsinaisen tehotyöajan suhteellista jakaantumista halonteon vaiheisiin esittää taulukko 5.

Luvut osoittavat, että h a l o n t e o n v a r s i n a i s e s t a t e h o t y ö a j a s t a s u u r i n o s a (lähes 40 %) k u l u u p ö l k y t t ä m i s e e n. Tämä halonteon vaihe on siis kaikista »työteliäin». Toisella sijalla on halkomisvaihe, jonka varsinainen tehotyö ottaa lähes kolmanneksen koko varsinaisesta tehotyöajasta. Muiden halonteon vaiheiden osuus on tuntuvasti pienempi. Niiden varsinaisiin tehotöihin kuluu yleensä noin kolmannes koko halonteon varsinaisesta tehotyöajasta.

Taulukko 5. Varsinaisen tehotyöajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 5. *Verteilung der eigentlichen, reinen Arbeitszeit auf Brennholzhauungsabschnitte.*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Varsin. tehotyöaika, % — *Eigentliche, reine Arbeitszeit in %*					
1—11	8.1	7.7	38.1	33.9	12.2	100
12—23	7.5	10.2	37.9	30.6	13.8	100
1—23	7.8	9.0	38.1	32.1	13.0	100

Jokaisen halonteon vaiheen varsinaisiin tehotöihin sisältyy erilaisia työlajeja vastaavine työaikoineen. Ajan tutkimista varten on nämä jaettu kahteen ryhmään, päätehotyöhön ja aputehotöihin.

Päätehotyö sisältää kussakin vaiheessa tärkeimmän varsinaisen tehotyölajin tuoreita puita käsiteltäessä. Aputehotyöhön luetaan työvaiheiden päätehotyön suorittamiseen suoranaisesti liittyvät tehotyöt tuoreita puita käsiteltäessä sekä kaikki kelojen ja maapuiden käsittelyyn kuuluvat tehotyöt.

Kaatamisvaiheen päätehotyö (kaatokatkaisu) käsittää tuoreiden puiden kaatokolon teon ja kaatosahauksen, ja aputehotyöt kelojen kaatokolon teon ja kaatosahauksen. Karsimisvaiheen päätehotyöhön (oksien katkaisu) sisältyy tuoreiden puiden latvan katkaisu, oksien katkaisu ja sen ohessa rungon sivua pitkin tapahtuva kulkeminen. Aputehotöihin kuuluu kelojen ja maapuiden karsiminen sekä tilapäiset, ei levoksi katsottavat keskeytykset. Sellaisia ovat lyhytaikainen siirtyminen karsitulta rungon osalta toiselle tai muutaman askeleen kulku rungolta toiselle. Pölkyttämisvaiheessa päätehotyöhön (pölkytyssahaus) kuuluu vain se tehotyö ja aika, joka kuluu tuoreiden puiden pölkkyjen sahaukseen. Aputehotöihin luetaan kelo- ja maapuupölkkyjen sahaus, näiden sekä terveiden puiden pölkkyjen mittaus ja rangan siirtely sahapukin tai muun tuen varassa. Halkomisvaiheen päätehotyö (halkaisu) käsittää tuoreiden puiden pölkkyjen halkomisen ja pölkkyjen halkomisasennon korjailun. Aika pölkkyä kohti luetaan kirveen lyömäasentoon kohottamishetkestä pölkyn lopulliseen halkeamiseen. Aputehotöihin sisältyy tuoreiden pölkkyjen halkomisasentoon asettelu, halkaistujen pölkkyjen siirtely pois halkomisen tieltä ja kelo- sekä maapuupölk-

kyjen halkaiseminen, sekä lyhytaikaiset työn keskeytykset, joita ei varmuudella voi pitää lepohetkinä. Pinoamisvaiheeessa päätehotyöhön (latominen) on luettu vain tuoreista puista tehtyjen halkojen latominen pinoon. Aputehotöihin kuuluvaksi jää siten halkojen siirto ja viskely latomispaikalle sekä kelo- ja maapuiden latominen.

Aikaisemmin on jo huomautettu siitä, että halonteon vaiheiden päätehotyöaikojen mittaamista varten työskenteli työaikojen ottajan rinnalla Luukkosen metsässä erikoisajanottaja, joka siis otti vain tuoreiden puiden päätehotyöaikoja. Kaatamis- ja pinoamisvaiheen päätehotyöajat saatiin kyllä työajanottajan lomakkeista, mutta karsimis-, pölkyttämis- ja halkomisvaiheen päätehotyöajat otti mainittu erikoisajanottaja.

Työajanottajan lomakkeista saatiin lasketuksi Luukkosen metsän eri halonteon vaiheiden varsinaisten tehotöiden yhteisaika ja kaatamis- sekä pinoamisvaiheen päätehotyöaika. Erikoisajanottajan lomakkeista taas saatiin päätehotyöaika muissa halonteon vaiheissa. Kun vähennettiin päätehotyöaika varsinaisesta tehotyöajasta, jäi jälelle aputehotyöaika. Tämän jälkeen laskettiin päätehotyöajan ja aputehotyöajan prosenttinen osuus varsinaisesta tehotyöajasta Luukkosen metsän kussakin halonteon vaiheessa ja halonteossa. (Taulukko 6).

Taulukko 6. Varsinaisen tehotyöajan jakaantuminen päätehotyöaikaan ja aputehotyöaikaan.

Tabelle 6. *Einteilung der eigentlichen, reinen Arbeitszeit in reine Haupt- und Hilfsarbeitszeit.*

Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*	Päätehotyöaika *Reine Hauptarbeitszeit*	Aputehotyöaika *Reine Hilfsarbeitszeit*	Varsinainen tehotyöaika *Eigentliche, reine Arbeitszeit*
	%		
Kaataminen — *Fällen*	96.8	3.2	100
Karsiminen — *Entästen*	47.2	52.8	100
Pölkyttäminen — *Einschneiden* ...	41.9	58.1	100
Halkominen — *Spalten*	46.1	53.9	100
Pinoaminen — *Setzen*	89.6	10.4	100
Koko halonteko — *Ges. Hauung*	54.4	45.6	100

Taulukon luvut osoittavat, että päätehotyön osalle tulee hiukan enemmän varsinaisesta tehotyö-

ajasta kuin aputehotöiden osalle koko halonteossa. Kaatamisvaiheessa on aputehotöitä sangen vähän, mistä on seurauksena, että päätehotyön osalle tulee miltei koko varsinainen tehotyöaika. Karsimis- ja halkomisvaiheessa varsinaisen tehotyöajan jakaantuminen päätehotyöajan ja aputehotyöajan kesken on jotenkin samanlainen. Pölkyttämisvaiheessa suhteellinen päätehotyöaika on jonkin verran edellisten vaiheiden aikoja pienempi ja pinoamisvaiheessa toiseksi suurin.

Valmistava tehotyöaika.

Taulukoista 2 ja 4 jo nähtiin, että valmistavien tehotöiden osuus vaihteli hyvin paljon eri halonteon vaiheissa, tehden keskimäärin 10.6 % koko halontekoajasta ja 11.5 % halonteon tehotyöajasta. Laskettaessa halonteon valmistavan työajan suhteellinen jakaantuminen eri vaiheisiin saadaan taulukko 7.

Taulukko 7. Valmistavan tehotyöajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 7. *Verteilung der vorbereitenden, reinen Arbeitszeit auf Brennholzhauungsabschnitte.*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Valmistava tehotyöaika, % — *Vorber. reine Arbeitszeit in %*					
1—11	10.9	0.3	5.0	22.9	60.9	100
12—23	11.4	0.9	2.9	9.4	75.4	100
1—23	11.2	0.6	3.9	15.9	68.4	100

Taulukon mukaan valmistava tehotyöaika jakaantuu Näsin ja Luukkosen metsissä hieman eri tavalla halonteon vaiheisiin. Pääasiallisin ero on siinä, että Näsin metsässä halkomisvaiheeseen kuluu yli viides osa koko ajasta, kun Luukkosen metsässä taas mainittuun vaiheeseen kuluu vain vajaa kymmenes osa ajasta. Kun kaatamis-, karsimis- ja pinoamisvaiheissa valmistavan tehotyöajan osuus on kummassakin metsässä jotenkin yhtä suuri, on näin ollen luonnollista, että Luukkosen metsän pinoamisvaiheessa taas valmistavan tehotyöajan osuus on suurempi kuin Näsin metsässä. Näsin metsässä jouduttiin kantamaan halkopölkkyjä halkomista varten yhteen kasaan pitempiä matkoja kuin Luukkosen metsässä, sillä maaston takia

pinoa ei voitu tehdä aina kylliksi keskeiselle paikalle. Luukkosen metsässä pinojen kehyksen, erikoisesti pohjan teko otti suhteellisesti paljon aikaa maaperän kosteuden takia.

Taulukosta 2 jo nähtiin, että pinoamisvaiheessa valmistavien tehotöiden osuus vaiheajasta on huomattavasti suurempi kuin muissa vaiheissa. Taulukon 4 mukaan taas sama ilmiö toistuu tehotyöajassa. Edellä oleva taulukko osoittaa lisäksi, että valmistavasta tehotyöajastakin suurin osa, yli kaksi kolmannesta, tulee pinoamisvaiheen osalle.

Jotta voitaisiin arvostella, minkälainen merkitys erilaisilla valmistavilla tehotyölajeilla on eri vaiheissa, on poimittu ajanottolomakkeista kunkin vaiheen erilaiset valmistavat tehotyölajit ja laskettu niiden esiintymiskertojen lukumäärät (tapausten luku) sekä aikamäärät. Taulukosta 8 nähdään tämän laskelman tulokset.

Taulukko osoittaa, että valmistavan tehotyön eri lajien tapausten lukumäärien suhteet eri halonteon vaiheissa ovat suurin piirtein samanlaiset kuin niiden aikojen suhteet. Suurimmat eroavaisuudet on kaatamisvaiheessa, missä kaatosuunnan määräämistapauksia on ollut suhteellisesti paljon enemmän kuin muita, mutta joihin kulunut aika on suhteellisesti vähäisempi kuin raivaukseen kulunut aika. Taulukkoa tarkasteltaessa on muistettava, että siihen ja siis yleensä valmistaviin tehotöihin tutkimuksessa kuuluvat vain sellaiset selvät tapaukset, joiden aika on voitu eroittaa varsinaisesta tehotyöajasta. Suuri joukko valmistavia tehotöitä on niin kiinteästi liittynyt varsinaisiin tehotöihin tai ne ovat olleet niin lyhytaikaisia, ettei niiden aikaosuutta ole voitu erikseen mitata. Niinpä huomataan, että vaikka kaadettujen puiden lukumäärä on kaikkiaan 479 kpl., niin vain 174 puulle on voitu ottaa kaatosuunnan määräämisaika ja puhdas raivausaika vain 33 puulle sekä näiden yhteinen aika 50 puulle. Kaatosuunta tulee useimmissa tapauksissa määrätyksi jo kuljettaessa puulta toiselle tai puun luona parilla silmäyksellä. Aika sisältyy siis kulkemisaikaan. Raivausta ei läheskään kaikkien puiden juurella tarvitse tehdä. Toisinaan taas se vaatii vain pari kirveen heilahdusta ennen kaatokolon teon alkamista. Samoin on valmistavain tehotöiden laita kaikissa muissakin halonteon vaiheissa. Rungon, pölkkyjen tai halkojen siirtelemistä on myöskin tapahtunut runsaammin kuin taulukon luvut osoittavat. Taulukon lukuihin sisältyvät vain karkeammat tapaukset, kuten kokonaisen pienen rungon vetäminen etäältä pölkytyspaikalle sekä etäällä olevien pölkkyjen tai halkojen kantaminen halkomispaikalle tai pinon luo. Tilapäisen kiilan tekoa on ollut usealla mittausalalla. Se on tavallisesti tapahtunut hyvin nopeasti, niin ettei sen vuoksi ole keskeytetty halkomisen ajan ottoa.

Vaikka siis taulukon 8 luvut eivät sisälläkään tarkalleen kaikkia valmistavia tehotöitä, antavat ne kuitenkin hyvän kuvan yleisimpien valmistavien tehotyölajien esiintymisrunsaudesta ja ajasta eri halonteon vaiheissa. Kaatamisvaiheessa pääasiallisimpina valmistavina tehotöinä ovat kaatosuunnan määrääminen ja tyven raivaus. Karsimisvaiheessa, jossa on hyvin vähän valmistavia tehotöitä, suurin

Taulukko 8. Koko aineiston valmistavain tehotyölajien esiintymis-

Tabelle 8. Anzahl und Zeit der Vorgänge von vorbereitenden

Halonteon vaiheet — *Brennholz-*

Kaataminen *Fällen*					Karsiminen *Entästen*					Pölkyttämi- *Einschnei-*		
Tehotyölaji *Reine Arbeitsart*	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	%	Aika, *Zeit,* min. *Min.*	%	Tehotyölaji *Reine Arbeitsart*	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	%	Aika, *Zeit,* min. *Min.*	%	Tehotyölaji *Reine Arbeitsart*	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	%
Raivaus — *Stamm freimachen*	33	12.8	29.96	20.3	Rungon siirtely — *Rücken des Stammes*	2	25.0	2.18	26.1	Sahapukin haku — *Sägebock aufsuchen*	18	64.2
Kaatosuunnan määrääminen—*Fallrichtung bestimmen* ...	174	67.4	69.19	46.9	Kirveen haku — *Axt aufsuchen*	6	75.0	6.17	73.9	Rungon siirtely — *Rücken des Stammes*	7	25.0
Raivaus ja kaatos.määr. — *Stamm freimachen, Fallrichtung bestimmen* ..	50	19.4	47.01	31.8						Sahan kunnostaminen — *Instandsetzung der Säge*	1	3.6
Tyven kolominen — *Stammfuss abschälen* ..	1	0.4	1.47	1.0						Rungon irroittaminen kannosta — *Trennen des Stammes vom Stock*	1	3.6
										Sahan haku— *Säge aufsuchen*	1	3.6
Yht.— *Insges.*	258	100	147.63	100		8	100	8.35	100		28	100
%	54.5		11.2			1.7		0.6			5.9	

osa kuluu kirveen hakuun. Pölkyttämisvaiheessa valmistavat tehotyöt ovat pääasiassa sahapukin hakua ja rungon siirtelyä. Halkomisvaiheessa taas pölkkyjen siirtely halkomispaikalle on merkittävin valmistava tehotyölaji. Pinoamisvaiheessa pinon kehyspuiden teko ottaa valmistavista tehotöistä yli 95%.

Vaikka tätä tehotyötä suoritetaankin halonteon aikana, milloin sopivia kehyspuita eteen sattuu, on kuitenkin koko niiden tekoon käytetty aika viety pinoamisvaiheeseen. Kun halkojen siirtelyä pinon luo on tapahtunut vain vähässä määrin, osoittaa se, että pinon paikka on osattu sopivasti valita.

Työkalujen kunnostamista on hyvin vähän suoritettu työaikana.

kertojen (tapausten) lukumäärä ja aikamäärä halonteon vaiheissa.

Arten der reinen Arbeit im ganzen Material.

hauungsabschnitte													Koko halonteko *Gesamte Hauung*	
nen *den*		Halkominen *Spalten*					Pinoaminen *Setzen*							
Aika, *Zeit,* min. *Min.*	%	Tehotyölaji *Reine Arbeitsart*	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	%	Aika, *Zeit,* min. *Min.*	%	Tehotyölaji *Reine Arbeitsart*	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	%	Aika, *Zeit,* min. *Min.*	%	Tapausten luku *Anzahl d. Vorgänge*	Aika, *Zeit,* min. *Min.*
30.56	58.7	Pölkkyjen siirtely — *Rücken der Rundstücke* .	26	68.4	155.24	73.9	Pinon kehyks. teko — *Stossrahmen machen*	133	94.3	868.65	96.0		
16.34	31.4	Rautakiilan haku — *Keil aufsuchen* ..	4	10.5	27.85	13.3	Halkojen siirtely — *Rücken d. Scheite*	6	4.3	19.28	2.1		
4.18	8.1	Kuorintaveits. haku— *Schäleisen aufsuchen* ..	3	7.9	13.63	6.5	Mittakepin valmistus — *Messstab machen*	1	0.7	7.87	0.9		
0.68	1.3	Kirveen haku — *Axt aufsuchen*	2	5.3	2.02	1.0	Kirveen kunnostus — *Instandsetzung der Axt*	1	0.7	8.79	1.0		
0.26	0.5	Kirveen kunnostus —*Instandsetzung der Axt* ...	2	5.3	8.08	3.9							
		Kiilan teko — *Keil machen*	1	2.6	3.03	1.4							
52.02	100		38	100	209.85	100		141	100	904.59	100	473	1 322.44
3.9			8.0		15.9			29.9		68.4		100	100

Yleensä terottivat työmiehet työkalunsa asunnossaan vapaa-aikana. Vain siinä tapauksessa, että kirves sattui kesken työtä pahasti kiveen tai sahan puut »laukesivat», suoritti työmies korjauksen työpaikalla.

Valmistava tehotyöaika on suurin pinoamisvaiheessa, mutta tapausten lukumäärä on suurin kaatamisvaiheessa.

Kirves- ja sahatyöaika.

Tässä yhteydessä on myöskin kiintoisaa tarkastella, kuinka suuri osa työajasta kuluu niihin tehotyölajeihin, jotka suoritetaan työkaluilla, kirveellä ja sahalla.

Työkaluilla suoritettavia tehotöitä sisältyy sekä varsinaisiin että valmistaviin tehotöihin. Kirvestyön osuus tehotyöajasta tekee 20.6 % ja sahatyön osuus 18.9 %, eli yhteensä 39.5 %. Varsinaisesta tehotyöajasta tulee kirvestyön osalle 21.5 % ja sahatyön osalle 21.0 %. Valmistavasta tehotyöajasta tulee kirvestyön osalle 14.0 % ja sahatyön osalle 2.3 %. Esitetyistä prosenttiluvuistakin jo huomataan, että halonteossa kirvestyötä on suhteellisesti jonkin verran enemmän kuin sahatyötä. Seuraavista taulukoista nähdään vielä tarkemmin kirves- ja sahatyöaikojen suhteelliset osuudet.

Halonteon vaiheista ovat karsimis- ja halkomisvaihe sellaisia, joissa sahaa ei käytetä ollenkaan. Muissa vaiheissa sen sijaan molempien työkalujen käyttö tulee kysymykseen. Pölkyttämisvaiheessa tosin kirvestä käytetään vain valmistavissa tehotöissä, pölkkyjen tai rungon jälkikarsimisessa. Taulukkoon 9 on laskettu prosenttiluvut, jotka osoittavat, miten kirves- ja sahatyön yhteisaika eri halonteon vaiheissa jakaantuu kummankin työkalun osalle.

Taulukko 9. Kirves- ja sahatyön yhteisajan jakaantuminen kirves- ja sahatyön kesken halonteon vaiheissa ja halonteossa.

Tabelle 9. Verteilung der gesamten Säge- u. Axtarbeitszeit auf Axt- u. Sägearbeit in den Brennholzhauungsabschnitten und in der Hauung.

Työn laatu *Beschaffenheit der Arbeit*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Tehotyöaika, % — *Reine Arbeitszeit in %*					
Kirvestyö — Axtarbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	29.9	100	—	99.8	—	48.2
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten*	9.4	—	0.3	0.2	76.9	4.1
Yhteensä — *Insgesamt*	39.3	100	0.3	100	76.9	52.3
Sahatyö — Sägearbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	60.7	—	99.7	—	—	47.1
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten* ...	—	—	—	—	23.1	0.6
Yhteensä — *Insgesamt*	60.7	—	99.7	—	23.1	47.7
Yhteensä — *Insgesamt*	100	100	100	100	100	100

Karsimis- ja halkomisvaiheessa koko aika tulee kirvestyön osalle. Karsimisessa käytetään kirvestä vain varsinaisissa tehotöissä. Halkomisessa käytetään kirvestä 0.2 % ajasta valmistavissa tehotöissä, rungon tai pölkkyjen jälkikarsimisessa. Kaatamisessa sahatyön osuus on suurempi kuin kirvestyön. Pölkyttämisessä suurin osa ajasta tulee sahatyön osalle, vain 0.3 % kuluu kirveellä suoritettavassa pölkkyjen jälkikarsinnassa. Pinoamisessa taas kirvestyö ottaa yli $^3/_4$ ajasta. Kirvestyö pinoamisessa käsittää pinon kehyspuiden laiton, samoin sahatyö kuuluen vaiheen valmistaviin tehotöihin. Koko halonteossa kirves- ja sahatyön yhteisajasta tulee kirvestyön osalle kaikkiaan 52.3 % ja sahatyön osalle 47.7 %. Kirvestyön osuus halonteossa on siis jonkin verran suurempi kuin sahatyön.

Taulukosta 10 nähdään, miten kirves- ja sahatyöaika varsinaisissa ja valmistavissa tehotöissä jakaantuu eri vaiheiden kesken.

Taulukko 10. Kirves- ja sahatyöajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 10. Verteilung der Axt- und Sägearbeitszeit auf Brennholzhauungsabschnitte.

Työn laatu *Beschaffenheit der Arbeit*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Tehotyöaika, % — *Reine Arbeitszeit in %*					
Kirvestyö — Axtarbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	11.5	19.8	—	68.7	—	100
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten* ...	42.3	—	2.3	1.6	53.8	100
Keskiarvo — *Mittelwert*	13.9	18.3	0.1	63.5	4.2	100
Sahatyö — Sägearbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	23.7	—	76.3	—	—	100
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten* ...	—	—	—	—	100.0	100
Keskiarvo — *Mittelwert*	23.4	—	75.2	—	1.4	100
Yht. — Insges. — Keskiarvo — *Mittelwert*	18.4	9.6	36.0	33.2	2.8	100

Varsinaisissa tehotöissä on kirvestyötä eniten halkomisvaiheessa ja sahatyötä eniten pölkyttämisvaiheessa. Valmistavissa tehotöissä taas on kirvestyötä eniten pinoamisvaiheessa ja sahatyötä yksin-

omaan tässä vaiheessa. Koko halonteossa työkalujen käyttö on runsainta pölkyttämis- ja halkomisvaiheessa.

Kirves- ja sahatyön merkitys koko halonteossa käy kaikista parhaiten selville taulukosta 11, joka esittää, miten suuren osan kunkin vaiheen varsinaisiin ja valmistaviin tehotöihin sisältyvä kirves- ja sahatyöaika sekä näiden yhteisaika ottaa koko halontekoajasta.

Taulukko 11. Kirves- ja sahatyöajan osuus halontekoajasta.

Tabelle 11. Der Anteil der Axt- u. Sägearbeitszeit an der Brennholzhauungszeit

Työn laatu *Beschaffenheit der Arbeit*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Tehotyöaika, % halontekoajasta *Reine Arbeitszeit, in % von d. Brennholzhauungszeit*					
Kirvestyö — Axtarbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	2.0	3.5	—	12.0	—	17.5
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten*	0.6	—	△	△	0.8	1.4
Yhteensä — *Insgesamt*	2.6	3.5	△	12.0	0.8	18.9
Sahatyö — Sägearbeit						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	4.1	—	13.0	—	—	17.1
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten*	—	—	—	—	0.2	0.2
Yhteensä — *Insgesamt*	4.1	—	13.0	—	0.2	17.3
Yhteensä — Insgesamt	6.7	3.5	13.0	12.0	1.0	36.2

Taulukko osoittaa, että koko kirvestyöaika on 18.9 % ja sahatyöaika 17.3 % ja näiden yhteisaika 36.2 % koko halontekoajasta. Työkalujen käyttöön kuluu siis vain vähän yli ⅓ koko halontekoajasta. Suurin osa tästä ajasta käytetään pölkytyssahauksessa ja halkaisussa. Vähiten käytetään työkaluja pinoamisvaiheessa.

Подвязников - Гинсбург'in (1936) mukaan mäntytukkien hakkuussa Kaduin metsäteollisuuspiirissä Uitinin metsäpunktissa stahanovilaisten työmiesten työkaluilla suorittamien töiden yhteisajan osuus työajasta teki 59 % ja tavallisen työläisen 49 %.

Jos käsillä olevassa tutkimuksessa lasketaan kirves- ja sahatyöajan osuus jättämällä pinoamisaika laskelmista kokonaan pois, tulee prosentiksi 44.

Hampen (1930) tutkimukset kuusimetsän hakkuusta Saksassa osoittavat myöskin, että kirves- ja varsinkin sahatyön osuus on hämmästyttävän vähäinen.

Kulkemisaika.

Kulkemista voi tapahtua kaikissa halonteon vaiheissa. Se voidaan jakaa kahteen pääryhmään: 1) kulkemiseen, joka liittyy niin kiinteästi johonkin työhön tai ottaa vain muutaman silmänräpäyksen ajan, ettei eroittaminen ole asiallista, ja 2) puhtaaseen kulkemiseen.

Edelliseen ryhmään kuuluu kulkeminen karsimista paraillaan toimitettaessa. Eihän karsimisen päätehotyötä voi toimittaakaan, ellei halontekijä siirry rungon osalta toiselle, olipa sitten kysymys yhdestä tai useammasta karsittavasta puusta. Pölkyttäessään runkoa kulkee halontekijä vähitellen esim. tyvestä latvaan. Hän voi myös ottaa jonkun askeleen heittäessään pölkyn johonkin määrättyyn paikkaan. Sama on asianlaita halkojen heittämisessä. Ei ainoastaan varsinaisissa, vaan myös valmistavissa tehotöissä tapahtuu niihin kiinteästi liittyvää kulkemista. Sitä suoritetaan raivattaessa, työvälineitä haettaessa, pölkkyjä ja halkoja siirreltäessä j. n. e. Lepoaikanaan voi mies olla ja kulkea miten haluaa. Konkeloa selvitellessään saattaa halontekijä kulkea paljonkin. Kaikki tämän laatuiset lyhyemmät tai pitemmät kulkemisajat on sisällytetty asianomaisen työlajin aikaan. Toiseen ryhmään kuuluvan puhtaan kulkemisen aikana ei mies suorita muuta työtä, korkeintaan hän pitää työvälineitä käsissään.

Puhdasta kulkemista on halontekijän siirtyminen puulta toiselle (kaatamisvaiheessa), pitkä kävely hänen siirtyessään karsitulta puulta toista puuta karsimaan tai vastaavanlainen tapaus pölkyttämis- ja halkomisvaiheessa. Jos halontekijän kehyspuita hakiessaan on ollut pakko erikoisen kauan käyttää aikaa kulkemiseen, on osa ajasta laskettu kulkemisajaksi.

Seuraavissa asetelmissa esitetyt ajat koskevat vain toisen ryhmän eli puhtaan kulkemisen aikoja.

Halonteon kulkemisaika jakaantuu eri vaiheisiin kuten taulukko 12 osoittaa.

Taulukko 12. Kulkemisajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 12. *Verteilung der Laufzeit auf Brennholzhauungsabschnitte.*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Kulkemisaika, % — *Laufzeit in %*					
1—11	61.6	19.5	16.5	2.2	0.2	100
12—23	93.6	5.4	1.0	—	—	100
1—23	71.4	15.2	11.8	1.5	0.1	100

Taulukon luvut osoittavat, että kulkemiseen kuluu sitä vähemmän aikaa, mitä pitemmälle halonteko edistyy. Näsin ja Luukkosen metsät ovat tässä suhteessa hieman erilaiset. Näsin metsässä maasto on vaikeammin kuljettavaa, mistä johtuu, että runkojen välillä kulkemiseen kaatamis-, karsimis- ja pölkyttämisvaiheessa kuluu suhteellisesti enemmän aikaa kuin Luukkosen metsässä. Eniten kuluu aikaa kulkemiseen kaatamisvaiheessa. Muissa vaiheissa suhteelliset kulkemisajat ovat paljon pienempiä, halkomis- ja pinoamisvaiheissa miltei olemattomia. Halottaessakin pölkyt ovat jotenkin yksillä kohdin tai kerätyt halkomista varten kasoihin niin, että tarvitsee vain kulkea kasalta toiselle. Pinoamisessa halot ovat vielä suuremmassa määrin käden ulottuvilla aivan pinon vieressä.

Edellä esitetystä taulukosta 2 nähtiin jo kulkemisajan osuus kussakin vaiheessa ja koko halonteossa. Koko halonteko-ajasta ottaa kulkemisaika kaatamisvaiheessa 1.3 %, karsimisvaiheessa 0.3 % ja pölkyttämisvaiheessa 0.2 % ja koko halonteossa 1.8 % (vrt. Taulukko 15).

Jokaisella mittausalalla merkittiin muistiin kaatamisvaiheessa suoritetut kulkemismatkat ja -ajat. Tällöin eroitettiin toisistaan matka puulta toiselle ja matka pinolta puulle. Koko halonteon aikana kuletun matkan pituudeksi saadaan, kun matkat on mitattu linnuntietä suoraan, 2 472.0 metriä. Tästä summasta tekee matka puulta toiselle 75.7 % eli 1 871.5 m. Päivää kohti on kulkemismatka 65 m ja puuta kohti 5.2 m. Luovutus-p.-m³ kohti tarvitsee kaatamisessa kulkea 23.3 m ja todellista p.-m³ kohti 19.4 m. Hakkuualan ha kohti tulee tutkituilla alueilla kulkemismatkaa keskimäärin 1 160.5 m.

Koko halonteon kulkemismatkaa vastaa 167.55 min. kulkemisaika. On kuitenkin muistettava, että matkat puulta toiselle ja pinolta puulle on mitattu kohtisuorana etäisyytenä, kun taas aika vastaa miehen kulkemaa matkaa, joka saattaa olla mutkikas ja esteiden hidastuttama. Keskimäärin kului tutkituilla hakkuualoilla kaatamisvaiheessa kulkemiseen aikaa päivää kohti 4.4 min., puuta kohti 0.35 min., luovutus-p.-m³ kohti 1.58 min., todellista p.-m³ kohti 1.31 min. sekä ha kohti 78.70 min.

Edellä esitettyjä lukuja arvosteltaessa on muistettava, että halonhakkuussa työskentely tapahtuu puuryhmittäin. Hakkuumies valitsee aina kerrallaan hakattavaksi niin paljon lähellä toisiaan olevia puita, että hän saa tehdyksi yhden tai useamman pinon. Näin hän hakkaa puut ryhmittäin siirtyen puuryhmästä toiseen. Kun tuollaisessa ryhmässä saattaa olla joskus päiväksi tai kahdeksikin hakkaamista ja useasti puuryhmä saadaan valmiiksi illalla ja toisena päivänä aletaan toisen puuryhmän hakkuu, jäävät ryhmäin välimatkat mittauksista kokonaan pois, vaikka mittaus käsittääkin useamman päivän ajan. Mittausalat ovat tästä syystä myöskin verraten pieniä, keskimäärin alle 0.10 (0.09) ha, käsittäen vain yhden tai muutaman tällaisen puuryhmän, eivätkä siis sinänsä anna selvää kuvaa hakattujen puiden tiheydestä koko palstalla. Kuitenkin edellä esitetyt tulokset antavat hyvän kuvan siitä, että halonteossa päivittäinen kulkeminen supistuu verrattain vähiin, ja että hakkuumies melko taitavasti osaa valita puuryhmät ja niissä määrätä puiden kaatojärjestyksen, koska puuta kohti tulee vain n. 5 m kulkemismatka ja 0.35 min. vastaava aika.

Lepoaika.

Työmiehen levon tarve työaikana on riippuvainen hyvin monesta tekijästä. Paitsi työn laadusta se myöskin hyvin suuressa määrin riippuu siitä, minkälaiset mahdollisuudet työmiehellä on vapaa-aikoinaan nauttia lepoa ja ravita itseään. Myöskin ottaa työmies itselleen tarpeettomia lepohetkiä. Jos naapuripalstan mies sattuu työskentelemään lähettyvillä, pitävät molemmat mielellään yhteisiä tupakka- tai keskustelutaukoja.

Tutkimuksessa sisällytettiin lepoon kaikki työn seisaukset ja tauot paitsi työnjohdon selvästi aiheuttamat, jotka luettiin hukka-aikaan. Siis kaikki työmiehen vapaasta tahdosta tapahtuneet, suurimmaksi osaksi levon tarpeesta johtuneet keskeytykset työmaalla sekä kahvin juontiin kulutettu aika on luettu lepoaikaan.

4686,—36

Koko halontekoajasta on Näsin metsässä käytetty 7 % ja Luukkosen metsässä 3.2 % ja näissä yhteensä keskimäärin 5 % lepoon. Koko halonteon lepoaika jakaantuu halonteon vaiheisiin taulukon 13 mukaisesti.

Taulukko 13. Lepoajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 13. *Verteilung der Ruhezeit auf Brennholzhauungsabschnitte.*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Lepoaika, % — *Ruhezeit in %*					
1—11	7.9	0.7	28.8	27.9	34.7	100
12—23	17.2	1.3	50.5	11.5	19.5	100
1—23	11.1	0.9	36.4	22.2	29.4	100

Luvut osoittavat, että lepoajan jakaantuminen vaiheisiin on hieman erilainen Näsin ja Luukkosen metsässä. Yhteistä kummallekin on se, että lepoajasta vähiten tulee karsimisvaiheen osalle. Näsin metsässä on levätty eniten pinoamisvaiheen aikana ja suunnilleen yhtä paljon pölkyttämis- ja halkomisvaiheen aikana. Luukkosen metsässä taas pölkyttäminen on vaatinut eniten lepoa, sitten pinoaminen ja kaataminen sekä neljänneksi halkominen. Tällaiseen vaihteluun ei voi löytää mitään yleispätevää selitystä. Voidaan vain todeta lukuja tarkastelemalla ja työn kulkua seuraamalla, että aamupäivällä, jolloin tavallisesti suoritetaan kaatamista ja karsimista, levon tarve on paljon pienempi kuin myöhemmin päivällä pölkyttämis-, halkomis- ja pinoamisvaiheen aikana. Milloin kaatamisessa tulee eteen vaikeuksia, pidetään lyhyitä hengähdystaukoja ja varsinkin silloin, jos tätä työtä tehdään myöhemmin päivällä pinoamisajan jälkeen. Pölkyttäminen, sahaaminen, rankojen nostaminen ja siirteleminen on ilmeisesti voimia kysyvää ja väsyttävää työtä vaatien lepohetkiä tavallista enemmän. Ehkä myös sahattujen pölkkyjen tarjoamat mukavat istumapaikat houkuttelevat useammin kuin tarve vaatii istahtamaan lyhyeksi hetkeksi. Halkominen ja pinoaminen ovat myöskin voimia kysyvää työtä, ja kun nämä työvaiheet useimmiten sattuvat iltapäiväksi, vaatii ruumis lepoa enemmän kuin aamupäivällä. Kun pinoaminen päättää halonteon jakson, lepää työmies tavallisesti, ennenkuin ryhtyy uutta jaksoa suorittamaan. Lepohetkien runsaus ja niihin kulunut aika riippuu hyvin paljon myöskin siitä, kuinka kova tupakkamies työmies on.

Fuchsin (1931) Schwarzwaldissa suorittamissa tutkimuksissa lepoajan osuus koko työajasta teki keskimäärin 3.6 %. Тонкель'in (1934) Neuvosto-Karjalassa suorittamissa tutkimuksissa kanadalaisen tukintekijän lepoaika vaihtelee 6.9—11.9 % työajasta. Tukkien teossa Pohjois-Suomessa kuluu Vuoriston (1933) mukaan 4.3 % kokonaistyöajasta lepoon.

Hukka-aika.

Hukka-aikaan sisältyy kaikkiin niihin säännöllisessä työskentelyssä sattuneisiin keskeytyksiin kulunut aika, jotka eivät johdu työmiehen omasta tahdosta, siis konkeloiden kaatamiseen ja työnjohdon taholta tapahtuviin tai työskentelyn järjestelystä johtuviin keskeytyksiin kulunut aika.

Hukka-ajalla siis tarkoitetaan sellaista aikaa, joka on hidastuttanut työtuloksen valmistumista, joko siitä syystä, että työmies ei ole toiminut kyllin taitavasti välttääkseen sitä, vaikkakin sattumallakin on usein merkitystä (konkelot), tai on työnjohtaja tai sivullinen henkilö tullut palstalle ja pitänyt yllä työhön kuulumatonta keskustelua. Vielä halontekijä saattaa lähteä kesken työtään auttamaan naapuripalstan miestä esim. konkelon kaatamisessa tai keskeyttää rankkasade työskentelyn.

Taulukosta 2 jo nähtiin, että hukka-aikaa esiintyi vain kaatamis- ja pölkyttämisvaiheessa, ottaen edellisessä keskimäärin 10.6 % ja jälkimmäisessä 1.1 % vaiheajasta. Koko halontekoajasta menee hukkaan keskimäärin n. 1.5 %, tullen siitä n. $^3/_4$ kaatamisvaiheen osalle ja $^1/_4$ pölkyttämisvaiheen osalle, kuten taulukko 14 osoittaa. Taulukosta

Taulukko 14. Hukka-ajan jakaantuminen halonteon vaiheiden kesken.

Tabelle 14. *Verteilung der Verlustzeit auf Brennholzhauungsabschnitte.*

Mittausalat *Schläge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Tehotyöaika, %—*Arbeitszeit in %*					
1—11	72.5	—	27.5	—	—	100
12—23	100.0	—	—	—	—	100
1—23	75.7	—	24.3	—	—	100

nähdään myöskin, että vain Näsin metsässä on hukka-aikaa sattunut pölkyttämisvaiheessa. Luukkosen metsässä taas on hukka-aikaa vain kaatamisvaiheessa.

Suurimman osan, 51.6 %, on hukka-ajasta vienyt konkeloiden kaataminen. Työnjohdon taholta aiheutuneet tarpeettomat pysähdykset ovat vieneet 9.7 %, sateenpito 21.3 % ja naapuripalstan työmiehen auttaminen 17.4 %. Kaikkiaan on sellaisia tapauksia, joista hukka-aika on muistiin merkitty, tutkimuksessa sattunut 37 kpl.

Fuchsin (1931) Schwarzwaldissa suorittamissa tutkimuksissa hukka-aika teki 0.7 % työajasta. Тонкель'in (1934) Neuvosto-Karjalassa suorittamissa tutkimuksissa hukka-aikaa vastaava hyödytön työ vaihteli kanadalaisilla tukintekijöillä 5.02—10.08 % työajasta.

Yhdistelmä halontekoajan jakaantumisesta.

Kun edellä on tarkasteltu eri työlajiaikojen osuutta halonteon vaiheista, on vielä paremman kokonaiskäsityksen saamiseksi tarkasteltava näiden aikojen osuutta koko halontekoajasta. Taulukossa 12 on esitetty jokaisen halonteon vaiheen työaikojen prosenttinen osuus koko halontekoajasta erikseen Näsin ja Luukkosen metsässä sekä koko aineistossa.

Taulukko 15. Yhdistelmä

Tabelle 15. Zusammenfassung der

Työlajit *Arbeitsarten*	Mittausalat / *Schläge* 1—11 (Näsi)					
	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
	Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
	Aika, % —					
Tehotyölajit — *Reine Arbeitsarten*						
varsin. tehotyöt — *eigentl. reine Arbeiten*	6.2	5.9	29.3	26.0	9.3	76.7
valmist. tehotyöt — *vorber. reine Arbeiten*	1.2	△	0.5	2.5	6.6	10.8
Yhteensä — *Insgesamt*	7.4	5.9	29.8	28.5	15.9	87.5
Kulkemislajit — *Laufarten*	1.7	0.5	0.5	0.1	△	2.8
Lepolajit — *Ruhearten*	0.6	0.1	2.0	1.9	2.4	7.0
Hukkalajit — *Verlustarten*	2.0	—	0.7	—	—	2.7
Yhteensä — *Insgesamt*	11.7	6.5	33.0	30.5	18.3	100

Tämä taulukko selvemmin kuin mikään edellisistä osoittaa, miten merkittäviä työlajeja tehotyölajit halonteossa ovat. Siitä myöskin nähdään selvästi, mitkä työt halonteossa eniten kuluttavat aikaa. Huomataan, että varsinainen pölkyttäminen ottaa vajaan kolmanneksen (30.9 %) koko halontekoajasta. Huomioon ottamalla mitä tehotyöstä on edellä sanottu ottaa pelkkä tuoreiden pölkkyjen sahaus 13 % halontekoajasta. Kun lisäksi varsinainen halkominen ottaa yli neljänneksen (26.0 %) halontekoajasta ja siinä halkomisen päätehotyö 12 %, kuluu näiden kahden vaiheen varsinaiseen tehotyöhön jo yli puolet (56.9 %) koko halontekoajasta. Varsinaisen pinoamisen osuus koko halontekoajasta on 10.6 %, varsinaisen karsimisen osuus 7.3 % ja varsinaisen kaatamisen 6.3 %. Koko halontekoajasta tulee näin ollen 81.1 % varsinaisten tehotöiden osalle. Kun valmistaviin tehotöihin kuluu 10.6 %, jää muiden työlajien osalle vain 8.3 % koko halontekoajasta.

