KUUSISAHAPUUN TEKNILLISEN JA PINOKUUTION VÄLINEN SUHDE SEKÄ SEN RIIPPUVAISUUS MUOTOLUOKASTA

EINARI WUOTI

DAS VERHÄLTNIS VON TECHNISCHEM ZUM RAUMMASS BEIM FICHTENSÄGEHOLZ UND SEINE ABHÄNGIGKEIT VON DER STAMMFORM

REFERAT

HELSINKI 1942
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN SEURAN KIRJAPAINON OY.

Alkusanat.

Esillä oleva tutkimus, jonka alustavasti lasketut tulokset valmistuivat jo vuonna 1938 kuusipaperipuuta raaka-aineenaan käyttävän teollisuuden käytettäväksi, keskeytyi sittemmin talvisodan 1939—40 syttyessä. Vasta keväällä 1941 valmistui tutkimus lopulliseen muotoonsa. Kun Suomen Metsätieteellinen Seura nyt on hyväksynyt tutkimuksen julaistavaksi siinä juhlajulkaisussa, joka on omistettu professori Erkki Laitakarille ja professori Yrjö Ilvessalolle, lausun Seuralle syvät kiitokseni siitä kunniasta, jonka tutkimukseni siten on saanut osakseen. Samalla lausun kiitokseni professori Ilmo Lassilalle hänen ystävällisestä opastuksestaan ja auliisti annetuista hyvistä neuvoista ryhtyessäni tutkimusta suunnittelemaan sekä professori Eino Saarelle, joka tutkimuksen kestäessä on monessa tapauksessa antanut arvokkaita ohjeita. Läheisin kiitokseni kohdistuu kuitenkin G. A. Serlachius O/Y:lle, W. Rosenlew & Co O/Y:lle, Rauma O/Y:lle ja Kymin O/Y:lle, joiden suosiollinen ja arvokas avustus on tehnyt koko tutkimuksen mahdolliseksi, sekä yhtiöiden metsäpäälliköille, metsänhoitajille J. Kurténille, G. A. Nybergille ja V. Alavalle sekä metsäneuvos A. Torckellille, jotka ystävällisesti ovat antaneet aulista apuaan tutkimustöiden käytännöllisissä järjestelyissä. Samoin esitän kiitokseni mainittujen yhtiöiden piiriesimiehille ja metsätyönjohtajille, jotka henkilökohtaisesti ovat suoneet apuaan tutkimustöissä.

Työtoverilleni metsänhoitaja Jarl Arnkilille, jonka kanssa tutkimuksen suunnittelut on pääasiassa laadittu ja joka on osallistunut myös mittaustöihin, esitän lämpimän kiitokseni annetusta avusta.

Helsingissä, heinäkuulla 1942.

Einari Wuoti.

Sisällysluettelo.

	sivu
1. Johdanto	5
11. Teknillistä kuutiota vastaava todellinen kiintokuutio	7
12. Sahapuurungon todellinen kuutio muunnettuna pinokuutioksi	9
13. Sahapuurungon teknillisen- ja pinokuution laskelmallinen suhde	9
2. Tutkimuksen suunnittelu	11
21. Tutkimuspaikkojen valinta	11
22. Tutkimuksia varten suoritettavat mittaukset	13
221. Sahapuun apteeraus	13
2211. Tukin pituus	13
2212. Tukin läpimitta	16
222. Sahapuu- ja paperipuurungon kiintokuution määrääminen	17
223. Muotosuhteen ja muotoluokkien määrääminen	18
224. Pinojen mittaaminen	20
3. Mittaustulokset	21
31. Runkomäärät ja koe-erät	21
32. Muotoluokat	22
321. Muotosuhteiden mittaustulokset	22
322. Maassin ja Jonsonin muotosuhteiden vertailu	24
33. Teknillinen kuutio	25
34. Pinokuutio	27
35. Sahapuurungon teknillisen- ja pinokuution suhde mittausten tuloksena	29
4. Mittaustulosten käytännöllinen merkitys	33
41. Sahapuun runkomuodon määrääminen	33
42. Sahapuiden leimausluetteloa vastaava pinokuutiomäärä	34
43. Sahapuu- ja paperipuuleimikon yksikköhintojen vertailu	34
Luettelo lähdekirjallisuudesta	36
Deutsches Referat	37

1. Johdanto.

Puun kysyntä teollisuuden raaka-aineeksi on kasvanut valtavasti verrattaessa Kustaa Vaasan aikuisten vesisahojen puun tarvetta nykyisten suursahojen vuotuiseen tuotantoon. Sahateollisuuden toiminta oli alkuaikoinaan 1500-luvulla varsin pientä eikä se kyennyt vielä muutamaan vuosisataan nousemaan kovinkaan suureksi. Vasta kuluvalla vuosisadalla on sahateollisuudesta tullut koko maan metsävarojen käyttäjänä huomattava tekijä. Sangen hyvän kuvan teollisuuden tuotannon kasvusta antavat jo yksistään sahatun puutavaran vientinumerot esitettyinä keskiarvoisina standerttimäärinä seuraavilta viisivuotiskausilta:

1865—1869	100,000 st.
1885—1889	220,000 »
1905—1909	540,000 »
1925—1929	1,137,000 »
1935—1939	852,000 »

Kotimainen sahatavaran käyttö on lisääntynyt sekin saman ajan kuluessa moninkertaiseksi.

Niinkauan kuin sahateollisuus muodosti puuta jalostavan teollisuuden pääosan, olivat sahapuut luonnollisesti metsän tuotteista tärkeimmät. Sahateollisuus haki itselleen metsistä suurikokoisimmat rungot jättäen pienemmät edelleen kasvamaan tulevia omia tarpeitaan varten tai käytettäviksi omistajansa kotitarpeiksi. Jo vanhimpina aikoina on mänty ollut kysytympää kuin kuusi, mikä suhde milloin suuremmin milloin pienemmin vaihteluin on ollut vallalla nykyaikoihin asti. Männyn ja kuusen suhdetta nykyisessä sahauksessa osoittaa allaolevan viisivuotiskauden vuositilasto:

	Sahattu milj. j³					
Sahausvuosi	mäntyä	%	kuusta	%	yhteensä	%
1935	202.6	77.3	59.4	22.7	262.0	100
1936	211.5	76.8	63.7	23.2	275.2	100
1937	230.6	74.6	78.7	25.4	309.3	100
1938	172.0	75.7	55.1	24.3	227.1	100
1939	137.6	76.8	41.5	23.2	179.1	100

Kun sahateollisuuden rinnalle 1850—60 luvulla syntyi puuhiomoteollisuus ja se alkoi tarvita kuusipuuta raaka-aineekseen, lisääntyi kuusen kysyntä vuosi vuodelta tämän uuden teollisuuden kasvaessa. Sittemmin 1880 luvulta lähtien eneni kuusen käyttö entisestään, kun taas uusi teollisuuden haara, selluloosateollisuus syntyi ja esitti vaatimuksensa kuusen hankinnasta oman tuotantonsa tarpeiksi. Nykyisin, yli puolen vuosisadan kuluttua kehitys on johtanut hiomo- ja selluloosateollisuuden kuusen käytössä valta-asemaan sahateollisuuden rinnalla. Vain summittaisestikin lasketut käyttöluvut osottavat suhteen ilmoitettuna likiarvoisina pinokuutiometreinä seuraavilta viideltä vuodelta:

Vuosi	Hiomo- ja selluloosateollisuuden kuusen käyttö n. milj. p-m³		Kuusta sahattu n. milj.	p-m³
1935	7.81	71 %	3.13	29 %
1936	8.64	72 »	3.36	28 »
1937	9.75	70 »	4.14	30 »
1938	8.42	74 »	2.90	26 »
1939	7.84	78 »	2.18	22 »

On selviö, että ennenkuin tällaiseen suhteeseen on näiden teollisuuksien kesken tultu, on kilpailu kuusen hankinnasta raaka-aineeksi ollut luja. Kuitenkin on määrältään suurin osa kuusipuista tavallaan rauhoitettu jommallekummalle teollisuudelle kuuluvaksi. Sahateollisuus käyttää suurimmat rungot, kun hiokkeen ja selluloosan valmistuksessa tyydytään ensi kädessä pieniin runkoihin. Sahateollisuus ei kuitenkaan nykyoloissa enää voi saada käyttöönsä sellaisia valtapuita kuin entisinä aikoina, sillä ne ovat runsaitten hakkuiden jäljiltä jo hävinneet ja metsien runkokoko huomattavasti pienentynyt. Tämän johdosta on sahateollisuus ollut pakoitettu vähentämään vaatimuksiaan runkojen vahvuuteen nähden niin pieneen kuin hankinta sahoille suinkin kannattaa. Hiomo- ja selluloosateollisuus ei taas voi tyydyttää suurtuotantoaan yksistään pienillä rungoilla, vaan pyrkii puolestaan saamaan haltuunsa yhä vartevampia puita. Tällä tavalla joutuvat keskisuuret puut kummankin teollisuuden hankintahalun kohteiksi. Kilpailussa määräytyy omistusoikeus sille, joka tarjoo rungosta korkeamman hinnan. Sahateollisuuden on hintaa määrätessään tarkoin laskettava, kuinka pieniä runkoja sen kannattaa hakkauttaa, vedättää sahalleen ja sahauttaa saadakseen työstään riittävän tulon. Pienet rungot antavat vastaavasti pienen sahaustuloksen ja rahatulon verrattuna niiden aiheuttamiin kustannuksiin, kun taas tulot ovat sitä paremmat kuta

suurempi runko on. Hiomo- ja selluloosateollisuuden määrätessä hintansa tulee sen ratkaista niiden runkojen suuruus, joitten hankinnassa se ei voi kilpailla sahojen kanssa asettamatta kannattavaisuutta vaaranalaiseksi. Tässä kilpailussa olisi hintojen vertailu helppo ja yksinkertainen asia, jos molemmat ostaisivat puunsa samaa yksikkömittaa käyttäen. Mutta sahateollisuus ostaa puunsa engl. jalkamitoin, kun taas hiomopuut ja selluloosan valmistukseen hankittavat puut ostetaan yleensä metrimitoin. Tukit kuutioidaan yksittäin pituuden ja latvaläpimitan mukaan engl. kuutiojaloin, kun paperipuut kuutioidaan pinoissa kuutiometrein. Tämän vuoksi on edellisten, teknillisten kuutiojalkamäärien ja jälkimäisten, pinokuutiometrien keskinäisten suhteiden tunteminen kummallekin teollisuudelle erittäin tärkeätä runkojen yksikköhintoja arvioitaessa.

Nämät suhteet eivät käytännössä ole olleet täysin selvät. Käytännön antamat kokemusperäiset suhdeluvut ja yhteen pölkkyyn kohdistuvat tarkatkin numerotiedot ovat epäilemättä lähellä totuutta, mutta kaipaavat perusteellisempaa kokeellista pohjaa ollakseen yleispätevät. Puunjalostusteollisuuden kannalta on kysymyksen selvittely etupäässä teollisuuden raaka-aineeseen kohdistuva liiketaloudellinen kysymys. Tutkimuksen kohteena on näiden suhteiden selvittely kuitenkin ensi kädessä metsäteknologinen, puun käyttöä valaiseva kysymys, jota ei voida sellaisena ratkaista kuitenkaan käyttämättä hyväksi metsänarvioimistieteen antamaa tukea erikoisesti runkojen muotosuhteista.

11. Teknillistä kuutiota vastaava todellinen kiintokuutio.

Tilavuus, joka on määrätty jossakin mittayksikössä, voidaan muuntaa toisessa mittayksikössä lausutuksi tilavuudeksi, kun tunnetaan näiden tilavuusyksikköjen keskinäiset suhteet ja muuntokertoimet. Kuutiojalkamäärät voidaan siten muuttaa kiintokuutiometreiksi niillä suhdeluvuilla, jotka on tunnettu (Aro 1929, 1931, Wuoti 1940). Sahapuurungon teknillisen kuution ilmaiseminen kiintokuutiona metrimitoissa voidaan siis helpolla toimittaa, mutta näin saatu luku ei vastaa rungon osan todellista kiintokuutiota. Todellisen kiintokuution määräämiseen sisältyy tällöin rungon kasvumuodosta ja sen kapenemisesta johtuvan tukkien kartiomaisuuden ja latvaläpimittaisen lieriön tilavuussuhteen ratkaisu. Käytännössä mitattu tekn. kuutio ei myöskään ole täsmällinen määrä, vaan sisältyy siihen yleisesti enemmän puuta kuin mittayksikköjen edellyttämä kuutiotulos osoittaa. Nämät kuutiota lisäävät tekijät voidaan keskiar-

voisina laskea ja määrätä kertoimet (Pöntynen 1929), joiden avulla sahatukin tekn. kuutio voidaan muuntaa sahatukin todellista kiintokuutiota vastaavaksi määräksi. Ennen näiden suhdelukujen käyttämistä on kuitenkin tarkoin tunnettava, minkälaiset nämät tietoisesti tehdyt poikkeamat lieriön mitoista ovat. On tunnettava tasausvaran, läpimitan alas- tai ylöspäin tehdyt pyöristykset todellisesta mitasta ja pienimmän tai suurimman läpimitan mittauksen aiheuttamat virheet sekä puun kapeneminen tukin osalta, sen latvamuotoluku.

Kun vertauskohteena on vain yksi tai ani harva tukki, on sekä helpompaa että varmaa suorittaa heti täsmällinen mittaus ja laskelmat sen mukaan kuin saada vertaustulos edellämainituilla kertoimilla. Jos sensijaan on kysymyksessä suuri määrä saman suuruusluokan puita, voidaan kertoimien avulla päästä selville tukkien todellisesta kiintokuutiosta sangen tyydyttävällä tuloksella. — Myöhemmin tapahtuvaa vertailua varten on syytä esimerkillä valaista kysymystä.

Varastossa on 100 kuusirungosta tehtyä 100 tyvitukkia, jotka ovat täsmällisesti 20 engl. jalan pituisia (7.01 metriä) eikä siis tasausvaraa ole pituuden lisäksi olemassa. Latvaläpimitat täyttävät 8 tuumaa ja ovat alle 8 1/2 tuuman. Samoin on 100 latvatukkia, joilla on sama pituus ja latvaläpimitta 5 tuumaa täyttävä, mutta alle 5 1/2 tuumaa. Käyttämällä kiintomittataulukkojen asianmukaisia kertoimia (Pöntynen 1929) saadaan seuraavat tulokset:

Teknillinen kuutio:	tyvipölkky	6.98 t. j³	
	latvapölkky	2.73 »	
	sahapuurunko	9.71 t. j³	
Läpimitan alaspäin-pyöristyksen lisäys:	tyvipölkky	6.98 × 1.063 =	7.42 j³
	latvapölkky	2.73 × 1.103 =	3.01 »
	sahapuurunko		10.43 j³
Latvamuotoluvun lisäys:	tyvipölkky	7.42 × 1.32 =	9.79 j³
	latvapölkky	3.01 × 1.79 =	5.39 »
	sahapuurunko		15.18 j³

100 sahapuurungon teknillinen kuutio on mitattu keskimäärin 9.71 t.j³:ksi, mikä täten laskettuna vastaa 15.18 j³ sahapuurungon todellista kuutiota. Kun 1 k-m³ vastaa 35.32 j³ on kiintokuutio 100 tyvipölkyllä 27.77 ja 100 latvapölkyllä 15.26 sekä 100 sahapuurungolla 43.02 k-m³.

12. Sahapuurungon todellinen kuutio muunnettuna pinokuutioksi.

Kiintomittataulukkojen perusteella (Aro 1929, 1931) voidaan kiintokuutiot muuttaa pinokuutioksi. Jos tavara muunnetaan 1-metriseksi paperipuuksi, on suhde 1.000 : 0.760 = 1.316. Tämän perusteella vastaavat edellämainitut kiintokuutiot pinokuutioita seuraavasti:

Tyvipölkyt	27.77 × 1.316 =	36.55 p-m³
Latvapölkyt	15.26 × 1.316 =	20.08 »
Sahapuurungot	43.03 × 1.316 =	56.63 p-m³

Myöhemmät tutkimukset ovat osoittaneet (Saari-Keltikangas-Wuoti 1938, Wuoti 1940), että kiintomittataulukkojen pinotiheysluvut ovat keskiarvoisinakin liian matalat sekä 1-metrisissä että varsinkin 3- ja useampimetrisissä kuusipaperipuissa. Käytäntö noudattaakin jo aivan yleisesti 1-metrisissä kuusipaperipuissa suhdetta 1.000 : 0.765 = 1.307. Tämän mukaan tulevat pinokuutiot esimerkissämme vähän pienemmiksi:

Tyvipölkyt	27.77 × 1.307 =	36.30 p-m³
Latvapölkyt	15.26 × 1.307 =	19.94 »
Sahapuurungot	43.03 × 1.307 =	56.24 p-m³

Esimerkissä mainituista 100 sahapuurungosta olisi jälkimäisen laskelman mukaan tullut vain 56.24 p-m³ eli 0.7 % vähemmän.