Vuoriston (1933) tutkimuksissa työajan (tehotyöajan) osuus tekee 83 %, siirtymisajan osuus 7.9 %, lepoajan osuus 4.3 % ja hukka-ajan osuus 4.8 % kokonaistyöajasta (työajasta). Тонкель (1934) on kanadalaisten työmiesten tukinhakkuuta tutkiessaan saanut tulokseksi, että (teho-) työaikaan kuluu 92.92—87.09 % työ-

halontekoajan jakaantumisesta.

Verteilung der Brennholzhauungszeit.

Mittausalat / *Schläge* 12—23 (Luukkonen)						Mittausalat / *Schläge* 1—23					
Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*		Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
Zeit in %											
6.4	8.6	32.3	26.0	11.7	85.0	6.3	7.3	30.9	26.0	10.6	81.1
1.2	0.1	0.3	1.0	7.8	10.4	1.2	0.1	0.4	1.7	7.2	10.6
7.6	8.7	32.6	27.0	19.5	95.4	7.5	7.4	31.3	27.7	17.8	91.7
1.0	0.1	△	—	—	1.1	1.3	0.3	0.2	△	△	1.8
0.6	△	1.6	0.4	0.6	3.2	0.6	△	1.8	1.1	1.5	5.0
0.3	—	—	—	—	0.3	1.1	—	0.4	—	—	1.5
9.5	8.8	34.2	27.4	20.1	100	10.5	7.7	33.7	28.8	19.3	100

ajasta ja keskeytyksiin 7.08—12.91 % ilman ajotyön avustamista. Кавардин'in (1936) mukaan stahanovilaisen Arhipowin hakkuuajasta hänen valmistaessaan Tihvinin metsäteollisuuspiirin Beresovin metsäpunktissa paljaaksihakkuualalla männyistä tukkeja, riukuja ja halkoja kului varsinaisiin (teho-) töihin 86.1 %, valmistaviin (teho-) töihin 2.6 % ja lepoon y. m. keskeytyksiin 11.3 %. Eistahanovilaisen työmiehen vastaavat luvut olivat 68.3 %, 8.3 % ja 23.5 %. Suomalaisen halkotyömiehen ajan käyttö vastaa siis suurin piirtein stahanovilaisen työmiehen työtä mutta on vielä tehokkaampaa.

Halontekoajan jakaantuminen erikoisesti ruoka-aikaa silmälläpitäen.

Jokaista päivää, jolloin jotakin työtä suoritetaan, kutsutaan t y ö p ä i v ä k s i. Sen pituus saattaa olla hyvin erilainen. Työpäivän pituus on myöskin riippuvainen siitä, luetaanko siihen kuuluvaksi vain työaika vaiko tämän lisäksi myös ruoka-aika. Tavallisesti työpäivän pituus ilmoittaa vain työajan ilman ruoka-aikaa. Tässä tutkimuksessa työpäivään on katsottu kuuluvaksi vain työaika. Kun ruoka-aika on luettu myöskin työpäivään kuuluvaksi, on siitä erikseen huomautettu.

Koska ruokailuaika muodostaa tavallista pitemmän lepohetken työskentelyn lomassa, kuvastaa sen alkamishetki ja pituus toiselta puolen, milloin levon tarve halonteossa on suurin ja kuinka paljon aikaa sen tyydyttäminen vaatii, ja toiselta puolen, milloin ravinnon tarve vaatii tyydyttämistä. Tästä syystä on tutkimuksessa merkitty muistiin kunkin päivän ruokailun alkamishetki, kestämisaika ja loppumishetki. Kun lisäksi on tiedossa päivittäin työn aloittamis- ja lopettamishetki, voidaan saada melko hyvä kuva koko päivästä.

Koska halonteko työmaalla on urakkatyötä, ei ole määrätuntia tai -hetkeä työn alkamisessa, ruoka-ajoissa eikä työn lopettamisessa. Tiedetään, että valoisana vuodenaikana, siis kesällä, halontekijät lähtevät aamuisin palstoilleen jo kello 5 ja 6 tienoissakin. Kun tutkimustyöt kuitenkin aloitettiin vasta syyskuun 9 päivänä ja lopetettiin marraskuun 22 päivänä, oli jo syksy pilvisine päivineen ja sateineen, ja työt palstoilla alkoivat yleisesti vasta kello 8—9 tienoissa. Tosin oli joitakin miehiä, jotka olivat palstoillaan jo aikaisemminkin. Mutta katsoen siihen, että työmaa asuntopaikoilta oli verraten kaukana ja aamuhetket olivat sateisia, on 8—9 aikaa pidettävä jotenkin normaalisena työn alkamisaikana. Työn alkamisaika ei

myöhemminkään sanottavasti muuttunut, vaikka työ siirtyi asuntopaikkojen liepeille.

Työpäivä.

Työpäiviä on kahdenlaisia. Työpäivät, jotka sisältävät sekä päivittäisen työajan että ruoka-ajan, voidaan jakaa ruoka-aikoja silmällä pitäen kolmeen osaan: työaika ennen ruoka-aikaa (aamurupeama), ruoka-aika ja työaika ruoka-ajan jälkeen (iltarupeama). Lisäksi on ruoka-ajattomia päiviä. Työpäivän alkamiset, ruoka-ajat ja loppumiset riippuvat lisäksi muistakin seikoista kuin päivän lyhenemisestä, pilvisyydestä ja sateista. Näitä syitä ovat tilinmaksu ja siitä johtuvat syyt, miesten lähteminen lauantaisin kotipaikoilleen ja sieltä saapuminen, muonan hankinta sekä palstan etäisyys asunnosta. Näin ollen ei alkamis- ja loppumishetkien matemaattisen tarkka osoittaminen ole asiallista. Tärkeää on kuitenkin jollain tavoin osoittaa niiden sijoittuminen vuorokauden (klo 0.00—24.00) jollekin osalle sekä esittää ryhmien prosenttiset osuudet koko työajasta.

Jos poistetaan aineistosta 4 satunnaisista syistä liian lyhyttä päivää, jolloin halontekijä ei saapunut ajoissa palstalleen tai meni kesken päivää pois, saadaan työpäivän keskimääräiseksi pituudeksi ruoka-aika mukaan lukien

syyskuulla	7	tuntia	10	min.
lokakuulla	6	»	29	»
marraskuulla	6	»	6	»
keskimäärin	6	tuntia	36	min.

Laskelmaan sisältyy kaikkia viikonpäiviä, siis myöskin lauantaipäiviä, jotka joskus jätetään pois työpäivän pituutta laskettaessa. Koska halonteossa ja yleensä urakkatöissä metsässä tilipäivä, vieläpä useasti tilipäivän edellinen ja jälkimmäinen päivä ovat lauantaipäivän veroisia, olisi nekin pitänyt jättää pois. Jos lauantaipäivät jätetään laskelmista pois, tulee ruoka-ajattoman työpäivän pituus vain 13 min. pitemmäksi. Lyhyiden päivien mukana olo antaa päivän keskipituudesta halonteossa paremmin totuudenmukaisen kuvan.

Työpäivän pituus on siis ollut keskimäärin 6 tuntia 36 minuuttia ruoka-aikoineen. Ruoka-ajattoman työpäivän pituudeksi saadaan 5 tuntia 52 minuuttia.

Työpäivän alkamis- ja loppumishetkeä määrättäessä on aineistosta poistettava 2 päivää, jolloin työ alkoi sateen johdosta vasta päivällä. Näin laskien työpäivä alkoi ja päättyi

	alkoi, klo	päättyi, klo
syyskuulla	8.15	15.26
lokakuulla	8.51	15.21
marraskuulla	8.52	14.58
keskimäärin	8.34	15.10

Työpäivä alkoi siis keskimäärin klo 8.15 ja 8.52 välillä ja päättyi klo 14.58 ja 15.26 välillä. Keskimääräinen työpäivän pituus olisi suurempikin kuin 6 t. 36 min., mutta useat lauantaipäivät sekä tilipäivät ovat sitä alentaneet, yleensä siis asialliset syyt, kuten muonan hankinta, pitkämatkaisten aikaisin kotiin meno, tilinmaksun vaikutus tilipäivänä sekä sen edellisinä ja jälkeisinä päivinä.

Tutkimuksessa olisi ollut mielenkiintoista tarkastella työpäivän keskipituutta eri viikon päivinä, mutta siihen on aineisto liian pieni.

Ruoka-aika.

Kun ollaan selvillä koko työpäivän pituudesta ruoka-aikapäivinä ja sen keskimääräisestä sijoittumisesta vuorokauden tiettyjen tuntien välille, on vielä selvitettävä, miten ruoka-aika sijoittuu työpäivään ja miten suuren osuuden se ottaa työpäivästä. Vasta sitten kun mainittu sijoittautuminen on selvitetty, saadaan työajat ennen ja jälkeen ruoka-ajan.

Ruoka-ajan sijoittautumiseen vaikuttaa suuresti se seikka, missä vaiheessa työ on. Seuraavasta asettelusta selviää asia.

Ruoka-aikoja pidetty:				
kaatamisvaiheessa	0	päivänä,		
karsimis-	»	1	»	seurasi pölkyttäminen
pölkyttämis-	»	5	»	» halkominen
»	»	1	»	pölkyttäminen jatkui
halkomis-	»	0	»	
pinoamis-	»	22	»	seurasi kaataminen
»	»	1	»	pinoaminen jatkui
		30	päivänä	
Ruoka-aikoja ei ole ensinkään pidetty		8	»	
		Yhteensä 38	päivää	

Huomataan ruoka-aikoja pidetyn enimmäkseen pinoamisvaiheessa. Kun sitten ruoka-ajan jälkeen on miltei säännöllisesti seurannut puiden kaataminen, osoittavat nämä seikat sen, että ruoka-aika on pidetty jonkin pinon täysin valmistuttua. Ainoastaan yhdessä tapauksessa on pinoaminen edelleen jatkunut. Toisena äärimmäisenä tilanteena on pidettävä sitä seikkaa, että halkomisvaiheessa ei ole sattunut ensinkään ruoka-aikoja. Halontekijä on ilmeisesti päättänyt suorittaa halkomisen yhtäjaksoisesti loppuun saadakseen motin valmiiksi, kun varsinainen pinoaminen vie suhteellisesti pienen ajan ja monasti on jo pinon kehyspuutkin tullut tehdyksi ennen halkomista. — Sopivaa näyttää sitävastoin olleen ruoka-ajan pitäminen pölkyttämisvaiheessa. Päivä on saattanut jo kulua pitkälle, paljon puita on kaadettu, osa on ehkä karsimattakin ja mottiin on vielä pitkä »taival». Tavallisetkin lepoajat on usein pidetty pölkyttämisen aikana (vrt. taulukko 13). Ruoka-aika on suurimmalta osalta kuitenkin pidetty vasta pölkyttämisen jälkeen, mihin viittaa se seikka, että syönnin jälkeen on seurannut halkominen. Vain yhdessä tapauksessa on pölkyttämistä jatkettu. Mitä sitten kaatamiseen tulee, on se aina tapahtunut keskeyttämättä; ei edes pitkiä lepohetkiä ole pidetty. Karsiminen puolestaan on luonteeltaan verraten katkonainen vaihe, ja milloin ruoka-aikoja on pidetty, on ruokailemista seurannut pölkyttäminen. — Vielä on mainittava, että ruoka-ajattomia työpäiviä on 8, eli n. viides osa. — Yleensä siis, jos päivä esim. alkaa kaatamisella, halontekijä suorittaa kaatamisen ja karsimisen yhtäjaksoisesti. Kun pölkyttäminen on raskasta ja aikaa viepää työtä ja kun lisäksi mottiin on vielä pitkälti aikaa, voidaan pitää ruoka-aika. Jos sitä ei vielä pidetä tässäkään vaiheessa, ei halkomistakaan tavallisesti vielä keskeytetä muulla tavalla kuin lepohetkillä. Kun pinoaminen ottaa suhteellisen pienen ajan ja motti sitten on valmistunut, voidaan hyvällä omallatunnolla pitää ruoka-aika ja samalla lepoaika, jotta virkistyneinä voitaisiin aloittaa suhteellisen raskas kaatamistyö.

Ilmeisesti ruoka-ajan pitäminen riippuu paitsi näläntunteesta myös, kuten aikaisemmin on mainittu, siitä, missä vaiheessa työ on, miten paljon aikaa vielä on käytettävänä 1, 2 tai kolmannen motin täysin valmiiksi saamiseen ja mikä tunti on kulumassa, ja lopuksi satunnaisista seikoista.

Tarkasteltaessa, milloin ruoka-aika on päivittäin alkanut, on syytä erottaa toisistaan Näsin metsän ja Luukkosen metsän halontekijäin pitämät ruoka-ajat siitä syystä, että edelliset söivät eväänsä metsässä, jälkimmäiset enimmäkseen ruokailivat taloissa. Seuraa-

4686,—36

vassa asetelmassa on päivä jaettu puolen tunnin luokkiin ja nähdään siitä, kuinka monena päivänä erikseen Näsin ja Luukkosen metsässä kukin puolituntinen on ollut ruokailun alkamisaikana.

Metsä	Ruoka-aika alkoi, klo										Yhteensä
	9.01—9.30	9.31—10.00	10.31—11.00	11.01—11.30	11.31—12.00	12.01—12.30	12.31—13.00	13.01—13.30	13.31—14.00	14.01—15.30	
	Päivien lukumäärä										
Näsin	1	1	2	2	—	1	1	2	1(1)[1]	1(1)[1]	12
Luukkosen	—	—	1	4	5	4	2	2	—	—	18
Yhteensä	1	1	3	6	5	5	3	4	1	1	30

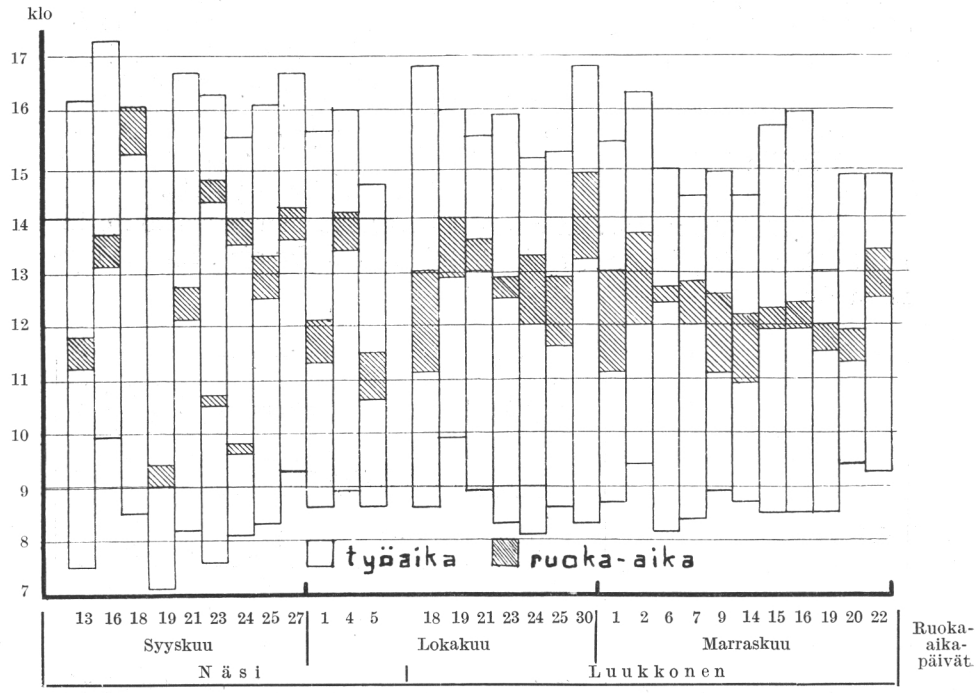
Metsätöiden luonteesta johtuu ruoka-ajan hajaantuminen miltei koko päivän eri tuntien osalle klo 9.00:stä aina klo 15.30:een saakka. Painopiste on kuitenkin klo 11.00 ja 13.00 välillä, siis keskipäivällä. Näsin metsän eväsmiehet ovat syöneet paljon epäsäännöllisemmin pitkin päivää kuin Luukkosen metsän halontekijät, jotka ovat viettäneet ruokatuntinsa etupäässä keskipäivällä ja taloissa. Kaksi Näsin metsän miestä on ruokaillut päivässä kaksi kertaa ja yksi mies on syönyt hiukan ennen työn lopettamista, toinen taas miltei heti työhön tulonsa jälkeen.

Edellä on jo mainittu, että sellaisia päiviä, jolloin ruokailuun käytettiin osa päivän ajasta, oli kaikkiaan 30, Näsin metsässä 12 ja Luukkosen metsässä 18. Huomioon ottamalla vain nämä päivät saadaan työpäivän alkamisajaksi Näsin metsässä klo 8.25 ja Luukkosen metsässä klo 8.46. Laskemalla näille metsille ruoka-ajan keskimääräinen alkamisaika saadaan Näsin metsälle aikamäärä 11.58 ja Luukkosen metsälle 11.59. Keskimääräinen alkamisaika tulee kummallekin metsälle jokseenkin samaksi, vaikka hajaantuminen onkin erilainen. Kun ruoka-ajan keskimääräiseksi pituudeksi Näsin metsässä saadaan 35 min. ja Luukkosen metsässä 1 tunti, on aamurupeama Näsin metsässä 3 t. 33 min. ja Luukkosen metsässä 3 t. 13 min. pituinen. Kun koko työpäivän pituus Näsin metsässä ruokailupäivinä oli keskimäärin 7 t. 27 min., tuli iltarupeaman pituudeksi 3 t. 19 min. Luukkosen metsän työpäivän pituus ruokailupäivinä oli keskimäärin 6 t. 25 min. ja iltapäivärupeaman pituus siis 2 t. 12 min. Lyhin ruoka-aika Näsin metsässä oli 20 min. 56 sek. ja Luukkosen metsässä 17 min. 56 sek. Pisin ruoka-aika edellisessä taas oli 1 t. 51 min. 7 sek. ja jälkimmäisessä 1 t. 49 min. 55 sek.

[1]) Toinen ruoka-aika.

Edellä esitetyistä luvuista käy selville, että kun ruokailu on tapahtunut taloissa, kuten oli laita Luukkosen metsässä, on ruoka-aika ollut lähes puolta pitempi kuin eväitä syövillä miehillä. Tämä on ollut omiaan lyhentämään muutenkin pimeiden syyspäivien johdosta lyhyiksi käyneitä työpäiviä. Työpäivän lyhemmyyden korvasi kuitenkin Luukkosen metsässä se, että halontekijät saatuaan taloissa kunnollista, ravitsevaa ruokaa ja levättyään sen jälkeen kunnollisesti, jaksoivat työskennellä uusin voimin. Päivittäinen työtulos tuli siten yhtä suureksi kuin Näsinkin metsässä.

Ruoka-aikapäivien työrupeamat ja ruoka-ajat on esitetty havainnollisuuden vuoksi seuraavassa piirroksessa.



Ruoka-aikapäivien jakaantuminen työrupeamiin ja ruoka-aikaan.

Jos vielä tarkastellaan koko halontekoajan keskimääräistä suhteellista jakaantumista työajan ja ruoka-ajan kesken Näsin ja Luukkosen metsässä sekä koko aineistossa, saadaan seuraava asetelma.

Metsä	Aamu-rupeamat	Ruoka-aika	Ilta-rupeamat	Työpäivät ilman ruoka-aik.	Koko halonteko-aika
	Aika, %				
Näsin	40.6	6.7	41.2	11.5	100
Luukkosen	44.9	14.0	32.9	8.2	100
Keskimäärin	43.0	10.7	36.6	9.7	100

Asetelmasta näkyy selvä ero Näsin ja Luukkosen metsien välillä työpäivän ja ruoka-ajan pituudessa. Se seikka, että Luukkosen metsässäkin siitä huolimatta, että talot olivat lähellä, on työskennelty yhtäjaksoisestikin pitämättä ruoka-aikoja, johtuu siitä, että työmiesten joukossa on aina sellaisia, varsinkin vanhempia miehiä, jotka ottavat evästä mukaansa ja syövät siis metsässä. Korkeintaan he pistäytyvät lyhyellä kahvilomalla talossa. Myöskin talojen omat miehet hakkaavat, minkä hakkaavat, yhtäjaksoisesti, ja jäävät kotiin tultuaan sitten omiin töihinsä. Tästä on seurauksena, että työpäivien joukkoon tulee verraten lyhyitäkin päiviä.

Jos jätetään ruoka-ajattomat päivät kokonaan huomioon ottamatta, jakaantuu halontekoaika työajan ja ruoka-ajan kesken seuraavasti:

Metsä	Aamu-rupeamat	Ruoka-aika	Iltarupeamat	Halontekoaika ruoka-ajallisina päivinä
	Aika, %			
Näsin	45.9	7.6	46.5	100
Luukkosen	49.0	15.2	35.8	100
Keskimäärin	47.6	11.9	40.5	100

Edellyttämällä, että Näsin ja Luukkosen metsät edustavat yhdessä jonkinlaisia keskimääräisiä halon hakkuuolosuhteita, kuvastavat keskimääräiset prosenttiluvut niitä. Näin ollen voidaan siis sanoa, että ruoka-aika ottaa koko halontekoajasta n. 11—12 % ja aamurupeama on jonkinverran pitempi kuin iltarupeama. Sellaisten työpäivien työaika, joina on työskennelty yhtäjaksoisesti ruoka-aikaa pitämättä, tekee n. 10 % halkotyöpäivien työajan ja ruoka-ajan summasta.

Päätehotyöaika.

Edellä on jo mainittu, että halonteossa päätehotyöaikoja tutkittiin vain 12 mittausalalla 22 päivän aikana. Näiltä mittausaloilta saatiin kaikkien tuoreiden puiden kaatokolon teko-, kaatosahaus-, pölkytyssahaus- ja halkaisuaika rungottain sekä sahaus- ja halkaisuaika pölkyttäin. Työaikatutkimuksesta saatiin kaatokolon teko- ja kaatosahausaika rungottain myös niiden 11 mittausalan puille, jotka jäivät päätehotyöaikatutkimuksen ulkopuolelle. Rungottain saadut ajat perustuvat 242 puuta käsittävään aineistoon muilta kohdin paitsi kaatokatkaisussa, jossa aineistoa on kaikkiaan 479 puuta. Pölkyttäin käsitelty aineisto sisältää kaikkiaan 2 403 pölkkyä. Näistä jäi 13 pölkyn halkaisuaika mittaamatta.

Koska rungottaista latomisaikaa ei voitu tutkimuksessa saada selville, ei sitä käsitelläkään tässä yhteydessä.

Aineiston käsittelyä varten vietiin metsälomakkeista jokaisen puun aika- ja mittaustiedot omalle käsittelylomakkeelleen. Kaikki puut jaettiin rinnankorkeusläpimitan mukaan 2 cm läpimittaluokkiin, esim. 9 cm (8.0—9.9), 11 cm (10.0—11.9) j. n. e. Kaikki läpimittakeskiarvot ovat pohjapinta-alalla punnittuja keskiarvoja. Työaika- ja kaatokatkaisuaineiston puut jakaantuivat seuraavasti rinnankorkeusläpimittaluokkiin:

D. 1.3 m, cm.	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	Yht.
Puiden lukumäärä, kpl.	27	78	82	66	68	58	37	31	12	6	5	2	2	3	1	1	479

Päätehotyöaika-aineiston puiden jakaantuminen oli seuraava:

D. 1.3 m, cm	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	Yht.
Puiden lukumäärä, kpl.	6	35	34	35	42	30	20	18	6	6	4	2	1	2	—	1	242

Asetelmista huomataan, että suurien läpimittojen luokissa on vain verraten harvoja havaintoja. Tämä on luonnollistakin, koska suuria koivuja ei hakata haloiksi vaan faneeripuiksi.

Kaatamisen päätehotyöaika eli kaatokatkaisuaika.

Puun kaatamisessa on kaksi päätehotyölajia, kaatokolon teko, joka on kirvestyötä, ja kaatosahaus, joka on sahatyötä. Näihin yhteisesti kulunutta aikaa kutsutaan kaatokatkaisuajaksi. Se on riippuvainen puun paksuudesta ja ennen kaikkea puun paksuudesta

tyvessä eli katkaisukohdalla. Tämän kohdan paksuus luonnollisesti suurenee sitä mukaa kuin rinnankorkeusläpimittakin suurenee. Suoritettujen mittauksien perusteella laskettiin kunkin rinnankorkeusläpimittaluokan puitten keskimääräinen läpimitta katkaisukohdasta. Seuraavassa asetelmassa esitetään lasketut ja tasoitetut tulokset. Katkaisukohdan läpimittaa nimitetään kantoläpimitaksi merkitsemällä se D kanto.

D. 1.3 m, cm	9	11	13	15	17	19	21	23
D kanto, cm, laskettu	11.9	13.9	16.1	18.8	21.0	23.5	26.1	28.3
D kanto, cm, tasoitettu	11.9	13.9	16.2	18.6	21.0	23.6	26.1	28.2
D. 1.3 m, cm	25	27	29	31	33	35	37	39
D kanto, cm, laskettu	29.9	35.2	33.0	35.1	36.7	39.5	42.7	45.0
D kanto, cm, tasoitettu	29.9	31.3	32.8	34.8	37.0	39.8	42.5	45.0

Kantoläpimitta suurenee jotakuinkin suoraviivaisesti rinnankorkeusläpimitan suuretessa. Suurien läpimittain luokissa tämä suureneminen osoittautuu

Taulukko 16. Runkojen kaatokatkaisuaika.

Tabelle 16. Reine Hauptarbeitszeiten des Fällens für Stämme.

D 1.3 m, cm	D Kanto, — *Stock,* cm	Puiden lukumäärä *Anzahl der Stämme*	Kaatokolon tekoaika runkoa kohti *Fallkerbhauungszeit für 1 Stamm*			Kaatosahausaika *Fällschnittzeit*				Kaatokatkaisuaika runkoa kohti *Reine Hauptarbeitszeit des Fällens für 1 Stamm*		
						runkoa kohti *für 1 Stamm*			dm^2 kohti *für 1 dm^2*			
			max.	min.	keskimäär. *im Mittel*	max.	min.	keskimäär. *im Mittel*		max.	min.	keskimäär. *im Mittel*
			Minuuttia — *Minuten*									
9	11.9	27	1.00	0.03	0.27	0.95	0.18	0.32	0.28	1.23	0.14	0.59
11	13.9	78	1.74	0.02	0.26	1.82	0.11	0.42	0.28	2.87	0.20	0.69
13	16.1	82	1.78	0.03	0.30	3.00	0.12	0.66	0.32	3.70	0.22	0.95
15	18.8	66	1.83	0.07	0.39	2.15	0.14	0.72	0.26	2.50	0.23	1.10
17	21.0	68	2.39	0.05	0.46	2.73	0.42	0.90	0.26	3.28	0.45	1.36
19	23.5	58	3.00	0.03	0.61	5.00	0.24	1.28	0.29	2.62	0.42	1.89
21	26.1	37	4.28	0.10	0.66	4.00	0.49	1.46	0.27	4.93	0.79	2.12
23	28.3	31	2.56	0.15	0.93	4.19	0.67	2.08	0.33	5.87	1.02	3.02
25	29.9	12	1.72	0.12	0.88	4.94	0.78	2.25	0.32	6.16	0.78	3.13
27	35.2	6	3.26	0.29	1.31	3.98	0.99	2.56	0.26	5.96	1.28	3.87
29	33.0	5	4.26	0.12	1.42	4.93	1.62	3.15	0.38	9.19	2.02	4.55
31	35.1	2	1.39	0.26	0.83	3.62	2.12	2.87	0.30	5.01	2.38	3.70
33	36.7	2	10.44	0.73	5.59	3.92	3.34	3.63	0.34	14.36	4.07	9.22
35	39.5	3	4.25	0.49	2.35	5.46	1.57	3.31	0.27	7.76	2.06	5.66
37	42.7	1	1.18	1.18	1.18	—	—	4.54	0.32	—	—	5.72
39	45.0	1	6.20	6.20	6.20	—	—	8.24	0.52	—	—	14.44
Yhteensä *Insgesamt*		479	—	—	0.52	—	—	1.02	0.29	—	—	1.54

kuitenkin toisenlaiseksi kuin pienien läpimittain aiheuttaen käsivaraisesti piirretyn tasoitusviivan kulussa vähän mutkittelua. Tämä johtunee ensinnäkin siitä, että näissä luokissa on vain muutamia havaintoja ja toiseksi siitä, että näin suuret puut, silloin kun niitä hakataan haloiksi, ovat joissakin suhteissa normaalisista puista poikkeavia ja siis myös paksuussuhteiltaan epänormaaleja. Tasoitusviiva piirrettiin kuitenkin laskettuja pistearvoja noudattaen. Päähuomio tasoitusviivaa piirrettäessä kiinnitettiin siihen viivan osaan, joka kulki monihavaintoisten luokkain kautta.

Jokaiselle rinnankorkeusläpimittaluokalle laskettiin kaatokolon teko- ja kaatosahausaika sekä koko kaatokatkaisuaika runkoa kohti. Kaatosahausaika laskettiin sitäpaitsi kussakin läpimittaluokassa dm^2 kohti. Näiden laskelmien tulokset nähdään taulukosta 16.

Taulukon luvut osoittavat selvästi, että vaikka aikojen vaihtelu kussakin läpimittaluokassa on verraten suuri, niin kuitenkin kaikki keskimääräiset ajat runkoa kohti suurenevat puun suuretessa. Tämä suureneminen on jotakuinkin tasainen siihen asti, kunnes alkavat vähähavaintoiset, suurten läpimittojen luokat. Näissä luokissa katkaisukohdan paksuus on vaihtelevainen ja lisäksi kuori ja puuaine on milloin mistäkin syystä kovin erilaista. Vähäinen havaintojen määrä ei kykene tasoittamaan näitä erilaisuuksia, minkä vuoksi ajat vaihtelevat epäsäännöllisesti. Kaatokolon tekoaika 9 cm luokassa tekee myöskin poikkeuksen yleisestä suunnasta. Tämä saa selityksen siitä, että hakkuumies kaatoi useasti pieniläpimittaiset puut yksinomaan kirveellä, käyttämättä sahaa ollenkaan. Mainitunlaisia tapauksia on muissakin kuin 9 cm luokassa, mutta koko havaintojen määrään nähden suhteellisesti niin paljon vähemmän, että ne eivät ainakaan silminnähtävästi vaikuta aikoihin. Myöskin päinvastaisia tapauksia oli, jolloin hakkuumies siis suoritti kaadon pelkästään sahalla. Tällöin tuli koko kaatokatkaisuaika kaatosahauksen osalle. Näitä tapauksia on vain hyvin vähän. Edellä sanotusta johtuu, että pieniläpimittaisten puiden kaatokolon tekoaika on jonkinverran liian suuri ja kaatosahausaika liian pieni. Koko kaatokatkaisuaika kuitenkin osoittanee todellista asiain tilaa ajan käytössä.

Кавардин (1936) on Tihvinin metsäteollisuuspiirissä suorittanut tutkimuksia kaatosahausajoista mäntypuita kaadettaessa. Hän saa keskimääräiseksi kaatosahausajaksi halkosahalla dm^2 kohti 0.20 min. ja justeerisahalla 0.22 min. Käsillä olevan tutkimuksen koko aineisto antaa keskimääräiseksi luvuksi 0.29 min. Tällainen ero ajoissa on hyvin luonnollinen, kun on kysymyksessä kaksi niin erilaista puulajia kuin mänty ja koivu.

Verrattaessa kannon eli katkaisupinta-alan suurenemista läpimittaluokittain kaatokatkaisuaikojen suurenemiseen huomataan, että jälkimmäinen tapahtuu hitaammin kuin edellinen. Katkaisupinta-alat suurenevat 9 cm luokasta—27 cm luokkaan sarjassa

1: 1.4: 1.8: 2.5: 3.1: 3.9: 4.8: 5.6: 6.3: 8.7 ja kaatokatkaisuajat sarjassa

1: 1.2: 1.6: 1.9: 2.3: 3.2: 3.6: 5.1: 5.3: 6.6. Kantoläpimitan suureneminen, joka tapahtuu sarjassa

1: 1.2: 1.4: 1.6: 1.8: 2.0: 2.2: 2.4: 2.5: 3.0, on taas pienempi kuin kaatokatkaisuajan suureneminen.

Kaatosahaukseen kulunut aika on riippuvainen sahattavan pinta-alan suuruudesta ja suurenee jotakuinkin samassa suhteessa kuin pinta-ala. Suhdelukusarja on seuraava:

1: 1.3: 2.1: 2.3: 2.8: 4.0: 4.6: 6.5: 7.0: 8.0.

Tällainen yhdenmukaisuus pinta-alasuhteitten kanssa osoittaa, että sahausaika pinta-alayksikköä kohti pysyy kaikissa läpimittaluokissa jotenkin yhtä suurena. Dm^2 kohti lasketut ajat ovatkin jotakuinkin saman suuruisia vaihdellen tosin jonkin verran, ehkä hieman suurimpiin läpimittoihin päin suureten. Tähän vaihteluun vaikuttavat luonnollisesti monet eri tekijät, jotka saattavat olla hyvin erilaisia (vrt. Vuoristo 1933).

Kun kaatokolon tekoaika, joka muodostaa vain n. $\frac{1}{3}$ koko kaatamisen tehotyöajasta, suurenee jotakuinkin samassa suhteessa kuin kantoläpimittakin, aiheutuu siitä, että koko kaatokatkaisuajan suureneminen läpimittaluokasta toiseen muodostuu sellaiseksi kuin edellä on sanottu.

Koska kaatokolon teko ja kaatosahaus ovat ennen kaikkea riippuvaisia kaatokatkaisu- eli kantoläpimitan suuruudesta, on päätehotyöaika-aineiston puut jaettu kantoläpimitan perusteella 2 cm luokkiin ja laskettu kaatokolon tekoon ja kaatosahaukseen kulunut aika runkoa kohti kussakin luokassa. Tulokset nähdään taulukosta 17.

Kun kantoläpimitta puussa on sitä suurempi mitä suurempi puu on, niin on luonnollista, että kantoläpimitan suuretessa kaatamisen päätehotyölajien ajat runkoa kohti suurenevat, kuten ne tekevät rinnankorkeusläpimitankin suuretessa. Aikasarjat taulukossa 17 ovat jonkin verran säännöllisempiä kuin taulukossa 16, sillä siinä on poistettu läpimittaluokista kaikki sellaiset puut, joiden kaatokatkaisu on suoritettu vain joko kirveellä tai sahalla, t.s. joiden koko kaatokatkaisuaika on tullut kokonaan toisen päätehotyölajin osalle. Tästäkin taulukosta huomataan, että aika sahauspinta-alayksikköä kohti vaihtelee luokasta toiseen jonkin verran, mutta ei selvää sään-

Taulukko 17. Kaatokatkaisuajan riippuvaisuus kantoläpimitasta.

Tabelle 17. Abhängigkeit der reinen Hauptarbeitszeit des Fällens vom Stockdurchmesser.

D Kanto, *Stock*, cm	Runkojen lukumäärä *Anzahl der Stämme*	Kaatokolon teko *Fallkerbhauen*	Kaatosahaus *Fällschnitt*	Kaatokatkaisu *Reine Hauptarbeit des Fällens*	Kaatosahausaika dm² kohti *Fällschnittzeit für 1 dm²*
		Aika runkoa kohti, min. *Zeit für 1 Stamm, Min.*			
11	1	0.16	0.18	0.34	0.17
13	11	0.15	0.41	0.56	0.31
15	21	0.19	0.67	0.86	0.38
17	27	0.34	0.66	1.00	0.29
19	21	0.34	0.88	1.22	0.31
21	27	0.38	0.96	1.34	0.29
23	25	0.48	1.30	1.78	0.32
25	22	0.60	1.41	2.01	0.29
27	15	0.86	2.10	2.96	0.37
29	8	0.60	1.93	2.53	0.29
31	5	1.03	2.22	3.25	0.30
33	5	1.14	2.47	3.61	0.29
35	6	1.22	3.00	4.22	0.31
37	3	0.86	2.80	3.66	0.26
39	1	2.30	5.46	7.76	0.45
41	1	3.26	2.70	5.96	0.20
45	1	6.20	8.24	14.44	0.52

nönmukaisuutta noudattaen. Suurimmissa luokissa se voi olla hieman muita suurempi. Käytännöllisesti katsoen aika pinta-alayksikköä kohti onkin tavallisen kokoisissa halkopuissa samansuuruinen.

Подвязников-Гинсбург'in (1936) tutkimusten mukaan, jotka koskevat mäntyjen kaatoa Uitinin metsäpunktissa, kaatosahausajat runkoa kohti suurenevat jotenkin samaan tapaan kuin käsillä olevassa tutkimuksessa. Vaikka työn suorittajat ovat olleet stahanovilaisia, ovat ajat jonkin verran huonompia kuin tekijän tutkimuksissa. Sahausaika dm² kohti vaihtelee 0.30—0.50 noudattamatta mitään säännönmukaisuutta, joten tämänkin tutkimuksen perusteella käytännöllisesti katsoen kaatosahausaika pinta-alayksikköä kohti on samansuuruinen eri paksuilla puilla.

Tulokset poikkeavat Vuoriston (1933) Pohjois-Suomen tukkien kaatosahauksesta saamista tuloksista. Vuoriston tutkimuksien mukaan yhden miehen kaatosahausaika pinta-alayksikköä kohti suurenee puun paksuuden lisääntyessä, mutta kahden miehen kaatosahausaika taas päinvastoin pienenee. Vuoristolla ei puiden läpimittasarja ulotu kauemmas alaspäin kuin 8″ asti. Käsillä olevassa tutkimuksessa kuitenkin juuri alkupää, joka lähtee

11 cm:stä osoittaa, että pienien puiden sahaus ei p-alayksikköä kohti ole sen helpompaa kuin keskipaksuistenkaan. Mahdollista on, että aika suurenee suurimpiin puihin päin, koska pölkkyjen sahausaikakin suurenee (kts. s. 78). Aineisto on tältä osalta kuitenkin liian pieni, eikä ainakaan sellaisenaan sitä selvästi osoita.

Karsimisen päätehotyöaika eli oksien katkaisuaika.

Karsimisen varsinaiseen tehotyöhön kuuluu kaksi eri lajia, oksien katkaisu ja samanaikainen liikkuminen latvuksen vieressä. Nämä kaksi lajia kuuluvat niin välittömästi yhteen, että niille ei erikseen voida omaa aikaa mitata. Karsimisen varsinainen tehotyöaika sisältää kaiken oksien katkaisuun ja latvuksen vieressä tämän tehotyön yhteydessä tapahtuvaan liikkumiseen käytetyn ajan ja on siis samalla tämän vaiheen päätehotyöaika eli oksien katkaisuaika. Tämä aika on riippuvainen hyvin monesta tekijästä. Se riippuu latvuksen pituudesta, oksien lukumäärästä ja paksuudesta, jotka kaikki taas ovat riippuvaisia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan suuruudesta, sekä oksattoman runko-osan pituudesta. Nämä tekijät saattavat hyvin paljon vaihdella erilaisissa aineistoissa. Taulukkoon 18 on laskettu käsitellyn tutkimusaineiston puiden katkaisuläpimitan ja karsitun latvuksen pituuden keskimääräiset suuruudet sekä oksien lukumäärä eri rinnankorkeusläpimittaluokissa ja näiden suhteellinen jakaantuminen eri paksuusluokkiin. Lisäksi nähdään taulukosta oksien keskimääräinen lukumäärä karsitun latvan juoksumetriä kohti ja keskimääräinen paksuus.

Katkaisuläpimitta näyttää hieman suurenevan rinnankorkeusläpimitan suuretessa. Se pysyttelee kuitenkin pääosalla aineistoa saman cm luokan (8.0—8.9) sisällä. Katkaisuläpimittasarja osoittaa oikeaksi tekijän jo aikaisemmin esittämän väitteen, että pienemmistä puista otetaan puutavara tarkemmin annettuun minimimittaan kuin suuremmista (Aro 1935, s. 131). Tällä katkaisuläpimitan suurenemisella lienee vähäinen vaikutus siihen, että karsitun latvan pituuserot rinnankorkeusläpimittaluokkain välillä ovat vähän pienemmät kuin katkaisuläpimitan ollessa joka luokassa sama.