13. Sahapuurungon teknillisen- ja pinokuution laskelmallinen suhde.

Edellämainittuja suhdelukuja käyttäen voidaan jokainen tukki muuntaa pinokuutiomääräksi. Arvioitaessa suuria leimikoita, missä esiintyy useita kymmeniä erilaisia tukkikokoja, ovat tällaiset laskelmat kuitenkin sekä suuritöisiä että aikaa ja tarkkuutta vaativia, jotta tuloksen likimääräisyys olisi tyydyttävä.

Näiden laskutöiden helpottamiseksi on julkaistu taulukoita (Aro 1937), joissa suhdeluvuilla osotetaan, miten monta teknillistä kuutiojalkaa määrätyn suuruisia tukkeja sisältyy yhteen pinokuutiometriin. Taulukoissa ei tosin löydy suhdetta latvasta 5-tuumaiselle, mutta näiden suhde voidaan melkoisen tarkkaan laskea muiden suhdelukujen avulla. Taulukon mukaan

sisältyy 1-metristen kuusipaperipuiden pinokuutiometriin 18 teknillistä kuutiojalkaa tukkeja, joiden koko on 20′ × 8″, ja 13.5 teknillistä kuutiojalkaa kooltaan 20′ × 5″. Edellämainitun esimerkkimme kohdalta on tulos seuraavaa:

Tyvipölkyt	698 t. j³ :	18.0 =	38.67 p-m³
Latvapölkyt	273 » :	13.5 =	20.22 »
Sahapuurunko	971 t. j³ :	=	58.89 p-m³

Tulos on sivulla 9 esitettyjen laskelmien mukaan saatuja pinokuutiomääriä 56.63 ja 56.24 p-m³ 4.5—4.6 % suurempi. Koko sahapuurungon osalta olisi teknillinen kuutiojalkamäärä pinokuutiossa 16.49 t.j.³. Huomattava on, että edellämainittujen tyvi- ja latvapölkkyjen suhdelukujen avulla ei suoraan saada koko sahapuurungon tekn. kuution ja pinokuution suhdetta, sillä 18.0 + 13.5 : 2 = 15.75 t.j³, mikä antaisi pinokuutiotulokseksi vielä suuremman luvun 61.7 p-m³ eli 8.9—9.7 % suuremman kuin ensi laskelmalla saadut.

Esimerkkimme kohdalta saamme lasketuksi 100 sahapuurungon, joiden tekn. kuutiojalkamäärä runkoa kohden on siis 9.71 t.j³, teknillisen kuution ja pinokuution suhteen käyttäen sivulla 9 esitettyyn pinotiheyslukuun 0.765 perustuvaa p-m³.

Tyvipölkyt	698 t. j³ :	36.30 p-m³ =	19.23 t. j³/p-m³
Latvapölkyt	273 » :	19.94 » =	13.69 »
Sahapuurunko	971 t. j³ :	56.24 p-m³ =	17.27 t. j³/p-m³

Pinotiheyslukuna käytettäessä kiintomittataulukkojen suhdetta 0.760 olisi tulos 17.16 t.j³/p-m³, mikä sekin on 4.6—4.7 % suurempi kuin edellä saatu luku 16.49 t.j³/p-m³. Käytännössä ovat kuitenkin molemmat luvut osottaneet aivan liian pieniä arvoja.

On luonnollista, että suurissa, useita tuhansia runkoja käsittävissä leimikoissa edelläkerrotunlaiset työt vaativat runsaasti aikaa ja tarkkuutta. Mutta parhaatkaan laskelmat eivät auta silloin, kun leimausluetteloa ei löydy. Käytäntö tarvitsee näitä suhdelukuja silloinkin. Sen vuoksi on tehty laskelmia ja kokeiluja suhteen selvittämiseksi ja tehdään yhä. Kokemusperäisenä lukuna on kauan käytetty 20 t.j³/p-m³, mutta luottamus siihen ei suinkaan ole ollut ehdoton, sillä kokeiden tulokset ovat vaihdelleet sangen huomattavasti 17:sta 21:een asti. Vuodesta 1937, näiden tutkimusten tultua ensi vaiheessaan valmiiksi, on hiomo- ja selluloosateollisuus yleisesti käyttänyt keskiarvoisena suhdelukua 19.0—19.5 t.j³/p-m³.

Kirjoittajan nimenomaan teollisuuden tarpeiksi tekemät kokeet muitten tutkimusmittausten yhteydessä ovat antaneet varsin poikkeavia tuloksia. Esitettäköön seuraavassa 20′ × 8″ suuruisista tukeista saadut tulokset:

Koe-erän n:o	Tukkiluku	Tukin t.j³	Yhteensä t.j³	P-m³	T.j³/p-m³
1	3	8.03	24.09	1.42	16.96
2	7	8.03	56.21	3.17	17.73
3	21	8.03	168.63	9.00	18.74
4	14	8.03	112.42	5.81	19.35
5	6	8.03	48.18	2.34	20.59

Tulokset poikkeavat toisistaan huomattavasti, vaikka kaikissa kokeissa on käytetty teknilliseen kuutioon nähden samansuuruisia tukkeja. Aikaisemmin esitettyihin laskelmallisiin tuloksiinkin verrattuina on ero huomattava. Mittausten keskiarvokin 18.84 t.j³/p-m³ on niitä tuntuvasti korkeampi.

Tulosten vaihtelu perustuu kuitenkin siihen tosiasiaan, että eri koeerissä käytetyt puut ovat olleet runkomuotonsa puolesta erilaisia. Koeerän n:o 1 tukit edustavat erittäin huonon runkomuodon omaavia runkoja, kun taas koe-erä n:o 5 sisältää tukit kuudesta erinomaisen hyvän runkomuodon rungosta ja muut siltä väliltä. Seurauksena runkomuotojen erilaisuudesta on johtunut myöskin, että pinoissa oleva kiintokuutiomäärä on ollut sitä korkeampi kuta parempi runko on ollut kysymyksessä.

Edelläesitetyn perusteella voidaan päättää, että teknillisen ja pinokuution keskinäistä suhdetta ei voida tyydyttävästi ratkaista ottamatta huomioon puun runkomuotoa, jolla ilmeisesti on merkittävä vaikutuksensa kysymyksessä olevan suhteen selvittämiseen. Mikä sahapuiden muotoluokan ja yksityisen sahapuun muotosuhteen vaikutus saman sahapuurungon teknillisen kuution ja samasta rungon osasta valmistettujen paperipuiden pinokuution keskinäiseen suhteeseen on, on tämän tutkimuksen tarkoituksena ainakin pääpiirteissään selvittää.

2. Tutkimuksen suunnittelu.

21. Tutkimuspaikkojen valinta.

Jotta tutkimustulokset voisivat saada riittävän varmuuden ja tulisivat mahdollisesti kelvollisiksi käytäntöä palvelemaan, oli ainehisto saatava riittävän runsaaksi ja mikäli mahdollista edustavaksi. Tarkoitukseen olisi ollut saatava varatuksi niin suuri lukumäärä sahapuita, että niiden anta-

mat keskiarvoiset tulokset olisivat varmuudella tyydyttäneet ilman lisäksi tehtäviä »kamarilaskelmia». Kuusisahapuita oli luonnollisesti käytettävissä rajattomat määrät tutkimuksiakin varten, mutta se, että samat arvokkaat rungot oli tutkimusten yhteydessä tehtävä metrin mittaisiksi paperipuiksi, vähensi saantimahdollisuuksia. Sillä erinomaisella auliudella, millä Suomen puunjalostusteollisuus aina on suhtautunut tieteellisiin tutkimuksiin, useat hiomo- ja selluloosatehtaat nytkin asettivat sitä tiedusteltaessa kirjoittajan käytettäväksi sahapuita monista eri seuduista. Koska tutkimusta ei ajateltu perustettavaksi maantieteellisiin, ilmastollisiin, maaperän tai bioloogisiin huomioihin kohdistuviin seikkoihin, jäi tutkimuspaikkojen valinta pelkästään käytännöllisistä syistä riippuvaksi. Tämän johdosta tulivat seuraavat paikat valituiksi tutkimusten toimeenpanoa varten:

1. G. A. Serlachius O/Y:n kuusipaperipuun hankintatyömaa Koskenpään pitäjässä Koivula-nimisellä tilalla. Tutkimuksen kannalta oli paikka siinä suhteessä hyvä, että hakkuut alotettaisiin samanaikaisesti tutkimusten kanssa, joten oli mahdollista valita tutkittavat rungot pystypuista.