Karsitun latvan pituus suurenee jotakuinkin säännöllisesti läpimitan suuretessa ja sen ohessa myöskin sekä oksien koko lukumäärä että eri paksuisten oksien määrä. Eri paksuisista oksista muodostavat useimmissa paksuusluokissa pääosan 2 cm ja

4 cm paksuusluokkaan kuuluvat oksat. Keskiarvolaskuista johtuu, että luokissa esiintyy osaoksia. Tällaiset luvut kuvaavat kuitenkin hyvin oksien esiintymisrunsauden eri paksuisten puiden karsitussa latvassa.

Taulukko 18. Eri paksuisten puiden katkaisuläpimitta, karsitun latvan pituus ja oksien lukumäärä sekä paksuus.

Tabelle 18. Zopfschnittdurchmesser, Mittellänge des entästeten Zopfendes, Anzahl u. Mittelstärke der Äste an Stämmen in verschiedenen Brusthöhendurchmesserstufen.

D 1.3 m, cm	Puiden lukumäärä *Anzahl der Stämme*	D. min., cm	Karsitun latvan kesk. pituus, *Mittellänge des entästeten Zopfendes,* m	Oksien — *Äste*							
				lukumäärä — *Anzahl*							
				%:a koko määrästä *In % von der Gesamtanzahl*					runkoa kohti, *Für 1 Stamm,* kpl. *Stck.*	kars. latvan jm kohti, *Für 1 lm, des entästeten Zopfendes*	keskimääräinen paksuus, *Mittelstärke,* cm
				paksuusluokat *Stärkestufen*							
				2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	9+ cm			
9	6	7.7	0.58	100.0	—	—	—	—	0.50	0.86	2.0
11	35	8.2	2.24	57.1	40.0	2.9	—	—	1.00	0.45	2.9
13	34	8.4	2.94	61.8	30.3	6.7	0.6	0.6	5.24	1.78	2.9
15	35	8.6	3.21	49.8	38.6	8.7	2.4	0.5	5.91	1.84	3.3
17	42	8.8	4.17	48.0	33.5	14.0	3.7	0.8	9.52	2.28	3.5
19	30	8.7	5.20	46.3	34.2	12.9	5.3	1.3	12.97	2.49	3.6
21	20	8.9	6.08	38.3	35.4	14.2	7.5	4.6	17.25	2.84	4.1
23	18	9.6	6.53	28.5	37.5	25.8	6.0	2.2	20.28	3.11	4.3
25	6	9.4	7.00	20.9	41.9	26.4	6.2	4.6	21.50	3.07	4.6
27	6	9.1	7.58	19.6	43.8	18.9	10.5	7.2	25.50	3.36	4.8
29	4	9.4	7.25	17.2	38.7	20.4	14.0	9.7	23.25	3.21	5.1
31	2	11.3	6.75	16.0	26.0	36.0	16.0	6.0	25.00	3.70	5.3
33	1	11.3	7.50	—	21.4	35.8	21.4	21.4	14.00	1.87	6.6
35	2	9.4	6.00	—	36.7	23.3	20.0	20.0	15.00	2.50	6.3
39	1	10.0	12.00	14.3	7.1	39.3	25.0	14.3	28.00	2.33	6.2
Yht. *Insges.*	242	8.7	4.24	38.4	35.5	16.7	6.2	3.2	10.00	2.36	4.0

Kun sitten tarkastamme eri paksuusluokkain rungottaisia oksien katkaisuaikoja taulukosta 19, huomaamme ensinnäkin, että ajan vaihtelu kussakin luokassa on melkoinen. Keskimääräisten aikojen tarkastelu osoittaa, että oksien katkaisuaika suurenee jotakuinkin säännöllisesti sitä mukaa kuin puu suurenee. Tämä on luonnollistakin, koska puun suuretessa sekä karsitun latvan pituus että oksien lukumäärä ja paksuus myöskin suurenevat (vrt. Lassila 1930). Kun oksien katkaisuaikaan sisältyy katkaisun lisäksi myös kulkeminen rungon sivua pitkin, on

Taulukko 19. Oksien katkaisuaika.

Tabelle 19. Reine Hauptarbeitszeiten des Entästens.

D 1.3 m, cm	Puiden lukumäärä *Anzahl der Stämme*	Oksien katkaisuaika *Reine Hauptarbeitszeit des Entästens*				
		runkoa kohti *für 1 Stamm*			karsitun latvan juoksum kohti *für 1 lm d. entästeten Zopfendes*	oksaa kohti *für 1 Ast*
		max.	min.	keskim. *im Mittel*		
		Minuuttia — *Minuten.*				
9	6	0.38	0.08	0.13	0.22	0.26
11	35	0.56	0.08	0.24	0.11	0.25
13	34	1.30	0.05	0.50	0.17	0.10
15	35	1.29	0.12	0.63	0.20	0.11
17	42	2.68	0.10	0.90	0.22	0.09
19	30	4.17	0.38	1.30	0.25	0.10
21	20	4.03	0.74	1.73	0.29	0.10
23	18	4.22	0.82	2.08	0.32	0.10
25	6	4.11	0.20	2.10	0.30	0.10
27	6	4.78	1.31	3.14	0.41	0.12
29	4	3.91	1.90	3.10	0.43	0.13
31	2	4.41	3.40	3.91	0.58	0.16
33	1	6.03	6.03	6.03	0.80	0.43
35	2	3.86	1.12	2.46	0.41	0.16
39	1	—	—	8.82	0.74	0.32
Yht.–*Insges.*	242	—	—	1.11	0.26	0.11

selvää, että se lisääntyy karsitun latvan pituuden lisääntyessä. Kun sitten vielä lisäksi oksat paksunevat ja juoksumetriä kohti lisääntyvät puun suuretessa, on selvää, että aika myös suurenee. Juoksumetriä kohti se suurenee myöskin sitä mukaa kuin puut suurenevat, koska oksien lukumäärä ja oksien paksuus suurenee. Pienimmät puut tekevät kuitenkin poikkeuksen. Oksien katkaisuaikaan sisältyy myös latvan katkaisuaika, jonka vaikutus tuntuu eniten juuri ohuilla puilla, joiden latva on lyhyt ja vähäoksainen.

Oksien suureneminen ja lisääntyminen sekä ajan suureneminen paksuusluokasta toiseen tapahtuu niin tasasuhtaisesti, että useimmissa paksuusluokissa oksien katkaisuaika oksaa kohti tulee samansuuruiseksi. Kuitenkin sekä pienissä että suurissa puissa se on jonkin verran suurempi kuin keskipaksuissa puissa. Luvut osoittavat siis, että pienien ja suurien puiden oksien katkaisu ottaa suhteellisesti enemmän aikaa kuin keskisuurien puiden.

Pölkyttämisen päätehotyöaika eli pölkytyssahausaika.

Pölkyttämisen varsinaisista tehotöistä, joita ovat rungon mittaus, rangan ja sahapukin siirto sekä pölkkyjen sahaus, on tärkein

laji viimeksi mainittu. Rungon pölkytyssahaukseen käytetyn ajan suuruus on riippuvainen rungon paksuudesta ja pituudesta, t. s. sahattavien pölkkyjen lukumäärästä ja paksuudesta.

Pölkytyssahausaika mitattiin pölkyttäin tyvestä lähtien koko rungossa. Tällä tavalla saatiin mittausaloilta 12—23 kaikista 242 puusta jokaisen pölkyn sekä myös jokaisen rungon sahausaika. Työaikatutkimuksesta saadaan tietää pölkyttämisen varsinainen tehotyöaika. Kun tästä vähennetään runkojen pölkytyssahausaika, jää jälelle muihin pölkyttämisvaiheen varsinaisiin tehotöihin, pölkkyjen mittaukseen sekä rungon ja sahapukin siirtelyyn kulunut aika.

Eri paksuisten pölkkyjen sahausaika.

Sahausajan suuruuden riippuvaisuutta pölkyn paksuudesta eli sahauspinta-alan suuruudesta selvitettäessä jaettiin kaikki sahatut pölkyt latvaläpimittansa, siis sahauskohdan paksuuden perusteella 1 cm luokkiin ja jokaiselle luokalle laskettiin keskimääräinen sahausaika pölkkyä kohti. Tutkittuja pölkkyjä oli kaikkiaan 2 403 kpl. Lisäksi laskettiin kussakin luokassa sahausaika sahatun p.-alan dm^2 kohti sekä sahauspinta-alan suuruus minuutissa. Saadut tulokset on esitetty taulukossa 20.

Huomataan ensinnäkin, että sahausaika suurenee verrattain tasaisesti sitä mukaa kuin pölkyn paksuuskin suurenee kiihtyen hiukan suurempiin luokkiin tultaessa. Sahausaika dm^2 kohti sitävastoin pysyy suunnilleen saman suuruisena kaikissa luokissa n. 20 cm asti, josta lähtien se jonkin verran nousee. Tähän suurimpien luokkien suhteellisesti muita suurempaan sahausaikaan vaikuttanee osaltaan se, että nämä suuret pölkyt ovat enimmäkseen kovalahoisia tyvipölkkyjä. Mittauksia suoritettaessa huomioitiin jokaisen pölkyn terveysaste, merkitsemällä kustakin pölkystä muistiin, oliko se terve, kovalahoinen, pehmeälahoinen vai ontto. Pehmeälahoisia ja onttoja oli vain 25 pölkkyä. Näin vähäisen määrän perusteella ei voitu päätellä, mitä vaikutusta pehmeälahoisuudella ja onttoudella on sahausaikaan. Kovalahoisia pölkkyjä oli jo 137 kpl. Näiden sahausaikoja tarkastelemalla ja vertaamalla niitä terveiden pölkkyjen sahausaikoihin huomattiin, että kovalahoisten pölkkyjen sahaamiseen kuluu keskimäärin enemmän aikaa kuin terveiden pölkkyjen sahaamiseen. Pölkkyjen oksaisuudella ei huomattu olevan mitään vaikutusta sahausaikaan.

Taulukko 20. Pölkkyjen sahausaika.

Tabelle 20. Sägezeiten für Rundstücke.

Pölkkyjen — *Rundstücke*				
latvaläpimitta, *Zopfdurchmesser,* cm	lukumäärä *Anzahl*	sahausaika *Sägezeit*		sahauspinta-ala minuutissa, *Schnittfläche in 1 Minute,* m²
		pölkkyä kohti *für 1 Rundst.*	dm² kohti *für 1 dm²*	
		Minuuttia — *Minuten*		
6	5	0.07	0.19	0.0524
7	68	0.10	0.22	0.0453
8	177	0.12	0.21	0.0477
9	231	0.15	0.22	0.0460
10	241	0.18	0.21	0.0471
11	253	0.21	0.21	0.0489
12	216	0.26	0.21	0.0470
13	208	0.31	0.21	0.0466
14	183	0.36	0.22	0.0457
15	175	0.42	0.22	0.0449
16	141	0.47	0.22	0.0457
17	111	0.51	0.21	0.0468
18	89	0.59	0.22	0.0453
19	78	0.62	0.21	0.0484
20	59	0.74	0.23	0.0439
21	44	0.81	0.22	0.0446
22	38	0.94	0.24	0.0419
23	23	1.09	0.25	0.0395
24	16	1.14	0.24	0.0409
25	11	1.58	0.31	0.0325
26	7	1.77	0.32	0.0309
27	5	1.76	0.30	0.0334
28	8	1.80	0.29	0.0348
29	4	2.25	0.33	0.0307
30	2	2.37	0.32	0.0307
31	1	2.70	0.35	0.0283
32	3	3.57	0.43	0.0232
33	3	2.79	0.31	0.0318
35	2	3.92	0.39	0.0255
40	1	5.32	0.41	0.0242
Yhteensä *Insgesamt*	2 403	0.38	0.23	0.0398

Minuutissa sahatun pinta-alan huomataan vaihtelevan samoin kuin sahausajankin.

Betzhold (1873) joka on Cottenbühlin hoitoalueessa Saksassa tutkinut 8:n saksalaisen sahan sahausaikoja, on luokitellut pölkyt läpimittansa perusteella vain kolmeen luokkaan (10—19 cm, 20—29 cm, 30—35 cm) ja laskenut sahauspinta-alan suuruuden minuuttia kohti kussakin luokassa. Tulokset osoittavat, että sahauspinta-ala minuuttia kohti on suurilla puilla pienempi kuin pienillä. Sama tulos saadaan käsillä olevasta tutkimuksesta, jos käytetään samaa läpimittaluokitusta.

Taulukon lukujen perusteella voidaan siis päätellä, että suurimmassa osassa halkopölkkyjä on sahausaika sahauspinta-alayksikköä kohti yhtä suuri, ja siis samassa aikayksikössä sahattu pinta-ala yhtä suuri. Samanlaiseen tulokseen tulee Vuoristo (1933) mäntytukkien poikkisahauksessa. Lassilan (1930) mukaan taas koivuilla sahausaika p-alayksikköä kohti säännöllisesti suurenee läpimitan suuretessa. Kovalahoisissa pölkyissä on sahausaika sahauspinta-alayksikköä kohti suurempi ja siis aikayksikössä sahattu pinta-ala pienempi kuin terveissä pölkyissä.

Stahanovilaisten työläisten mäntypölkkyjen sahausajat ovat Подвязников-Гинсбург'in (1936) mukaan yleensä ja etenkin pienien pölkkyjen sahauksessa paljon huonommat kuin käsillä olevassa tutkimuksessa. Weisen (1879) mukaan, joka selostaa sahatutkimuksien tuloksia 27 saksalaisesta hoitoalueesta, tulee esim. 30 cm paksuisen pölkyn sahausajan olla hyvällä sahalla tammea sahattaessa 76 sek., pyökkiä 121 sek., mäntyä 66 sek. ja kuusta 68 sek. Hänen tutkimuksensa ovat osoittaneet, että sahan teho on vähäinen ohuita pölkkyjä sahattaessa ja kohoaa aluksi läpimitan suuretessa, mutta saavuttaa pian maksiminsa ja alenee taas läpimitan edelleen suuretessa.

Eri paksuisten runkojen pölkytyssahausaika.

Rungon pölkytyssahaukseen kulunut aika on riippuvainen paitsi pölkkyjen lukumäärästä eli rungon pituudesta myöskin pölkkyjen paksuudesta eli rungon kapenemisesta. Saman paksuisten, eri pitkäin ja eri tavalla kapenevien runkojen sahausaika on erilainen. Aineiston vähälukuisuuden takia ei voitu kuitenkaan tutkia saman paksuisten, eri pitkäin ja eri tavalla kapenevien puiden pölkytyssahausaikoja, vaan tyydyttiin vain selvittämään eri paksuusluokkain puiden keskimääräisiä sahausaikoja. Kaikki puut jaettiin siis 2 cm rinnankorkeusluokkiin ja kullekin luokalle laskettiin keskimääräinen rungon ja pölkyn sahauspinta-ala, pölkytetyn runko-osan käyttöpuun pituus, joka osoittaa siis myös pölkkyjen keskimääräistä lukumäärää kussakin luokassa, sekä keskimääräinen pölkytyssahausaika runkoa ja pölkkyä sekä koko rungon sahauspinta-alayksikköä, dm^2 kohti. Tulokset nähdään taulukosta 21.

Pölkkyjen keskimääräistä lukumäärää tarkasteltaessa huomataan, että se samoin kuin yleensä puun pituuskin suurenee läpimitan suuretessa, mutta suurissa läpimittaluokissa se osoittaa melkoista vaihtelevaisuutta. Tämä johtunee ensinnäkin havaintojen vähä-

Taulukko 21. Runkojen pölkytyssahausaika.

Tabelle 21. Reine Hauptarbeitszeiten des Einschneidens für Stämme.

D 1.3 m, cm	Puiden — *Stämme*				Sahauspinta-ala *Schnittfläche*		Pölkytyssahausaika *Reine Hauptarbeitszeit des Einschneidens*				
	lukumäärä, *Anzahl*, kpl. *Stck.*	D min., cm	pölkk. lukum. *Anzahl d. Rundst.* läpimittaluokissa *in den Durchmesserstufen* kpl. — *Stck.*	pölkk. lukum. *Anzahl d. Rundst.* runkoa kohti keskim. *im. M. für 1 Stamm* kpl. — *Stck.*	runkoa kohti *für 1 Stamm* m²	pölkkyä kohti *für 1 Rundstück* m²	runkoa kohti *für 1 Stamm* max. Minuuttia — *Minute*	runkoa kohti *für 1 Stamm* min. Minuuttia — *Minute*	runkoa kohti *für 1 Stamm* keskim. *Im Mittel* Minuuttia — *Minute*	keskim. *im Mittel* pölkkyä kohti *für 1 Rundst.* Minuuttia — *Minute*	keskim. *im Mittel* dm² kohti *für 1 dm²* Minuuttia — *Minute*
9	6	7.7	26	4.33	0.0264	0.0061	0.71	0.29	0.49	0.11	0.18
11	35	8.2	217	6.14	0.0454	0.0070	1.84	0.25	0.89	0.14	0.21
13	34	8.4	254	7.41	0.0713	0.0093	3.33	0.69	1.46	0.20	0.21
15	35	8.6	340	9.91	0.1135	0.0118	4.72	1.20	2.60	0.27	0.24
17	42	8.8	447	10.55	0.1477	0.0140	6.99	1.86	3.24	0.30	0.22
19	30	8.7	363	12.10	0.2025	0.0167	7.54	2.88	4.35	0.36	0.22
21	20	8.9	249	12.45	0.2566	0.0206	8.62	3.03	5.12	0.41	0.20
23	18	9.6	219	12.17	0.2884	0.0237	8.02	2.92	5.97	0.49	0.21
25	6	9.4	74	12.33	0.3137	0.0254	10.04	5.24	6.83	0.55	0.22
27	6	9.1	84	14.00	0.3916	0.0279	16.06	7.51	10.19	0.73	0.26
29	4	9.4	52	13.00	0.3841	0.0295	11.53	7.28	9.27	0.71	0.24
31	2	11.3	25	12.50	0.3855	0.0348	12.53	11.30	11.92	0.95	0.27
33	1	11.3	10	10.00	0.4522	0.0452	—	—	16.97	1.70	0.38
35	2	9.4	29	14.50	0.5413	0.0373	20.35	11.22	15.79	1.08	0.29
39	1	10.0	14	14.00	0.8873	0.0633	—	—	34.45	2.46	0.39
Yht. *Insges.*	242	—	2 403	—	0.1638	0.0165	—	—	3.71	0.37	0.23

lukuisuudesta mutta toiseksi ennen kaikkea siitä, että halonteossa joutuvat hakattaviksi vain sellaiset suuret koivut, jotka ovat viallisia tai muotonsa puolesta faneeripuiksi kelpaamattomia. Samasta syystä vaihtelevat näiden luokkain puiden sahausajatkin epäsäännöllisesti. Muissa luokissa taas sahausaikojen vaihtelu luokasta toiseen on melko säännöllinen.

Eri paksuisien pölkkyjen sahausaikojen selvittelyssä todettiin, että sahausajan suuruus pinta-alayksikköä kohti on lähimain sama kaiken vahvuisissa pölkyissä, suurimpia pölkkyjä lukuunottamatta. Myöskin r u n g o t t a i s e t p ö l k y t y s s a h a u s a j a t s a h a u s p i n t a - a l a y k s i k k ö ä k o h t i o v a t u s e i m m i s s a D 1.3 m l u o k i s s a j o t e n k i n y h t ä s u u r e t. Suurissa, vähähavaintoisissa luokissa ovat pinta-alayksikön sahausajat hiukan muita suuremmat. Tämän ilmiön voidaan katsoa johtuvan, samoin kuin pölkkyjen sahausajan ollessa kyseessä, paitsi aineiston niukkuudesta myös kovalahoisuudesta.

Кавардин (1936) ilmoittaa saaneensa keskimääräiseksi sahausajaksi dm² kohti mäntyrunkojen pölkytyksessä 0.23 min., joka

on aivan yhtä suuri kuin käsillä olevan tutkimuksen koko aineiston keskimääräinen luku.

Arvosteltaessa eri vahvuusluokkain rungottaisia pölkytyssahausaikoja on muistettava, että ne edellyttävät rungosta saatavaksi keskimäärin niin monta pölkkyä, kuin kussakin luokassa on mainittu, tai paremminkin saman sahauspinta-alan, kuin kullakin luokalla on ilmoitettu olevan. Tämän pinta-alan suuretessa tai pienetessä rungottainen sahausaika suurenee tai pienenee. Jos siis jonkin luokan puissa pölkkyluku rungossa on sama, mutta muoto on parempi, tai jos muoto on sama mutta pölkkyluku suurempi, on sahausaika suurempi ja päinvastoin. Pölkytyssahausaikaa rungolle määrättäessä on siis tarpeellista tuntea sahausaika sahauspinta-alayksikköä kohti, pölkkyjen lukumäärä ja sahausläpimitat eli puun kapeneminen.

Halkomisen päätehotyöaika eli halkaisuaika.

Halonteossa muodostaa viimeistä edellisen työvaiheen halkominen. Paitsi tuoreiden pölkkyjen halkaisutoimitusta sisältyy päätehotyöhön lisäksi pölkkyjen halkomisasennon korjaaminen halkomisen aikana. Halkaisuun käytettävän ajan suuruus riippuu pääasiassa siitä, minkälaista puu yleensä on halkeavaisuuteen nähden. Tutkimusta suoritettaessa huomioitiin jokaisen pölkyn sisäinen rakenne, oliko se suora- vai kierokasvuista, siis hyvä tai huono halkeamaan. Pieniläpimittaisia puita ei valtionrautateiden hakkuissa ole tapana halkaista. N. 10 cm paksuiset ja sitä pienemmät pölkyt on aisattava, mikä merkitsee, että pölkyistä on veistettävä ohut kuorilastu pois kahdelta puolelta. Tällaisia aisattuja pölkkyjä oli aineistossa 670 kpl.

Halkeavaisuuden hyvyys tai huonous riippuu puun oksaisuudesta, syiden kieroudesta, puurakenteen epäsäännöllisyydestä sekä lahoisuudesta. Aisausaikaan vaikuttaa kuoren paksuus ja oksaisuus.

Eri paksuisten pölkkyjen halkaisuaika.

Eri paksuisten pölkkyjen halkaisuajan suuruutta selvittävä aineisto käsittää kaikkiaan 1 720 pölkkyä Luukkosen metsästä. Lisäksi tulee vielä 670 pölkkyä, joista on laskettu eri paksuisten pölkkyjen aisaamiseen kuluneen ajan suuruus.

Halkaisuaikaa selvitettäessä on tutkittu erikseen huonosti ja hyvin halkeavia sekä oksaisia ja oksattomia pölkkyjä. Oksattomat pölkyt, joissa esiintyi kieroutta tai halkeavaisuutta haittaavia ominaisuuksia, ja oksaiset pölkyt, joissa pölkyn tai oksien kierous haittasi

halkaisua, luettiin huonosti halkeaviin. Hyvin halkeaviksi merkittiin säännölliset, suorakasvuiset pölkyt.

Paitsi halkaisu- ja aisausaikaa pölkkyä kohti laskettiin lisäksi minuutissa halkaistujen ja aisattujen pölkkyjen lukumäärä. Eri paksuisten pölkkyjen lukumäärä ja niitä vastaavat keskimääräiset halkaisuajat sekä minuutissa halkaistujen pölkkyjen lukumäärä nähdään taulukosta 22. Taulukossa on merkitty erikseen saadut tulokset hyvin ja huonosti halkeaville oksaisille ja oksattomille pölkyille sekä yhteensä kunkin paksuusluokan pölkyille huomioon ottamatta oksaisuutta ja halkeavaisuuden hyvyyttä tai huonoutta.

Taulukko 22. Pölkkyjen

Tabelle 22. Reine Hauptarbeitszeiten

Pölkkyjen latvaläpimitta, *Zopfdurchmesser der Rundstücke*, cm	Rakenteeltaan säännölliset pölkyt *Rundstücke von regelmässiger Struktur*									Rakenteeltaan *Rundstücke von*		
	Pölkkyjen lukumäärä *Anzahl der Rundstücke*			Halkaisuaika pölkkyä kohti, min. *Reine Haup arbeitszeit des Spaltens für 1 Rundstück in Min.*			Halottu pölkkyjä keskimäärin minuutissa, kpl. *Mittelzahl gespaltener Rundstücke in 1 Minute*			Pölkkyjen lukumäärä *Anzahl der Rundstücke*		
	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*
8	6	1	7	0.17	0.20	0.17	6.0	5.0	5.9	—	1	1
9	25	10	35	0.19	0.13	0.17	5.3	7.6	5.9	1	—	1
10	48	33	81	0.19	0.15	0.17	5.2	6.9	5.9	7	8	15
11	51	104	155	0.19	0.16	0.17	5.4	6.3	5.9	15	14	29
12	43	116	159	0.21	0.17	0.18	4.8	5.9	5.6	10	21	31
13	39	126	165	0.23	0.17	0.18	4.4	6.1	5.6	12	28	40
14	42	99	141	0.18	0.17	0.17	5.5	5.9	5.9	10	30	40
15	22	107	129	0.18	0.17	0.17	5.5	6.0	5.9	16	30	46
16	16	85	101	0.19	0.16	0.17	5.2	6.2	5.9	8	30	38
17	18	63	81	0.18	0.20	0.19	5.9	5.1	5.3	8	23	31
18	9	47	56	0.22	0.17	0.20	4.6	5.9	5.0	9	23	32
19	8	49	57	0.19	0.19	0.19	5.2	5.2	5.3	6	16	22
20	1	34	35	0.12	0.16	0.16	8.3	6.3	6.3	3	21	24
21	—	25	25	—	0.23	0.23	—	4.4	4.4	6	13	19
22	1	20	21	0.40	0.21	0.22	2.5	4.8	4.6	1	16	17
23	—	5	5	—	0.24	0.24	—	4.2	4.2	4	14	18
24	—	5	5	—	0.25	0.25	—	4.0	4.0	3	8	11
25	1	—	1	0.21	—	0.21	4.8	—	4.8	—	10	10
26	1	2	3	0.34	0.25	0.28	2.9	4.1	3.6	1	3	4
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5
28	—	2	2	—	0.54	0.54	—	1.9	1.9	—	6	6
29	—	2	2	—	0.58	0.58	—	1.7	1.7	1	1	2
30	1	1	2	0.83	0.93	0.88	1.2	1.1	1.1	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
32	1	—	1	0.72	—	0.72	1.4	—	1.4	—	2	2
33	—	1	1	—	0.71	0.71	—	1.4	1.4	—	2	2
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Yht. *Insges.*	333	937	1 270	0.20	0.18	0.18	5.0	5.6	5.5	121	329	450

Tarkasteltaessa ensin oksaisuuden vaikutusta halkaisuaikaan huomataan, että yleensä oksaisten pölkkyjen halkaisu, olkootpa ne sitten suora- tai kierokasvuisia, ottaa enemmän aikaa kuin oksattomien pölkkyjen halkaisu. Samoin kuluu kierokasvuisten pölkkyjen halkaisuun enemmän aikaa kuin suorakasvuisten pölkkyjen. Halkaisuajan lisääntyminen pölkyn suuruuden lisääntyessä on myöskin kaikissa aikasarjoissa ilmeinen. Erilaisten pölkkyjen halkaisuaikojen erot eivät eri aikasarjoissa näytä varsin suurilta.

halkaisuaika.

des Spaltens für Rundstücke.

epäsäännölliset pölkyt *unregelmässiger Struktur*						Yhteensä — *Insgesamt*								
Halkaisuaika pölkkyä kohti, min. *Reine Hauptarbeitszeit des Spaltens für 1 Rundstück in Min.*			Halottu pölkkyjä keskimäärin minuutissa, kpl. *Mittelzahl gespaltener Rundstücke in 1 Minute, Stck.*			Pölkkyjen lukumäärä *Anzahl der Rundstücke*			Halkaisuaika pölkkyä kohti, min. *Reine Haup arbeitszeit des Sgal ens für 1 Rundstück in Min.*			Halottu pölkkyjä keskimäärin minuutissa, kpl. *Mittelzahl gespaltener Rundstücke in 1 Minute, Stck.*		
Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Äste*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*
—	0.32	0.32	—	3.1	3.1	6	2	8	0.17	0.26	0.19	6.0	3.8	5.3
0.34	—	0.34	2.9	—	2.9	26	10	36	0.20	0.13	0.18	5.1	7.6	5.6
0.48	0.37	0.42	2.1	2.7	2.4	55	41	96	0.23	0.19	0.22	4.3	5.3	4.6
0.53	0.48	0.51	1.9	2.1	2.0	66	118	184	0.27	0.20	0.22	3.8	5.1	4.6
0.56	0.60	0.58	1.8	1.7	1.7	53	137	190	0.27	0.23	0.25	3.6	4.3	4.0
0.56	0.64	0.61	1.8	1.6	1.6	51	154	205	0.31	0.25	0.26	3.3	4.0	3.9
0.78	0.50	0.58	1.3	2.0	1.7	52	129	181	0.30	0.25	0.26	3.4	4.0	3.9
0.82	0.56	0.65	1.2	1.8	1.5	38	137	175	0.45	0.25	0.30	2.2	4.0	3.3
0.93	0.72	0.77	1.1	1.4	1.3	24	115	139	0.44	0.31	0.33	2.3	3.2	3.0
0.78	0.65	0.68	1.3	1.5	1.5	26	86	112	0.36	0.32	0.33	2.8	3.2	3.0
0.67	0.70	0.69	1.5	1.4	1.5	18	70	88	0.44	0.36	0.38	2.3	2.8	2.6
0.75	1.21	1.08	1.4	0.8	0.9	14	65	79	0.43	0.44	0.44	2.3	2.3	2.3
1.58	0.76	0.86	0.6	1.3	1.2	4	55	59	1.22	0.39	0.45	0.8	2.6	2.2
1.42	0.96	1.11	0.7	1.1	0.9	6	38	44	1.42	0.48	0.60	0.7	2.1	1.7
0.73	1.22	1.18	1.4	0.8	0.9	2	36	38	0.57	0.66	0.65	1.8	1.5	1.5
0.91	1.14	1.09	1.1	0.9	0.9	4	19	23	0.91	0.90	0.90	1.1	1.1	1.1
1.44	1.08	1.17	0.7	0.9	0.9	3	13	16	1.44	0.76	0.89	0.7	1.3	1.1
—	1.42	1.42	—	0.7	0.7	1	10	11	0.21	1.42	1.31	4.8	0.7	0.8
1.32	0.98	1.07	0.8	1.0	0.9	2	5	7	0.83	0.69	0.72	1.2	1.5	1.4
—	1.25	1.25	—	0.8	0.8	—	5	5	—	1.25	1.25	—	0.8	0.8
—	1.64	1.64	—	0.6	0.6	—	8	8	—	1.37	1.37	—	0.7	0.7
0.94	4.09	2.52	1.1	0.2	0.4	1	3	4	0.94	1.75	1.55	1.1	0.6	0.6
—	—	—	—	—	—	1	1	2	0.83	0.93	0.88	1.2	1.1	1.1
—	3.80	3.80	—	0.3	0.3	—	1	1	—	3.80	3.80	—	0.3	0.3
—	4.91	4.91	—	0.2	0.2	1	2	3	0.72	4.91	3.51	1.4	0.2	0.3
—	1.74	1.74	—	0.6	0.6	—	3	3	—	1.40	1.40	—	0.7	0.7
—	7.01	7.01	—	0.2	0.2	—	2	2	—	7.01	7.01	—	0.1	0.2
—	2.30	2.30	—	0.4	0.4	—	1	1	—	2.30	2.30	—	0.4	0.4
0.77	0.87	0.85	—	1.1	1.2	454	1 266	1 720	0.35	0.36	0.36	2.3	2.8	2.8

Paremmin tulevat nuo eroavaisuudet näkyviin, kun tarkastellaan aikasarjojen asemesta lukusarjoja, jotka osoittavat, montako pölkkyä minuutissa saadut yksikköajat edellyttävät tulevan halotuksi, kun otetaan huomioon vain pölkkyjen asenteluun ja halkaisuun kuluva aika eli halkaisuaika. Sekä oksaisissa että oksattomissa pölkyissä, jotka rakenteeltaan ovat säännöllisiä ja suorakasvuisia, ei pölkyn paksuus paljoakaan vaikuta halkaisuaikaan ennenkuin vasta suurissa pölkyissä. Selvemmin tämä vaikutus tuntuu rakenteeltaan epäsäännöllisissä pölkyissä. Tällaisia halkopölkkyjä näyttää olevankin siksi paljon, että keskimääräinen aika, kaikki pölkyt huomioon ottaen, vähitellen kohoaa pölkyn paksuuden suuretessa, ja samalla siis myös pölkkyjen lukumäärä tehotyöminuuttia kohti pienenee.

Eri paksuisten pölkkyjen aisausaika.

Kuten edellä on jo huomautettukin, on valtionrautateiden halonhakkuissa ja yleensäkin halonhakkuussa tapana jättää pienemmät, alle 10 cm paksuiset pölkyt halkomatta. Halkomisen sijasta on tapana kuivumisen edistämiseksi vuolla tällaisista pölkyistä kahdelta puolen kuorilastu pois eli toisin sanoen aisata pölkyt. Joskus tulee aisatuksi 10 cm suurempikin pölkky, samoin kuin toisinaan tulee halotuksi sitä pienempikin pölkky. Edellä olevista taulukoista huomattiin, että halkaisuaikoja oli esitetty pölkyille 8 cm paksuudesta lähtien. Kun tämän paksuisillekin pölkyille on tutkimuksessa saatu aisausaikoja, on sopivaa verrata saman paksuisten pölkkyjen halkaisu- ja aisausaikoja toisiinsa.

Aisattuja pölkkyjä sisältyy aineistoon kaikkiaan 670 kpl. Näistä oli 357 kpl. oksaisia ja 313 kpl. oksattomia pölkkyjä. Näiden jakaantuminen paksuusluokkiin sekä keskimääräinen aisausaika pölkkyä kohti kussakin luokassa sekä aisattu pölkkymäärä minuutissa nähdään taulukosta 23.

Luvut osoittavat selvästi, että oksaisien pölkkyjen aisaus ottaa enemmän aikaa kuin oksattomien. Kun verrataan aisaamisaikoja vastaavien paksuusluokkien halkaisuaikoihin huomataan, että aisaus ottaa enemmän aikaa kuin halkaisu.

Kun halkaistu puu kuivuu paljon paremmin kuin aisattu (Rozens 1935) ja kun halkaisu ottaa vähemmän aikaa kuin aisaus, tuntuu aisaus kokonaan tarpeettomalta työltä halonteossa. Jos pölkkyjä ei olisi aisattu, vaan halkaistu, olisi koko halonteon halkaisuaika ja halkomisen tehotyöaika tullut pienemmäksi. Ei olisi kuiten-

Taulukko 23. Pölkkyjen aisausaika.

Tabelle 23. Ränderzeiten für Rundstücke.

Pölkkyjen latvaläpimitta, *Zopfdurchmesser d. Rundstücke*, cm	Pölkkyjen lukumäärä *Anzahl der Rundstücke*			Aisausaika pölkkyä kohti, min. *Ränderzeit für Rundstück in Min.*			Aisattu pölkkyjä keskimäärin minuutissa, kpl. *Anzahl der geränderten Rundst. in 1 Minute, Stck.*		
	Oksaiset *Ästige*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Ästige*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*	Oksaiset *Ästige*	Oksattomat *Astreine*	Yht. *Insg.*
6	4	1	5	0.21	0.11	0.19	4.9	9.0	5.4
7	50	18	68	0.26	0.22	0.24	3.9	4.7	4.1
8	109	58	167	0.29	0.24	0.27	3.4	4.2	3.7
9	97	97	194	0.29	0.24	0.26	3.4	4.2	3.8
10	63	79	142	0.30	0.25	0.27	3.4	4.0	3.7
11	22	43	65	0.28	0.25	0.26	3.6	4.0	3.8
12	7	14	21	0.35	0.28	0.30	2.9	3.6	3.3
13	3	2	5	0.44	0.31	0.39	2.3	3.3	2.6
14	1	—	1	1.40	—	1.40	0.7	—	0.7
16	1	1	2	0.70	0.16	0.42	1.4	6.3	2.4

kaan varmaa, olisiko koko vaiheaika tullut lyhemmäksi, sillä silloin olisi mahdollisesti lepoaikaa tullut lisää. Halontekijä näet tavallaan lepää aisatessaan aina halkaisun välissä. Sitä tehdessään hän saa vähän suoristaa ruumistaan ja lepuuttaa selkäänsä.

Eri paksuisten runkojen halkaisuaika.

Samaten kuin rungon pölkytyssahaukseen kulunut aika on riippuvainen rungon pituudesta eli pölkkyjen lukumäärästä sekä paksuudesta, on myöskin rungon halkaisuaika samoista seikoista riippuvainen. Lisäksi siihen vaikuttaa vielä rungon pölkkyjen rakenteen suoruus tai kierous sekä oksaisuus tai oksattomuus. Halkaisuaika suurenee pölkkyjen suuretessa, oksaisuuden lisääntyessä ja sisäisen rakenteen muuttuessa kierokasvuiseksi. Rungon suuretessa pölkkyjen lukumäärä lisääntyy ja niiden keskimääräinen paksuus runkoa kohti suurenee. Nämä kaksi tekijää vaikuttaa jo yksistään sen, että halkaisuaika lisääntyy rungon suuretessa. Mutta lisäksi vaikuttaa vielä se, että rungon suuretessa myöskin puuaineen rakenteessa yhä suuremmat epäsäännöllisyydet ovat mahdollisia. Pölkyttäinen halkaisuaikatutkimushan osoitti, että rakenteellisesti epäsäännöllisiä pölkkyjä on suhteellisesti enemmän suurien kuin pienien pölkkyjen joukossa. Myös oksien lukumäärä lisääntyy, kuten edellä on osoitettu, rungon suuretessa. Kun vielä niiden paksuuskin lisääntyy, on selvää, että sekin vaikuttaa halkaisuaikaan.

Taulukko 24. Runkojen halkaisuaika.

Tabelle 24. Reine Hauptarbeitszeiten des Spaltens für Stämme.

D 1.3 m, cm	Puiden — *Stämme*				Halkaisuaika — *Reine Hauptarbeitszeit d. Spalt.*			
	lukumäärä *Anzahl*	D min., cm	pölkk. lukum. *Anzahl d. Rundstücke*		runkoa kohti *für 1 Stamm*			keskim. pölkkyä kohti *für 1 Rundstück, im Mittel*
			läpimittaluokassa *in Durchmesserstufe*	runkoa kohti keskim. *im Mittel für 1 Stamm*	max.	min.	keskimäärin *im Mittel*	
					Minuuttia — *Minuten*			
9	6	7.7	26	4.33	1.11	0.57	0.86	0.20
11	33	8.2	204	6.14	2.50	0.39	1.31	0.21
13	34	8.4	254	7.41	2.73	0.70	1.63	0.22
15	35	8.6	340	9.91	4.75	0.86	2.35	0.24
17	42	8.8	447	10.55	8.23	0.96	2.91	0.27
19	30	8.7	363	12.10	11.53	1.74	3.70	0.31
21	20	8.9	249	12.45	6.35	1.97	3.27	0.26
23	18	9.6	219	12.17	9.39	1.61	4.65	0.38
25	6	9.4	74	12.33	12.86	1.81	5.90	0.48
27	6	9.1	84	14.00	16.23	3.03	7.78	0.56
29	4	9.4	52	13.00	10.59	2.48	7.84	0.60
31	2	11.3	25	12.50	27.34	12.98	20.16	1.61
33	1	11.3	10	10.00	—	—	23.62	2.36
35	2	9.4	29	14.50	23.64	7.29	15.47	1.06
39	1	10.0	14	14.00	—	—	16.82	1.20
Yhteensä *Insgesamt*	240	—	2 390	—	—	—	3.29	0.31

Kaikkien tekijäin vaikutus näkyykin hyvin selvästi taulukon 24 aikasarjoista, jotka ovat rungon suuruuden mukaan säännöllisesti suurenevia. Aisausajat sisältyvät rungottaisiin halkaisuaikoihin.

Yhdistelmä päätehotyöajoista.

Edellä on selvitetty kaikkien muiden vaiheiden rungottaiset päätehotyöajat paitsi pinoamisen. Tämän vaiheen päätehotyöaikaa rungottain ei tutkimuksessa voitukaan saada selville. Sen suuruus tunnetaan ainoastaan koko halonteossa.

Lopuksi esitetään vielä yhdistelmänä kaikesta edellisestä taulukossa 25 eri paksuisten runkojen keskimääräiset päätehotyöajat halonteossa ilman latomisaikaa.

Jos vertaillaan eri vaiheiden päätehotyöaikojen suhteellista osuutta niiden summasta eri paksuisilla puilla, huomataan, että oksien katkaisu- ja pölkytyssahausaikojen

Taulukko 25. Päätehotyöaika runkoa kohti.

Tabelle 25. *Reine Hauptarbeitszeit für 1 Stamm.*

D 1.3 m, cm	Runkojen lukumäärä *Anzahl der Stämme*	Kaatominen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Yhteensä *Insgesamt*
		Päätehotyöaika runkoa kohti, min. *Reine Hauptarbeitszeit für 1 Stamm in Min.*				
9	6	0.50	0.13	0.49	0.86	1.98
11	35	0.76	0.24	0.89	1.31	3.20
13	34	1.00	0.50	1.46	1.63	4.59
15	35	1.13	0.63	2.60	2.35	6.71
17	42	1.34	0.90	3.24	2.91	8.39
19	30	2.03	1.30	4.35	3.70	11.39
21	20	2.20	1.73	5.12	3.27	12.32
23	18	2.61	2.08	5 97	4.65	15.31
25	6	3.40	2.10	6.83	5.90	18.23
27	6	3.87	3.14	10.19	7.78	24.98
29	4	4.76	3.10	9.27	7.84	24.97
31	2	3.70	3.91	11.92	20.16	39.68
33	1	4.07	6.03	16.97	23.62	50.69
35	2	4.91	2.46	15.79	15.47	38.62
39	1	14.44	8.82	34.45	16.82	74.53

osuus lisääntyy puiden suuretessa, kun taas kaatokatkaisu- ja halkaisuajan osuus tulee pienemmäksi.

Tämän jälkeen siirrytään vielä tarkastelemaan päätehotyöajan suuruutta k.-m³ kohti eri paksuisia puita haloiksi valmistettaessa. Taulukkoon 26 on laskettu eri paksuisten puiden k.-m³:n valmistamiseen kuluvan päätehotyöajan keskimääräinen suuruus vaiheittain ilman pinoamisvaihetta, jonka päätehotyöaikaa ei voitu rungottain seurata. Kaatamisvaiheessa on ajat laskettu erikseen kaatokolon teolle ja kaatosahaukselle.

Vaikka eri vaiheissa aikasarjojen luvut, jotka ovat tasoittamattomia keskiarvolukuja, vaihtelevatkin jonkin verran epäsäännöllisesti, osoittavat kuitenkin koko sarjat sitä yleistä suuntaa, jota päätehotyöaika seuraa puun paksuuden vaihdellessa. Kaatokolon tekoajan huomataan aluksi pienenevän puiden paksuuden lisääntyessä, mutta se pysyy sitten jo 17 cm:stä lähtien jotakuinkin samansuuruisena. Kaatosahausaika on aluksi kolmessa pienimmässä läpimittaluokassa lähimain saman suuruinen, alenee sitten melkoisesti ja pysyttelee sen jälkeen epäsäännöllisesti vaihdellen jotenkin saman suuruisena kaikissa läpimittaluokissa. Koko kaatokatkaisuaika k.-m³ kohti on pieniläpimittaisilla puilla verrattain suuri ja alenee aluksi säännöllisesti, mutta putoaa sitten 15 cm luokassa huomattavasti sekä puoleen ja toiseen vaihdellen pysyttelee suunnilleen saman

Taulukko 26. Päätehotyöaika k.-m³ kohti.

Tabelle 26. Reine Hauptarbeitszeit für 1 fm.

D 1.3 m, cm	Kuutiomäärä runkoa kohti *Festgehalt für 1 Stamm* K-m³—*fm*	Kaataminen *Fällen*			Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Yhteensä *Insgesamt*
		Kaatokolon teko *Fallkerbhauen*	Kaatosahaus *Fällschnitt*	Yhteensä *Insgesamt*				
		Päätehotyöaika k.-m³ kohti, min. *Reine Hauptarbeitszeit für 1 fm in Min.*						
9	0.029	8.96	8.73	17.69	4.57	17.05	30.17	69.48
11	0.048	7.23	8.71	15.94	5.11	18.51	27.26	66.82
13	0.074	4.29	9.16	13.45	6.71	19.75	21.91	61.82
15	0.120	3.74	5.68	9.42	5.31	21.67	19.56	55.96
17	0.158	2.63	5.87	8.50	5.72	20.59	18.47	53.28
19	0.217	2.67	6.74	9.41	6.06	20.18	17.17	52.82
21	0.272	2.90	5.21	8.11	6.35	18.83	12.03	45.32
23	0.301	2.45	6.22	8.67	6.90	19.84	15.46	50.87
25	0.380	2.67	7.33	10.00	6.19	20.07	17.34	53.60
27	0.421	3.11	6.09	9.20	7.46	24.23	18.51	59.40
29	0.411	3.74	7.84	11.58	7.54	22.58	19.10	60.80
31	0.455	1.81	6.31	8.12	8.59	26.20	44.33	87.24
33	0.517	1.41	6.46	7.87	11.67	32.84	45.70	98.08
35 .	0.600	2.32	5.86	8.18	4.10	26.30	25.77	64.35
39	0.983	6.31	8.39	14.70	8.98	35.05	17.11	75.84
Keskim. *Im Mittel*	0.175	3.18	6.50	9.68	6.35	21.20	18.81	56.04

suuruisena. Oksien katkaisuaika k.-m³ kohti kohoaa hitaasti mutta melko säännöllisesti läpimitan suuretessa, kun se mäntytukkien karsimisessa Pohjois-Suomessa on suunnilleen sama kuutiojalkaa kohti kaikensuuruisia runkoja karsittaessa (Vuoristo 1933). Pölkytyssahausaika suurenee aluksi melko voimakkaasti 15 cm:iin asti, mutta alenee sitten, kunnes se taas 25 cm:stä lähtien alkaa nopeasti suureta. Halkaisuaika k.-m³ kohti osoittaa merkillistä vaihtelua. Pienien puiden halkaisuaika on hyvin suuri, mutta alenee nopeasti aina 21 cm läpimittaluokkaan asti, mistä lähtien se taas yhtä nopeasti alkaa kohota. Tässä 21 cm luokassa on kaatokatkaisuaika myös alimmillaan. Lisäksi on myöskin pölkytyssahausaika siinä luokassa alempi kuin muissa läheisissä luokissa. Tästä onkin seurauksena, että kaikkien vaiheiden yhteinen päätehotyöaika k.-m³ kohti on pienin 21 cm luokassa ja suurenee siitä sangen voimakkaasti pienempiin ja suurempiin luokkiin päin. Tällaisesta tuloksesta voidaan, huomioon ottamalla päätehotyön asema ja merkitys halonteossa, vetää siis se johtopäätös, että halkojen valmistaminen keskipaksuisista rungoista yleensä ja erikoisesti 21 cm luokkaan kuuluvista on helpointa.

Työ vaikeutuu huomattavasti sitä mukaa mitä pienempiä tai suurempia puut ovat. Pienillä puilla ottaa kaataminen ja halkominen, suurilla puilla taas pölkyttäminen ja halkominen suhteellisen paljon aikaa.

Edellisen aikataulukon täydennykseksi esitetään seuraavassa taulukossa, kuinka paljon runkoja ja pölkkyjä on ollut kussakin läpimittaluokassa ja paljonko niitä on mennyt yhteen kiintokuutiometriin.

Taulukko 27. Yhden halkokiintokuutiometrin valmistamiseen tarvittava runko- ja pölkkymäärä eri läpimittaluokissa.

Tabelle 27. Die auf die Aufarbeitung eines Festmeters Brennholz erforderliche Anzahl von Stämmen und Rundstücken in verschiedenen Durchmesserstufen.

D 1.3 m, cm.	Runkojen lukumäärä *Anzahl der Stämme*		Pölkkyjen lukumäärä *Anzahl der Rundstücke*	
	luokassa *in der Stufe*	k.-m³:ssä *in 1 fm*	luokassa *in der Stufe*	k.-m³:ssä *in 1 fm*
9	6	35.1	26	152.1
11	35	20.8	217	129.0
13	34	13.5	254	100.9
15	35	8.3	340	80.6
17	42	6.3	447	67.1
19	30	4.6	363	55.7
21	20	3.6	249	44.8
23	18	3.3	219	40.2
25	6	2.9	74	35.8
27	6	2.3	84	32.2
29	4	2.4	52	31.2
31	2	2.2	25	27.5
33	1	1.9	10	19.0
35	2	1.6	29	23.2
39	1	1.0	14	14.0
Yht. — *Insges.*	242	—	2 403	—

Jotta myöskin pinoamisvaiheen päätyöajan, latomisen, absoluuttinen suuruus tulisi esille, on seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon 28 laskettu kaikkien vaiheiden, myöskin pinoamisen päätyöajan suuruus, todellista k.-m³, luovutus- ja todellista p.-m³ kohti Luukkosen metsässä.

Yhden halkopinokuutiometrin valmistamiseen kulunut aika.

Kiintoisimpia tuloksia, mitä aikatutkimuksista voidaan saada, ovat ne, jotka osoittavat, kuinka paljon aikaa kuluu palkan perusteena olevan puutavarayksikön valmistamiseen. Jälempänä

Taulukko 28. Päätehotyöaika k.-m³ ja p.-m³ kohti.

Tabelle 28. Reine Hauptarbeitszeit für 1 fm und 1 rm.

Mittausalat *Schläge*	Halkomäärä *Brennholzmenge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
		Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
		Päätehotyöaika k.-m³ kohti, min. *Reine Hauptarbeitszeit für 1 fm in Min.*					
12—23	47.26 todell. k.-m³ — *Wirkl. fm*	8.67	5.69	18.99	16.84	14.71	64.90
		Päätehotyöaika p.-m³ kohti, min. *Reine Hauptarbeitszeit für 1 rm in Min.*					
	60.70 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Übermass.*	6.75	4.43	14.79	13.11	11.45	50.53
	72.71 todell. p.-m³ — *rm mit Übermass.*	5.64	3.70	12.34	10.95	9.56	42.19

esitettävästä työtuloslaskelmasta voidaan helposti laskea keskimääräinen työaika p.-m³ kohti. Seuraavassa tarkastellaan kuitenkin lähemmin tämän ajan suuruutta erikseen Näsin ja Luukkosen metsässä sekä lisäksi varsinaisen tehotyöajan suuruutta sekä koko halonteossa että eri työvaiheissa. Taulukkoon 29 on laskettu työajan ja varsinaisen tehotyöajan suuruus sekä luovutus- että todellista p.-m³ kohti kussakin halonteon vaiheessa ja koko halonteossa erikseen Näsin (Mittausalat 1—11) ja Luukkosen (Mittausalat 12—23) metsässä ja keskimäärin koko aineistossa (Mittausalat 1—23). Taulukon lukuja laskettaessa on jätetty huomioon ottamatta ne 4 epänormaalisen lyhyttä työpäivää, jotka työpäivän pituutta ja työtulosta laskettaessa jäivät laskelmista pois.

Taulukon lukuja tarkasteltaessa huomataan, että Luukkosen metsässä olosuhteet työn suorittamiselle ovat olleet paljon edullisemmat kuin Näsin metsässä. Edellisessä on yhden luovutus-p.-m³:n valmistamiseen kulunut 108.05 min. ja jälkimmäisessä 127.04 min. Vaikkakaan varsinaisten tehotyöaikojen ero ei ole suhteellisesti niin suuri kuin työaikojen ero, näkyy kuitenkin selvästi, että Näsin metsässä on kaatamis- ja varsinkin halkomistyö ollut paljon työläämpää kuin Luukkosen metsässä. Sitäpaitsi hukka- ja kulkemislajeihin, kuten taulukko 2 jo osoitti, on Näsin metsässä kulunut huomattavasti enemmän aikaa kuin Luukkosen metsässä.

Koko aineistosta saadut luvut osoittavat verraten hyvin keskimääräisen ajan kulutuksen p.-m³ kohti halonteossa. Yhden luovutus-p.-m³:n valmistaminen vaatii siis keski-

Taulukko 29. Yhden halkopinokuutiometrin valmistamiseen kulunut aika.

Tabelle 29. Zeitaufwand auf die Aufarbeitung eines Raummeters Brennholz.

Mittausalat *Schläge*	Halkomäärä *Brennholzmenge*	Halonteon vaiheet *Brennholzhauungsabschnitte*					Halonteko *Brennholzhauung*
		Kaataminen *Fällen*	Karsiminen *Entästen*	Pölkyttäminen *Einschneiden*	Halkominen *Spalten*	Pinoaminen *Setzen*	
		Aika p.-m³ kohti, min — *Zeit für 1 rm in Min.*					
Työaika — *Arbeitszeit*							
1—11	45.05 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	14.56	8.38	40.92	39.35	23.83	127.04
	53.93 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	12.16	7.00	34.18	32.87	19.91	106.12
12—23	57.70 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	9.74	9.54	36.63	29.86	22.28	108.05
	69.03 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	8.14	7.98	30.62	24.96	18.62	90.32
1—23	102.75 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	11.85	9.03	38.51	34.02	22.96	116.37
	122.96 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	9.90	7.55	32.18	28.43	19.19	97.25
Varsinainen tehotyöaika. — *Eigentl. reine Arbeitszeit.*							
1—11	45.05 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	7.68	7.56	36.02	33.58	12.05	96.89
	53.93 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	6.41	6.32	30.09	28.05	10.07	80.94
12—23	57.70 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	6.81	9.32	34.99	28.38	12.91	92.41
	69.03 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	5.70	7.79	29.24	23.72	10.79	77.24
1—23	102.75 luovutus-p.-m³ — *rm ohne Überm.*	7.19	8.55	35.44	30.66	12.53	94.37
	122.96 todell. p.-m³ — *rm mit Überm.*	6.01	7.14	29.62	25.62	10.47	78.86

määrin 116.37 min., eli n. 1 t. 56 min. Siitä kuluu noin 12 min. valmistaviin tehotöihin, 2 min. kulkemiseen, 6 min. lepoon ja 2 min. hukkaan; loppuaika, 1 t. 34 min., jää varsinaisen tehotyön osalle. Kaatamisen tehotyöhön kuluu 7.19 min., karsimisen tehotyöhön 8.55 min., pölkyttämisen tehotyöhön 35.44 min., halkomisen tehotyöhön 30.66 min. ja pinoamisen tehotyöhön 12.53 min. Lassilan (1930) tutkimuksien mukaan menee paperipuiden pinoamiseen p.-m³ kohti 11 minuuttia ja halkojen ja propsien pinoamiseen vielä pitempi aika. Jos todellinen valmistettu p.-m³-määrä otetaan laskelmien pohjaksi, kuluu todellisen p.-m³:n valmistamiseen vain 1 t. 37 min.

Jos siis halontekijä yhden luovutus-p.-m³:n valmistamiseksi työskentelee 116.37 min., niin valmistaa hän 8-tuntisessa päivässä 4.12 luovutus-p.-m³ halkoja, mikäli työteho pysyy samanlaisena kuin 6-tuntisena päivänä. Koska yleensä lasketaan, että tavallinen halontekijä tekee 8-tuntisessa päivässä keskimäärin 4 p.-m³ halkoja, käyvät tutkimuksen tulokset hyvin yksiin tämän yleisen käsityksen kanssa.

Graumann (1935) on suorittanut aikatutkimuksia erilaisten halkojen hakkuusta Papuschienen'in hoitoalueessa Saksassa ja esittänyt lukuja yhden pinokuutiometrin valmistamiseen käytetyistä ajoista. Koivuhalkojen valmistamiseen on kulunut 129 min., leppähalkojen 113 min. ja haapahalkojen 117 min. Kuusi- ja mäntyhalkojen tekoaika yhtä pinokuutiometriä kohti on paljon suurempi, kuusihaloilla 151 min. ja mäntyhaloilla 139 min. Kun verrataan koivuhalkojen tekoaikaa käsillä olevan tutkimuksen tuloksiin, huomataan, että se on hiukan suurempi kuin keskimääräinen tekoaika käsilläolevassa tutkimuksessa, mutta jotenkin saman suuruinen kuin Näsin metsässä. Eroavaisuudet tuloksissa johtuvat pääasiassa siitä, että Graumannin tutkimuksissa pölkyttämisaika p.-m³ kohti on suurempi kuin käsillä olevassa tutkimuksessa. Tämä saattaa johtua siitä, että puut ovat olleet saksalaisissa tutkimuksissa suurempia kuin suomalaisissa.

Työtulokset halonteossa.

Tutkimusaineistoa selostettaessa on jo mainittu mittausaloilla valmistetun halkomäärän suuruus. Seuraavassa tarkastellaan asiaa vielä lähemmin. Tutkituilla mittausalueilla valmistettu halkomäärä käsitti kaikkiaan 90 pinoa sekä 12 haja-erää. Nämä haja-erät olivat sellaisia puueriä, jotka jäivät mittausalalla pinoista yli. Hakkuumies kantoi ne joko myöhemmin tekemiensä pinojen täytteeksi tai pani kaupanpäällisiksi valmiisiin pinoihin. Näiden hajaerien kuutiomäärä määrättiin erikseen.

Valmistettujen pinojen suuruus vaihteli 0.50—2.00 p.-m³:iin. Taulukko 30 esittää erisuuruisten pinojen lukumäärän ja niitä vastaavat luovutus- ja todelliset p.-m³-määrät sekä erisuuruisissa pinoissa olleen ylimittaprosentin suuruuden.

Luvut osoittavat, että 1.00 p.-m³:n pinoja on ollut kaikista eniten. Niiden luovutus-p.-m³-määrä tekee 66.8 % ja tod. p.-m³-määrä 67.3 % vastaavista kokonais-p.-m³-määristä. Todellisten ja luovutus-p.-m³-määräin erot osoittavat, että ylimittaprosentti on ollut paljon suurempi kuin vaadittu 15 %. Puolen ja kahden p.-m³:n pinoissa on

Taulukko 30. Valmistettujen halkopinojen jakaantuminen suuruusluokkiin, luovutus- ja todellinen p.-m³-määrä sekä ylimitta-% eri suuruusluokissa.

Tabelle 30. Einteilung der anfertigten Stösse in Inhaltsstufen, Raummetermenge ohne u. mit Übermass, und der Übermass-% in den versch. Inhaltsstufen.

Mittausalat *Schläge*	Pinojen suuruus, p.-m³ *Inhalt der Stösse, rm*				Pinot yhteensä *Stösse insgesamt*	Hajaerät *Einzelne Mengen*	Pinot + hajaerät yhteensä *Stösse u. einzelne Mengen zusammen*
	0.50	1.00	1.50	2.00			
	Pinojen lukumäärä — *Anzahl der Stösse*					Lukumäärä *Anzahl*	
1—11	3	32	4	2	41	5	
12—23	—	39	5	5	49	7	
1—23	3	71	9	7	90	12	
	Luovutus-p.-m³-määrä — *rm ohne Übermass*						
1—11	1.50	32.00	6.00	4.00	43.50	2.07	45.57
12—23	—	39.00	7.50	10.00	56.50	4.20	60.70
1—23	1.50	71.00	13.50	14.00	100.00	6.27	106.27
	1.4 %	66.8 %	12.7 %	13.2 %	—	5.9 %	100 %
	Todellinen p.-m³-määrä — *rm mit Übermass*						
1—11	1.88	38.39	7.17	4.94	52.38	2.07	54.45
12—23	—	47.25	8.96	12.30	68.51	4.20	72.71
1—23	1.88	85.64	16.13	17.24	120.89	6.27	127.16
	1.6 %	67.3 %	12.7 %	13.6 %	—	4.8 %	100 %
	Ylimitta-% — *Übermass-%*						
1—23	25.4 %	20.6 %	19.5 %	23.1 %	20.9 %	—	—

ollut enemmän ylimittaa kuin yhden ja puolentoista p.-m³:n pinoissa. Ylimittaprosentin vaihtelevaisuus pinoissa käy vielä paremmin selville seuraavasta asetelmasta, josta nähdään eri ylimittaprosenttisten pinojen lukumäärä.

Ylimitta-%	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Yht.
Pinojen lukumäärä	4	7	3	4	7	4	26	4	9	5	2	10	1	—	2	—	2	90

Huomataan, että vain 4 pinoa on alittanut vaaditun 15 % ylimitan, 7 pinossa on ollut juuri 15 % ja siis 79 pinossa sen yli. Tuollainen vaaditun ylimitan ylittäminen on hyvin tavallista halonteossa. Se johtuu ensinnäkin siitä, että halontekijä latoo pinon mieluimmin

vaadittua korkeammaksi, ollakseen varma, että se luovutuksessa menee läpi. Toiseksi ei halontekijä lähde mielellään kulettamaan pinosta yli jääneitä halkoja toisen pinon paikalle, jos niitä jää vain muutamia yli, vaan latoo pinon mieluummin ylikorkeaksi. Koko aineiston pinojen keskimääräiseksi ylimittaprosentiksi tulee 20.9, joka on siis 5.9 suurempi kuin vaadittu luovutusylimitta.

Halonteossa valmistettiin haloiksi paitsi tuoreita pystypuita myöskin keloja ja maassa olevia latvoja. Viimeksi mainittuja oli koko määrästä 10.13 k.-m³ eli 15.60 tod. p.-m³. Koko tod. p.-m³-määrä sisälsi 82.65 k.-m³ puuta. Pinotiheysluvuksi tulee 0.65, joka on hieman korkeampi kuin keskimääräinen koivuhalkojen pinotiheysluku. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että ladonnan tuli olla erikoisen hyvä. Myöskin karsittiin pölkyt hyvin. Puut olivat lisäksi yleensä suorarunkoisia. Luovutuspinon tiheysluku on 0.78.

Kun sitten lähdetään tarkastelemaan työn tulosta päivää kohti, on syytä muistaa, että päivien joukossa on eräitä kovin lyhyitä päiviä. Näinä päivinä on myös työtulos pieni. Mutta sen lisäksi on huomattava, että eri miesten päivätulos on hyvin erilainen. Siihen vaikuttaa paitsi päivän pituus myöskin työtottumus ja työkyky, sääsuhteet, maaston ja metsän laatu, työkalujen kunto y. m.

Päivätuloksien erilaisuudesta antaa hyvän kuvan taulukko 31.

Taulukko 31. Työmiesten ja työpäivien jakaantuminen luokkiin päivittäisen työtuloksen perusteella.

Tabelle 31. Einteilung der Arbeiter u. der Arbeitstage auf Grund der täglichen Leistung.

Keskim. päivätulos, luovutus-p.-m³ *Mittelleistung für 1 Tag, rm ohne Übermass*	Koko luovutus-p.-m³-määrä *Gesamte Abnahmemenge, rm ohne Überm.*	Miesten luku *Anzahl der Männer*	Päivien luku *Anzahl der Tage*	Luov.-p.-m³-määrä miestä ja päivää kohti *rm ohne Überm. für 1 Mann u. 1 Tag*	Keskimäär. päiväpalkka, Smk *Tagelohn im Mittel, Fmk*
1.0—1.5	1.35	1	1	1.35	9.82
1.51—2.0	12.00	4	6	2.00	15.00
2.01—2.5	5.00	1	2	2.50	18.75
2.51—3.0	22.60	5	8	2.83	21.22
3.01—3.5	29.80	4	9	3.31	24.81
3.51—4.0	23.20	4	6	3.87	29.01
4.01—4.5	8.80	2	2	4.40	33.00
Yhteensä *Insgesamt*	102.75	21	34	3.02	22.65

Taulukossa on koko tutkimuksessa esiintynyt halontekijämäärä jaettu luokkiin sen mukaan, miten suuri heidän keskimääräinen

päivätuloksensa on ollut luovutuspinokuutiometreissä. Kussakin luokassa nähdään miesten koko työtulos sekä sen saavuttamiseen käytettyjen päivien lukumäärä. Lisäksi on laskettu työtuloksen ja ansion keskiarvo päivää kohti kussakin luokassa. Taulukkoa laadittaessa on jätetty huomioon ottamatta ne 4 epänormaalisen lyhyttä työpäivää, jotka keskimääräistä työpäivän pituutta laskettaessakin jätettiin laskelmien ulkopuolelle.

Taulukon mukaan saadaan koko aineiston keskimääräiseksi päivätulokseksi 3.02 luovutus-p.-m³. Kun koko todellinen p.-m³-määrä 34 päivänä on 122.96 p.-m³, tulee todelliseksi päivätulokseksi 3.62 p.-m³. Keskimääräiseen tai sitä suurempaan päivätulokseen on päässyt 10 miestä 17 päivänä, 11 miehen tuloksen jäädessä 17 päivänä keskituloksen alapuolelle.

Kun halonteosta maksettiin luovutus-p.-m³:ltä Smk 7: 50, tulee keskimääräiseksi päiväansioksi Smk 22: 65. Kun päivän keskipituus oli ilman ruoka-aikaa 5 t. 52 min., tulee keskimääräiseksi tuntipalkaksi Smk 3: 86. Jos työpäivä olisi ollut 8 tunnin pituinen, olisi keskimääräiseksi päiväansioksi tullut Smk 30: 90. Päiväansio olisi ylittänyt siis hieman palkkatarkkailulautakunnan näitä seutuja varten hyväksymän minimipalkan Smk 28: — —30: —, joka todennäköisesti on laskettu 8 tuntisen työpäivän mukaan. Edelläolevan taulukon perusteella laskien, mikäli työteho olisi 8 tunnin aikana pysynyt samana kuin 6 tunnin aikana, olisi 10 miestä 8 tuntisessa päivässä ansainnut yli minimipalkan, kahden parhaimman päästessä lähes 45: — markan päiväansioon. Vain 9 heikointa miestä olisi 8-tuntisenakin päivänä jäänyt alle minimipalkan.

Halonteossa tutkituilla mittausalueilla työskennelleiden miesten päiväansio on laskettu myöskin palkkauslistojen lukujen avulla. Syys-, loka- ja marraskuun palkkauslistoista on laskettu kaikkien mainittujen miesten hakkaama halkomäärä sekä niistä saama palkka. Lisäksi on edellytetty, että miehet tiliväliliä ovat olleet jokaisena arkipäivänä töissä. Kaikkiaan tulee miehille palkkauslistoista 800 työpäivää. Näiden päivien keskimääräinen työtulos on 3.24 luovutus-p.-m³ ja keskimääräinen päiväansio Smk 24: 27. Tällä tavalla laskien tulos ja ansio on siis hieman suurempi kuin aikatutkimuksessa saatu.

Vaikka miehet olisivatkin keskimäärin tehneet pitempiä päiviä tiliväliä kohti kuin esillä olevassa tutkimuksessa saatu 5 t. 52 min., niin on taas toiselta puolen varmaa, että he eivät ole ainakaan kaikki olleet jokaisena arkipäivänä töissä. Tästä johtuu, että työpäivän

keskipituus tuskin on voinut olla paljoakaan suurempi kuin esillä olevassa tutkimuksessakaan. Edellyttäen, että työpäivä on ollut yhtä pitkä kuin tässä tutkimuksessa, saadaan tuntipalkaksi Smk 4: 14 ja päiväansioksi 8-tuntisena päivänä Smk 33: 10.

Edellä esitetty päiväansiolaskelma osoittaa, että koska työpäivän keskimääräinen pituus ilman ruoka-aikaa on ollut vain vajaa 6 tuntia, eivät työmiehet ole päässeet laskettuihin minimipalkkoihin. Voidaan väittää, että näin käy vain vuoden pimeimpänä aikana, jolloin juuri tutkimuksia on suoritettu. Osoittavathan Maliniemen (1933) tutkimukset m. m., että vaikka Perä-Pohjolassa joulukuussa työpäivän pituus on 6 tuntia niin se helmikuun 15 päivän ja lokakuun 18 päivän välisenä aikana on 10 tuntinen, kohoten alkukesästä 12 tuntiin. M. A. K:n (1936) tutkimusten mukaan myöskin Kainuussa keskimääräinen työpäivän pituus oli 6 t. 13 min. loka-, marras- ja joulukuun aikana, mutta kevättalven kuukausina 8 t. 18 min., kun vain tehollinen työaika otetaan huomioon. Näistä tuloksista sekä aikaisemmin käsillä olevassa tutkimuksessa esitetystä asetelmasta s. 63 huomataan, että valaistussuhteilla on sangen suuri vaikutus työpäivän pituuteen. Toiselta puolen on kuitenkin huomautettava siitä, että valoisana vuoden aikana eräät työpäivän pituutta yleensä lyhentävät tekijät vaikuttavat voimakkaammin kuin pimeänä aikana. Kotitoimet vaativat silloin enemmän aikaa, ruokatarpeiden hankkimismatkat, tilimatkat y. m. venyvät usein pitkäaikaisiksi kauniin kesäsään houkutuksesta.

Vielä on huomattava, että vaikka työpäivä valoisana aikana onkin tuntimäärältään pitempi kuin pimeänä aikana, jää työtulos kuitenkin työtuntia kohti useasti pienemmäksi ja päivätulos tulee siis suhteellisesti pieneksi (vrt. Maliniemi 1933, s. 9).

Kaikki työpäivän pituuteen vaikuttavat tekijät huomioon ottaen Pöntynen (1936) olettaen halonteon päivätuloksen 3.50 p.-m³ suuruiseksi tuleekin siihen tulokseen, että yleensä hakkuutöissä työmies on kuukauden 30 päivästä töissä vain 19 päivää. Tämä merkitsee siis sitä, että työmieheltä menee työaikaa hukkaan keskimäärin 1 ½ päivää viikossa eli toisin sanoen, jos edellytetään päivän keskipituudeksi 8 tuntia, lyhenee viikon jokainen työpäivä päivän pituuteen vaikuttavien tekijäin vaikutuksesta 6-tuntiseksi.

Jotta voitaisiin verrata työpäivän pituutta ja koko päivän pituutta auringon noususta sen laskuun, on käsillä olevaa tutkimusta varten laskettu myöskin koko päivän pituus Hartolassa. Kun tunnettiin päivän pituus Helsingissä ja Oulussa, interpoloitiin niistä Hartolan päivän pituus. Taulukossa 32 esitetään täten saadut päi-

vän pituudet kunkin kuukauden 1, 15 ja viimeisenä päivänä. Lisäksi on vielä laskettu kunkin kuukauden keskimääräinen päivän pituus.

Taulukko 32. Päivän pituus auringon noususta sen laskuun Hartolassa (61° 30′ pohj. lev.).

Tabelle 32. Länge des Tages vom Aufgang bis zum Untergang der Sonne zu Hartola (61° 30′ nördl. Br.)

Kuukausi *Monat*	Päivät — *Tage*											
	1			15 (14)			30 (31)			Keskiarvo *Mittelwert*		
	Päivän pituus — *Länge des Tages*											
Tammikuu — *Januar*	4 t. *St.*	57 min. *Min.*		6 t. *St.*	4 min. *Min.*		7 t. *St.*	27 min. *Min.*		6 t. *St.*	9 min. *Min.*	
Helmikuu — *Februar*	7 »	32 »		8 »	46 »		10 »	9 »		8 »	49 »	
Maaliskuu — *März*	10 »	14 »		11 »	38 »		13 »	11 »		11 »	42 »	
Huhtikuu — *April*	13 »	17 »		14 »	39 »		16 »	6 »		14 »	41 »	
Toukokuu — *Mai*	16 »	12 »		17 »	31 »		18 »	49 »		17 »	31 »	
Kesäkuu — *Juni*	18 »	53 »		19 »	36 »		19 »	32 »		19 »	20 »	
Heinäkuu — *Juli*	19 »	29 »		18 »	40 »		17 »	19 »		18 »	29 »	
Elokuu — *August*	17 »	12 »		15 »	55 »		14 »	23 »		15 »	50 »	
Syyskuu — *September*	14 »	17 »		12 »	57 »		11 »	30 »		12 »	55 »	
Lokakuu — *Oktober*	11 »	24 »		10 »	1 »		8 »	29 »		9 »	58 »	
Marraskuu — *November* ...	8 »	23 »		7 »	5 »		5 »	52 »		7 »	7 »	
Joulukuu — *Dezember*	5 »	49 »		5 »	7 »		5 »	1 »		5 »	19 »	

Keskimääräinen päivän pituus on kesäkuussa 19 t. 20 min. ja joulukuussa 5 t. 19 min. Valoisimman ja pimeimmän kuukauden päiväin pituudessa on yli 14 tunnin ero. Vaikka onkin selvää, että työmies urakkatyötä tehdessään valoisana aikana tekee pitempiä työpäiviä kuin pimeänä aikana, ei hän kuitenkaan voi rajattomasti pidentää työaikaansa päivän pituuden mukaan. Asian laita näyttää olevankin sellainen, että päivä tulee suhteellisesti paljon tarkemmin käytetyksi pimeänä aikana kuin valoisana aikana. Niinpä käsillä olevassa tutkimuksessa tekee työpäivän osuus koko päivästä syyskuussa 55.5 %, lokakuussa 65.0 % ja marraskuussa 85.7 %.

Kaikesta edellä olevasta huomataan, että kysymys työpäivän pituudesta vaatisi perinpohjaista selvitystä, jotta päästäisiin oikeisiin tuloksiin minimipalkkoja määrättäessä.

Lopputarkastelu.

Halontekoa samoinkuin muitakin metsätöitä suoritetaan sangen monenlaisissa olosuhteissa. Tekijöitä, joista työskentely ja työteho riippuvat, on hyvin monia ja erilaisia olosuhteiden mukaan. Edellä on jo tullut usean tällaisen tekijän vaikutus huomioiduksi. Niiden merkitystä sietää kuitenkin vielä tarkastella.

Työmaan aseman ja metsän laadun vaikutus halontekoon on tutkimuksessa käynyt selville. Onhan huomattu, että työmaalla, josta ihmisasuntoihin on pitkä matka, ruoka-aika on muodostunut lyhemmäksi mutta lepoaika taas pitemmäksi kuin ihmisasuntojen lähellä olevalla työmaalla. Samoin on huomattu, että maastosuhteet kuvastuvat m. m. kulkemisajoista. Metsänlaadun on huomattu vaikuttavan m. m. hukka-ajan suuruuteen. Nämä huomiot jo antavat ohjetta ratkaistaessa kysymystä, miten hakkuupalstat olisi sijoitettava. Hakkuupalstoja tehtäessä olisi niihin koetettava saada vaihtelevamaastoisia ja laadultaan erilaisia metsiköitä. Tällä tavalla jokaiselle työmiehelle tulisi sekä hyvää että huonoa metsää. Ainakin olisi muistettava, että jos palstoja on sekä hyviä että huonoja, työmiehelle olisi annettava niitä vuorotellen. Ellei tätäkään syystä tai toisesta voitaisi tai haluttaisi tehdä, olisi palkkaus järjestettävä hakkuupalstojen laadun mukaan. Palstan hyvyyden tai huonouden määrää paitsi maaston ja metsän laatu myöskin leimauksen laatu. Mitä tiheämmässä leimattuja puita on, sitä vähemmän kuluu aikaa kulkemiseen, työn suunnittelemiseen y. m., ja sitä enemmän jää aikaa tehotyöhön.

Tässä tutkimuksessa, jossa on tutkittu halontekoa vain päivä tai pari kerrallaan eri miesten työskentelyä seuraten, eivät tule esille sellaiset tekijät, jotka jatkuvassa työskentelyssä ovat haittaa tuottavia. Niinpä on hukka-aikojen osuus jäänyt verrattain pieneksi. Todellisuudessa kuitenkin tulee halontekijälle enemmän hukka-aikaa, kun hän työskentelee jatkuvasti pitemmän ajan. Niinpä menee häneltä työaikaa hukkaan asuntopaikan etsimisessä, ruoan hankkimisessa, uuden työkalun hankkimisessa särkyneen tilalle, työtuloksen luovutuksessa, tilinmaksussa ja työpaikan siirrossa. Näihin kaikkiin kuluvaa hukka-aikaa voi työnjohto huomattavasti pienentää. Pohjois-

Suomessa, jossa työnjohdon taholta on pakko, työmaat kun sijaitsevat kaukana asutuilta seuduilta, huolehtia muustakin kuin pelkästä työnjohdosta, jääkin tällaisista seikoista johtuva hukka-aika tuntuvasti pienemmäksi. Asuttujenkin seutujen lähellä olevien työmaiden työnjohto voi saada hyvällä tahdolla parannuksia aikaan. Vaikka ei esimerkiksi erikoisia työläisasumuksia voitaisikaan rakentaa, olisi työnjohdon otettava tarkoin selvää ja sovittava, montako työmiestä kuhunkin asuntoon voidaan ottaa. Työmiesten ilmestyessä työnjohtaja heti voisi ilmoittaa, mistä he saavat asunnon. Ruoan saannista pitäisi myöskin voida antaa ohjeita, miten se käy vaivattomimmin ja vähimmin aikaa ottaen. Kunnollisia, uusia työkaluja olisi varattava työmaalle tai sen lähelle, niin ettei niitä tarvitsisi hankkia etäällä olevista kaupoista. Työtuloksen mittaukseen ja palkanmaksuun tulisi käyttää mahdollisimman vähän parasta päiväaikaa. Mittaus ja varsinkin palkanmaksu tulisi suorittaa mieluimmin työpäivän loputtua. On varmaa, että paitsi riittävä, kohtuullinen palkkaus myöskin edellä mainittu työväen huolto ja ajan käytön säännöstely säilyttää työläisessä tyytyväisyyden, joka taas puolestaan takaa jatkuvan, säännöllisen työtehon.

Edellä sanotulla on tahdottu viitata siihen, että työnjohdon tulisi tehdä kaikki voitavansa, jotta työmies työpaikalla voisi kaiken ajan mahdollisimman tarkoin käyttää työhön. Silloin on varmaa, että jatkuva päivittäinen työtulos paranee entisestään, työ tulee pikemmin päätökseen ja kustannukset pienenevät. Silloin myös työmiehen ansiomahdollisuudet suurenevat, luonnollisesti edellyttäen, että työmies myös omalta osaltaan pitää huolen siitä, ettei turhan tähden kuluta aikaa hukkaan.

Kun tutkimus on osoittanut, että halonteossa työpäivän pituus on vaihtelevainen vuodenajoista riippuen ja tämän mukana siis myöskin työtulos, johon lisäksi vaikuttaa hakattavan metsän ja puiden laatu sekä suuruus, on luonnollista, että näiden tekijäin vaikutus on otettava huomioon yksikköpalkkaa määrättäessä. Kohtuulliseen päiväpalkkaan päästäkseen on siis työmiehen vuoden pimeimpien kuukausien aikana saatava suurempi yksikköpalkka kuin valoisana aikana.

Vaikka pimeänä vuodenaikana työpäivät luonnon pakosta jäävätkin lyhyiksi, tarvitsee työmies kuitenkin elintasonsa ylläpitämiseen yhtä paljon tuloja kuin vuodenaikana, jolloin hän voi tehdä pitempiä päiviä. Mutta koska hän taas pitkiä päiviä tehdessään joutuu kuluttamaan energiaansa enemmän kuin lyhyinä päivinä, on kohtuullista, että hän saa siitä myöskin korvauksen. Tämän tosiseikan tulisi-

kin johtaa siihen, että yksikköpalkka, joka vastaa kohtuullista päiväpalkkaa, määrätään pimeän vuodenajan, siis lyhyiden työpäivien perusteella. Säilyttämällä tämä yksikköpalkka sitten läpi koko vuoden saadaan työmiehen lisääntyvä energian kulutus korvatuksi. Olisi vain lisätutkimuksilla selvitettävä eri vuodenaikojen vaikutus tässä kohden. Samoin olisi selvitettävä metsien laadun vaikutus työtulokseen, mitä selvittelyä varten olisi tarpeellista sopia niistä tekijöistä, joilla metsien laatu sopivasti luonnehdittaisiin.

Palataksemme tutkimuksen tuloksiin on merkille pantava seikka se, että yhden halkokuutiometrin valmistaminen pienistä ja suurista puista ottaa paljon pitemmän ajan kuin keskikokoisista puista. Aikaerot ovat siksi suuret, että esim. sinä aikana, kun n. 17—21 cm paksuisista puista tehdään yhden p.-m^3:n pino täysin valmiiksi, n. 9—13 cm paksuisista puista on vasta saatu halot halotuiksi, mutta pinoaminen on suorittamatta. Tämä johtuu siitä, että pienien puiden kaato ja halkominen ottaa suhteellisen paljon aikaa. Kun kaatoa ei voida välttää, on siis ainoa keino saada työajan kulutus pienemmäksi jättää halkominen ja vielä enemmän aikaa ottava aisaaminen pois. Nämä huomiot osoittavat, että pienet halkopölkyt esim. 13 cm asti olisi joko kokonaan jätettävä halkomatta ja aisaamatta tai sitten rinnankorkeudelta alle 13 cm puut kokonaan valmistettava halkorangoiksi. Kun kaiken paksuisissa puissa pölkyttäminen ja halkominen yhteensä ottaa suurimman osan ajasta ja kumpainenkin on sellaista työtä, jota voidaan koneellisestikin suorittaa, joutuu vakavasti harkitsemaan, eikö olisi mahdollista siirtyä halonteossa sellaiseen järjestelmään, että metsässä valmistettaisiin puut vain rangoiksi ja että ne vasta varasto- tai kulutuspaikoilla pölkytettäisiin ja halottaisiin. Tulisi vain tutkimuksilla selvittää ensin rankojen ja halkojen kuljetuksen sekä koneellisen pölkyttämisen ja halkomisen ajan kulutus ja kustannukset.