2. W. Rosenlew & Co O/Y lupautui asettamaan käytettäväksi tarpeellisen määrän kuusirunkoja, jotka paperipuuhankintaa silmällä-pitäen vedätettäisiin yhtiön omistamalta Ruoveden pitäjän Leppäkorven tilalta sopivaan paikkaan vesistön varrelle.

3. Rauma O/Y lupautui hankkimaan yksityismetsistä ostamiaan kuusirunkoja tarpeellisen määrän Loimaan asemalle.

4. Kymin O/Y ilmoitti tutkimuksia varten vedättävänsä omista metsistään 50—60 kuusirunkoa Suolahden aseman lähellä olevalle varastoalueelle. Edelleen ilmoitti yhtiö olevansa valmis asettamaan toisesta paikasta käytettäväksi 100 kuusirunkoa käsittävän erän, jos tutkimustarkoitukset niin vaatisivat.

Luetellut yhtiöt lupautuivat lisäksi omalla kustannuksellaan hankkimaan tukit määrätyille paikoille sekä palkkaamillaan työmiehillä suorittamaan kaikki tutkimusten yhteydessä esiintyvät katkaisu-, kuorinta- ja pinontatyöt. Yhtiöt asettivat vielä paikalliset metsätyönjohtajansa käytettäväksi tutkimustyön avuksi.

Tutkimuksen suunnitteluihin sekä osaksi mittaustöihinkin osallistui metsänhoitaja Jarl Arnkil, jonka kokemus oli usein tutkimustyölle arvokkaana apuna.

Suunnitelman mukaan piti Koivulan, Leppäkorven ja Loimaan erien olla vain 15—30 runkoa käsittäviä. Kun tulokset näistä oli saatu ensi vaiheessa valmiiksi, piti Suolahden erän olla vertailukohteena. Elleivät tulokset kolmen tutkimuserän jälkeen olisi tyydyttävät, oli Suolahden erä liitettävä niihin ja vertailukohteeksi otettava viides entisiä suurempi erä. Työt oli aloitettava tammikuussa 1936 ja saatettava loppuun seuraavan toukokuun kuluessa, mikäli suinkin aikaa muilta virkatoimilta riitti.

22. Tutkimuksia varten suoritettavat mittaukset.

Tutkimuksen tavoitteena oli saada lukusarjoja sahapuurungon teknillisen kuution ja samasta rungosta valmistettujen paperipuiden pinokuution keskinäisestä suhteesta ja selvyys siitä, millä tavalla runkojen kasvumuotosuhteet vaikuttavat tähän suhteeseen. Tämän vuoksi oli jokaisesta rungosta suoritettava apteeraus. Sekä apteeratun sahapuurungon että saman rungonosan paperipuiden kiintomittojen selvittämiseksi oli vastaavat mittaukset suoritettava. Rungon muotosuhteen laskemista varten oli tehtävä niitä vaativat mittaukset ja lopulta oli suoritettava valmiiden paperipuiden pinomittaukset.

221. Sahapuun apteeraus.

Siinä mielessä, että tutkimuksen tulokset aikanaan voisivat käytäntöä hyödyttää, oli luonnollista, että tutkimustyö alunpitäen suunniteltiin vastaamaan käytäntöä ja siis yleisiä työtapoja metsätöissä. Niinpä suunniteltiin apteerauskin toimitettavaksi kuten kuka hyvänsä ammattiinsa perehtynyt metsämies työnsä tekee. Asiaa yksityiskohtaisesti arvosteltaessa ei tämä »jokapäiväisyys» ollut oikea tapa. Tuloksia tulisi vaivaamaan epätarkkuus, josta ei kukaan voisi vastata. Jos taas keskiarvoiset tulokset riittäisivät, ei suunnitellun mukainen ainehisto riittäisi. Pölkkyjen pituuden ja läpimitan tarkkuus olivat jo tekijöitä, jotka tutkimuksen tuloksia ajatellen vaativat huomattavasti suurempaa täsmällisyyttä kuin tavallinen metsätyö edellytti. Tarkasta työstä voisi aina tinkiä, mutta epätarkasta ei tekemälläkään saa varmoja tietoja. Mittaustyöt suunniteltiin näiden syiden johdosta mahdollisimman tarkoiksi.

2211. Tukin pituus.

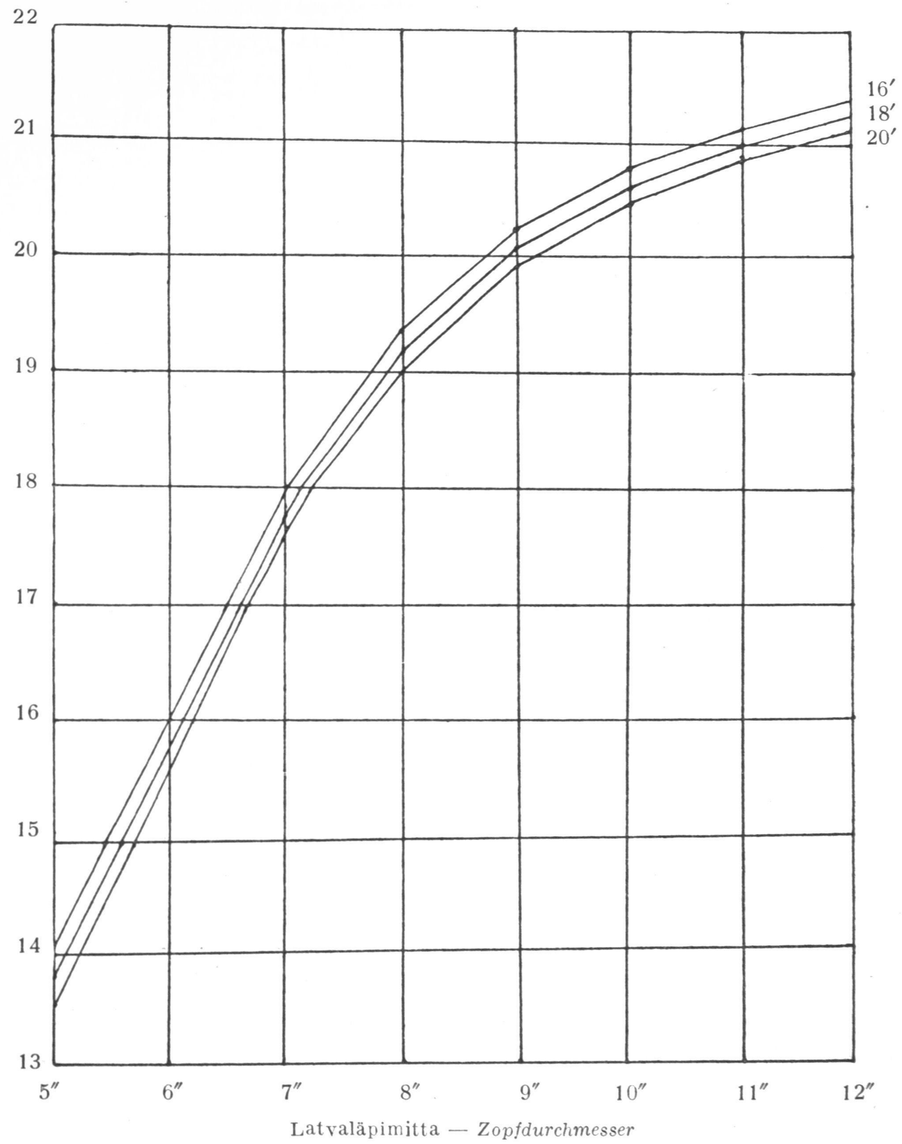
Sahatukkien keskipituudet olivat silloin yleensä 18—19 jalkaa. Niinpä suunniteltiin tutkimuksessa noudatettavaksi samaa vaatimusta. Erien pienuudesta johtuen oli kuitenkin keskipituuden vaatimusta lisättävä

varovaisuuden vuoksi 18—19.5 jalkaan, jota oli noudatettava yhteisesti Koivulan, Leppäkorven ja Loimaan eriin nähden sekä erikseen Suolahden erässä. Kun tutkimuksen käsittelemät puut eivät kuitenkaan tulisi sahatavaraksi, oli pölkkyjen pituuksien määritteleminen sitä helpommin suoritettavissa.

Sen sijaan oli ennakolta selvitettävä, mitä pölkkyjen pituus vaikuttaisi etsittävään teknillisen ja pinokuution keskinäiseen suhteeseen. Aro osoittaa taulukossaan (1937), että esim. 8-tuumaiset pölkyt saavat saman suhteen 18 t.j³ p-m³:ssä 15—23 jalan pituisina ja 7-tuumaiset 17 t.j³ p-m³:ssä 15—22 jalan pituisina sekä 16 t.j³ p-m³:ssä 23 jalkaisina. Jo tämä — tosin varsin pyöristetysti — osottaa, että etsittävään suhteeseen pölkkyjen pituudet vaikuttavat varsin vähän. Jos ratkaistaan asia Pöntysen esittämien taulukoiden ja pinotiheysluvun 0.760 avulla, voidaan paras todiste saada graafisesta esityksesta piirroksesta n:o 1. Abskissa esittää piirroksessa pölkkyjen täsmällistä latvaläpimittaa ja ordinata vastaavansuuruisten pölkkyjen teknillisiä kuutiojalkoja yhdessä pinokuutiometrissä. Näitä osottavat pisteet esiintyvät osottamassa määrättyä pölkyn pituutta, joista yhdistävä keskimäinen käyrä esittää 18-jalkaisia, alapuolinen 20-, yläpuolinen 16-jalan pituisia. Laskelmista selviää, että 16—20 jalan pituisissa yhden pituusjalan eroa vastaa suunnilleen 0.2 t.j³ / p-m³ 6-tuuman puissa. Vahvemmissa puissa se vähenee niin, että latvasta 12 tuumaa täyttävissä ero vastaa vain 0.06 t.j³/p-m³. Koska tutkimus etupäässä koski runkomuodon vaikutusta etsittävään suhteeseen ja tietoisesti löytyvä poikkeama oli verrattain pieni, ei täten syntynyttä virhettä pidetty tarpeellisena huomioida laskelmissa tämän tutkimuksen yhteydessä.

Pituus vaikuttaa kuitenkin huomattavasti kaupanalaisen sahatukin hintaan. Metsänomistajan tavoitteena myydessään puunsa on mahdollisimman korkea kuutio, jotta rungosta saatava rahatulo olisi mahdollisimman suuri. Hänelle olisivat lyhyet ja lämpimitaltaan vahvat tukit edullisempia kuin pitkät ja ohuet. Ostajalle on taas tärkeätä, että pölkyt keskimäärin täyttävät määrätyn pituuden, joka vastaa myytävän — usein ennen puiden ostoa myydyn — sahatavaran pituusvaatimuksia. Hänelle on edullista hinnan suhteen saada pitkiä ja nopeasti kapenevia tukkeja, joitten teknillinen kuutio kokonaiskuutioon nähden jää pieneksi. Sahamiehelle on kuitenkin vielä tärkeämpää se, että rungot tulevat taloudellisesti pölkytetyiksi. Huonosti pölkytetty runko ei tuota samaa sahaustulosta kuin hyvin ja oikein pölkytetty. Käytännössä voivat molemmat vaatimukset yhtyä siihen, että sahamiehen ehtoa keskipituuden pysyttämisestä mahdollisimman korkeana, 18—19.5 jalassa säilytetään, ja että

Piirros 1.
Abbildung 1.



rungot pölkytetään tavalla joka antaa vaaditulla keskipituudella mahdollisimman korkean kuution.

Tutkimuksen kannalta on kysymys erittäin tärkeä. Teknillinen kuutio sahapuurungossa voi vaihdella pölkytyksestä riippuen, mutta todellinen kiintokuutio pysyy tavoiteltuun latvamittaan asti muuttumattomana.

Kun rungon osasta tehdään paperipuita, saadaan siitä pino, jonka kiintokuutio on määrätty, mutta tukin apteeraustuloksia voi olla useitakin. Tämänkin huomioonottaen oli tutkimuksissa sahapuu apteerattava mahdollisimman korkeaan kuutioon noudattamalla suunniteltua keskipituutta ilman tasausvaraa.

Mitä tukkien laatuun tuli, oli tässä yhteydessä syrjäytettävä vaatimus, että puun oksaisuus tai muu muotosyy pakottaisi katkaisemaan rungon sen mukaisesti. Niinpä rungot suunniteltiin apteerattaviksi 5 tuuman pienimpään läpimittaan, milloin ei pituus tai korkeimman kuution saavuttaminen nimenomaan asettanut estettä tai vaatinut läpimitan muutosta. Pölkkyjen pituudet rajoitettiin niinikään tavanmukaisiin 14—23 jalkaan, mutta poikkeuksena sallittaisiin 24 jalan pituus.

Joka tukin tyvestä oli merkittävä tasausvaraa 4″, jota ei pituutta mittaessa otettu lukuun. — Kun jokainen runko kuljetuksen helpottamiseksi oli katkaistava kahteen tai kolmeen osaan, oli rungot ja pölkyt numeroitava ja asetettava varastopaikalla rinnakkain. Pölkyt oli katkaistava joka tapauksessa täysille metreille, koska niistä lopullisesti oli tehtävä metrin pituisia paperipuita.

2212. Tukin läpimitta.

Kuutiotaulukoissa teknilliset kuutiomäärät perustuvat täsmällisiin mittoihin, minkä vuoksi tutkimuksessa oli pyrittävä ottamaan läpimitat täsmällisinä. Koska käytännössä läpimitat yleensä otetaan puolen tuuman tarkkuudella, suunniteltiin tutkimuksessakin käytäntöä seuraten läpimitat samoihin luokkaväleihin. Kuitenkin saattaa olla mahdollista, etteivät täsmälliset jalkamitat ja täsmälliset läpimitat satu samalle lukemalle, jonka vuoksi toista on joko lisättävä tai alennettava. Tutkimuksessa oli läpimitta pyöristettävä alas täyttävään täyteen tai puoleen tuumaan ja pituus otettava täsmällisesti. Tietoisena tästä oli muistettava myöhemmin vertailuja tehtäessä, että teknilliset kuutiomäärät voivat osoittaa hivenen verran pienempää kuutiota kuin todellisuus edellyttää.

Pöntysen taulukkojen perusteella laadittu piirros n:o 1, kuten Aronkin taulukot osoittavat, että yksityisessä tukissa latvaläpimitan suuruus vaikuttaa huomattavasti pinokuution sisältämän kuutiojalkamäärään. Virheellisistä pinotiheysluvuista johtuen ovat matalissa läpimittaluokissa suhteet menneet niin alas, ettei liene aivan helppoa käytännössä niin pieniä lukuja saada, ellei tavara ole poikkeavan mutkallista. Mainittakoon erääksi viitteeksi, että Ruotsissa, missä paperipuitakin on

paikotellen pakko kuutioida latvaläpimitan mukaan, yleisimmin lasketaan 2—6 metrin paperipuille 20 kuutiojalkaa yhtä pinokuutiometriä kohti, mikä taas lienee monessa tapauksessa jonkun verran runsas. Kun tutkimuksessa ei yksityiselle tukille aseteta erikoislaskelmia, vaan selvitetään sahapuurungon mukaisen keskikuution ja rungosta tehdyn paperipuupinnon suhdetta, ei tämän tutkimuksen yhteydessä, aineiston vähäisyyteenkin viitaten, läpimittojen keskinäiselle vahvuudelle anneta erikoista huomiota.

Kun kaikki tutkittavat rungot oli kuorittava puolipuhtaiksi, tuli läpimitta tukeista otettavaksi kuoren alta. Milloin läpimitan kohdalle sattuisi oksa, kohouma tai muu läpimitan oikeaan ottamiseen vaikuttava seikka, oli kahden mittauskohdasta yhtä kaukana olevasta kohdasta luettavan läpimitan keskiarvo merkittävä tulokseksi.

Jotta tukin pyörähdyskappaleen säännöllisyys tulisi mittauksissa huomioonotetuksi, oli kaikki läpimitat otettava ristimittauksella ja niiden keskiarvo merkittävä mittaustulokseksi.