Se, että suurien puiden valmistaminen kuutiometriä kohti ottaa enemmän aikaa kuin keskikokoisten, on luettava ehkä puutteellisten työvälineiden syyksi. Tavallinen halkosaha ei enää ole kylliksi pitkä, jotta paksujen pölkkyjen sahaus kävisi yhtä helposti kuin ohuiden pölkkyjen, ja kovalahoisuudesta johtuva puuaineen erilaisuus vaatisi ehkä myös toisenlaisen harituksen ja terotuksen kuin mikä sahassa tavallisesti on. Tavallinen yleiskirves ei myöskään toimi suurien pölkkyjen halkomisessa yhtä tuloksekkaasti kuin pienemmissä pölkyissä. Tällöin tarvittaisiin kiilamaista, paksua kirvestä ja rautakiiloja. Kun nykyisissä halkometsissä suuria koivuja vain harvoin tulee kaadettavaksi haloiksi, eivät työläiset kuleta tällaisia erikoistyökaluja mukanaan.

Hämmästyttävä ainakin tekijälle itselleen oli tulos, joka osoittaa työkaluilla suoritettavaan työhön käytettävän ajan osuuden olevan vain n. 40 % työajasta. Se seikka, että verraten normaalisten päivätulosten saavuttamiseksi, työkaluilla suoritettaviin töihin, ei ole kulunut enempää aikaa, on ilahduttava osoitus siitä, että työmiesten työkalut ovat olleet hyvässä kunnossa. Työpaikalla tehtyjen muistiinpanojen mukaan, paria kolmea poikkeusta lukuunottamatta, miesten työkalut olivatkin hyvässä kunnossa. Niiden kolmen miehen työtulos, joiden työkalujen kunnon suhteen oli huomauttamista, jäi myöskin huomattavasti muita huonommaksi. Aineisto on liian pieni työkalujen kunnon vaikutuksen selvittämiseen. On kuitenkin itsestään selvää, että työkalujen kunto vaikuttaa hyvinkin ratkaisevasti työtulokseen.

Suoritettujen tutkimuksien perusteella voidaan tehdä se yleinen havainto, että halontekijä käyttää työpäivänsä sangen tehokkaasti työhön. Kuitenkin voi hän paremmin töitään säännöstelemällä vieläkin tehostaa ajankäyttöä.

Lopuksi lienee syytä vielä tarkastella, missä määrin tuloksia voidaan yleistää. Tutkimuksessa on jokaisessa kohdassa, missä vain on ollut mahdollista, viitattu niihin eroavaisuuksiin, joita kahden maasto-y. m. suhteiltaan erilaisen hakkuutyömaan työaikatuloksissa on ollut havaittavissa. Kun kuitenkin molemmissa metsissä hakkaukset olivat väljennys- tai harvennushakkuun luontoisia, kuvastavat tulokset siis ennen kaikkea tämän luontoisia hakkauksia. Tutkimukset paljaaksihakkauksista voisivat viedä toisenlaisiin tuloksiin. Tuloksista pitäisi käydä selville halonteon pääpiirteet tyypillisissä, eteläsuomalaisissa halkometsissä, jollaisia tutkimusalueen metsät olivat. Maastosuhteiltaan, puulajikokoomukseltaan, runkojakaantumiseltaan, leimaustiheydeltään j. n. e. suuresti tutkituista metsistä poikkeavista metsistä luonnollisesti tuloksetkin tulevat toisenlaisiksi. Päätehotyöaikatutkimusten tulokset ovat sellaisinaan yleistettävissä. Ne vaativat kuitenkin vielä täydennyksekseen lisäselvittelyjä työkalujen kunnon, puuaineen erilaisuuden y. m. s. vaikutuksesta. Tähän puoleen ei tämän tutkimuksen aikana ollut tilaisuutta eikä syytäkään puuttua, koska sitä on tarkoitus tutkia erikseen aloitetun työkalututkimuksen yhteydessä. Saadut tulokset antanevat sellaisinaan melko luotettavan kuvan päätehotyöaikojen suuruudesta halonteossa.

Kirjallisuutta.

Альбрехт, К. И. 1929. Рационализация и механизация лесозаготовок. Москва—Ленинград.

Aro, Paavo 1929. Tutkimuksia hakkausmäärän jakaantumisesta käyttöpuun ja tähteitten kesken. Summary: An investigation into the apportionment of the quantity of wood cut between the wood used and the waste left in the forest. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14. Helsinki.

—»— 1931. Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys. Referat: Über den Festgehalt der wichtigsten finnischen Schichtholzsortimente. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14. Helsinki.

—»— 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 20. 4. Helsinki.

Barth, E. 1931 a. Die Ermittlung des Zuschlags. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft No. 2, S. 315. Hannover.

—»— 1931 b. Leistungsermittlung durch Statistik oder Zeitstudie? Silva, S. 353—356. Tübingen.

—»— 1932. Zeitstudien in der Holzhauerei ausgeführt von der badischen Staatsverwaltung in den Jahren 1931 und 1932. Forstwissenschaftliches Centralblatt S. 789—812, 838—852. Berlin.

—»— 1933. Leistungsfähigkeit und Leistungsmöglichkeit. Ein Beitrag zur Methodik der Zeitaufnahme bei der Waldarbeit. Forstarchiv, S. 232—236. Hannover.

Беляков, К. и Занин, И. 1936. Использование и пайка лучковых пил. Лесное хозяйство и лесоэксплоатация № 3, Стр. 9. Ленинград.

Бендер, М. М. 1933. Схематика рабочего времени в деревообрабатывающей промышленности. Лесное хозяйство и лесоэксплоатация № 2, Стр. 36—38. Ленинград.

—»— 1934. Техническое нормирование в лесопилении и деревообработке. Москва—Ленинград.

Betzhold, Oskar 1873. Untersuchungen zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit verschiedener Sägen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 73—82. Frankfurt am M.

Boege, H. 1925. Der Arbeitsvorgang im Hauungsbetrieb der Praxis. Forstarchiv, S. 131—133. Hannover.

Бойко, П. А. 1935. Памятка лесоруба. Москва—Ленинград.

Брянское опытное лесничество. 1928. Опыт хронометража лесозаготовительных работ. Лесовод № 2, Стр. 50. Москва.

Ebert. 1877. Ueber die Leistungen verschiedener Waldsägen. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen IX., S. 454—460. Berlin.

Елисеев, А., Макаров, П., Поздняков, Н. 1930. Спутник лесозаготовителя. Томск.

Fuchs O. 1928. Ersparnisse beim Aufsetzen von Brennholz. Ein Beitrag zur Arbeitslehre Forstarchiv, S. 210—211. Hannover.

—»— 1931. Der Zuschlag bei der Zeitstudie. Forstarchiv, S. 370—373. Hannover.

Gläser, H. 1931 a. Neue Werkzeugé und Maschinen. Forstarchiv, S. 250—254. Hannover.

—»— 1931 b. Neues über forstliche Geräte und Maschinen. Forstarchiv, S. 363—368. Hannover.

—»— 1931 c. Neue Arbeitsmittel im Hauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 459—462. Hannover.

—»— 1932 a. Beiträge zur Form der Waldsäge und zur Technik des Sägens. Eberswalde.

—»— 1932 b. Neue Erfahrungen mit Werkzeugen für den Hauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 353—356. Hannover.

Graumann, K. 1935. Leistungsuntersuchungen im Hauungsbetrieb des Forstamt Papuschienen und ihr bisheriges Ergebnis. Forstarchiv, S. 152. Hannover.

Hampe, K. 1927. Beobachtungen und Erfahrungen bei vergleichenden Sägeuntersuchungen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, S. 721—732. Berlin.

—»— 1929. Arbeitsleistungen in Fichtenhauungen. Forstarchiv, S. 1—4. Hannover.

—»— 1930. Die Arbeitsleistung in Fichtenhauungen. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, S. 296—352. Hannover.

—»— 1931 a. Arbeitsleistungen und Arbeitsverfahren im Hauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 368—370. Hannover.

—»— 1931 b. Die Aufarbeitung von Fichtengrubenholz. Forstarchiv, S. 381—390. Hannover.

—»— 1933. Lohn-, Leistungs- und Verdienststatistik im Hauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 29—32. Hannover.

Helander, A. Benj. 1923. Metsätalouden tarjoamasta ansiotyöstä. I. Kruunumetsät vv. 1911—1913. Acta forestalia fennica 26. Helsinki.

Hess, R. 1865. Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der Thüringer Bauch- oder Bogensäge im Buchenholz. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, S. 1—5. Frankfurt am M.

—»— 1875. Untersuchungen über die Leistungen verschiedener Waldsägen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, S. 504—516. Wien.

Hilf, H. H. 1926. Die Arbeitslehre in der Forstwirtschaft. Forstarchiv, S. 249—251. Hannover.

—»— 1927 a. Leistungsbeurteilung im Hauungsbetrieb nebst einer Anweisung für Zeitstudien. Der Deutsche Forstwirt No. 50. Berlin.

—»— 1927 b. Organisation im Hauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 170—173. Hannover.

—»— 1929. Holzaushaltung. Forstarchiv, S. 173—183. Hannover.

Iffa-Drucksache D 6, D 7, D 10 a, D 84, D 86 und Iffa-Vordruck A 16, A 24, D 10, D 11, D 24, D 41 u. s. w. Herausgegeben durch Institut für forstl. Arbeitswissenschaft. Eberswalde.

Ihrig (zu Büdingen) 1861. Ueber Leistungsfähigkeit verschiedener Waldsägen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 457—458. Frankfurt am M.

Кавардин, И. А. 1936. Стахановские методы работы лучковыми пилами в Тихвинском леспромхозе. Лесное хозяйство и лесоэксплоатация, № 2, Стр. 11. Ленинград.

Kayser, A. 1861. Ueber Leistungsfähigkeit verschiedener Waldsägen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 293—296. Frankfurt am M.

Lassila, I. 1930. Työtieteellisiä tutkimuksia metsätyöstä. I. Pinopuun teko. Summary: Studies on efficiency of labour in forest work. I. Preparation of piled wood. Acta forestalia fennica 36. 2. Helsinki.

Lorey, Tuisko 1872. Zur Kenntnis der Waldsägen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 397—399. Frankfurt am M.

Lundgren, Nils 1919. Några undersökningar vid huggning av kol-, kast- och pinnved. Skogsvårdsföreningens Tidskrift, s. 249—262. Stockholm.

M. A. K. 1936. Työaika-, työennätys- ja palkkatarkkailua Kainuun metsätyömailla. Suomen paperi- ja puutavaralehti N:o 12, s. 253—254. Helsinki.

Maliniemi, Einar 1933. Päivittäisistä paperipuiden valmistusmääristä eri vuoden aikoina Perä-Pohjolassa. Referat: Über tägliche Herstellungsmengen von Papierholz in Perä-Pohjola in den verschiedenen Jahreszeiten. Silva fennica 29. Helsinki.

Micklitz, Robert 1860. Ueber Holzhauerwerkzeuge. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 144—154. Frankfurt am M.

Micklitz, Robert und Julius 1860. Nachträgliche Beobachtungen über die Leistungsfähigkeit verschiedener Holzhauerwerkzeuge. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, S. 154—159. Frankfurt am M.

von Monroy, Joh. Albr. 1925. Wirtschaftliche Betriebsführung in der Forstwirthschaft. Ein Beitrag zur forstlichen Betriebstechnik. Forstarchiv, S. 24—26. Hannover.

Нестеров, С. И. 1933. Диаметр насаждений и производительност труда при лесозаготовках. Лесное хозяйство и лесоэксплоатация № 8, Стр. 20—22. Ленинград.

Pienpuukysymys. 1933. Summary: The small timber problem. Silva fennica 31. Helsinki.

Подвязников, И. И. и Гинсбург, В. С. 1936. Опыт лесорубов-„тысячников". Лесное хозяйство и лесоэксплоатация № 2, Стр. 5. Ленинград.

Преображенский, Н. А. и Синицын, Е. Н. 1933. Промкооперация и лесозаготовки. Москва—Ленинград.

Pöntynen, V. 1936. Metsän hakkuun ja ajon sekä puutavaran uiton työn kysynnästä. Referat: Über die Arbeitsnachfrage bei Abtriebs- und Abfuhrarbeiten sowie in der Holzflösserei. Acta forestalia fennica 42. 9. Helsinki.

Ronge, Erik W. 1919. Om avverkningsarbetets kostnadsberäkning och prissättning efter tvåprissystem. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift, s. 154—192. Stockholm.

Rozens, A. 1935. Mizošanos un skaldišanas iettkme uz bērza malkas žušanu un bojašanos no puves. Referat: Einfluss des Schälens und Spaltens auf das Trocknen und Verderben des Birkenbrennholzes durch Fäulnis. Latvijas Mežu Petižanos Slacijas Raksti—Report of the Latvian Forest Research Station. — Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt Lettlands IV. Riga.

Saari, Eino 1934. Puun käyttö Suomessa. Summary: Wood utilization in Suomi (Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14. Helsinki.

Specht, A. 1928. Aufarbeitungszeiten im Kiefernhauungsbetrieb. Forstarchiv, S. 335—345. Hannover.

Stöck, H. O. 1928. Zeitstudien und ihre Verwertung im Laubholzrevier. Deutsche Forst-Zeitung, S. 595—597. Neudamm.

—»— 1930. Zeitstudienergebnisse im Laubholz. Deutsche Forst-Zeitung 45, S. 650—651. Neudamm.

Tonkell, I. 1931. Työajan analysointia Karellesin metsätöissä ja prikaadien järjestämisestä. Советская Карелия — Neuvosto-Karjala 1931. N:o 5—7, s. 98—111. Petroskoi- — Ленинград.

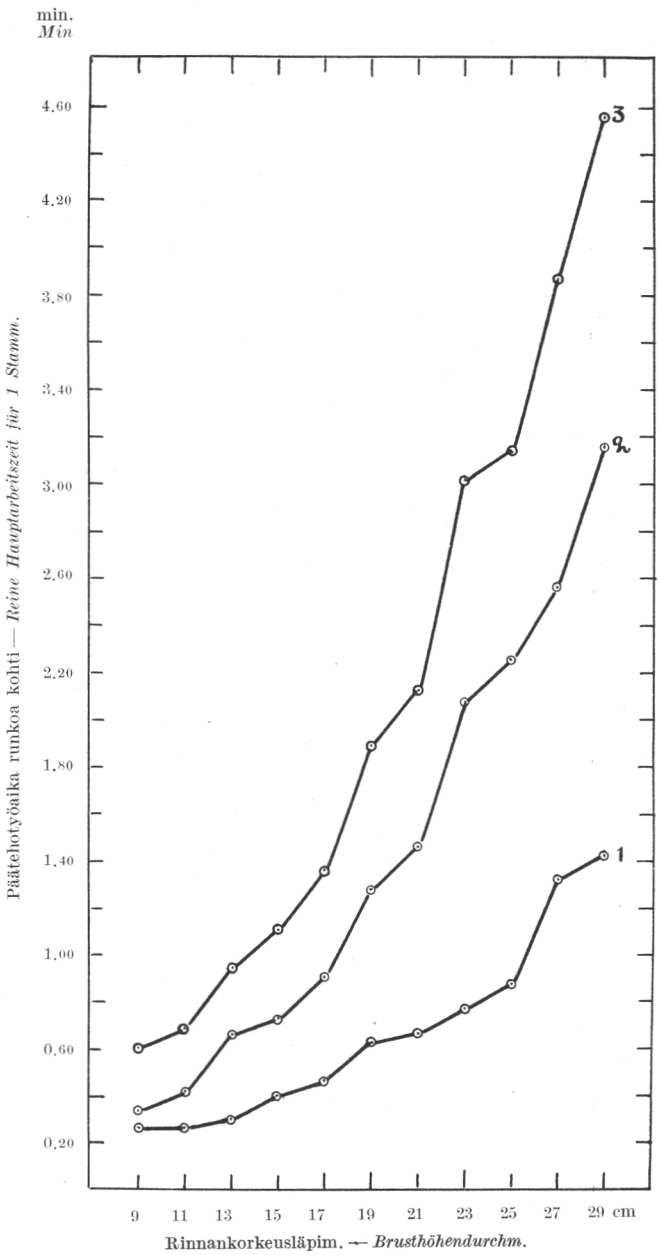
Тонкель, В. 1934. Канадские лесорубы в Советской Карелии. i. p.

Weise 1879. Die Resultate der im Winter 1877/78 angestellten Sägeversuche. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen I. Heft, S. 1—17. Berlin.

Vuoristo, I. 1933. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia III. Tukkien teko ja ajo Perä-Pohjolan mäntymetsissä. Summary: Investigations into the efficiency of the saw-mill industry. III Cutting and hauling logs in North-Ostrobothnian pine forests. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys r. y. Julkaisu N:o 10. Helsinki.

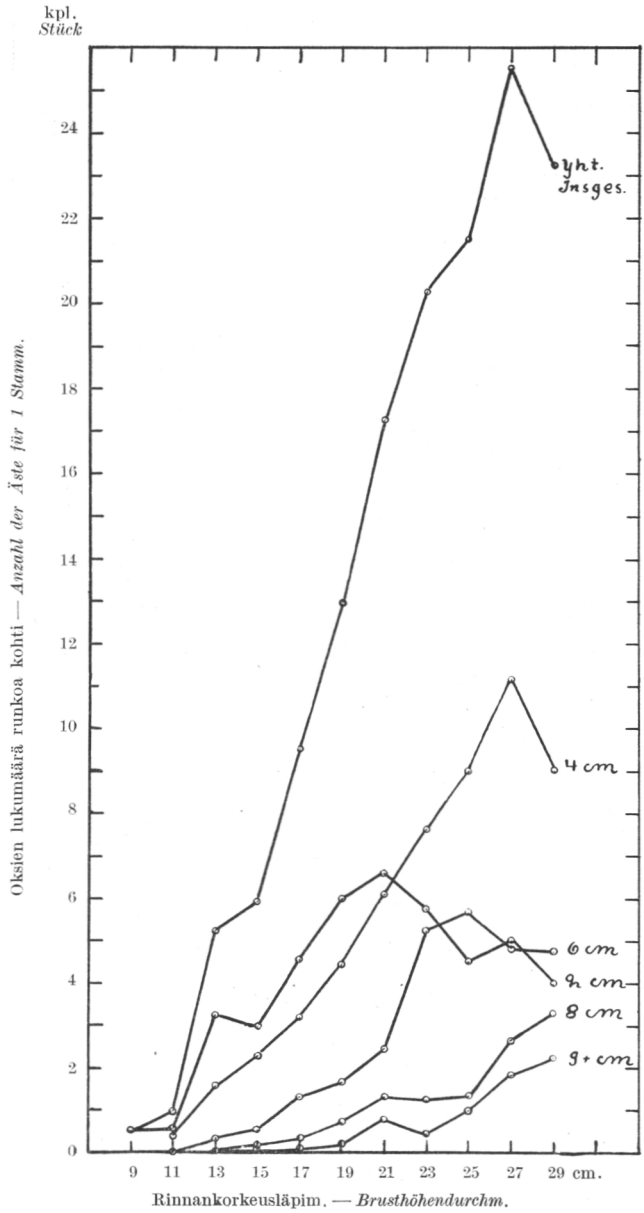
—»— 1935. Työennätykset tukkien teossa ja ajossa Perä-Pohjolassa. Summary: Working efficiency in timber cutting and hauling in Northern Ostrobothnia. Acta forestalia fennica 42. 5. Helsinki.

PIIRROKSIA



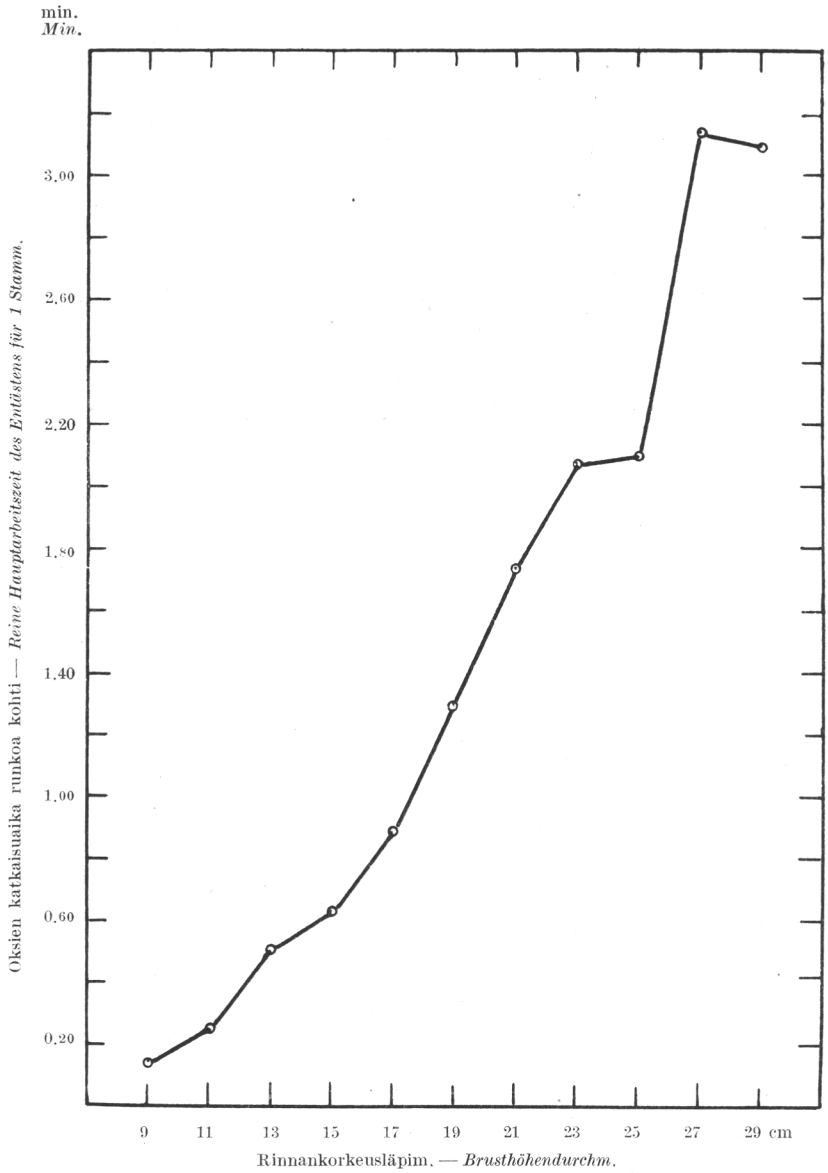
Piirros 1. Runkojen: 1. Kaatokolon tekoaika,
2. Kaatosahausaika,
3. Kaatokatkaisuaika.

Figur 1. 1. Fallkerbhauungszeiten,
2. Fällschnittzeiten und
3. Reine Hauptarbeitszeiten des Fällens für Stämme.



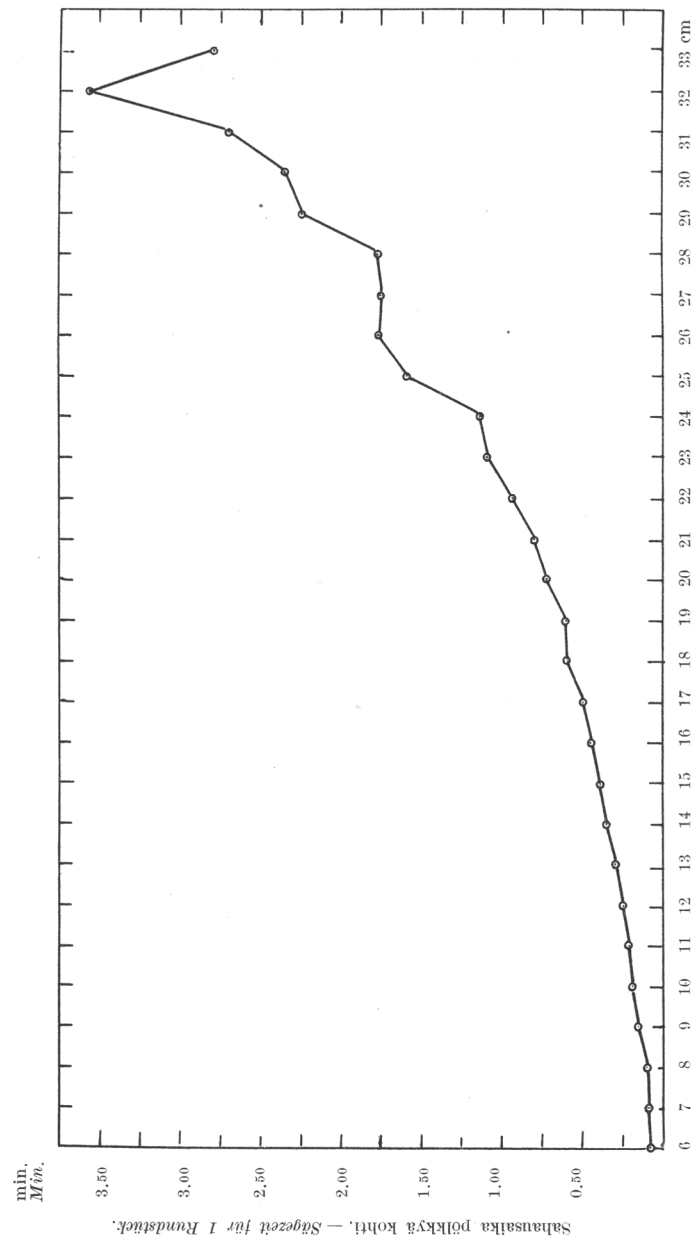
Piirros 2. Eri paksuisten oksien lukumäärä eri suurien puiden karsituissa latvoissa.

Figur 2. Anzahl der Äste verschiedener Stärke an den entästeten Zöpfen der Stämme von verschiedenen Stärkestufen.



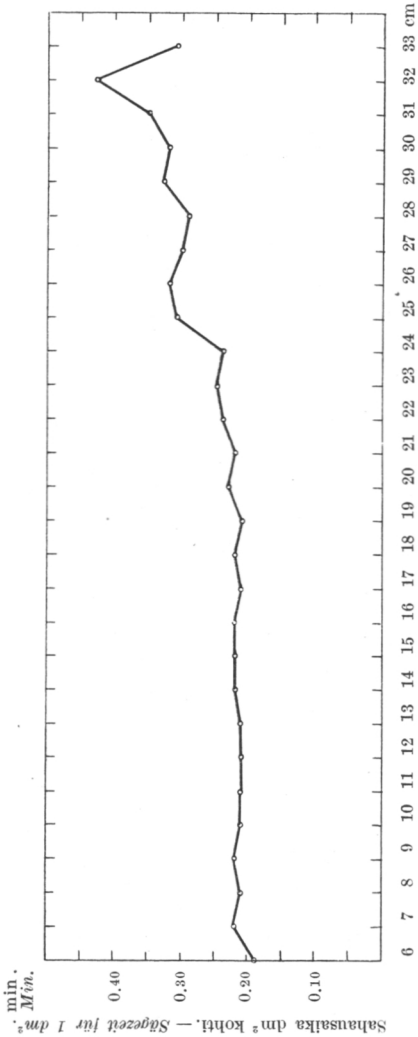
Piirros 3. Oksien katkaisuaika.

Figur 3. Reine Hauptarbeitszeiten des Entästens.

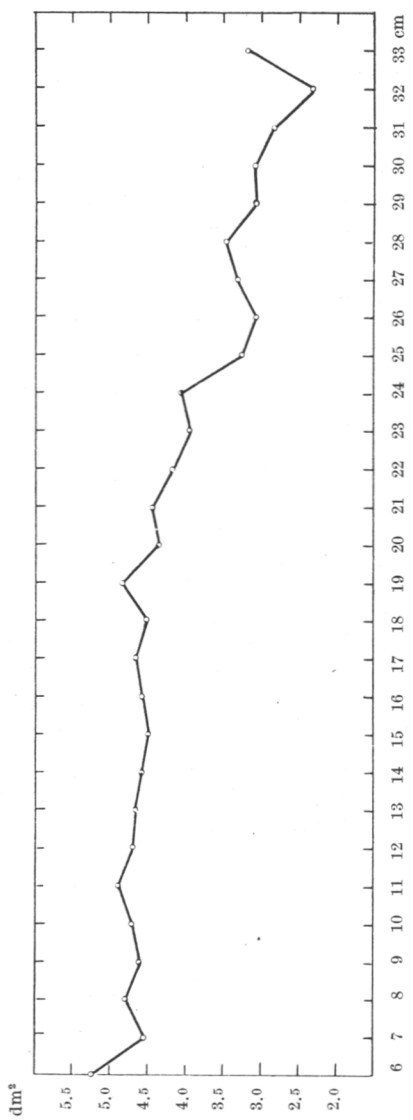


Piirros 4. Pölkkyjen sahausaika.

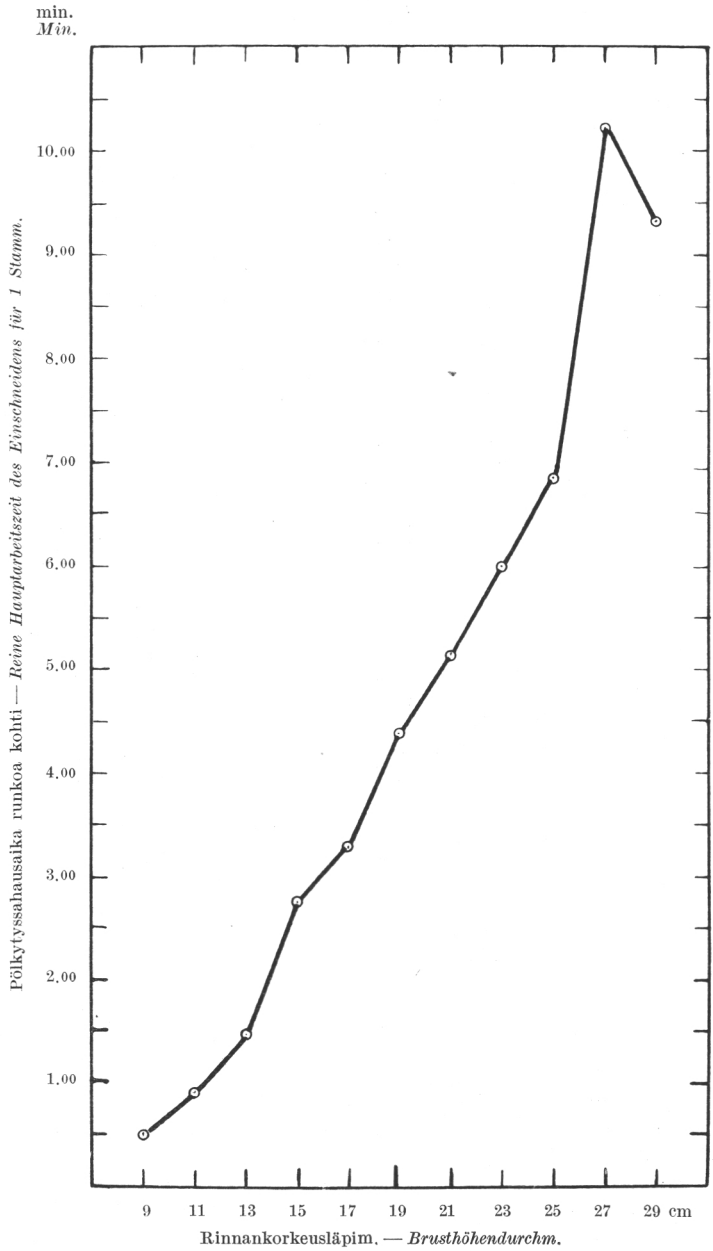
Figur 4. Sägezeiten für Rundstücke.



Piirros 5. Pölkkyjen sahausaika dm² kohti. *Figur 5. Sägezeit der Rundstücke für 1 dm².*

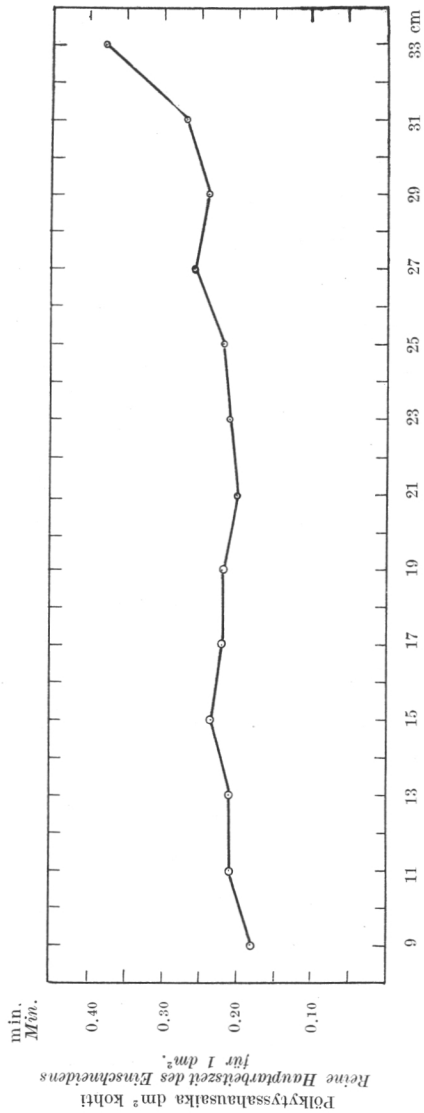


Piirros 6. Pölkkyjen sahauspinta-ala minuutissa. *Figur 6. Schnittfläche der Rundstücke in 1 Minute.*



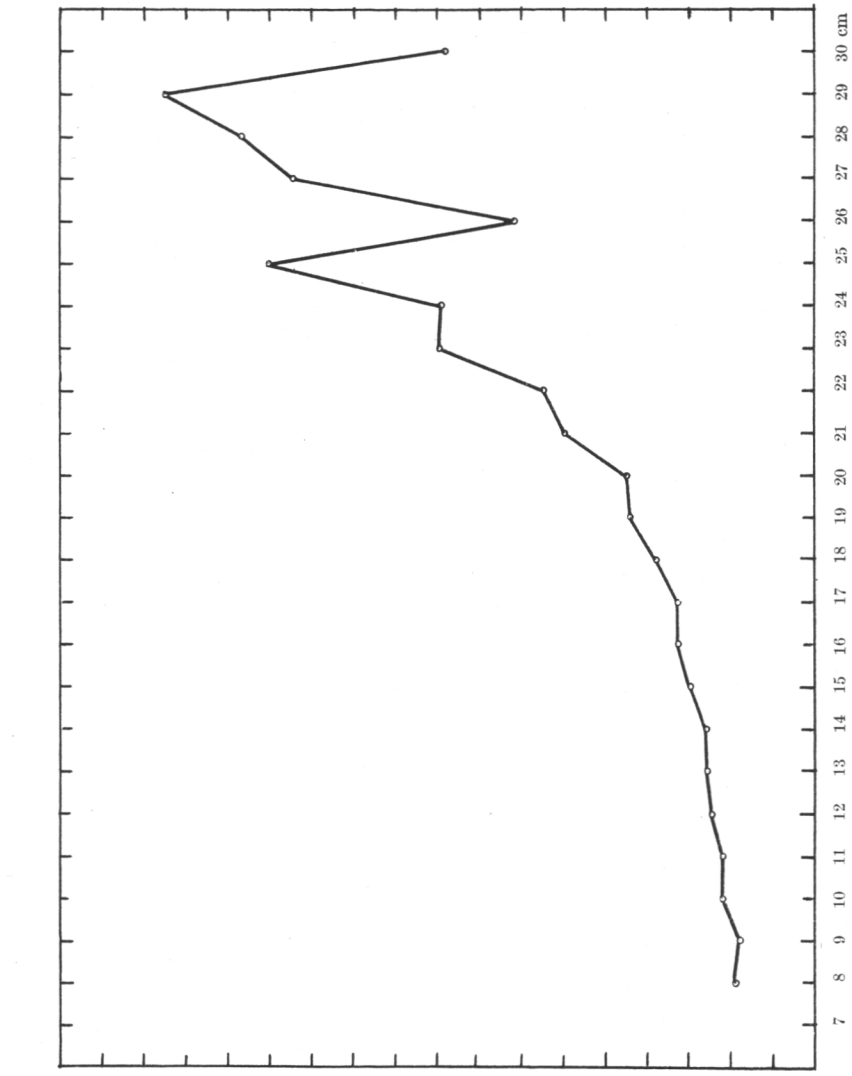
Piirros 7. Runkojen pölkytyssahausaika.

Figur. 7. Reine Hauptarbeitszeiten des Einschneidens für Stämme.



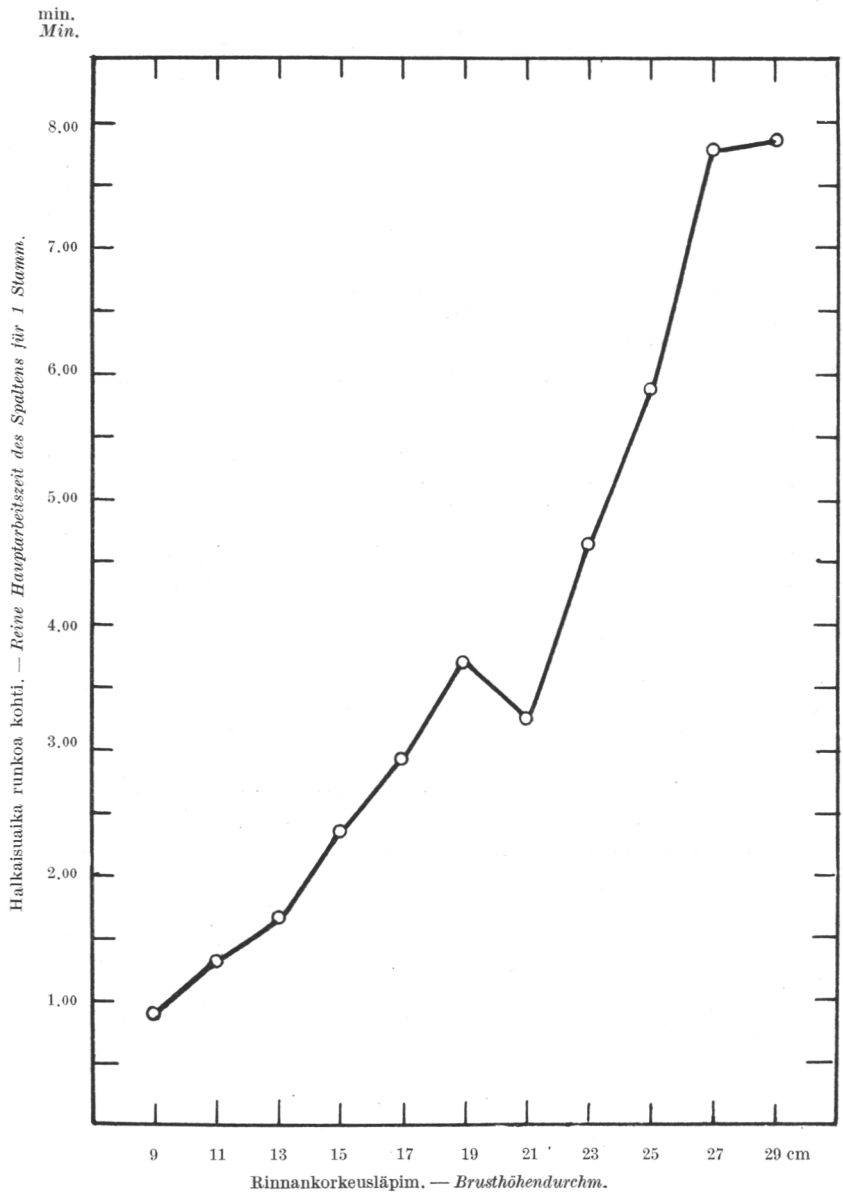
Piirros 8. Runkojen pölkytyssahausaika keskimäärin dm² kohti.

Figur 8. Reine Hauptarbeitszeiten des Einschneidens der Stämme, im Mittel für 1 dm².