222. Sahapuu- ja paperipuurungon kiintokuution määrääminen.

Apteeratun sahapuu- ja paperipuurungon kiintokuution määrääminen voidaan suorittaa yksinkertaisimmin ja riittävän tyydyttävin tuloksin Huberin kaavaa käyttäen mittaamalla 1 metrin tai tarpeen vaatiessa sitä lyhempien pölkkyjen pituus ja keskiläpimitta, jolloin mittakappaleiden yhteistulos on mitattavan rungon osan kiintokuutio. Sahatukkien ja paperipuiden apteeraus samasta rungosta on tosiasiassa kaksi erilaista suoritusta, koska tulokset eivät millään kohdalla ole samat. Sahapuut katkaistaan 5 tuuman kohdalta, kun paperipuut juoksutetaan siitä edelleen 7 sentin pienimpään läpimittaan. Paperipuut otetaan tyvestä lähtien, mutta tukeissa jätetään pituuden mittauksessa laskematta 4 tuuman tasausvara kuitenkin tukissa. Paperipuurunko on aina katkaistu täsmälliseen täyteen metriin, mutta sahapuurunko ei satu ottamalla tukit 14—23 jalan mitalla tarkalleen täyteen metriin. Näin ollen oli paperipuurunko mitattava 1 metrin mittauskappaleissa, jolloin sahapuurunko sai viimeiseen täyteen metriin samat kiintokuutiotulokset, mutta yli viimeisen täyden metrin menevä sahapuurungon osa oli mitattava erikseen ja tulos lisättävä sahapuunrungon mittakappaleiden summaan. Katkaistut paperipuut tulivat muodostamaan pinon, joka oli mitattava pinokuutiona, mutta sahapuurunkoa ei sellaisenaan voi tehdä paperipuupinoksi, vaan aina tulisi pölkky, joka olisi lyhempi kuin metri. Poistamalla pinosta ne paperipuupölkyt, jotka eivät sisältyneet sahapuurunkoon sekä laskelmallisesti lisää-

mällä vajanaisen pölkyn osalta pinomittaa, saatiin sahapuurungolle pinokuutiomäärä.

Metrin pituisten mittakappaleiden kuutioiminen oli toimitettava keskikohdalta otettavalla ristimittauksella seuraamalla samoja ohjeita kuin sahapuiden mittauksessa noudatettiin. Läpimitat oli otettava puolen sentin tarkkuudella pyöristämällä lukemat ylös- ja alaspäin lähimpään puoleen tai täyteen senttiin. Tämän suurempaa tarkkuutta ei pidetty välttämättömänä huomioonottaen puun pinnan epätasaisuuden, joka voisi millimetriä mittana käyttäen antaa liian »tiukat» tulokset.

223. Muotosuhteen ja muotoluokkien määrääminen.

Rungon kasvumuodon parhaana selvittäjänä on runkokäyrä ajateltuna latvahuipun ja tyvileikkauksen keskipistettä yhdistävän akselin ympäri kiertävänä pyörähdyskappaleena. Käytännön kannalta ei tämä yhtä vähän kuin monet muut varsin luotettavatkaan (C a j a n u s, 1911) menetelmät ole suositeltavia niiden suorittamisen vaikeuden vuoksi. Muotosuhde ja muotoluokka on saatava yksinkertaisesti määrätyksi leimauksen tai metsänarvion yhteydessä. Käytännön metsämiehet ovat tuskin voineet muistissa säilyttääkään muita kuin M a a s s i n ja J o n s o n i n muotoluokkaperiaatteet, vaikka nimet ja kummankin omaksumat määritelmät sangen usein sekaantuvat. Kummankin muotoluokat soveltuvat hyvin juuri nyt kysymyksessä olevaan käytäntöön, kun tarkoitus ei ole määritellä runkojen kuutioita, vaan ainoastaan saada selvyys runkojen kasvumuodosta.

J o n s o n i n muotoluokka perustuu rinnankorkeuden ja siitä latvaan ulottuvan rungon osan puolivälistä mitatun läpimitan ja rinnankorkeudelta mitatun läpimitan suhteeseen.

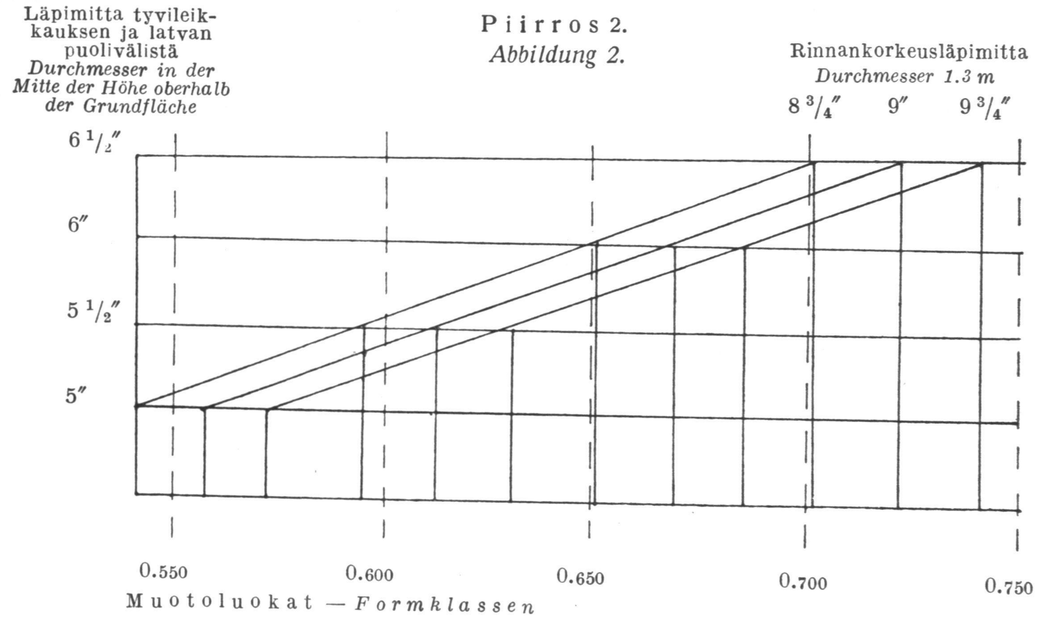
M a a s s, edellistä aikaisemmin, määräsi muotoluokkansa tyvileikkauksen ja latvan puolivälistä otetun läpimitan ja rinnankorkeusläpimitan suhteesta.

Molemmat ovat yhdistäneet näin saamansa muotosuhteet luokiksi käyttäen siis lukuisten muotosuhteiden asemesta harvoja 3—5 luokkaa. Tämä on käytännöllisestikin välttämätöntä, sillä mittausten epävarmuus pystyssä olevista puista ja toisaalta pienet muotosuhde-erot ovat helpommin käsiteltävissä samanmuotoisten runkojen keskiarvoilla.

Tässä tutkimuksessa ei voinut tulla kysymykseen merkitä vain runko kuuluvaksi johonkin muotoluokkaan, sillä tiedot oli saatava joka rungosta erikseen yksityiskohtaisempana kuin muotoluokka voisi antaa. Aivan ly-

hytkin tarkastus muotosuhteiden vaihteluista pystyssä olevista puista, jos ylempi läpimitta — joko Maassin tai Jonsonin periaatetta seuraten — on epävarma tai mittaustuios omavaltaisesti tasotettu, vie vaatimukseen tarkassa tutkimuksessa kaadetuissakin puissa suorittaa muotosuhteen määrittely tarkasti kussakin rungossa. Piirroksessa n:o 2 on koordinaatistoon sijoitettu abskissalle Jonsonin muotosuhteet ja ordinatalle ylemmän läpi-

Piirros 2.
Abbildung 2.



mitan luvut. Rinnankorkeusläpimitta esiintyy tällöin suorana viivana, joka osoittaa läpimittojen muotosuhdetta. Tästä huomataan, että rinnankorkeusläpimitan ollessa 9 tuumaa ja rungon ylemmän läpimitan 6 tuumaa, kummatkin täsmällisesti, muotosuhde olisi 0.667, mutta jos ylempi läpimitta todellisuudessa olisi ollut 6 1/4 tuumaa, olisi muotosuhde ollut 0.695, tai ylempi läpimitta olisi ollut vain 5 3/4, olisi muotosuhde saanut arvon 0.639. Täten voi epätarkkuus heittää rungon muotoluokasta toiseen, jos ylemmän läpimitan arvio heittää vain 1/4 tuumankin. Ainoastaan erikoisen suuren ainehiston keskiarvot voisivat tasoittaa virheitä niin, että tulos olisi käyttökelpoinen, mutta nyt suunniteltu ainehisto ei siihen riittäisi, jonka vuoksi täsmälliset muotosuhteet oli määrättävä kussakin rungossa.

Saatujen muotosuhteiden ryhmitys oli tehtävä niin, että käytäntö voisi määritellä ainoastaan muotoluokat, jotka vastaisivat nimityksiä:

huono, keskinkertainen ja hyvä, mikä soveltuisi läheisesti käyttämällä 0.05 muotoluokkavälejä.