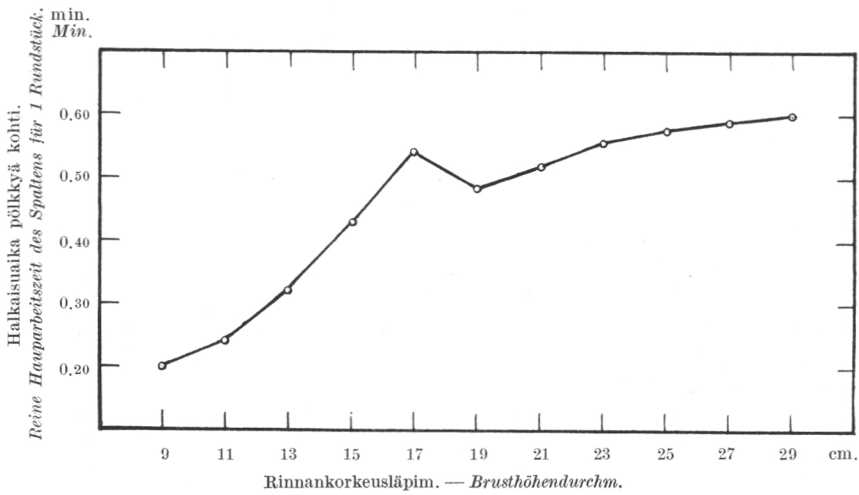
Piirros 9. Pölkkyjen halkaisuaika.

Figur 9. Reine Hauptarbeitszeiten des Spaltens für Rundstücke.



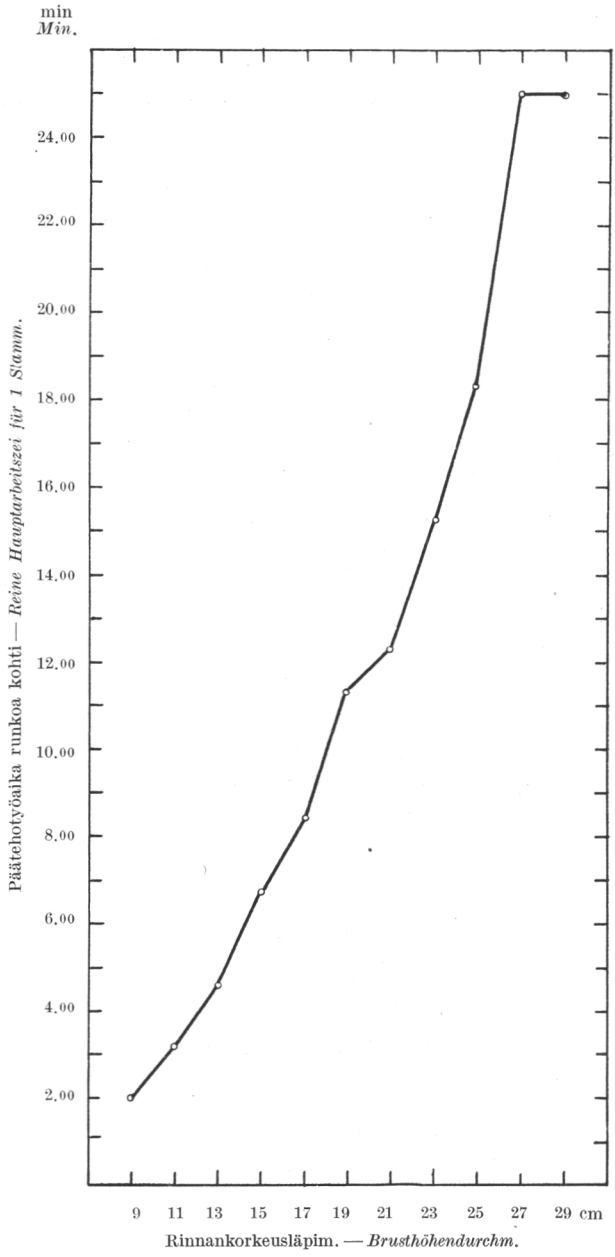
Piirros 10. Runkojen halkaisuaika.

Figur 10. Reine Hauptarbeitszeiten des Spaltens.



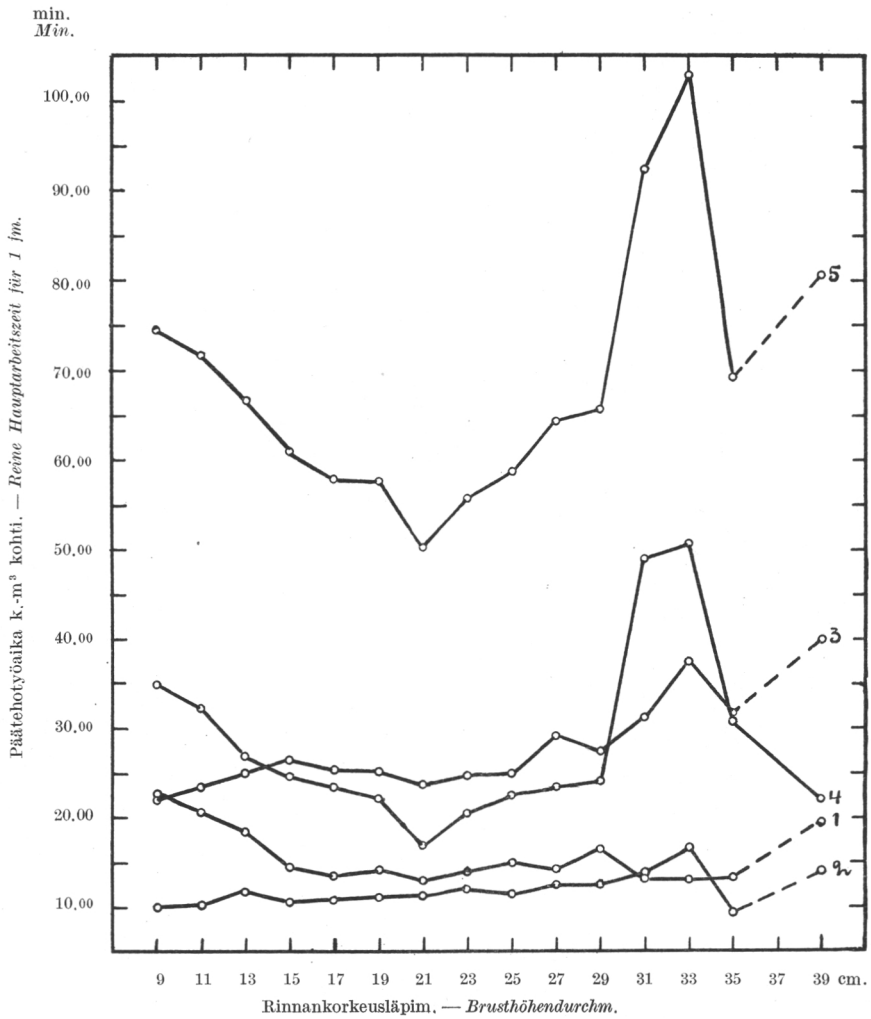
Piirros 11. Halkaisuaika pölkkyä kohti eri paksuisissa rungoissa.

Figur 11. Reine Hauptarbeitszeit des Spaltens an Stämmen von verschiedenen Durchmesserstufen.



Piirros 12. Päätehotyöaika runkoa kohti ilman latomisaikaa.

Figur 12. Reine Hauptarbeitszeit für 1 Stamm ohne dieselbe des Setzens.



Piirros 13. 1. Kaatokatkaisuaika k.-m³ kohti.
2. Oksien katkaisu » » »
3. Pölkytyssahaus » » »
3. Halkaisu » » »
5. Halonteon päätehotyöaika ilman latomista k.-m³ kohti

Figur 13. 1. *Reine Hauptarbeitszeit des Fällens für 1 fm.*
2. » » » *Entästens* » » »
3. » » » *Einschneidens* » » »
4. » » » *Spaltens* » » »
5. *Reine Hauptarbeitszeit der gesamten Hauung ohne dieselbe des Setzens für 1 fm.*

ZEITSTUDIEN IN DER HAUUNG VON BIRKENBRENNHOLZ.

REFERAT.

Einleitung.

(S. 7—8.)

Nach der finnischen Holzverbrauchsuntersuchung wurden in Finnland im Jahre 1927 etwa 24 Mill. rm Brennholz, davon 34 % Birkenbrennholz, verbraucht. Mit einem Anteil des Brennholzes von etwa 35 % am Gesamtholzverbrauch bildet die Brennholzhauung also einen bedeutenden Teil der Waldarbeiten. Eine weitere Erhöhung der Brennholznutzung wäre zwar möglich, aber die Aufbereitung und Abfuhr des Brennholzes erfordert so viel Kosten, dass es auf dem Markte nur schwer konkurrieren kann. Eine Verbesserung kann jedoch durch Herabsetzung dieser und anderer Lieferungskosten zustande gebracht werden.

Zur Klärung dieser Frage müssen zuerst die auf die Kosten der Brennholzhauung einwirkenden Umstände eingehend untersucht werden, d. h. die Vorgänge bei der Brennholzaufbereitung und in der Bearbeitung des Brennholzes im allgemeinen, die Arbeitsmethoden, der Zeitaufwand usw. sind genau festzustellen. Dann erst lassen sich Schlussfolgerungen betr. die vorhandenen Missstände und die Möglichkeiten ihrer Abstellung ziehen.

Als das beste Mittel Unterlagen für derartige Feststellungen zu gewinnen erscheinen Zeitstudien über die Brennholzhauung. Die vorliegende Arbeit bezweckt, die Vorgänge bei der Brennholzhauung zu klären, doch dürfte sie wegen der Beschaffenheit und Ausdehnung der Frage nur als eine orientierende Untersuchung zu betrachten sein. Die Arbeit versucht zunächst eine eingehende Analyse der Waldarbeit und der Brennholzhauung vorzunehmen, die Forschungsmethoden zu entwickeln und eine geeignete Terminologie zu schaffen. Zweitens soll das Untersuchungsmaterial die auf die Brennholzhauung einwirkenden Faktoren klarlegen.

Über die früheren Zeitstudien in der Holzwarenaufarbeitung nebst einer Analyse der Arbeit und der Arbeitszeit.

(S. 9—13.)

Im vorigen Jahrhundert begann man in Deutschland die Arbeitsleistung verschiedener Geräte näher zu untersuchen, besonders nachdem R. Micklitz im Jahre 1860 nachgewiesen hatte, dass die Sägearbeit den wichtigsten Teil der Waldarbeiten bildet. Unter den ältesten Forschern, die sich mit solchen

Fragen befassten, seien Ihrig (1961), Kayser (1861), Hess (1865, 1875), Lorey (1872), Betzhold (1875), Ebert (1877) und Weise (1879) erwähnt.

Nach dem Weltkriege sind die Arbeits- und Geräteuntersuchungen energisch wieder aufgenommen worden. Vor allem ist Professor H. H. Hilf zu nennen, auf dessen Anregung die Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft und das Institut für forstliche Arbeit (Iffa) gegründet worden sind. In den von der erwähnten Gesellschaft und dem Institut veranstalteten Forschungen haben Zeitstudien die Hauptrolle gespielt. Unter den Forschern, deren Untersuchungen dazu beigetragen haben die Forschungsmethoden allmählich festzulegen, bzw. die in ihren Untersuchungen die Vorschriften des Iffa befolgt haben, nennen wir Barth (1931 a, b, c, 1932 a, b), Graumann (1935), Hampe (1927, 1929, 1931, 1933), Hilf (1927 a, b, 1929), von Monroy (1925), Specht (1928), Strehlke (1930) und Stöck (1928, 1930). Für Zeitstudien sind besondere Vordrucke (Iffa-Vordruck D 10) herausgegeben worden, in welche die Aufzeichnungen über die Teilzeiten der Arbeit eingetragen werden. Nach diesem Vordrucken können der Zeitaufwand, der für die Aufarbeitung verschiedener Sortimente benötigt wird, die Verlustzeiten usw. berechnet werden. Es ist zu bemerken, dass die Esszeiten bei der schliesslichen Berechnung ganz unbeachtet bleiben.

Auch in Sowjetrussland sind Zeitstudien im Hauungsbetrieb angestellt worden. Tonkel (1934) hat mittels Zeitvergleichs die Leistungen kanadischer (= finnischer) und russischer Waldarbeiter und Arbeitsgeräte untersucht. Die Arbeits- u. a. Vorgänge, in welche die am Arbeitsplatz aufgewandte Zeit bei der russischen Waldarbeit zerfällt, hat Nesterow (1933) in einem Aufsatz über den Einfluss des Stammdurchmessers auf die Leistung dargelegt. In Schweden hat Ronge die Bedeutung der Arbeitszeit bei der Holzhauung behandelt. In Finnland ist die wissenschaftliche Erforschung der Waldarbeit erst in den letzten Jahren aufgenommen worden. Eine von Lassila (1930) veröffentlichte Untersuchung über das Schichtholz war die erste Arbeit auf diesem Gebiet. Sie enthält eine sehr anschauliche Beschreibung des allgemeinen Charakters der Waldarbeit. Auch werden darin verschiedene Waldarbeiten analysiert. Vuoristo (1933, 1936), der den Abtrieb und die Abfuhr des Sägeblockes in Kiefernbeständen Nord-Finnlands untersucht hat, verteilt die Hauungsarbeit auf verschiedene Arbeitsabschnitte, von denen jeder mehrere Arbeitsmomente umfasst.

Ausser den obenerwähnten Arbeiten gibt es zahlreiche, vornehmlich deutsche und russische Untersuchungen über die Arbeitszeit und die Geräteverwendung im Hauungsbetrieb. Doch lassen sie sich nicht ganz mit der vorliegenden Studie vergleichen, weil nur einige die Birkenholzaufbereitung berühren und die Analyse der Arbeit nicht mit der vorliegenden übereinstimmt.

Die Arbeitsordnung bei der Brennholzhauung.

(S. 14—19).

Die Herstellung von Brennholz wie der übrigen Sortimente geschieht heutzutage meist schlagweise aus vorher angelaschten Bäumen. Wenn der Arbeitsleiter den Arbeiter an seinen Schlag weist, gibt er ihm zugleich Vor-

schriften bezüglich der Masse und Beschaffenheit der Brennhölzer, der Aufstellung der Stösse, des Übermasses, der Schonung des stehenbleibenden Bestandes, der Zäune sowie der Fernsprech- und Kraftleitungen, eventuell macht er auch noch andere Angaben, die zur ordentlichen Ausführung der Arbeit nötig erscheinen. Bevor der Arbeiter seine Arbeit beginnt, verfertigt er einen Längenmassstab von 1 m Länge + Übermass, das am untersuchten Arbeitsplatz 15 cm betrug, so dass die Gesamtlänge des Stabes der gebräuchlichen Höhe eines Waldstosses entspricht. Der Stab wird mit einer 1 m-Skala und (für den Fall, dass Stösse von ½ m Länge aufgestellt werden sollen) mit einer ½ m-Skala versehen, weiter mit Zeichen für den mindesterlaubten Durchmesser der Rundstücke, für den Mindestdurchmesser eines zu spaltenden Rundstücks und für den Grösstdurchmesser, oberhalb dessen die Rundstücke in mehr als zwei Stücke geteilt werden müssen.

Wenn der Mann mit seinen Geräten am Schlag angelangt ist, besteht seine Arbeit zunächst aus Tätigkeiten, die sich als geistige Arbeit ansehen lassen. Er stellt zuerst fest, welche Stämme an der Stelle, wo er beginnt, angelascht sind, überlegt die Fällordnung mit Rücksicht auf die geeignetste Lage des Stosses, für den er einen ebenen und trockenen Platz aussucht. Die Fallrichtung wird bereits in diesem Zusammenhang bestimmt, doch muss sie in Einzelfällen besonders geprüft werden.

Am Stamm schreitet der Arbeiter zuerst zu gewissen vorbereitenden Arbeiten. Dazu gehören die Bestimmung der Fallrichtung, wobei er Rücksicht zu nehmen hat auf verschiedene Faktoren wie Windrichtung und Windstärke, Krümme des Stammes, einseitiges Lagern der Äste, Nähe anderer Bäume usw., ferner das Freimachen des Stammes von allerlei Hindernissen der Sägearbeit, Hauungsabfall, Schnee usw.

Nachdem die vorbereitenden Arbeiten erledigt sind, beginnt der Arbeiter das Fällen in der Regel mit dem Fallkerbhauen. Ein geschickter Holzhauer macht den Kerbboden eben und winkelrecht gegen die Längsachse des Stammes. Wenn die Kerbe nach der Ansicht des Arbeiters tief genug ist, um den Baum in gewünschter Richtung fallen zu lassen, vertauscht er die Axt mit der Säge und fängt an, den Fällschnitt an der entgegengesetzten Seite waagerecht mit dem oberen Rand der Kerbe zu machen. Ist die Fallrichtung die bestmögliche und das Kerbhauen bzw. Sägen richtig ausgeführt, so fällt der Baum ohne weiteres. Doch kommt es oft vor, dass man den Baum nach einer anderen Richtung zwingen muss als er von selbst fallen würde. Dann muss man den Stamm stossen, die Kerbe vergrössern und den Fällschnitt mit Keilen erweitern. Einige Hauungsarbeiter nehmen das Fallkerbhauen und den Fällschnitt in umgekehrter Reihenfolge vor, ein Verfahren, das nicht für ebenso zweckmässig wie die gewöhnliche Ordnung gehalten werden kann.

Ein Umstand, der geeignet ist, das Fällen in hohem Grad zu verzögern, ist das Hängenbleiben des Stammes, was in einem dichten Bestande trotz sorgfältiger Bestimmung der Fallrichtung leicht geschehen kann. Das Zufallbringen erfordert viel Zeitaufwand und mancherlei Arbeiten; bisweilen erweist es sich notwendig, den Baum unter dem Hängengebliebenen abzuschneiden.

Nach vollzogener Fällung sägt der Arbeiter den Waldhieb ab und geht mit seinen Geräten zum folgenden Stamm, wobei er zu berücksichtigen hat, dass eine dem Inhalt des geplanten Stosses oder dem Hauungstagewerk entsprechende Anzahl von Bäumen gefällt wird. Er haut möglichst viele Stämme

in der Nähe der Stossstelle kreuzweise übereinander, am besten so, dass die kleineren Stämme zu unterst zu liegen kommen.

Auf das Fällen folgt das Entästen und das Einschneiden. Das Verfahren bei diesen Hauungsabschnitten ist zweierlei: die Stämme werden entweder alle nacheinander erst ausgeästet und dann alle eingeschnitten oder wechselweise entästet und eingeschnitten. Das Entästen setzt keine anderen Vorarbeiten voraus als vielleicht das Instandsetzen der Axt. Vor dem Einschneiden oder während desselben sind gewisse Vorarbeiten auszuführen, nämlich das Holen oder Machen des Sägebockes, das Heranholen und Instandsetzen der Säge und das Rücken der Stämme für bequemeres Einschneiden. Alle überhängenden Stämme werden zuerst gestückelt, erst dann wird der Sägebock verwendet. Er wird so wenig wie möglich benutzt, hauptsächlich nur beim Einschneiden der Zopfenden und kleiner oder getrenntliegender Stämme.

Die gewöhnliche Länge der Brennholzrundlinge ist 1 m. Da die Länge des Sägeblattes gewöhnlich etwa 105 cm beträgt, setzt der Arbeiter es in den Bügel derart ein, dass der entblösste Teil des Blattes der Länge des Rundstücks entspricht, wodurch er das Messen mit der Säge ermöglicht. Der Ablauf des Einschneidens hängt übrigens von der Ästungsordnung der Stämme ab. Die gewöhnliche Reihenfolge des Entästens und des Einschneidens und Abweichungen davon hängen von der Gewandtheit des Arbeiters sowie von der Beschaffenheit des Bestandes, den Witterungsverhältnissen usw. ab.

Die abgeschnittenen Rundstücke häuft der Arbeiter, mit Rücksicht auf das Spalten, in der Nähe des geplanten Stosses, oder er lässt sie, namentlich die schwereren Stücke, am Einschneideort liegen. Rundstücke auf einen oder mehrere Haufen werfen und tragen bedeutet also Vorbereitung zum Spalten. Dazu kommen als vorbereitende Arbeiten zum Spalten die Beschaffung von Keilen, das Instandsetzen der Axt, das Heranholen und Schärfen des Schäleisens. Weil Rundstücke unter 10 cm ungespalten gelassen und gerändert werden, verwendet der Arbeiter zu dieser Arbeit häufig das Schäleisen statt der Axt. Beim Spalten kommen verschiedene Verfahren vor. Recht gewöhnlich ist, mittels eines kräftigen Axtschlags am Ende des Rundstücks eine erste Spalte zu machen, längs welcher dann mit Seitenschlägen fortgesetzt wird. Ein und dieselbe Axt wird gewöhnlich sowohl beim Spalten als beim Entästen verwendet, doch benutzt bisweilen der Holzhauer eine besondere, keilförmige Axt für das Spalten. Bei gedrehtem Holz oder an sonst schwer spaltbaren Rundstücken werden ausserdem hölzerne oder eiserne Keile verwendet.

Bevor der Arbeiter mit dem Setzen beginnen kann, sind verschiedene Vorarbeiten auszuführen. Falls es während des Einschneidens noch nicht geschehen ist, häuft der Arbeiter die Hölzer durch Werfen oder Tragen in 1 m Entfernung vom geplanten Stoss. Darauf sucht er zum Stossrahmen dienliche Hölzer aus, schneidet die Endpfähle in nötiger Länge ab, schlägt sie ein und legt über sie eine sog. Sparre in der Weise, dass die triangulär angespitzten Enden der Pfähle in die an der Sparre gemachten triangulären Einschnitte eingesteckt werden. An der Aussenseite des Stosses werden neben die Endpfähle zwei Querhölzer gelegt, auf denen die Unterlagen zu ruhen kommen. Dadurch werden die Unterlagen ganz vom Boden getrennt, so dass die Querhölzer im Fall unzulänglichen Eindringens der Endpfähle das Verschieben derselben hemmen. Wenn der Rahmen fertiggestellt ist, fängt das Setzen an. Von der Qualität der Hölzer und ihrem Anpassen hängt die Dichte des Stosses, die

möglichst gross werden soll, wesentlich ab. Dies setzt beim Holzhauer viel Geschicklichkeit voraus.

Analyse der Hauungsarbeit und der Brennholzaufbereitung nebst ihrer Terminologie.

(S. 20—24.)

Bevor Zeitstudien vorgenommen werden, muss man sich mit der zu untersuchenden Arbeit und ihrem Ablauf genau vertraut machen. Auch ist es notwendig, die verschiedenen Begriffe klar zu unterscheiden und jeden Begriff so auszudrücken, dass alle Missverständnisse ausgeschlossen sind. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Zeitstudie erschien es nötig die Hauungsarbeit und die dabei in Frage kommende Zeit sorgfältig zu zergliedern, denn dies Moment ist in früheren finnischen Untersuchungen nicht genügend beachtet worden. Auf Grund der abweichenden Zerlegungsmethode haben die folgenden Ausdrücke vielleicht in einigen Fällen eine etwas andere Bedeutung als die in der deutschen Analyse der Waldarbeit benutzten.

Einzelne Tätigkeiten und Vorgänge bei der Arbeit werden in der vorliegenden Untersuchung Arbeitsarten genannt; diese bestehen aus Arbeitsbewegungen. Die Arbeitsarten werden je nach ihrer Beschaffenheit in verschiedene Gruppen eingeteilt. Die Arbeitsarten, die die Erreichung des Hauptzweckes unmittelbar fördern, werden als reine Arbeit bezeichnet.

Die gesamte Zeit des Holzhauers während der Waldarbeiten lässt sich auf zwei Hauptabschnitte aufteilen: die Freizeit und die Arbeitszeit. Unter Freizeit wird hier die Zeit verstanden während welcher der Arbeiter nicht am Arbeitsplatz anwesend ist, folglich auch während der Fahrt zu und von demselben, bzw. wenn er sein Essen am Arbeitsplatz oder ausserhalb desselben einnimmt. Die tägliche Arbeitszeit, ausgenommen die Esszeit, umfasst die Zeitdauer von dem Augenblick an, wo der Arbeiter an der Arbeitsstelle sein Gerät ergreift oder seine erste Arbeitsbewegung ausführt, bis zu dem Augenblick der letzten Arbeitsbewegung, nach welcher er den Arbeitsplatz verlässt.

In der Waldarbeit können die Arbeitsarten in vier Gruppen eingeteilt werden: die reinen Arbeitsarten, die Laufarten, die Ruhearten und die Verlustarten. Die wichtigsten Arbeitsarten, die reinen Arbeitsarten, bestehen aus eigentlichen und vorbereitenden reinen Arbeiten. Die eigentliche reine Arbeit zerfällt weiter in die Hauptarbeit und die Hilfsarbeit.

Zu den Laufarten gehören alle für die Ausführung der Arbeit erforderlichen Gänge.

Ruhearten sind alle durch den freien Willen des Arbeiters bestimmten, hauptsächlich vom Ruhebedarf herrührenden Arbeitsunterbrechungen und Kaffeepausen am Arbeitsplatz.

Unter Verlustarten sind alle vom Willen des Arbeiters unabhängigen Abbrüche in der Arbeit zu verstehen, ebenso alle unnötigen Abbrüche, die auf den Arbeiter oder die Arbeitsleitung zurückzuführen, oder durch die Arbeitsorganisation veranlasst sind.

Die mit anderen Arbeitsarten abwechselnden reinen Arbeitsarten können in den betr. Gruppen gleichartig oder ungleichartig sein. In der Gruppe der

eigentlichen reinen Arbeiten gibt es gewöhnlich eine Hauptarbeitsart. Die reinen Arbeiten nebst den übrigen Arbeitsarten gruppieren sich zu Arbeitsabschnitten. Diese enthalten also alle Arbeitsarten, weichen aber darin voneinander ab, dass die Hauptarbeit in jeder verschieden ist.

Mithin verteilt sich die Arbeitszeit auf zweierlei Weise, und zwar nach den Arbeitsarten auf die reine Arbeitszeit, Laufzeit, Ruhezeit und Verlustzeit, nach den Arbeitsabschnitten wiederum auf so viele Abschnittszeiten,wie es Hauptarbeiten gibt. Die reine Arbeitszeit enthält die auf die reinen Arbeiten aufgewandte Zeit und zerfällt in die eigentliche reine Arbeitszeit und die vorbereitende reine Arbeitszeit. Die eigentliche reine Arbeitszeit besteht aus der Hauptarbeitszeit und der Hilfsarbeitszeit. Die Laufzeit umfasst die auf die Laufarten aufgewandte Zeit, die Ruhezeit die auf die Ruhearten verwendete Zeit, welche sich den verschiedenen Arten nach zerlegen lässt. Die Verlustzeit kann ebenso nach den verschiedenen Verlustarten gegliedert werden.

Die obenangeführten Ausdrücke sind in der vorliegenden Untersuchung für die betr. Gemeinbegriffe verwendet worden. Ausserdem haben die entsprechenden Begriffe der Brennholzhauung genau definierte Bedeutungen erhalten.

Für die Arbeit und die Arbeitszeit bei der Brennholzaufarbeitung werden die Ausdrücke Brennholzhauung bzw. Brennholzhauungszeit verwendet. Bei der Brennholzhauung sind insgesamt fünf Abschnitte unterschieden, nämlich das *Fällen*, das *Entästen*, das *Einschneiden*, das *Spalten* und das *Setzen*. Die Dauer des Abschnittes wird mittels Hinzufügung des Wortes Zeit bezeichnet, also Fällzeit, Entästezeit, Einschneidezeit, Spaltezeit, Setzzeit. Die Verteilung der reinen Arbeitsarten auf die verschiedenen Abschnitte wird durch die Ausdrücke reine Fällarbeit, reine Entästearbeit, reine Einschneidearbeit, reine Spaltearbeit, reine Setzarbeit bezeichnet. Durch Hinzufügung des Wortes Zeit wird die gesamte Dauer der vorbereitenden und der eigentlichen reinen Arbeiten in jedem Abschnitt angegeben. Die Ausdrücke für die Hauptarbeit der reinen Arbeit in jedem Abschnitt sind: reine Hauptarbeit des Fällens, des Entästens, des Einschneidens, des Spaltens, des Setzens.

Den Arbeitsarten nach gliedert sich die Brennholzhauungszeit wie folgt:

Brennholzhauungszeit.

1. Reine Arbeitszeit
   - 11. Reine Fällarbeitszeit
   - 12. » Entästearbeitszeit
   - 13. » Einschneidearbeitszeit
   - 14. » Spaltearbeitszeit
   - 15. » Setzarbeitszeit
2. Laufzeit
3. Ruhezeit
4. Verlustzeit

Die reinen Arbeitszeiten zerfallen wie in der folgenden Gliederung unten.

Nach den Arbeitsabschnitten zerlegt sich die Brennholzhauungszeit folgendermassen:

Brennholzhauungszeit.

1. Fällzeit
   - 11. Reine Fällarbeitszeit
     - 111. Eigentliche reine Fällarbeitszeit
       - 1111. Reine Hauptarbeitszeit des Fällens
       - 1112. » Hilfsarbeitszeit » »
     - 112. Vorbereitende reine Fällarbeitszeit
   - 12. Laufzeit
   - 13. Ruhezeit
   - 14. Verlustzeit

2. Entästezeit
   - 21. Reine Entästearbeitszeit
     - 211. Eigentliche reine Entästearbeitszeit
       - 2111. Reine Hauptarbeitszeit des Entästens
       - 2112. » Hilfsarbeitszeit » »
     - 212. Vorbereitende reine Entästearbeitszeit
   - 22. Laufzeit
   - 23. Ruhezeit
   - 24. Verlustzeit

3. Einschneidezeit
   - 31. Reine Einschneidearbeitszeit
     - 311. Eigentliche reine Einschneidearbeitszeit
       - 3111. Reine Hauptarbeitszeit des Einschneidens
       - 3112. » Hilfsarbeitszeit » »
     - 312. Vorbereitende reine Einschneidearbeitszeit
   - 32. Laufzeit
   - 33. Ruhezeit
   - 34. Verlustzeit

4. Spaltezeit
   - 41. Reine Spaltearbeitszeit
     - 411. Eigentliche reine Spaltearbeitszeit
       - 4111. Reine Hauptarbeitszeit des Spaltens
       - 4112. » Hilfsarbeitszeit » »
     - 412. Vorbereitende reine Spaltearbeitszeit

5. Setzzeit
   - 51. Reine Setzarbeitszeit
     - 511. Eigentliche reine Setzarbeitszeit
       - 5111. Reine Hauptarbeitszeit des Setzens
       - 5112. » Hilfsarbeitszeit » »
     - 512. Vorbereitende reine Spaltearbeitszeit
   - 52. Laufzeit
   - 53. Ruhezeit
   - 54. Verlustzeit

Die Durchführung der Untersuchungen.

(S. 25—37).

Beschreibung der untersuchten Schläge.

(S. 25—26.)

Die Untersuchungen wurden in zwei angrenzenden, im Privatbesitz befindlichen Beständen der Güter Näsi und Luukkonen, wo die Staatseisenbahnen Birkenbrennholz abtrieben, angestellt. Die Güter gehören zur Gemeinde Hartola und liegen östlich vom Päijänne-See. Durch die untersuchten Bestände laufen drei Landstrassen, so dass die Abfuhrstrecke ziemlich kurz ist. Untersucht wurden vom 9. bis 22. XI. 1935 insgesamt 23 Schläge, von denen sich 11 im Bestande des Gutes Näsi, 12 im Bestande des Gutes Luukkonen befanden. Vorzugsweise wurden Bestände von Heidelbeertypus untersucht, (sämtliche Schläge von Luukkonen und 6 Schläge von Näsi).

Das Alter der Bestände wechselt zwischen 60 und 100 Jahren. Was die Holzarten betrifft, zeigen die Schläge von Luukkonen ein Birkenübergewicht sowohl mit Bezug auf die Anzahl der Stämme wie auf den Festgehalt, während einige Schläge von Näsi Nadelholzübergewicht mit Birkeneinschlag aufweisen. Bezüglich der Dichte waren sämtliche Schläge recht gleichartig, und zwar entweder von Natur oder infolge Durchforstungen ziemlich licht. Aus der Aufstellung (S. 26) ist die Anzahl der Schläge in Beständen von verschiedener Dichte ersichtlich (*tiheysaste* = Dichtegrad, *koealojen lukumäärä* = Anzahl der Probeflächen).

Hinsichtlich der Geländeverhältnisse waren die Bestände sehr verschieden. Als der Arbeit hinderliche Faktoren mögen Höckerigkeit, Grubigkeit, Steinigkeit und Wässerigkeit des Bodens und der Abfall von früheren Hauungen erwähnt werden. Die Brennholzhauung war teils eine Art Reinigungsabhieb, teils Nachlichtung. Die Anzahl der gestempelten Stämme war in den beiden Beständen nahezu gleich. In Näsi 288 Stämme mit 3.8 m Mittelentfernung zwischen den Stämmen, in Luukkonen 240 Stämme mit 4 m Mittelentfernung.

Die Witterungsverhältnisse während der Untersuchung.

(S. 26—27.)

Unter den die Leistung und die Dauer der Arbeit beeinflussenden Faktoren sind die beim Arbeitsfortgang herrschenden Witterungsverhältnisse vor allem zu nennen. Die Temperatur war während des ganzen Fortgangs der Untersuchung recht günstig. Der September war am wärmsten mit einer Mitteltemperatur von + 8.5 C°, dann der Oktober mit + 5.7 C°, die Mitteltemperatur des November war + 2.9 C°. Die Mitteltemperatur sämtlicher Tage betrug + 5.6 C°, also ungefähr die des Oktober.

Die Hauungsarbeiter.

(S. 27—29.)

Bei der Brennholzhauung beschäftigt waren etwa 40—50 Arbeiter. Untersucht wurde die Arbeit von 22 Holzhauern. Die betreffenden Arbeiter wurden nicht besonders ausgewählt. Die Zeitaufnahmen wurden einfach des Morgens angefangen an Schlägen solcher Arbeiter, von denen man im voraus wusste,

dass sie die Arbeit mit dem Fällen beginnen würden. Dem Alter nach verteilten sich die Holzhauer so wie die Aufstellung S. 28 angibt. *(Ikäluokka v.* Altersklasse. *Tehnyt metsätöitä v.*, Waldarbeitsjahre. *Työmiesten lukumäärä*, Anzahl der Arbeiter). Man ersieht daraus, dass die Zahl der Arbeitsjahre bis auf ein paar Ausnahmen mit zunehmendem Alter wächst.

Die Arbeiter wohnten entweder zu Hause oder auf den benachbarten Bauernhöfen. Die nächsten Quartiere der Arbeiter in Näsi lagen in einer Mindestentfernung von 2—4 km, während die Arbeiter in Luukkonen ganz in der Nähe des Arbeitsplatzes untergebracht waren. Bei grosser Entfernung vom Quartier verzehrten die Arbeiter während der Arbeitszeit nur mitgeführte trockene Speise, eine kräftigere Mahlzeit dagegen erst am Abend, bisweilen jedoch auch am Morgen vor der Abfahrt. In Luukkonen herrschten bessere Verpflegungsverhältnisse, indem die Mehrzahl der Arbeiter in der Essenspause auf den naheliegenden Höfen gekochtes Essen erhielten oder dieses durch den eigenen Mundvorrat ergänzten. Auch beim Kaffeetrinken wurden die Höfe aufgesucht. Der Ernährungszustand dieser Arbeiter war gut. Infolge der erwähnten Hofbesuche waren die Esszeiten in Luukkonen länger als in Näsi, (14 % gegenüber 7 % der gesamten Arbeitszeit).

Weil die Arbeit eines Arbeiters nur einen oder ein paar Tage beobachtet wurde, ist es schwer den Einfluss der Wohnungsverhältnisse, der Verpflegung usw. auf die Leistung zu beurteilen. Auch darf man annehmen, dass die Untersuchung am Schlage des Arbeiters die Leistung auf irgend eine Weise beeinflusst. Im allgemeinen ist zu konstatieren, dass die Arbeiter von den Zeitaufnehmern wenig Notiz nahmen. Diese haben sich auf keine Weise in die Arbeit eingemischt, den Arbeitern Ratschläge gegeben oder sie gestört. Erst eine mehrere Tage dauernde Beobachtung der Arbeit eines und desselben Arbeiters hätte die Frage der Einwirkung der Untersuchung auf die Leistung klargelegt, doch hätte anderseits die Untersuchung dadurch nur dazu beigetragen die Leistung zu erhöhen, da der Arbeiter in Erwartung der Untersuchung eventuell sein Gerät bereits im Quartier instandgesetzt hätte.

Die Arbeitsgeräte.

(S. 29—31.)

Über jede Säge und Axt wurden möglichst eingehende Angaben auf besonderen Vordrucken aufgezeichnet. Da eine Sonderuntersuchung über diese Geräte in Vorbereitung ist, wird der Gebrauch der Geräte hier nur beiläufig berührt.

Von den 23 Äxten waren 17 Marke Billnäs, 3 Kellokoski und 3 ohne deutliche Fabrikmarke. Das Gebrauchsalter variierte stark: 1 Axt war ganz neu, 1 Axt war einen Monat, 4 Äxte waren drei Monate, 2 Äxte sechs Monate, 5 Äxte ein Jahr, 6 Äxte zwei Jahre und 4 Äxte über acht Jahre in Verwendung gewesen. Die ältesten Äxte hatten natürlich eine Zeitlang ungebraucht gelegen. Alle obengenannten Äxte sind Universaläxte und kommen bei den verschiedensten Waldarbeiten zur Verwendung. Die Hälfte war in gutem Zustand, während die anderen hinsichtlich der Schärfung oder in bezug auf den Stiel weniger geeignet waren. Das Schleifen der Äxte wurde in der Regel am Wohnort ausgeführt, wo ein Schleifstein vorhanden war; das zufällige Schärfen der Axt am Arbeitsplatz wurde meist mit einer Feile vorgenommen.

4686,—36

Von den benutzten Sägen waren die meisten schwedische Fabrikate, und zwar 13 Marke Sandvik und 6 Marke Orsia. Die Gebrauchszeit des Sägeblatts ist ziemlich kurz, weil es verhältnismässig leicht bei der Waldarbeit abbricht. Von den Sägen waren zehn weniger als 1 Monat, eine 6 Monate, eine 9 Monate und eine 14 Monate alt, während die übrigen 9 ein Gebrauchsalter von 1 bis 4.5 Monaten aufwiesen. Der Zustand der Sägen war recht gut, was vielleicht auf die Untersuchung zurückzuführen ist, da die Holzhauer bestrebt waren, ihr Gerät im Stande zu halten. Der Bügel war an 5 Sägen weniger gut, nur 3 Sägeblätter waren in weniger gutem Zustand. Beim Schärfen kam hauptsächlich eine Triangelfeile zur Verwendung, bei der Schränkung das Schränkeisen, abgesehen von einem Fall, wo die Feile benutzt wurde. Die Schrankweite war in 19 Fällen 1 mm, in 3 Fällen 1.2 mm. Der Schärfwinkel war 64° in allen Fällen ausser einem, wo er 76° betrug. Da die gewöhnlichste Gradzahl an finnischen Sägen 64, die nächstgewöhnliche 76 ist, waren also Sägen von beider Art in Verwendung.

Das Untersuchungsmaterial.

(S. 31—33.)

Wie früher erwähnt worden ist, wurden Zeitaufnahmen in der Zeit vom 9. bis 22. XI. 1935 an 23 Schlägen vorgenommen. Die Untersuchung umfasste die Zeitfolge von 38 Arbeitstagen oder 12 513.73 Minuten, wovon 5 877.10 auf die ersten 11 Schläge von Näsi und 6 636.63 auf die 12 Schläge von Luukkonen entfielen. Die aufgenommenen Esszeiten betrugen insgesamt 1 501.40 Minuten, davon 425.11 Min. in Näsi und 1 076.29 in Luukkonen. Die Anzahl der gefällten Stämme, an denen ausser der gesamten Fällzeit die Zeit für das Fallkerbhauen und den Fällschnitt getrennt aufgezeichnet wurde, war in Näsi 237 Stück und in Luukkonen 242 Stück, im ganzen also 479 Stämme. Der Gesamtanfall umfasst 90 Stösse, die nach der vom Arbeitsleiter vorgenommenen Abnahme, bei welcher das Übermass nicht mitgerechnet wurde, 106.27 rm enthalten. Nach genauer Messung entspricht diese Menge 127.16 rm, wovon jedoch 15.60 rm aus dem Abfall früherer Hiebe aufbereitetes Brennholz sind. Untersuchungen über die reine Hauptarbeitszeit, von den zum Fällabschnitt gehörigen abgesehen, wurden nur in Luukkonen vorgenommen, also bei der Aufarbeitung von 242 Stämmen, aus welchen sich insgesamt 2 403 Brennholzrundstücke ergaben.

Nach dem mit der Rinde gemessenen Brusthöhendurchmesser verteilen sich die gefällten Stämme auf Stufen, wie die Aufstellung auf S. 32 oben zeigt. Die Aufstellung auf Seite 33 gibt an, wie sich die erwähnte Rundstückzahl 2 403 auf Stufen nach dem Zopfdurchmesser verteilt.

Die Untersuchungsmethode.

(S. 33—37.)

Die Untersuchung hatte den Zweck, die charakteristischen Züge der Brennholzhauung, das Zerfallen der Arbeitszeit in Arbeitsabschnitte und in Arbeitsarten klarzulegen. Weiter wurde die Dauer der eigentlichen reinen Arbeit in den verschiedenen Abschnitten, die Länge des Arbeitstages und die tägliche Leistung untersucht.

Die Arbeit jedes untersuchten Arbeiters wurde einen ganzen Tag oder länger beobachtet, bis sämtliche Stämme, bei denen die Zeitaufnahmen mit dem Fällen begannen, als Brennhölzer im Stosse lagen. In dieser Weise wurden die Gesamtzeit und die Teilzeiten der Aufarbeitung eines Raummeters sowie die Beziehungen der verschiedenen Abschnittzeiten und Artzeiten klargelegt.

Untersuchungen über die Arbeitszeit.

(S. 33—35.)

Die Zeitaufnahmen wurden morgens beim Beginn des Fällens begonnen, indem die Stoppuhr in Gang gesetzt und die Uhrzeit mit Sekundengenauigkeit aufgezeichnet wurde in dem Augenblick, wo der Holzhauer sein Gerät ergriff. Die Zeiten für die verschiedenen Arbeitsarten wurden mit einer Genauigkeit von 1/100 Minute auf der Stoppuhr abgelesen und in die betr. Spalten eingetragen. Über die Beschaffenheit der Vorarbeiten, der Ruhe- und Verlustzeiten wurden in einer besonderen Spalte Bemerkungen verzeichnet. Auf diese Weise ergaben sich die Artzeiten des Fällabschnitts je Stamm.

Die übrigen Arbeitsabschnitte folgen nicht an ein und demselben Stamm unmittelbar aufeinander, sondern zu verschiedenen Abschnitten gehörende Arbeitsarten werden wechselweise ausgeführt. Daher wurden die Arbeitsartzeiten des Ästens, Einschneidens, Spaltens und Setzens so aufgenommen, wie sie aufeinander folgten. Wenn zu verschiedenen Arbeitsabschnitten gehörende Artzeiten unter sich wechselten, wurde die Zeit zu dem Abschnitt gerechnet, zu dem die Art zu gehören schien.

Ausser den gestempelten grünen Bäumen wurden auch vertrocknete, aufrechtstehende Bäume und die bei früheren Hieben liegengebliebenen Zopfenden von Furnier- und Sägeblockstämmen zu Brennholz verarbeitet. Die Aufarbeitungszeit derselben wurde besonders gemessen und ist folglich in die gesamte Arbeitszeit einbegriffen.

Längere Ruhe- und Essenspausen sowie der Schluss des Arbeitstages wurden in der Bemerkungsspalte des Vordrucks verzeichnet.

An jedem Stamm wurde der Brusthöhen- und der Stammfussdurchmesser gemessen. Jedesmal wurden zwei winkelrecht gekreuzte Messungen mit einer Genauigkeit von 1 mm vorgenommen und ihr Mittelwert als richtiger Durchmesser verzeichnet. Weiter wurde die Anzahl der Rundstücke des einzelnen Stammes gezählt und ihr Zopfdurchmesser gemessen. Der Anfall in rm wurde sowohl ohne wie mit Übermass aufgezeichnet. Um das letztere zu erhalten wurde das Messverfahren des Verfassers bei seiner Untersuchung über die Stossdichte (Vgl. Aro 1931) befolgt. Die Länge eines jeden Stammes und astreinen Stammteils wurde mit einer Genauigkeit von ½ m, die Abstände zwischen den Stöcken mit einer Genauigkeit von 1 m gemessen.

Die Geräte wurden eingehend gemessen, indem die verschiedenen Masse und die Form der Axt, ihrer Schneide und ihres Stiels, sowie des Sägeblatts und der Zähne, genau vermerkt wurden. Ferner wurde das Gewicht des Geräts, sein Zustand, sein Alter und seine Verwendungsart genau aufgezeichnet.

Über jeden Arbeiter wurde eine ausführliche Beschreibung abgefasst, woraus seine Arbeitsmethoden und die von ihm befolgte Reihenfolge der verschiedenen Arbeitsarten hervorgingen. In diesem Bericht wurden ausserdem die seine Arbeit störenden Faktoren und die Witterungsverhältnisse während der Arbeitszeit erwähnt.

Untersuchungen über die reine Hauptarbeitszeit.

(S. 35—37.)

Wegen der oben erwähnten wechselnden Arbeitsordnung liessen sich die Abschnitt- und Artzeiten für einen ganzen Stamm nur im Fällabschnitt darlegen. Bei der Herstellung von Brennholz aus Stämmen von verschiedener Grösse macht sich ihre Einwirkung vor allem bei den reinen Hauptarbeiten geltend. Der zweite Zeitaufnehmer wurde deshalb beauftragt, den Zeitaufwand je Stamm auf die reine Hauptarbeit des Entästens, des Einschneidens und des Spaltens aufzuzeichnen.

Dabei wurde zu der reinen Hauptarbeitszeit des Entästens die Gesamtzeit gerechnet, die vom Abhauen des ersten Astes bis auf das Abschneiden des Zopfes auf Arbeit und Läufe aufgewandt wurde. Beim Einschneiden wurde die Schnittzeit jedes Rundstücks vom ersten Sägezug bis zum Lostrennen des Stückes vermerkt. Durch Zusammenrechnen der Schnittzeiten der einzelnen Rundstücke eines Stammes wurde dann die wirkliche Einschneidezeit für jeden Stamm erhalten. Die auf das Messen des Stammes sowie auf das Rücken desselben und des Sägebocks aufgewandte Zeit wurde unberücksichtigt gelassen. Beim Spalten wurde die reine Hauptarbeitszeit am ganzen Stamm sowie die Zeit an allen seinen Rundstücken aufgezeichnet, während die restlichen reinen Arbeiten des Spaltens nicht vermerkt wurden. Diese Untersuchungen über die reine Hauptarbeit wurden gleichzeitig mit der Arbeitszeitstudie und an denselben Schlägen angestellt.

Da die Entästezeit von der Länge des ästigen Zopfes und von der Anzahl und Stärke der Äste abhängig ist, wurde die Länge eines jeden geästeten Zopfendes mit einer Genauigkeit von ½ m und die Zahl der Äste in verschiedenen Stärkestufen vermerkt. Die Stufen waren (Äste unter 1 cm wurden unbeachtet gelassen): 2 cm (1.0—2.9 cm), 4 cm (3.0—4.9 cm), 6 cm (5.0—6.9 cm), 8 cm (7.0—8.9 cm) und 9 + cm. Die Stärke der Äste wurde an der Schnittstelle am Stamm gemessen.

Bei jedem Rundstück wurde auf dem Vordruck der Zustand (gesund, hartvermorscht, weichvermorscht, hohl), die Struktur des Holzes (gerade, gedreht, maserig) und die Ästigkeit vermerkt.

Ausser der Stoppuhr wurde eine gewöhnliche Taschenuhr benutzt, auf welcher die gesamte Arbeitszeit abgelesen wurde. Die Artzeiten wurden so erhalten, dass die Stoppuhr beim Beginn der Arbeitsart in Gang gesetzt wurde und dann am Schluss zweimal auf den Knopf gedrückt wurde, wenn der Zeiger die Nullage einnahm und zugleich sich in Bewegung setzte.

Alle absoluten Zeitzahlen der Untersuchung sind Minuten und Hundertstel Minuten. Wenn andere Zeiteinheiten gebraucht werden, ist dies besonders bemerkt.

Die Untersuchungsergebnisse.

(S. 38—97.)

Die Arbeitszeit.

(S. 38—68.)

Die Arbeitszeitaufnahmen umfassen die Zeiten der sämtlichen Arbeitsarten. Ehe sie sich benutzen liessen, erwies es sich als notwendig, die Differenz

zwischen den Zeiten der gewöhnlichen Uhr und der Stoppuhr auszugleichen. Da die fortlaufende Zeit als tatsächliche Arbeitszeit angesehen wurde, mussten die Zeitdifferenzen zwischen den beiden Uhren, die täglich entstanden, gleichmässig auf den ganzen Tag verteilt werden. Bei diesem Ausgleich wurde so verfahren, dass die Zeitdifferenz auf die Ruhezeiten der verschiedenen Arbeitsabschnitte in gleichem Verhältnis wie die Ruhearten auf die verschiedenen Abschnitte verteilt wurden. Aus der Aufstellung auf Seite 38, in welcher die Tage und die Zeitdifferenzen in % der Arbeitszeit, der reinen Arbeitszeit, der Ruhezeit und der gesamten Ruhe- u. Verlustzeit angegeben sind, ist ersichtlich, dass die Differenzen ziemlich klein waren. Nach Fuchs (1931) erfüllt eine Zeitstudie ihren Zweck nicht, wenn die Differenz mehr als 3 % beträgt, bei unseren Untersuchungen wurde diese Zahl nie erhalten.

Die proportionale Verteilung der Brennholzhauungszeit auf die Hauungsabschnitte.

(S. 39—41.)

Die Brennholzhauungszeit an einem Schlag besteht aus der Zeit aller Tage, abzüglich der Esszeit, an denen dort gearbeitet wurde. Die Summe der Brennholzhauungszeiten sämtlicher Schläge gibt die Brennholzhauungszeit des gesamten Materials an.

Da die Arbeitszeiten verschiedener Tage und verschiedener Schläge stark wechseln, sind die absoluten Zahlen nicht geeignet, das Zerfallen der Brennholzhauungszeit in Arbeitsabschnitte zu zeigen. Daher wurde die Verteilung der Hauungszeit auf Hauungsabschnitte an jedem Schlag sowie im ganzen Material (Schläge 1—23) und getrennt für Näsi (Schläge 1—11) und Luukkonen (Schläge 12—23) proportional berechnet (Tabelle 1, S. 40).

An der überwiegenden Mehrzahl von Schlägen weist das Einschneiden, das Spalten und das Setzen viel grössere Zahlen auf als das Fällen und das Entästen. Obschon die Reihenfolge nach der Grösse an einzelnen Schlägen wechselt, ist sie in den beiden Beständen und im ganzen Material folgende: Einschneiden, Spalten, Setzen, Fällen und Entästen. Im gesamten Material erfordert also das Einschneiden 33.7 %, das Spalten 28.8 %, das Setzen 19.3 %, das Fällen 10.5 % und das Entästen 7.7 % der gesamten Hauungszeit.

Die proportionale Verteilung der Brennholzhauungszeit und der Arbeitsabschnittzeiten auf die Arbeitsarten.

(S. 41—42.)

Da die Arbeitsabschnitte mehrere Arbeitsarten enthalten, ist es angebracht, den Anteil dieser Arten an den getrennten Abschnitten zu mustern. In Tab. 2 ist der prozentuale Anteil der reinen Arbeitsarten, der Laufarten, der Ruhearten und der Verlustarten an jedem Abschnitt und an der ganzen Brennholzhauung angegeben, gesondert für die eigentlichen und die vorbereitenden reinen Arbeiten. Die Zahlen für Näsi, für Luukkonen und für das gesamte Material sind in der Tabelle nebeneinander gestellt. Aus den Zahlen geht hervor, dass die reinen Arbeitsarten und unter diesen die eigentlichen reinen Arbeiten einen überwiegenden Anteil in sämtlichen Abschnitten bilden. In allen Abschnitten ausser dem Fällabschnitt beträgt die reine Arbeitszeit mehr als 90 % der gesamten Abschnittzeit.

Mustern wir den Anteil der eigentlichen und der vorbereitenden reinen Arbeiten an den verschiedenen Abschnittzeiten, so zeigt sich, dass die vorbereitenden reinen Arbeiten beim Entästen, Einschneiden und Spalten recht gering sind, während ihr Anteil beim Setzen etwa 41 % der ganzen reinen Arbeitszeit und 37.5 % der ganzen Abschnittzeit bildet; beim Fällen sind die entsprechenden Zahlen 16 % bzw. 11.2 %.

Die reine Arbeitszeit.

(S. 42—55.)

Aus Tab. 3 ergibt sich, dass der grösste Teil der Arbeitszeit, etwa $^1/_3$, auf die Einschneidearbeit entfällt und zwar auf das Spalten etwa 30 %, auf das Setzen ca. 20 % der reinen Arbeitszeit. Die Verteilung der reinen Arbeitszeit ist in beiden Beständen fast gleich. Die reinen Arbeitsarten sind bei der Arbeit dermassen bestimmend, dass die Reihenfolge nach der reinen Arbeitszeit dieselbe bleibt wie nach der Arbeitszeit.

Da die oben erwähnte reine Arbeitszeit zweierlei Arbeit, die eigentliche und die vorbereitende Arbeit, enthält, ist noch die Verteilung der Zeit dieser beiden Arbeitsartgruppen besonders klarzulegen. Vorher sei jedoch auf Tab. 4 hingewiesen, welche zeigt, wie die Arbeitszeit in eigentliche und vorbereitende reine Arbeitszeit zerfällt und zwar getrennt für Näsi, Luukkonen und das ganze Material, für jeden Abschnitt und in der gesamten Hauung. Aus den Zahlen der Tabelle ist ersichtlich, dass die vorbereitenden reinen Arbeiten beim Entästen und beim Einschneiden am geringsten sind. Beim Spalten und Fällen sind sie bereits etwas grösser, beim Setzen jedoch am grössten, (über 40 % der gesamten reinen Arbeitszeit). Der Anteil der vorbereitenden reinen Arbeit des Spaltens an der gesamten Hauungszeit ist 7.8 %, während die vorbereitende reine Arbeitszeit der ganzen Brennholzhauung 11.5 % derselben ausmacht. Weiter erhellt aus der Tabelle, dass die Verteilung der reinen Arbeitszeit sehr gleichförmig in den beiden Materialgruppen ist.

Die eigentliche reine Arbeitszeit.

(S. 45—48.)

Im Fällabschnitt wurden das Fallkerbhauen und der Fällschnitt, im Entästeabschnitt das Abästen vom Abhauen des ersten Astes bis zum Abhauen des Zopfes als eigentliche reine Arbeit angesehen. Also enthält diese Arbeit im Entästeabschnitt ausser dem eigentlichen Abästen noch die Läufe am Stamm entlang und das Beiseitewerfen hinderlicher Äste. Der Einschneideabschnitt umfasst mehrere eigentliche reine Arbeiten: das Vermessen des Stammes, das Rücken des Sägebocks und das Absägen der Rundstücke. Der Zeitaufwand wurde nicht besonders für jede Arbeit gemessen, sondern ihre Gesamtzeit in die Schnittzeit miteinbegriffen. Beim Spalten bestehen die eigentlichen reinen Arbeiten aus dem eigentlichen Spalten, dem Einrichten der Rundstücke für das Spalten und dem Rücken der abgeschnittenen Rundstücke. Beim Setzen gehören das Schichten und das Naherücken der Rundstücke zu den eigentlichen Arbeiten.

Die Verteilung der eigentlichen reinen Arbeitszeit auf die Brennholzhauungsabschnitte ist in Tab. 5 dargelegt. Man sieht aus den Zahlen, dass

der grösste Teil (etwa 40 %) der eigentlichen reinen Arbeit auf das Einschneiden entfällt, so dass dieser Abschnitt meist »mühsam» ist. Die zweite Stelle nimmt das Spalten mit nahezu einem Drittel der eigentlichen reinen Arbeitszeit ein, während die übrigen Abschnitte zusammen ein Drittel bilden.

Die eigentlichen reinen Arbeiten eines jeden Abschnitts enthalten verschiedene Arbeitsarten mit den entsprechenden Arbeitszeiten. Sie sind für die Untersuchung in zwei Gruppen, die reine Hauptarbeit und die reine Hilfsarbeit eingeteilt worden.

Die reine Hauptarbeit besteht aus der wichtigsten eigentlichen Arbeitsart eines Abschnitts bei der Bearbeitung frischer Stämme. Als Hilfsarbeiten werden alle mit der erwähnten Hauptarbeit verknüpften und alle Arbeiten an vertrockneten Bäumen und an liegendem Abfallholz angesehen.

Mithin versteht man unter der reinen Hauptarbeitszeit des Fällens das Fallkerbhauen und den Fällschnitt an frischen Stämmen, und unter den Hilfsarbeiten das Fallkerbhauen und den Fällschnitt an vertrockneten Stämmen. Die reine Hauptarbeit des Entästens enthält das Entästen frischer Stämme nebst Läufen am Stamm. Hilfsarbeiten sind das Entästen vertrockneter Bäume und liegenden Abfallholzes sowie zufällige Abbrüche, wie kurze Gänge von einem Stammteil zum andern oder von Stamm zu Stamm. Beim Einschneiden gehört zur reinen Hauptarbeit allein die Arbeit und die Zeit, die auf das Absägen der Rundstücke frischer Stämme verwendet wird. Die reine Hauptarbeitszeit des Spaltens umfasst das Zerspalten der Rundlinge frischer Stämmen und das Verbessern der Spaltelage. Die Hilfsarbeiten bestehen aus dem Zurechtlegen der Rundstücke frischer Stämme für das Spalten, dem Rücken der gespaltenen Rundstücke und dem Spalten der Rundstücke aus vertrocknetem und liegendem Abfallholz, sowie kurzen Abbrüchen, die sich nicht als ausgeprägte Ruhepausen ansehen lassen. Zur reinen Hauptarbeit des Setzens wurde nur das Schichten der Brennhölzer aus frischen Stämmen gerechnet. Folglich werden das Rücken bzw. Werfen des frischen Brennholzes und das Setzen des Abfallholzes als Hilfsarbeiten betrachtet.

Aus den Zahlen in Tab. 6 geht hervor, dass von der eigentlichen reinen Arbeitszeit auf die reine Hauptarbeit etwas mehr als auf die reinen Hilfsarbeiten entfällt. Beim Fällen kommen recht wenig Hilfsarbeiten vor, da fast die ganze eigentliche reine Arbeitszeit auf die Hauptarbeit entfällt. Beim Ästen und Spalten verteilt sich die eigentliche reine Arbeitszeit ziemlich gleichmässig. Beim Einschneiden ist die prozentuale reine Hauptarbeitszeit etwas geringer als in den vorhergehenden Abschnitten und beim Setzen am geringsten (nur ein Drittel der eigentlichen reinen Arbeitszeit des ganzen Abschnitts).

Die vorbereitende reine Arbeitszeit.

(S. 48—51.)

Tab. 2. und 4. haben schon gezeigt, dass der Anteil der vorbereitenden reinen Arbeiten, der im Durchschnitt 10.6 % der gesamten Hauungszeit und 11.5 % der reinen Arbeitszeit der Brennholzhauung ausmacht, in den ver-

schiedenen Abschnitten sehr variabel war. Die Verteilung der vorbereitenden reinen Arbeit auf die Arbeitsabschnitte wird in Tab. 7 dargelegt.

Tab. 2. hat schon gezeigt, dass der Anteil der vorbereitenden reinen Arbeiten an der Abschnittzeit bedeutend grösser ist beim Setzen als in den übrigen Abschnitten, und nach Tab. 4. wiederholt sich diese Erscheinung in der reinen Arbeitszeit. Aus Tab. 7. ersieht man, dass mehr als zwei Drittel auch der vorbereitenden reinen Arbeitszeit auf den Setzabschnitt entfallen.

Um die Bedeutung verschiedener vorbereitender reiner Arbeitsarten in den verschiedenen Abschnitten zu beurteilen, wurden sie den Zeitaufnahmevordrucken entnommen und in Tab. 8. nach der Anzahl und Dauer zusammengestellt. Diese Tabelle zeigt, dass die Beziehungen der Anzahlen zueinander in den verschiedenen Abschnitten im allgemeinen mit den Beziehungen ihrer Zeiten übereinstimmen. Bei der Musterung der Tabelle ist zu beachten' dass die vorbereitenden Arbeiten überhaupt nur unzweifelhafte Fälle enthalten, deren Zeiten sich von der eigentlichen reinen Arbeit trennen lassen. Eine ganze Reihe von vorbereitenden Arbeiten ist so eng mit der eigentlichen reinen Arbeit verbunden oder so kurzdauernd, dass es unmöglich war ihren Zeitanteil zu bestimmen.

Obschon die Zahlen der Tab. 8. die Zeiten der vorbereitenden reinen Arbeit nicht mit voller Genauigkeit wiedergeben, ermöglichen sie jedenfalls eine gute Vorstellung von der Häufigkeit der Fälle und der Dauer der allgemeinsten vorbereitenden reinen Arbeitsarten in den verschiedenen Abschnitten. Beim Fällen bestehen die vorbereitenden Arbeiten vorzugsweise in der Bestimmung der Fallrichtung und dem Freimachen des Stumpfes, beim Entästen in dem Aufsuchen der Axt, beim Einschneiden in dem Heranholen des Sägebocks und dem Rücken des Stammes, beim Spalten im Rücken der Rundstücke, schliesslich nimmt beim Setzen das Anfertigen des Stossrahmens 90 % der vorbereitenden reinen Arbeiten in Anspruch. Die Zeit der vorbereitenden reinen Arbeiten ist am grössten beim Setzen, die Anzahl der Fälle wiederum beim Fällen.

Die Axt- und Sägearbeit.

(S. 52—55.)

Sowohl die eigentlichen wie die vorbereitenden reinen Arbeiten enthalten Arbeiten, die mit Geräten ausgeführt werden. Der Anteil der Axtarbeit beträgt 20.6 %, der Anteil der Sägearbeit 18.9 %, insgesamt 39.5 % der reinen Arbeit. Von der eigentlichen reinen Arbeitszeit entfallen 21.5 % auf die Axtarbeit und 21.0 % auf die Sägearbeit, während die entsprechenden Prozentzahlen der vorbereitenden reinen Arbeitszeit 14.0 % und 2.3 % sind. Schon diese Prozentzahlen zeigen, dass die Brennholzhauung etwas mehr Axtarbeit als Sägearbeit enthält.

Tab. 9. zeigt in Prozentzahlen die Verteilung der gesamten Axt- und Sägearbeit in den verschiedenen Abschnitten auf die beiden Geräte. Beim Entästen und Spalten entfällt die Zeit ganz auf die Axtarbeit. Beim Entästen wird die Axt allein bei den eigentlichen reinen Arbeiten gebraucht. Beim Spalten werden 0.2 % der Zeit auf die vorbereitenden reinen Arbeiten, das Nachästen des Stammes oder der Rundstücke, aufgewandt. Beim Fällen ist der Anteil der Sägearbeit grösser als derjenige der Axtarbeit. Beim Einschneiden fällt der grösste Teil der Zeit auf die Sägearbeit, nur 0.3 % werden auf das

Nachästen der Rundstücke aufgewandt. Beim Setzen bestehen über $^3/_4$ der Zeit aus Axtarbeit, nämlich das Anfertigen der Stossrahmen, das ebenso wie die Sägearbeit zu den vorbereitenden Arbeiten des Abschnitts gehört. In der gesamten Hauung fallen von der Gesamtzeit beider Arbeiten 52.3 % auf die Axt- und 47.7 % auf die Sägearbeit.

Aus Tab. 10. geht die Verteilung der Axt- und Sägearbeitszeiten bei den eigentlichen und vorbereitenden reinen Arbeiten auf Abschnitte hervor. Bei den eigentlichen reinen Arbeiten kommt beim Spalten meist Axtarbeit und beim Einschneiden meist Sägearbeit vor. Unter den vorbereitenden reinen Arbeiten ist der Anteil der Axtarbeit am grössten beim Setzen, und Sägearbeit gibt es nur in diesem Abschnitt. Bei der gesamten Hauung ist der Gebrauch der Geräte am grössten beim Einschneiden und beim Spalten.

Die Bedeutung der Axt- und Sägearbeit bei der ganzen Hauung erhellt aus Tab. 11., in welcher der Anteil der bei den eigentlichen und vorbereitenden reinen Arbeiten enthaltenen Axt- und Sägearbeit an der gesamten Brennholzhauungszeit angegeben ist.

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass die gesamte Axtarbeitszeit 18.9 %, die Sägearbeitszeit 17.3 % und ihre Gesamtzeit 36.2 % der gesamten Hauungszeit beträgt. Mithin erfordert die Gerätearbeit nur etwas mehr als $^1/_3$ der Gesamtzeit. Meist kommen die Geräte zum Gebrauch bei der reinen Hauptarbeit des Einschneidens und des Spaltens, beim Setzen am wenigsten.

Die Laufzeit.

(S. 55—57.)

Es können in allen Brennholzhauungsabschnitten Läufe vorkommen. Sie lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen, und zwar 1) Läufe, die so eng mit einer gewissen Arbeit verknüpft oder so kurzdauernd sind, dass ihre Absonderung nicht angebracht ist, 2) reine Läufe. Im folgenden werden allein die Zeiten der letzteren Gruppe behandelt.

Die Laufzeit der Brennholzhauung verteilt sich auf verschiedene Abschnitte wie aus Tab. 12. hervorgeht. Die Zahlen der Tabelle erweisen, dass die Läufe umso weniger Zeit erfordern, je weiter die Hauung fortschreitet.

Aus Tab. 2. war bereits der Anteil der Laufzeit an jedem Abschnitt und an der gesamten Hauung ersichtlich. Sie bildet beim Fällen 1.3, beim Entästen 0.3, beim Einschneiden 0.2 und bei der gesamten Hauung 1.8 % der gesamten Hauungszeit (Vgl. Tab. 15.).

Die gesamte zurückgelegte Strecke der Läufe beträgt 2 472.0 m Luftlinie, davon 1 871.5 m oder 75.7 % Läufe vom Stamm zum Stamm und der Rest Läufe vom Stoss zum Stamm. Je Tag erhält man 65 m und je Stamm 5.2 m, während 1 Raummeter ohne Übermass 23.3 m und 1 Raummeter mit Übermass 19.4 m Läufe erfordern.

Der gesamten Laufstrecke entspricht die gesamte Laufzeit 167.55 Min. In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bemerken, dass die erstere geradlinig gemessene Abstände, die letztere die tatsächlichen Gänge des Arbeiters, die voll Krümmungen und Hindernisse sein können, bezeichnet. An den untersuchten Schlägen wurden beim Fällen auf Läufe im Durchschnitt 4.4 Min. pro Tag, 0.35 Min. pro Stamm, 1.58 pro 1 rm ohne Übermass und 1.31 Min. pro 1 rm mit Übermass, bzw. 78.70 Min. per ha aufgewandt.

4686,—36

Bei der Beurteilung der obigen Zahlen ist zu beachten, dass die Arbeit bei der Brennholzhauung gruppenweise geschieht, indem der Arbeiter eine Gruppe Bäume nach der andern fällt. Die Schläge sind ziemlich klein, im Mittel unter 0.10 ha, und umfassen nur eine oder ein paar Gruppen, so dass sich keine klare Vorstellung von der Frequenz der gefällten Stämme im ganzen Bestand ergibt. Doch geht aus den oben vorgelegten Ergebnissen hervor, dass die täglichen Läufe verhältnismässig gering sind und dass der Hauungsarbeiter recht geschickt die Baumgruppen auszuwählen und die Fällungsreihenfolge der einzelnen Stämme zu bestimmen versteht.

Die Ruhezeit.

(S. 57—59.)

Der Ruhebedarf des Arbeiters während der Arbeit ist von vielen Faktoren abhängig. Ausser der Beschaffenheit der Arbeit wird er in hohem Grad beeinflusst durch die bessere oder ungünstigere Möglichkeit für den Arbeiter in der Freizeit auszuruhen und Nahrung zu sich zunehmen. Auch macht der Arbeiter bisweilen unnötige Ruhepausen, so z. B. wenn der Holzhauer des benachbarten Schlages in der Nähe arbeitet und beide dann gemeinsame Rauch- und Gesprächspausen machen.

In der Untersuchung wurden alle Aufenthalte, abgesehen von den durch die Arbeitsleitung veranlassten, die als Verlustzeit betrachtet wurden, der Ruhe zugerechnet. Mithin sind sämtliche aus dem freien Willen des Arbeiters geschehenden, meistenteils aus dem Ruhebedarf herrührenden Abbrüche sowie das Kaffeetrinken in der Ruhezeit enthalten. Von der gesamten Hauungszeit wurden in Näsi 7 %, in Luukkonen 3.2 %, in den beiden Beständen zusammen im Durchschnitt 5 % auf das Rasten verwandt. Die gesamte Ruhezeit verteilt sich auf die Hauungsabschnitte wie Tabelle 13 angibt.

In der von Fuchs (1931) im Schwarzwald vorgenommenen Zeitstudie beträgt der Anteil der Ruhe an der Gesamtarbeitszeit im Mittel 3.6 %. Nach Tonkel (1934) schwankt die Ruhezeit des kanadischen Sägeblockhauers in Sowjet-Karelien von 6.9 bis 11.9 % der Arbeitszeit. Bei Sägeblockaufbereitung in Nordfinnland werden nach Vuoristo (1933) 4.3 % der Gesamtarbeitszeit auf die Ruhe verwandt.

Es zeigt sich, dass der Ruhebedarf morgens, wenn das Fällen und das Entästen gewöhnlich ausgeführt werden, viel geringer ist als später am Tage während des Einschneidens, Spaltens und Setzens. Die Häufigkeit und Dauer der Ruhezeiten hängt in hohem Grad davon ab, wie häufig die Arbeit durch Anzünden der Pfeife usw. unterbrochen wird.

Die Verlustzeit.

(S. 59—60.)

In die Verlustzeit sind alle bei der regelmässigen Arbeit vorkommenden Pausen, die unabhängig vom Willen des Arbeiters sind, mit einbegriffen. Dazu gehören das Zufallbringen hängengebliebener Stämme und durch die Arbeitsleitung oder die Arbeitsordnung verursachte Aufenthalte. Mithin sind unter Verlustzeit Umstände verstanden, die verzögernd auf die Leistung eingewirkt haben, entweder weil der Arbeiter nicht geschickt genug verfahren hat, um z. B. ein Hängenbleiben zu vermeiden, oder der Arbeitsleiter sich am Schlag einge-

funden und die Arbeit durch Plaudern gestört hat. Weiter kann Verlustzeit entstehen wegen Hilfeleistung im anliegenden Schlag bei Beseitigung eines Hängenbleibens oder wegen eines Regengusses.

Aus Tab. 2 ging bereits hervor, dass allein beim Fällen und Einschneiden Verlustzeit vorkommt, im ersteren Falle 10.6 %, im letzteren 1.1 % der Arbeitsabschnittzeit. Von der gesamten Brennholzhauungszeit gehen im Durchschnitt 1.5 % verloren, und die Verlustzeit verteilt sich mit etwa $^3/_4$ auf den Fällabschnitt und $^1/_4$ auf den Einschneideabschnitt, wie in Tab. 4 angegeben ist.

Nach Fuchs (1931) betrug die Verlustzeit im Schwarzwald 0.7 % der Arbeitszeit. Die in der von Tonkel (1934) in Sowjet-Karelien angestellten Zeitstudie erwähnte »unergiebige Arbeit», die der Verlustzeit entspricht, hat bei den kanadischen Sägeblockhauern von 5.02 bis 10.08 variiert.

Den grössten Teil der Verlustzeit, 51.6 %, erfordert das Zufallbringen hängengebliebener Stämme; auf die durch die Arbeitsleitung veranlassten Pausen entfallen 9.7 %, und wegen Regenschauer sind 21.3 %, wegen Beistandleistung im benachbarten Schlag 17.4 % verloren gegangen.

Zusammenstellung des Zerfallens der Brennholzhauungszeit.

(S. 60—62.)

In Tab. 15 werden die prozentualen Anteile der Arbeitszeiten in jedem Abschnitt an der gesamten Hauungszeit, getrennt für Näsi und Luukkonen sowie für das Gesamtmaterial, dargelegt. Man sieht, dass der prozentuale Anteil der eigentlichen reinen Arbeiten an der gesamten Hauungszeit 81.1 % ist. Da die vorbereitenden reinen Arbeiten 10.6 % erfordern, bleiben für die rückständigen Arbeitsarten nur 8.3 % übrig.

In den Untersuchungen Vuoristos (1933) ist das Prozent der reinen Arbeitszeit 83, der Laufzeit 7.9, der Ruhezeit 4.3 und der Verlustzeit 4.8 der gesamten Arbeitszeit. Nach Tonkel (1934) wenden die kanadischen Arbeiter bei Sägeblockaufarbeitung 92.92—87.09 % auf reine Arbeit und 7.08—12.91 % auf Abbrüche auf. Nach Kawardin (1936) zerfällt die Arbeit eines »Stachanowetz» in Tihwin bei Aufbereitung von Sägeblock und Brennholz in 86.1 % eigentliche reine Arbeiten, 2.6 % vorbereitende reine Arbeiten und 11.3 % Ruhe- u. a. Pausen. Die entsprechenden Prozentzahlen eines Nichtstachanowetz waren 68.3, 8.3 und 23.5. Der Zeitaufwand des finnischen Brennholzhauers gleicht also im grossen der Arbeit eines russischen Stachanowetz, ist aber noch effektiver.

Zerlegung der Brennholzhauungszeit mit besonderer Berücksichtigung der Esszeit.

(S. 62—68.)

Jeder beliebige Tag, an dem irgendeine Arbeit ausgeführt wird, wird Arbeitstag genannt. Er kann von sehr verschiedener Dauer sein, und diese ist u. a. davon abhängig, ob der Arbeitstag die Zeit einschliesslich oder ausschliesslich der Esszeit bezeichnet. In der vorliegenden Untersuchung wird die Esszeit ausgeschlossen.

Weil die Brennholzhauung Akkordarbeit ist, liegen keine bestimmte Zeitpunkte für den Beginn und Schluss sowie für die Esszeiten vor. In hellen Jahreszeiten finden sich die Arbeiter schon um 5—6 Uhr morgens an den Schlägen ein, da es aber beim Beginn der vorliegenden Untersuchung Herbst

geworden war, wurden die Arbeiten gewöhnlich erst um 8—9 begonnen. Freilich gab es Arbeiter, die sich auch früher an ihren Schlägen einfanden. Wegen der verhältnismässig grossen Entfernung des Quartiers vom Arbeitsplatz und wegen der regnerischen Morgenstunden muss jedoch die Zeit 8—9 Uhr als normale Beginnzeit angesehen werden. Diese veränderte sich nicht wesentlich, selbst nachdem die Arbeit in die Nähe des Quartiers verlegt worden war.

Der Arbeitstag.

(S. 63—64.)

Es gibt zweierlei Arbeitstage. Die einen lassen sich in drei Abschnitte einteilen, und zwar: die *Arbeitszeit vor der Esszeit*, die *Esszeit* und die *Arbeitszeit nach der Esszeit*. Die zweite Gruppe besteht aus Tagen ohne Esszeit. Der Anfang der Arbeit, die Esszeiten und die Beendigung der Arbeit sind ausser von der Kürze des Tages und dem Regen noch von anderen Umständen abhängig, und zwar von der Lohnauszahlung, der Heimfahrt der Leute am Wochenende und der Rückkehr sowie der Verproviantierung. Demnach ist eine mathematisch genaue Angabe über die Beginn- und Schlusszeiten nicht möglich.

Nach Abzug von 4 Tagen, die besonderer Umstände halber allzu kurz gewesen sind, wurde die folgende durchschnittliche Dauer des Arbeitstages einschliesslich der Esszeiten ermittelt:

Im September	7	Stunden	10	Min.
» Oktober	6	»	29	»
» November	6	»	6	»
Im Mittel	6	Stunden	36	Min.

Die Berechnung enthält alle Wochentage, auch den Sonnabend, der bei der Ermittelung der Dauer bisweilen unbeachtet gelassen wird. Da der Lohntag, oft sogar der vorhergehende und folgende mit dem Sonnabend zu vergleichen ist, hätte man auch sie abzurechnen. Die Sonnabende ausgenommen wird der Arbeitstag ohne Esszeit nur 13 Min. länger. Wenn die kurzen Tage einbegriffen werden, erhält man ein richtigeres Bild von der Mittellänge des Tages bei der Brennholzhauung. Die Dauer des Arbeitstages einschl. Esszeit beträgt also 6 Stunden 36 Min. Ohne Esszeit ist sie 5 Stunden 52 Min.

Bei der Bestimmung des Beginn- und Schlusspunktes des Arbeitstages müssen 2 Tage, an welchen die Arbeit wegen Regen erst am Mittag angefangen wurde, abgezogen werden. So hat der Arbeitstag

	begonnen	geendet
im September	um 8.15,	um 15.26 Uhr,
» Oktober	» 8.51,	» 15.21 »
» November	» 8.52,	» 14.58 »
Im Mittel	um 8.34,	um 15.10 Uhr.

Es wäre interessant, die Mittellänge des Arbeitstages an verschiedenen Wochentagen zu mustern, doch ist das Material leider allzu gering dafür,

Die Esszeit.

(S. 64—68.)

Auf die Verlegung der Esszeit zwischen gewisse Zeitpunkte des Arbeitstages übt der Umstand, in welchem Abschnitt sich die Arbeit befindet, einen erheblichen Einfluss aus. Die Esszeiten fielen folgendermassen auf die Arbeitsabschnitte:

auf das	Fällen	an	0	Tagen,	
» »	Entästen	»	1	Tag,	darauf folgte das Einschneiden,
» »	Einschneiden	»	5	Tagen,	» » » Spalten,
» »	»	»	1	Tag,	das Einschneiden ging weiter,
» »	Spalten	»	0	Tagen,	
» »	Setzen	»	22	»	darauf folgte das Fällen,
» »	»	»	1	Tag,	das Setzen ging weiter.
			30	Tage.	
	Keine Esszeit an		8	Tagen.	
	Insgesamt		38	Tage.	

Man stellt also fest, dass die Esspausen meist beim Setzabschnitt gehalten wurden.

Aus dem Wesen der Waldarbeit folgt die Zerstreuung der Esszeit auf nahezu den ganzen Tag von 9 bis 15 Uhr, wie die Aufstellung auf S. 66 zeigt. Die oberen Zahlen bezeichnen die Uhrzeiten des Eintretens der Esspause, die unteren die Anzahl der Tage.

Wenn das Essen auf den Höfen, wie es in Luukkonen der Fall war, stattfand, nahm die Esszeit beinahe die Hälfte mehr Zeit in Anspruch. Die Tagesabschnitte und die Esszeiten sind auf Seite 67 graphisch dargestellt.

Die Aufstellung auf Seite 68 oben, deren Spalten von links her gelesen 1. die Bestände, 2. die Vormittagsabschnitte, 3. die Esszeit, 4. die Nachmittagsabschnitte, 5. die Arbeitstage ohne Esszeit, 6. die gesamte Hauungszeit bezeichnen, zeigt das prozentuale Zerfallen der gesamten Hauungszeit in Arbeitszeit und Esszeit. In der unteren Aufstellung sind die Arbeitstage ohne Esszeit ganz unberücksichtigt gelassen. Man kann sagen, dass die Esszeit etwa 11—12 % der gesamten Brennholzhauungszeit beträgt, und dass der Vormittagsabschnitt etwas länger ist als der Nachmittagsabschnitt. Die Gesamtdauer solcher Arbeitstage, an welchen die Arbeit ohne Esspausen fortgegangen ist, beträgt etwa 10 % der Summe der Arbeitszeit und der Esszeit.

Die reine Hauptarbeitszeit.

(S. 69—89.)

Im vorhergehenden ist schon hervorgehoben worden, dass die reinen Hauptarbeitszeiten der Brennholzhauung nur in 12 Schlägen während 22 Tage untersucht wurden. Die Zeiten je Stamm sind auf ein 242 Stämme umfassendes Material gegründet, mit Ausnahme des Fallkerbhauens und des Fällschnittes, deren Material aus insgesamt 479 Stämmen besteht. Das rundstückweise behandelte Material enthält insgesamt 2 403 Rundlinge. Da sich die Setzzeit

für den Stamm nicht nachweisen liess, wird sie in diesem Zusammenhang unbeachtet gelassen.

Für die Ausarbeitung des Materials wurden die Zeit- und Messangaben über jeden Stamm aus den Waldvordrucken in eigene Behandlungsvordrucke übertragen. Die Stämme wurden nach dem Brusthöhendurchmesser in Stufen von 2 cm, z. B. 9 cm (8.0—9.9), 11 cm (10.0—11.9) usw. eingeteilt.

In den Stufen der grössten Durchmesser gibt es verhältnismässig wenige Beobachtungen. Dies ist auf den Umstand, dass grosse Birken nicht zu Brennholz, sondern zu Furnierblöcken aufgearbeitet werden, zurückzuführen.