Muotosuhteen määräämisessä on rungon pituus tunnettava aivan tarkkaan, jos suhde halutaan täysin oikeaksi. Useimmat tutkimuksen käytettäväksi tulevat puut oli aijottu mitata kaadettuina ja metsistä varastoille vedätettyinä. Jotta latvimmaista osaa ei tarvitsisi vedättää runkojen kanssa, tuli katkaista puut 7 sentin läpimitan kohdalta ja merkitä lyijykynällä runkoon metsään jääneen latvaosan pituus.

Milloin muotoluokkia meillä yleensä käytetään, ovat Jonsonin muotoluokat tunnetummat. Käytäntö ei kuitenkaan muotoluokkia nykyään tarvitse tavallisessa metsänliiketaloudessa, eikä niitä kernaasti käytetäkään nimenomaan sen vaikeuden vuoksi, mikä ylemmän läpimitan määrittelemisellä on. Kuusirungossa, jossa pitkät oksat estävät selvästi näkemästä runkoa kokonaisuudessaan, on tyven ja latvan puolivälin määrääminen vaikea tehtävä, mutta jos on määrättävä rinnankorkeuden ja latvan puoliväli silmämääräisesti, on vaikeus yhä lisääntynyt. Tässä suhteessa on sittenkin edellinen, Maassin menetelmä jonkun verran helpompi kuin jälkimäinen, Jonsonin. Näitä seikkoja punnittaessa ja ajatellen kasvumuodon arvostelijaa käytännössä, oli pidettävä Maassin muotosuhdemenetelmää edullisempana eritoten, koska tällä määrittelemisellä ei tässä yhteydessä ollut muuta tarkoitusta kuin olla apuna jakamassa runkojen keskiarvoiset muotosuhteet hyviin, keskinkertaisiin ja huonoihin. Vaikka tutkimuksessa suunniteltiin seurattavaksi Maassin muotoluokkajaoitusta, oli vertailun vuoksi otettava riittävä mittausainehisto Jonsonin muotosuhteista, koska jälkimäinen on yleisesti tunnetumpi.

224. Pinojen mittaaminen.

Valmistettavien paperipuiden pinojen mittaaminen oli tutkimustulosten luotettavuuden kannalta pidettävä erittäin tärkeänä. Pinotavaran mittaustavat eivät tutkimuksen aikana 1936 olleet läheskään vakiintuneet ja kaikkialla yhdenmukaiset. Koska tässä tutkimuksessa kysymykseen tulevat pinomittaukset tulisivat aikanaan yhdistettäviksi kirjoittajan aikaisemmin suorittamiin ja jatkuvasti suoritettaviin pinotiheystutkimuksiin, oli noudatettava samoja mittausperusteita. Suunnitelma edellytti mittaustapoihin nähden kaiken, minkä myöhemmin 1938 laki puutavaran mittauksesta ja sen nojalla annetut asetukset määräsivät vain sillä erolla, että mittaus kokonaisuudessaan noudatti suurempaa tarkkuutta kuin

laki määräsi. Pinon korkeus mitattiin alimman pölkkyrivin alareunasta ylimmän pölkkyrivin mittauskohdalla olevan pölkyn ylimpään reunaan tai sen vaakasuoraan tangentiin. Samaten pituutta mitatessa noudatettiin ohjetta pölkyn uloimmasta reunasta tai sen pystysuorasta tangentista vastaavaan kohtaan pinon toisessa päässä. Korkeusmittauksia oli tehtävä yhtä pinon pituuden juoksumetriä kohti kolme, paitsi 2 metriä ja sitä pidemmissä pinoissa yksi kutakin puolen metrin pituutta kohti. Pinon kummaltakin puolen saatujen mittausten keskiarvo oli merkittävä pinon korkeudeksi. Pinon pituusmittauksia oli varmuuden vuoksi otettava kaksi pinon kummaltakin puolen noin 15 senttiä alareunan yläpuolelta ja saman verran yläreunan alapuolelta. Näin saatujen neljän pituusmittauksen keskiarvo oli pidettävä pinon pituutena. Tulokset tasoitettiin ylös- ja alaspäin täyttävään puoleen tai täyteen senttiin.

3. Mittaustulokset.

Mittaustyöt saatettiin toimeenpanna melkein joka suhteessa täysin yksityiskohtaisesti tehdyn suunnitelman mukaan. Runkojen pituuden määräämisessä ei kuitenkaan valitettavasti saatu ehdotonta tarkkuutta, sillä joko vaillinaisesti tehtyjen pyyntöjen tai asianomaisten muistamattomuuden takia ei metsiin jääneistä latvojen pituuksista ollut merkintöjä kuin ani harvoissa tapauksissa. Koivulan erä, missä puut mitattiin katkaisemattomina metsässä, osottaa ehdottoman varmoja tuloksia. Muissa erissä oli latvaosa arvioitava joko silmämääräisesti tai runkokäyrää seuraamalla.

Mittaustyöt alotettiin tammikuussa 1936 Koivulassa ja jatkettiin Leppäkorvessa ja Loimaalla sekä saatettiin loppuun toukokuun alkupäivinä samana vuonna Suolahdessa.

31. Runkomäärät ja koe-erät.

Kuusirunkoja oli tutkimuksia varten käytettävissä seuraavat määrät:

Paikka	Runkoluku kpl	Keskikuutio $t.j^3$
Koivula	10	8.33
Leppäkorpi	20	9.91
Loimaa	29	11.06
Suolahti	51	10.67
Yhteensä	110	10.42

Koivulan erän runkoluku jäi pieneksi sen vuoksi, että tutkimustyöt oli muiden kiireellisempien virkatehtävien johdosta keskeytettävä. Muitten erien rungot oli luovuttajien toimesta paikoille hankitut ja niiden luku siis rajoitettu.

Jotta eivät yksityisten runkojen ja niitä vastaavien pinojen suhteet pääsisi yksin määräämään tuloksia pinoissa, jotka jäisivät suuruudeltaan huomattavasti alle yhden pinokuutiometrin, oli tarkoituksenmukaista yhdistää useita samojen muotoluokkien runkoja ryhmiksi ja saada siten suurempia pinoja. Niin tehtiin Suolahden kaikki 51 runkoa lopullisesti yhdeksi pinoksi, jota ei kuitenkaan siinä muodossa yhdistetty tutkimuksiin, vaan käytettiin vertailevana tarkistustuloksena. Runkomäärien vähäisyyden vuoksi yhdistettiin kaikki neljä tutkimuserää yhdeksi kokonaisuudeksi ja tarkoitus oli näiden tulosten jälkeen saada vertailukohteeksi suurempi 100 rungon erä, mikä suunnitelma jäi toteuttamatta ajan puutteessa.

Tutkimuksia varten muodostettuja ryhmiä kertyi eri paikoille seuraavasti:

Paikka	Ryhmiä kpl	Runkoja kpl	Rungon keski-j³ ryhmässä	Pölkkyjen keski-pituus jj.	latvan keskivahvuus tuumaa
Koivula	14	22	8.51	17.4	6.52
Leppäkorpi	24	37	9.91	19.6	6.60
Loimaa	34	39	10.61	18.8	6.88
Suolahti	61	100	10.63	19.6	6.76
Yhteensä	133	198	10.26	19.2	6.73

32. Muotoluokat.

321. Muotosuhteiden mittaustulokset.

Suunnitelmien mukaan määrättiin jokaiselle rungolle Maassin muotosuhde. Koska joka rungon muotosuhde ei tutkimuksen tuloksiin nähden ole tarpeellista esittää, on tarkoituksenmukaisempaa jo tutkimusten alkuvaiheista seurata muotosuhderyhmitystä joittenkin raja-arvojen puitteissa ja tämän ryhmän keskimuotosuhdetta. Mittausten jälkeen todettiin, että kaikki rungot sisältyivät Maassin muotosuhteiden 0.600—0.800 välille. Näistä muodostettiin 0.050 luokkavälein seuraavat muotoluokat:

0.600—0.649
0.650—0.699
0.700—0.749
0.750—0.799

Runkojen ja koe-erien jakaantuminen muotoluokkiin selviää taulukosta I.

Taulukko I. — Tabelle I.