Die reine Hauptarbeitszeit des Fällens.

(S. 69—74.)

Die Zeiten der beiden Hauptarbeitsarten beim Fällen, des Fallkerbhauens und des Fällschnitts, hängen von der Stärke des Baumes, vor allem am Stammfuss, ab. Der Stammfussdurchmesser nimmt ziemlich geradlinig mit der Zunahme des Brusthöhendurchmessers zu.

In jeder Brusthöhendurchmesserstufe wurden die Zeiten des Fallkerbhauens und des Fällschnitts sowie die des gesamten Fällens je Stamm berechnet. Ausserdem wurde die Zeit des Fällschnitts pro dm^2 berechnet. Tab. 16. zeigt, dass die durchschnittlichen Zeiten je Stamm mit zunehmendem Durchmesser grösser werden, bis zu dem geringen Material der grössten Durchmesser, wo die Stärke der Schnittfläche Schwankungen aufweist, wozu noch kommt, dass die Rinde und das Holz bald aus dem einen, bald aus dem anderen Grunde sehr verschiedenartig ist. Die kleine Anzahl der Beobachtungen ist nicht geeignet, die Verschiedenheiten auszugleichen, so dass die Zeiten unregelmässig variieren.

Kawardin (1936) hat in Tihvin Untersuchungen über die Fällschnittzeit bei Kiefernhauungen angestellt. Er erhält 0.20 Min. je dm^2 mit der Bügelsäge und 0.22 Min. je dm^2 mit der Schrotsäge als mittlere Sägezeit. Die vorliegende Untersuchung ergibt (mit der Bügelsäge) 0.29 Min.

Die Sägezeit je Flächeneinheit ist ziemlich gleich in sämtlichen Durchmesserstufen. Freilich variieren die Zeiten für den dm^2 etwas und zeigen vielleicht eine unbedeutende Steigerung in den grössten Stufen.

Weil das Fallkerbhauen und der Fällschnitt vor allem vom Schnittflächen- oder Stammfussdurchmesser abhängig ist, sind die Stämme im Material der reinen Hauptarbeit nach diesem Durchmesser in Stufen von 2 cm eingeteilt, und die auf das Fallkerbhauen und den Fällschnitt aufgewandte Zeit für den Stamm ist in jeder Stufe besonders berechnet worden. Die Ergebnisse liegen in Tab. 17 vor. Auch aus dieser Tabelle ersieht man,

dass die Zeit je Schnittflächeneinheit einigermassen variiert, doch ohne deutliche Regelmässigkeit. Die Zeit pro Flächeneinheit ist in der Tat eine und dieselbe an Brennholzstämmen in den gewöhnlichen Stärkestufen.

Nach den Untersuchungen Podwjaschnikow-Ginsburg's (1936) über Kiefernhauung am Uitinschen Waldpunkt nehmen die Fällschnittzeiten je Stamm fast in gleicher Weise wie die in der vorliegenden Untersuchung zu. Trotzdem die Arbeit von Stachanowetz-Männern ausgeführt wurde, weisen sie etwas schlechtere Zeiten auf als die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten. Die Sägezeit pro dm^2 schwankt unregelmässig innerhalb der Grenzen 0.30 und

0.50 Min., so dass die Fällschnittzeit pro Flächeneinheit im grossen und ganzen an Stämmen verschiedener Stärke gleich ist.

Die reine Hauptarbeitszeit des Entästens.

(S. 74—76.)

Die zwei Arbeitsarten der Entästearbeit, das Abhauen der Äste und der gleichzeitige Gang am Stamm entlang, sind so unmittelbar miteinander verbunden, dass sie sich nicht gesondert messen lassen. Die eigentliche reine Entästearbeit enthält folglich die gesamte Dauer der obigen Arbeitsarten und bildet zugleich die reine Hauptarbeitszeit dieses Abschnitts. Der Zeitaufwand in der Entästearbeit hängt von vielen Faktoren ab, z. B. der Länge des Zopfendes, der Anzahl und Stärke der Äste, Faktoren, die sich ihrerseits auf den Durchmesser der Brusthöhe und der Schnittfläche sowie auf die Länge des astreinen Stammteils beziehen. In Tab. 18 sind die Mittelwerte des Zopfschnittdurchmessers und der Länge des ästigen Stammteils sowie die Anzahl der Äste in den verschiedenen Brusthöhendiameterstufen angegeben. Weiter ersieht man daraus die Mittelzahl der Äste auf 1 Laufmeter und ihre Mittelstärke.

Der Zopfschnittdurchmesser scheint mit dem Zuwachs des Brusthöhendurchmessers etwas zuzunehmen, doch hält er sich meist innerhalb ein und derselben Stufe (8.0—8.9). Die Länge des entästeten Zopfes und die Zahl der Äste sowohl insgesamt wie in den Stärkestufen wächst ziemlich regelmässig mit dem Brusthöhendurchmesser, indem der Hauptteil der Äste in der Mehrzahl der Brusthöhendurchmesserstufen 2 und 4 cm Stärke aufweist.

Bei der Musterung der in Tab. 19 vorgelegten Entästezeiten je Stamm ersehen wir zunächst, dass sie innerhalb der Stufen stark variieren. Die Mittelzahlen ergeben eine ziemlich regelmässige Zunahme je nachdem der Stamm stärker wird, was ja natürlich ist, weil sowohl die Länge des entästeten Zopfes wie die Anzahl und Stärke der Äste mit dem Zuwachs des Stammes entsprechend zunehmen. Da die reine Hauptarbeit des Entästens ausser dem Abhauen der Äste noch die Läufe am Stamm entlang umfasst, wird sie selbstverständlich grösser, wenn der zu ästende Zopf länger wird. Wenn die Äste sich mit der Zunahme der Stammstärke verdicken und je Laufmeter vermehren, nimmt naturnotwendig auch die Zeit zu. In der Entästezeit ist auch die Zopfschnittzeit, deren Bedeutung an dünnen Stämmen mit kurzem und wenig ästigem Zopf am grössten ist, enthalten.

Die reine Hauptarbeitszeit des Einschneidens.

(S. 76—81.)

Unter den eigentlichen reinen Arbeiten des Einschneidens, die aus dem Messen, dem Rücken des Stammes sowie des Sägebocks und dem Absägen der Rundstücke bestehen, hat die letzterwähnte die grösste Bedeutung.

Die Einschnittzeiten wurden vom Stammfuss ab am ganzen Stamm gemessen. So ergaben sich an den Schlägen 12—23 die Sägezeiten eines jeden Rundstücks und Stammes an allen 242 Bäumen.

Die Sägezeiten für Rundstücke in den verschiedenen Durchmesserstufen.

(S. 77—79.)

Um die Abhängigkeit der Sägezeit von der Schnittfläche klarzulegen, wurden die sämtlichen Rundstücke auf Stufen von 1 cm verteilt und die mittlere Sägezeit pro Rundstück in jeder Stufe berechnet. Die Anzahl der untersuchten Rundstücke war 2 403 Stück. Ferner wurde die Sägezeit pro 1 dm² der Schnittfläche und für die in 1 Minute gesägte Fläche berechnet. Die Ergebnisse sind aus Tab. 20 ersichtlich.

Die Sägezeit nimmt mit der Stärke des Rundstücks ziemlich gleichmässig zu, doch wächst sie etwas mehr nach den grösseren Stufen hin. Die Zeit pro 1 dm² dagegen bleibt fast konstant in allen Stufen bis zu 20 cm, von welcher Stufe an sie etwas steigt. Die verhältnismässig grössere Sägezeit der höchsten Stufen ist zum Teil darauf zurückzuführen, dass die dicksten Rundstücke meist hartvermorschte Stammfusstücke sind. Die gesägte Fläche pro Minute variiert in gleicher Weise wie die Sägezeit.

Auf Grund der Zahlen der Tabelle kann man also folgern, dass die Sägezeit pro Schnittflächeneinheit bei der Mehrzahl der Rundstücke, folglich auch die hergestellte Fläche pro Zeiteinheit gleich gross ist. Ein ähnliches Ergebnis erzielte Vuoristo (1933) beim Absägen von Kiefernlangholz. Nach Lassila (1930) steigt hingegen die Sägezeit pro Flächeneinheit bei Birken regelmässig, wenn der Durchmesser grösser wird. An hartvermorschten Rundstücken ist die Sägezeit pro Schnittflächeneinheit grösser bzw. die Fläche pro Zeiteinheit geringer als an frischen Rundstücken.

Die reine Hauptarbeitszeit des Einschneidens von Stämmen in verschiedenen Durchmesserstufen.

(S. 79—81.)

Um das Einwirken der Stärke der Stämme zu untersuchen, wurden sie in Stufen von 2 cm eingeteilt und in jeder Stufe wurden die mittleren Schnittflächen für Stämme und für Rundstücke, die Länge des eingeschnittenen Gebrauchsholzes, sowie die mittleren Sägezeiten für Stämme, Rundstücke und 1 dm² berechnet. Die Ergebnisse werden in Tab. 21 vorgelegt.

Bei der Feststellung der Sägezeiten an Rundstücken verschiedener Stärke wurde beobachtet, dass die Grösse der Sägezeit pro Flächeneinheit an Rundstücken aller Durchmesser, von den allerstärksten abgesehen, fast die gleiche ist. Auch die stammweisen Einschnittzeiten für die Schnittflächeneinheit sind im allgemeinen gleich in den meisten D 1.3-Stufen. Nur bei den grössten Durchmessern sind die Schnittzeiten ein wenig länger. Diese Erscheinung dürfte man, ebenso wie die Sägezeiten der einzelnen Rundstücke, auf die geringe Anzahl der Beobachtungen und die Hartvermorschtheit zurückführen können.

Kawardin (1936) gibt 0.23 Min. als Mittelschnittzeit pro dm² beim Einschneiden von Kiefernstämmen an, welche Zeit identisch ist mit der Mittelzahl des ganzen Materials in der vorliegenden Untersuchung.

Bei der Beurteilung der stammweisen Einschnittzeiten in den verschiedenen Stufen ist zu beachten, dass sie den durchschnittlichen Anfall von so vielen Rundstücke voraussetzen, wie in jeder Stufe angegeben ist.

Die reine Hauptarbeitszeit des Spaltens.

(S. 81—86.)

Ausser der eigentlichen Spaltearbeit enthält die reine Hauptarbeit noch das Einrichten der Rundstücke während des Spaltens. Die Spaltedauer wird vor allem durch die Spaltbarkeit des Holzes bestimmt. Bei der Untersuchung wurde die innere Struktur jeden Rundstücks, nämlich ob das Holz gerade oder gedreht war, beobachtet. Bei den von den Staatseisenbahnen vorgenommenen Hieben werden Rundstücke unter 10 cm nicht gespalten, sondern gerändert, d. h., das Rundstück wird an zwei Seiten streifenweise entrindet. Das Material enthält 670 geränderte Rundstücke.

Die reine Hauptarbeitszeit des Spaltens für Rundstücke in den verschiedenen Durchmesserstufen.

(S. 81—84.)

Das Material zur Feststellung der Spaltedauer von Rundstücken verschiedener Stärke umfasst insgesamt 1 720 Rundstücke aus dem Walde von Luukkonen. Die Anzahl der Rundstücke in den verschiedenen Diameterstufen und die Mittelwerte ihrer Spaltezeiten sowie die Zahlen der gespaltenen Rundstücke pro Minute sind in Tab. 22 angegeben. Die Zahlen sind getrennt für gutgespaltene und schwergespaltene, ästige und astreine Rundstücke sowie insgesamt in jeder Durchmesserstufe angegeben.

Bei näherer Musterung der Einwirkung der Ästigkeit auf die Spaltezeit stellt man fest, dass das Aufspalten von sowohl geradem als gedrehtem Holz mehr Zeit in Anspruch nimmt als bei astfreien Rundstücken. Die Zunahme der Spaltezeit mit der der Stärke des Rundstücks ist auch in allen Zeitserien augenscheinlich. Die Unterschiede der Aufspaltezeiten an verschiedenen Rundstücken sind nicht besonders erkennbar. Besser treten diese Unterschiede hervor, wenn man statt der Zeitserien die Zahlenreihen mustert, welche die vorausgesetzte Menge der in einer Minute gespaltenen Rundstücke angeben. Weder an ästigen noch an astreinen Rundstücken, die regelmässiger Struktur und gerade gewachsen sind, übt die Dicke des Rundstücks einen merkbaren Einfluss auf die Spaltezeit aus, ehe man zu den grössten Rundstücken kommt. Deutlicher merkt man diesen Einfluss an Rundstücken von unregelmässiger Struktur. Zwar scheint es, als ob diese Rundstücke in solcher Menge vorkommen, dass die mittlere Zeit allmählich mit der Zunahme der Stärke des Rundstücks steigt und folglich die Anzahl der Rundstücke pro Minute gleichzeitig geringer wird.

Die Ränderzeiten für Rundstücke in den verschiedenen Durchmesserstufen.

(S. 84—85.)

Unter den 670 geränderten Rundstücken waren 357 Stück ästig und 313 astrein. Das Zerfallen dieser Mengen in Stärkestufen und die mittlere Ränder-

zeit pro Rundstück in jeder Stufe sowie die Anzahl der in einer Minute geränderten Rundstücke zeigt Tab. 23.

Aus den Zahlen geht deutlich hervor, dass das Rändern der ästigen Rundstücke mehr Zeit erfordert als das der astreinen. Beim Vergleich der Ränderzeiten mit den Spaltezeiten in den entsprechenden Stärkestufen merkt man, dass das Rändern mehr Zeit in Anspruch nimmt als das Spalten.

Da gespaltenes Holz viel besser trocknet als gerändertes Holz und das Spalten weniger Zeit in Anspruch nimmt als das Rändern, scheint es, als ob das Rändern ganz unnütz bei der Brennholzhauung wäre. Hätte man die Rundstücke nicht gerändert, sondern gespalten, wäre die Gesamtzeit der Brennholzhauung und die reine Hauptarbeitszeit des Spaltens geringer gewesen. Es ist jedoch nicht gewiss, ob die ganze Abschnittzeit kürzer geworden wäre, denn die Ruhezeit hätte eventuell zugenommen. Der Brennholzhauer ruht nämlich gewissermassen aus, wenn er das Rändern zwischen dem Spalten ausführt, indem er sich dann aufrichten und den Rücken ausruhen kann.

Die reine Hauptarbeitszeit des Spaltens für Stämme in verschiedenen Durchmesserstufen.

(S. 85—86.)

Ebenso wie die auf die reine Hauptarbeitszeit des Einschneidens aufgewandte Zeit sich auf die Länge des Stammes oder auf die Anzahl der Rundstücke bezieht, ist die gesamte Spaltezeit eines Stammes von denselben Umständen abhängig. Ausserdem übt die Struktur des Holzes und der Ästigkeitsgrad der Rundstücke einen Einfluss darauf aus. Die Spaltezeit wächst mit dem Grösserwerden der Rundstücke, mit der Zunahme der Ästigkeit und mit der Unregelmässigkeit der Struktur. Wenn der Stamm grösser wird, vermehrt sich die Anzahl der Rundstücke und ihre mittlere Stärke pro Stamm nimmt zu. Die beiden Faktoren allein bewirken die Zunahme der Spaltezeit mit der Stärke des Stammes. Dazu kommt, dass immer grössere Unregelmässigkeiten in der Struktur des Holzes, wenn der Stamm grösser wird, möglich sind. Die Untersuchung über die Spaltezeiten pro Rundstück hat nämlich bewiesen, dass unter den grösseren Rundstücken strukturell unregelmässige Rundstücke verhältnismässig mehr als unter den kleineren vorkommen. Auch die Menge der Äste nimmt, wie früher nachgewiesen wurde, mit dem Grösserwerden des Stammes zu. Wenn ausserdem ihre Stärke grösser wird, ist es selbstverständlich, dass sie die Spaltezeit beeinflusst. Der Einfluss sämtlicher Faktoren geht sehr deutlich aus den Zeitserien in Tab. 24 hervor, wo eine regelmässige Steigerung mit der Zunahme der Stärke des Stammes festzustellen ist.

Zusammenstellung der reinen Hauptarbeitszeiten.

(S. 86—89.)

In Tab. 25 werden schliesslich die mittleren reinen Hauptarbeitszeiten ohne die Setzzeit für Stämme von verschiedener Stärke zusammengestellt.

Wenn man die proportionalen Anteile der reinen Hauptarbeitszeiten in den verschiedenen Abschnitten an der Summe derselben an Stämmen von verschiedener Stärke nebeneinanderstellt, kommt man zu dem Ergebnis, dass der Anteil der reinen Hauptarbeitszeiten beim Entästen und Einschneiden zu-

nimmt, wenn der Stamm grösser wird, während die Anteile jener beim Fällen und Spalten sich vermindern.

In Tab. 26 ist die Mitteldauer der auf die Aufarbeitung eines Festmeters aus Stämmen von verschiedener Stärke aufgewandte Zeit angegeben je nach dem Arbeitsabschnitt ohne die Setzzeit, deren reine Hauptarbeit sich nicht stammweise feststellen liess. Im Fällabschnitt sind die Zeiten besonders für das Fallkerbhauen und den Fällschnitt berechnet worden. Obschon die Zeitzahlenserien, die unausgeglichene Mittelwerte sind, etwas unregelmässig variieren, deuten die vollen Serien jedenfalls auf die allgemeine Tendenz hin, der die reine Hauptarbeitszeit mit der Variation der Stammstärke folgt.

Die gesamte reine Hauptarbeitszeit aller Abschnitte pro fm ist in der Stufe von 21 cm am geringsten und steigt von da an recht kräftig gegen die niederen und höheren Stufen. Aus dieser Erscheinung kann man unter Beachtung der Stellung und Bedeutung der reinen Hauptarbeit in der Brennholzhauung die Schlussfolgerung ziehen, dass die Brennholzaufbereitung aus mittelstarken Stämmen, und zwar besonders aus 21 cm starken, am leichtesten ist. Die Arbeit wird in erkennbarem Grad erschwert, wenn die Stämme kleiner oder grösser werden. An kleinen Stämmen nimmt das Fällen und das Spalten, an grossen wiederum das Einschneiden und das Spalten verhältnismässig viel Zeit in Anspruch.

Zur Ergänzung der Dauertabelle zeigt Tab. 27, welche Mengen Stämme und Rundstücke auf jede Durchmesserstufe und auf 1 fm entfallen.

Um die absolute Grösse der reinen Hauptarbeit des Setzens festzustellen, ist in Tab. 28 die Dauer der reinen Hauptarbeit in allen Abschnitten, das Setzen einbegriffen, auf 1 wirkl. Festmeter, auf 1 Raummeter ohne Übermass und auf 1 Raummeter mit Übermass angegeben.

Der Zeitaufwand bei der Aufarbeitung eines Raummeters Brennholz.

(S. 89—92.)

Am interessantesten von den Ergebnissen im Zusammenhang mit den Zeitstudien sind diejenigen, welche den Zeitaufwand bei der Herstellung einer der Lohnberechnung zugrundeliegenden Holzwareneinheit zeigen. In Tab. 29 ist die Dauer der ganzen Arbeitszeit und der eigentlichen reinen Arbeitszeit berechnet worden sowohl für rm ohne Übermass wie für rm mit Übermass in jedem Arbeitsabschnitt wie in der gesamten Hauung, getrennt für Näsi (Schläge 1—11) und Luukkonen (Schläge 12—23) sowie im Mittel für das ganze Material (Schläge 1—23). Die 4 aussergewöhnlich kurzen Tage sind nicht berücksichtigt worden.

Die aus dem gesamten Material erhaltenen Zahlen geben den mittleren Zeitaufwand je 1 rm gut wieder. Die Aufbereitung eines Raummeters ohne Übermass erfordert also 116.37 Min. oder 1 Stunde 56 Min., wovon etwa 12 Min. auf die vorbereitenden reinen Arbeiten, 2 Min. auf Läufe, 6 Min. auf Ruhe entfallen und 2 Min. verloren gehen; der Rest, 1 Stunde 34 Min., entfällt auf die eigentliche reine Arbeit. Die eigentliche reine Arbeit des Fällens beträgt 7.19 Min., die des Entästens 8.55 Min., des Einschneidens 35.44 Min., des Spaltens 30.66 Min. und des Setzens 12.53 Min. Wenn die Berechnung auf der hergestellten Raummetermenge

mit Übermass basiert, erhält man 1 Stunde 37 Min. als Dauer der Aufarbeitung eines Raummeters.

Wenn also der Brennholzhauer zur Bereitung eines Raummeters 116.37 Min. gebraucht, so stellt er in einem achtstündigen Tag, insofern seine Leistung gleich der in einem sechsstündigen Tag ist, 4.12 rm ohne Übermass her. Da 4 rm Brennholz als normale Leistung für einen achtstündigen Tag angesehen werden, stimmen die Ergebnisse der Untersuchung damit gut überein.

Graumann (1935) hat Zeituntersuchungen über verschiedene Brennholzhauungen im Revier Papuschieren vorgenommen und Dauerzahlen bezüglich der Aufbereitung eines Raummeters Brennholz mitgeteilt. Beim Vergleich seiner Zeiten für Birkenbrennholzaufbereitung mit denen der vorliegenden Untersuchung stellt man fest, dass sie die mittlere Aufbereitungszeit der vorliegenden Studie etwas übersteigt, aber etwa gleich mit der in Näsi ist. Die Unterschiede sind hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die Einschneidezeit Graumanns je 1 rm grösser ist als hier.

Die Brennholzhauungsleistungen.

(S. 92—97.)

Die in den untersuchten Schlägen aufbereitete Brennholzmenge umfasste insgesamt 90 Stösse und 12 einzelne Mengen. Diese einzelnen Mengen, deren Rauminhalt besonders bestimmt wurde, sind vom Hauer auf die fertigen Stösse gelegt worden.

Die Grösse der angefertigten Stösse wechselte von 0.50 bis 2.00 m. Tab. 30 gibt die Anzahl der Stösse von verschiedener Grösse nebst dem entsprechenden Raumgehalt ohne und mit Übermass sowie die Übermassprozente an.

Aus den Zahlen geht hervor, dass die Mehrzahl der Stösse von 1 rm Grösse war. Ihre Quantität ohne Übermass beträgt 66.8 %, mit Übermass 67.3 % der entsprechenden gesamten Rauminhalte. Die Unterschiede zwischen den Inhalten ohne und mit Übermass zeigen, dass das Übermass die verlangten 15 % beträchtlich überschritten hat. Stösse von ½ und 2 rm enthielten mehr Übermass als Stösse von 1 und 1—½ rm. Die Variation des Übermasses geht noch besser aus der Aufstellung auf S. 93 unten hervor, in welcher die obere Zeile die Übermassprozente, die untere die Anzahl der Stösse bezeichnet. Man sieht, dass nur 4 Stösse ein geringeres Übermass als die erforderlichen 15 %, 7 Stösse eben diesen Übermass aufwiesen, folglich enthielten 79 Stösse mehr als 15 % Übermass. Eine solche Überschreitung des Übermasses ist bei der Brennholzhauung sehr allgemein. Das Mittelübermass im gesamten Material beträgt 20.9 %, mithin 5.9 % mehr als das verlangte Abnahmeübermass.

Ausser frischen aufrechtstehenden Stämmen wurden auch vertrocknete Bäume und liegende Zöpfe zu Brennholz zerschnitten. Ihre Menge betrug 10.13 fm bzw. 15.60 rm mit Übermass. Der gesamte Festgehalt der Stösse, deren Prozent mit 65 zu bezeichnen ist, betrug 82.65 fm.

Bei der Beurteilung der täglichen Leistung ist zu bedenken, dass es unter den Arbeitstagen einige ganz kurze gibt. An solchen Tagen war auch die Leistung gering. Auch muss beachtet werden, dass die Tagesleistung einzelner Arbeiter sehr ungleichartig ist. Von Einfluss sind dabei ausser der Länge des Tages noch die Geschicklichkeit des Arbeiters, die Wetterverhältnisse, die Beschaffenheit des Geländes und des Bestandes, der Zustand der Geräte usw.

Eine gute Vorstellung von der Schwankung in den täglichen Leistungen gibt Tab. 31.

Die Tabelle ergibt als tägliche Mittelleistung 3.02 rm ohne Übermass. Da die gesamte wirkliche Raummetermenge aller 34 Tage 122.96 rm beträgt, sind 3.62 rm als wirkliche Tageleistung anzusehen.

Da die Brennholzhauung mit 7. 50 Fmk. für das Abnahmeraummeter (Rm ohne Übermass) bezahlt wurde, ergibt sich ein mittlerer Tagesverdienst von 22. 65 Fmk. Bei der mittleren Tageslänge von 5 Stunden 52 Min. erhält man den Mittelstundenlohn 3.86 Fmk. Wenn der Arbeitstag achtstündig gewesen wäre, hätte der durchschnittliche Tageslohn 30.90 Fmk. betragen. Folglich hätte der Tageserwerb den von der Lohnkontrollkommission für diese Gegend genehmigten Mindestlohn von 28.30 Fmk., der wahrscheinlich auf Grund des 8-stündigen Tages berechnet worden ist, ein wenig überschritten. Wenn die Arbeitsintensität während 8 Stunden auf derselben Stufe geblieben wäre, hätten 10 Arbeiter einen Tagelohn über dem Mindestlohn verdient, die zwei besten sogar etwa 45 Mark. Nur 9 Arbeiter hätten unter dem Mindestlohn verdient.

Der Tagelohn der untersuchten Arbeiter ist auch auf Grund der Löhnungslisten berechnet worden. Aus denjenigen für den September, Oktober und November sind die von den Arbeitern gehauenen Brennholzmengen nebst den entsprechenden Löhnen ermittelt worden. Weiter wurde vorausgesetzt, dass die Arbeiter an jedem Werktag gearbeitet haben. Aus den Löhnungslisten ergeben sich für diese Arbeiter insgesamt 800 Arbeitstage. Die mittlere Leistung dieser Tage ist 3.24 rm ohne Übermass und der Mittelverdienst je Tag ist 24.27 Fmk. Nach dieser Berechnung weisen also die Leistung und der Erwerb etwas höhere Zahlen auf als in der Zeitstudie.

Wenn auch die Leute im Mittel längere Tage gemacht hätten als die erwähnten 5 Stunden 52 Min., so hätten sie anderseits nicht an jedem Wochentag arbeiten können. Daraus folgt, dass die Mittellänge des Arbeitstages nicht viel grösser hat sein können als die in der vorliegenden Untersuchung ermittelte. Gesetzt, dass der Arbeitstag ebenso lang wie in dieser Studie gewesen ist, so ergibt sich ein Stundenlohn von 4.14 Fmk. und der Tagerwerb eines 8-stündigen Tages von 33.90 Fmk.

Die obige Berechnung zeigt, dass die Arbeiter wegen des allzu kurzen Tages den berechneten Mindestlohn nicht erreicht haben. Dies geschieht aber offenbar nur in der dunkelsten Jahreszeit, denn in der hellen Zeit sind die Tage länger. Anderseits muss jedoch bemerkt werden, dass gewisse Umstände, die gewöhnlich geeignet sind, die Dauer des Arbeitstages zu verkürzen, einen stärkeren Einfluss in der hellen als in der dunklen Jahreszeit ausüben.

Obschon der Arbeitstag in der hellen Jahreszeit länger als in der dunklen ist, was die Stundenzahl betrifft, wird die Leistung je Arbeitsstunde öfters geringer (Maliniemi 1933, S. 9).

Unter Berücksichtigung aller die Tageslänge beeinflussenden Faktoren gelangt Pöntynen (1936), in dem er die tägliche Leistung auf 3.50 rm berechnet, zu dem Ergebnis, dass der Arbeiter nur an 19 Tagen von den 30 eines Monats bei der Hiebsarbeit tätig sei. Dies bedeutet, dass dem Arbeiter 1 ½ Tage in der Woche verloren gehen, m. a. W., sein Arbeitstag nur sechsstündig wird, wenn man eine Mitteldauer von 8 Stunden voraussetzt.

Um die Länge des Arbeitstages mit der Länge des Tages vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang zu vergleichen, wurde die Länge des Tages am

Untersuchungsort (Hartola) berechnet. Sie wurde durch Interpolierung aus den Tageslängen der Städte Helsinki und Oulu erhalten. In Tab. 32 wird die Dauer des ersten, fünfzehnten und letzten jedes Monats sowie der Mitteltageslänge eines jeden Monats angegeben.

Die mittlere Länge des Tages ist im Juni 19 Stunden 20 Min., im Dezember 5 Stunden 19 Min. Der Unterschied zwischen dem hellsten und dunkelsten Monat beträgt also über 14 Stunden. Wenn auch der Arbeiter bei Akkordarbeit in der hellen Jahreszeit längere Arbeitstage macht als in der dunklen Jahreszeit, so ist er doch nicht im Stande, seinen Arbeitstag unbegrenzt je nach der Länge des Tages auszudehnen. Der Tag scheint allerdings in der dunklen Jahreszeit verhältnismässig genauer als in der hellen ausgenutzt zu werden. So beträgt in dieser Untersuchung der Anteil der Arbeit am ganzen Tag im September 55.5 %, im Oktober 65.0 % und im Dezember 85.7 %.

Aus dem obigen geht hervor, dass eine eingehende Ermittlung der Länge des Arbeitstages erforderlich wäre, um eine richtige Grundlage für die Bestimmung der Mindestlöhne zu erlangen.

Schlussbetrachtung.

(S. 98—101.)

Die Brennholzhauung wird wie die anderen Waldarbeiten in sehr verschiedenen Verhältnissen ausgeführt. Die Faktoren, welche die Arbeit und die Leistung beeinflussen, sind mannigfach und je nach den Umständen ungleichartig.

Die Einwirkung der Lage des Arbeitsplatzes und der Beschaffenheit des Bestandes ist bereits aus der Untersuchung hervorgegangen. Es wurde festgestellt, dass in den entfernteren Schlägen die Esszeit verkürzt und die Ruhezeit ausgedehnt wurde. Desgleichen wurde beobachtet, dass sich die Geländeverhältnisse u. a. in den Laufzeiten abspiegeln. Die Beschaffenheit des Bestandes hat einen Einfluss auf die Dauer der Verlustzeit ausgeübt. Bereits diese Beobachtungen geben eine Handhabe bei der Lösung der Frage, wie die Schläge zu verteilen sind. Bei der Einrichtung der Schläge sollte man Bestände mit wechselndem Gelände und von verschiedener Beschaffenheit vereinigen, so dass jeder Arbeiter gute wie schlechte Bestände erhielte. Jedenfalls sollte man, falls es gute und schlechte Schläge gibt, beachten, dass die Arbeiter abwechselnd auf diese verteilt werden. Wenn dies nicht möglich oder erwünscht ist, müsste man die Lohnsätze je nach der Beschaffenheit der Schläge feststellen. Ausser der Beschaffenheit des Geländes und des Bestandes spielt noch die Art der Stempelung eine Rolle bei der Bestimmung der Güte des Schlages. Je zahlreicher die ausgelaschten Stämme sind, desto weniger Zeit wird auf Läufe, auf Bestimmung der Fallordnung usw. aufgewandt, und desto mehr Zeit bleibt für die reine Arbeit übrig.

In der vorliegenden Untersuchung, in der die Arbeit einzelner Arbeiter nur einen oder ein paar Tage lang beobachtet wurde, kommen die bei längerer Arbeit hinderlichen Faktoren nicht zum Ausdruck. So war der Anteil der Verlustzeiten ziemlich gering, in Wirklichkeit wird die Verlustzeit verhältnismässig grösser, wenn der Holzhauer fortlaufend längere Zeit arbeitet. Zeit geht ver-

loren beim Suchen eines Quartiers, bei der Verproviantierung, beim Ersetzen zerbrochener Geräte, bei der Messung der angefertigten Holzmengen, bei der Lohnauszahlung und beim Kommen oder Gehen von der Arbeitsstelle. Diesen Zeitverlust kann die Arbeitsleitung wesentlich verringern. In Nord-Finnland, wo die Arbeitsstellen oft weit entfernt von den Siedelungen liegen und die Arbeitsleitung gezwungen ist, auch noch andere Geschäfte zu besorgen, wird die aus den obenerwähnten Umständen entstehende Verlustzeit viel geringer. Auch in der Nähe der Siedelungen kann die Arbeitsleitung bei gutem Willen vieles bessern. Selbst wenn es z. B. nicht möglich ist, besondere Arbeiterwohnungen zu bauen, müsste sich die Arbeitsleitung genau darüber unterrichten, wie viele Arbeiter jedes Quartier beherbergen kann. Wenn die Arbeiter sich anmelden, könnte der Arbeitsleiter ihnen gleich Quartiere anweisen. Weiter müsste er über die Essgelegenheiten Auskunft erteilen. Zweckdienliche neue Geräte sollten an oder neben dem Arbeitsplatz bereit gehalten werden, damit sie nicht in weitentfernten Läden gekauft zu werden brauchen. Auf das Vermessen der hergestellten Holzwarenmengen und auf die Lohnauszahlung sollte man möglichst wenig Arbeitszeit verwenden; besonders ist es zu empfehlen, die Lohnauszahlung am Schluss der Arbeit vorzunehmen. Ganz gewiss gewährleistet die obenberührte Fürsorge und Zeitersparnis nebst einer ausreichenden, angemessenen Entlöhnung beim Arbeiter die Zufriedenheit, die ihrerseits wieder eine fortlaufende, regelmässige Leistung sichert.

Die Arbeitsleitung sollte alles tun, dass der Arbeiter alle seine Zeit möglichst ganz auf die Arbeit verwenden kann, so dass die tägliche Leistung sich erhöht, die Arbeit schneller ausgeführt und die Kosten geringer werden. Dann werden auch die Verdienstmöglichkeiten des Arbeiters besser, natürlich unter der Voraussetzung, dass er sich selbst bemüht, die Zeit möglichst auszunutzen.

Da die Untersuchung gezeigt hat, dass die Länge des Arbeitstages und damit die tägliche Leistung, die noch durch die Beschaffenheit des Bestandes und der Bäume beeinflusst wird, je nach den Jahreszeiten variiert, sind diese Faktoren bei der Bestimmung der Lohneinheit natürlich zu beachten. Um einen mässigen Tagelohn zu haben, muss der Arbeiter also während der dunkelsten Monate einen grösseren Einheitslohn erhalten als in der hellen Jahreszeit.

Wenn die Arbeitstage in der dunklen Jahreszeit natürlich auch kurz sind, so braucht der Arbeiter doch, um seinen Lebensstand zu behalten, ebenso viel Lohn wie in den Jahreszeiten, wo er länger arbeiten kann. Weil er aber bei der Arbeit an den langen Tagen mehr Energie aufwendet, ist es angemessen, ihm diese zu vergüten. Diese Tatsache sollte dazu führen, dass der einem angemessenen Tagelohn entsprechende Einheitslohn auf Grund der dunklen Jahreszeit, also der kurzen Arbeitstage, bestimmt würde. Wenn dieser Einheitslohn das ganze Jahr hindurch beibehalten wird, wird der Mehraufwand der Energie ersetzt. Es wäre nur durch ergänzende Untersuchungen der Einfluss der verschiedenen Jahreszeiten festzustellen. Weiter sollte man die Einwirkung der Beschaffenheit des Bestandes auf die Leistung ermitteln; zu diesem Zweck wäre es angebracht, die Faktoren zu bestimmen, welche die Beschaffenheit der Bestände zweckmässig charakterisieren.

Zu den Untersuchungsergebnissen ist noch zu bemerken, dass die Aufbereitung eines Brennholzraummeters aus kleinen und grossen Stämmen mehr Zeit in Anspruch nimmt als aus mittelstarken. Die Zeitdifferenzen sind so gross, dass z. B. während der Zeit, wo ein Stoss von 1 rm aus Stämmen von 17—

21 cm Dicke vollständig fertiggemacht worden ist, erst das Spalten der Brennhölzer aus Stämmen von 9—13 cm Dicke ausgeführt ist, das Setzen aber noch nicht begonnen hat. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass das Fällen und das Spalten verhältnismässig viel Zeit erfordert. Da das Fällen eine unumgängliche Arbeit ist, besteht die einzige Möglichkeit zur Herabsetzung des Zeitaufwands darin, dass das Spalten und das noch zeitraubendere Rändern fortfällt. Kleine Scheitrundlinge bis zu 13 cm sollten entweder ganz ungespalten bzw. ungerändert bleiben, oder Stämme unter 13 cm Brusthöhendurchmesser zu Langbrennholz bereitet werden. Da das Einschneiden und das Spalten zusammen bei allen Durchmessern den grössten Teil der Zeit erfordert, und beide Arbeiten sich auch maschinell ausführen lassen, hat man zu erwägen, ob es nicht möglich wäre, bei der Brennholzhauung das Holz im Walde zu Langholz aufzubereiten und erst an den Lagerplätzen oder Verbrauchsorten einzuschneiden und zu spalten. Man hätte nur mittels Untersuchungen den Zeitaufwand und die Kosten der Abfuhr der Blöcke und des Scheite bzw. des maschinellen Einschneidens und Spaltens festzustellen.

Der Umstand, dass die Aufarbeitung grosser Stämme mehr Zeit je Kubikmeter erfordert als die der mittelstarken, ist vielleicht auf die Mangelhaftigkeit der Geräte zurückzuführen. Eine gewöhnliche Bügelsäge ist nicht mehr lang genug, um das Schneiden dicker Rundstücke ebenso gut wie das der kleinen auszuführen, die aus der Hartvermorschtheit herrührende Ungleichartigkeit des Holzes erfordert vielleicht auch ein anderes Schränken und Schärfen der Säge als gewöhnlich. Die gebräuchliche Universalaxt ist auch nicht gleich zweckdienlich beim Spalten grosser wie kleiner Rundstücke. Hierbei wären eine keilförmige, schwere Axt und Eisenkeile nötig. Da hohe Birken heutzutage nur selten zu Brennholz verarbeitet werden, bringen die Arbeiter solche Spezialgeräte nicht mit.

Überraschend, wenigstens für den Verfasser, war das Ergebnis, dass der Anteil der mit Geräten ausgeführten Arbeit nur etwa 40 % der Gesamtarbeitszeit beträgt. Dass nicht mehr Zeit auf die mit Geräten ausgeführte Arbeit aufgewandt worden ist, um eine ziemlich normale Tageleistung zu erreichen, ist ein erfreulicher Beweis dafür, dass die Geräte der Arbeiter in gutem Stand waren. Die am Arbeitsplatz gemachten Aufzeichnungen bestätigen die Richtigkeit dieser Annahme von drei Ausnahmen abgesehen. Die Leistung der drei Arbeiter, deren Geräte in weniger gutem Stande waren, war auch bedeutend niedriger als die der übrigen. Das Material reicht jedoch nicht aus, um die Einwirkung des Zustandes der Geräte auf die Arbeitsleistung klarzulegen.

Auf Grund der Untersuchungen ergibt sich die allgemeine Feststellung, dass der Brennholzhauer seinen Tag recht erfolgreich auf die Arbeit verwendet. Doch kann er durch bessere Regelung seiner Arbeiten die Zeit noch effektiver ausnutzen.

Zum Schluss ist zu erwägen, ob sich die Ergebnisse verallgemeinern lassen. In der Untersuchung ist häufiger auf die Ungleichartigkeiten in den Leistungen in Schlägen, die hinsichtlich der Geländeverhältnisse usw. verschieden waren, hingewiesen worden. Da die Hiebe in beiden Beständen eine Art Nachlichtung oder Durchforstung waren, spiegeln die Ergebnisse vor allem solche Hiebe wieder. Untersuchungen über Kahlhiebe können abweichende Resultate ergeben. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung dürften die Hauptzüge der Brennholzhauung in typischen südfinnischen Brennholzbeständen hervorgehen. In Beständen, die hinsichtlich der Geländeverhältnisse, der Zu-

sammensetzung der Holzarten, der Stärkeklassenverteilung, der Laschungsdichte usw. in hohem Grad von den untersuchten abweichen, sind natürlich auch die Ergebnisse verschieden. Die Ergebnisse der Untersuchungen über die reine Hauptarbeit lassen sich an sich verallgemeinern. Hierzu sind jedoch weitere ergänzende Untersuchungen über den Einfluss des Zustandes der Geräte, der Verschiedenheit des Holzes usw. erforderlich. Während der vorliegenden Untersuchung war keine Gelegenheit, diese Umstände zu berühren, sie werden aber im Zusammenhang mit einer Untersuchung über die Waldgeräte näher beleuchtet werden. Die im vorhergehenden angeführten Ergebnisse dürften wohl ein ziemlich zuverlässiges Bild von den reinen Hauptarbeitszeiten in der Brennholzhauung geben.

4686,—36