Koe-erien jakaantuminen muotoluokkiin.
Proben gruppiert nach Formquotientklassen

Muotoluokka ja paikka *Formquotientklasse und Stelle*	Koe-erien luku *Anzahl der Proben*	Runkojen luku *Anzahl der Stämme*	Keskimuotosuhde *Mittl. Formquotient*
0.600—0.649			
Koivula	3	5	0.644
Leppäkorpi	1	1	0.622
Loimaa	8	10	0.638
Suolahti	4	4	0.636
	16	20	0.636
0.650—0.699			
Koivula	6	9	0.674
Leppäkorpi	4	6	0.683
Loimaa	17	19	0.674
Suolahti	19	35	0.684
	46	69	0.680
0.700—0.749			
Koivula	2	3	0.708
Leppäkorpi	13	23	0.728
Loimaa	8	9	0.717
Suolahti	29	50	0.718
	52	85	0.721
0.750—0.799			
Koivula	3	5	0.760
Leppäkorpi	6	7	0.771
Loimaa	1	1	0.769
Suolahti	9	11	0.763
	19	24	0.765
Yhdistelmä — Zusammenstellung			
0.600—0.649	16	20	0.638
0.650—0.699	46	69	0.680
0.700—0.749	52	85	0.721
0.750—0.799	19	24	0.765
Kaikki — *Insgesamt*	133	198	0.703

Taulukko osottaa, että muotoluokka 0.700—0.749 on sekä koe-eriin että runkolukuun nähden suurin. Tässä suhteessa voidaankin pitää tutkimusta muotosuhteisiin nähden edustavana, sillä tämä muotoluokka on yleisin Etelä-Suomen kuusimailla, kuten Ilvessalo on valtakunnan metsien arvioimisen yhteydessä todennut (Ilvessalo, 1927). Tässä yhtey-

dessä on jo mainittava, että Maassin muotoluokka 0.700—0.749 vastaa Jonsonin muotoluokkien 0.665 ja 0.717 välillä olevia muotosuhteita.

Selvemmän kuvan koe-erien ja runkojen jakaantumisesta muotoluokkiin antavat prosenttisuhteet:

Muotoluokat	Koe-eriä %	Runkoja %
0.600—0.649	12.0	10.1
0.650—0.699	34.6	34.8
0.700—0.749	39.1	43.0
0.750—0.799	14.3	12.1
Yhteensä	100.0	100.0

322. Maassin ja Jonsonin muotosuhteiden vertailu.

Vaikka Maassin ja Jonsonin muotosuhteiden kesken voidaan runkokäyrien avulla suorittaa tyydyttäviä laskelmallisia vertailuja, mitattiin kuitenkin suunnitelmien mukaan kaikkiaan 50 runkoa kumpaakin muotosuhdemenetelmää käyttäen. Mittaukset jakautuivat eri tutkimuspaikkoihin seuraavasti:

Koivula	9 runkoa
Leppäkorpi	20 »
Loimaa	— »
Suolahti	21 »
Yhteensä	50 runkoa.

Mittaukset jakautuivat Maassin muotoluokkiin seuraavasti:

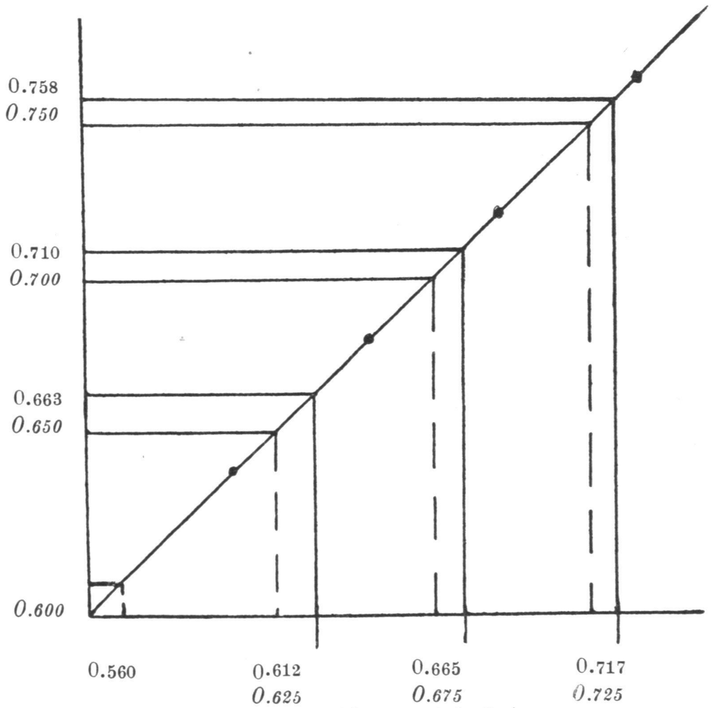
0.600—0.649	7 runkoa
0.650—0.699	11 »
0.700—0.749	20 »
0.750—0.799	12 »
Yhteensä	50 runkoa.

Vaikka vertailuainehisto oli pieni, voitiin selvästi todeta, että suhteet eroavat toisistaan varsin tasaisesti, kuten kuusirungoissa luonnollista onkin. Jonsonin ylemmästä mittauskohdasta, joka on Maassin vastaavaa mittauskohtaa ylempänä, johtuu, että läpimitta yleensä, harvinaisia poikkeuksia lukuunottamatta, on pienempi kuin Maassin ja laskettu suhde samoin pienempi. Mittauksissa tulivat eri muotoluokkien keskimuotosuhteet seuraaviksi:

Maass	Jonson
0.638	0.599
0.680	0.643
0.721	0.687
0.765	0.733

Vertailua varten on saatujen mittaustulosten perusteella esitetyssä graafisessa piirroksessa n:o 3 luvut sijoittuneet lähes kaikki suoralle viivalle, josta poikkeukset ovat varsin pieniä. Tämän perusteella voidaan merkitä seuraavat vertailut:

Piirros 3.
Abbildung 3.



Maass — Jonson		Jonson — Maass	
0.600	0.560	0.550	0.590
0.625	0.586	0.575	0.615
0.650	0.612	0.600	0.638
0.675	0.638	0.625	0.663
0.700	0.665	0.650	0.686
0.725	0.691	0.675	0.710
0.750	0.717	0.700	0.733
0.775	0.744	0.725	0.758
0.800	0.770	0.750	0.782

33. Teknillinen kuutio.

Runkojen teknilliset kuutiot mitattiin suunnitelman mukaisesti. Kussakin ryhmässä käytettyjen runkojen teknilliset kuutiot laskettiin yhteen kysymyksessä olevan ryhmän teknillistä kokonaiskuutiota edustaviksi. Mittaustulokset jakautuivat muotoluokkiin ja tutkimuspaikkoihin taulukon II mukaisesti.

Taulukko II. — Tabelle II.

Koe-erien teknilliset kuutiomäärät.

Techn. Kubikfuss der Proben

Muotoluokka ja paikka *Formquotientklasse und Stelle*	Koe-erien luku *Anzahl der Proben*	Runkojen luku *Anzahl der Stämme*	Tekn. kuutio t.j^3 *Techn. Kubikfuss*
0.600—0.649			
Koivula	3	5	36.69
Leppäkorpi	1	1	10.06
Loimaa	8	10	94.95
Suolahti	4	4	37.39
	16	20	179.63
0.650—0.699			
Koivula	6	9	70.76
Leppäkorpi	4	6	55.07
Loimaa	17	19	196.12
Suolahti	19	35	383.90
	46	69	705.85
0.700—0.749			
Koivula	2	3	30.66
Leppäkorpi	13	23	232.31
Loimaa	8	9	107.49
Suolahti	29	50	535.95
	52	85	906.41
0.750—0.799			
Koivula	3	5	49.37
Leppäkorpi	6	7	69.30
Loimaa	1	1	15.22
Suolahti	9	11	104.83
	19	24	238.72
Yhdistelmä — Zusammenstellung			
0.600—0.649	16	20	179.63
0.650—0.699	46	69	705.85
0.700—0.749	52	85	906.41
0.750—0.799	19	24	238.72
Kaikki — *Insgesamt*	133	198	2030.61

Kuten aikaisemmin jo on mainittu oli runkojen teknillinen keskikuutio ryhmissä 10.26 t.j.^{3}

34. Pinokuutio.

Suunnitelman mukaan valmistettiin jokaisesta rungosta 1 metrin pituisia puolipuhtaita paperipuita 7 sentin pienimpään latvaläpimittaan asti. — Senjälkeen kun karsinta oli tarkastettu ja tarpeen tullen parannettu sekä epämuotoiset, tuloksia poikkeuksellisesti haittaavat tyvilaajenemat veistämällä tasotettu, ladottiin pölkyt kahdelle tukevalle aluspuulle. Pääpuita oli useimmissa tapauksissa kaksi, mutta rakennettiin pinoja yksienkin vahvojen pääpuitten varaan, jotka joka tapauksessa tuettiin, ettei pinon laajenemista ainakaan mittausten aikana voisi tulla kysymykseen.

Kun mittausten avulla oli saatu määrätyksi kiintokuutio sekä sahapuurungon että paperipuurungon osalta, saatiin rakennetusta paperipuupinosta tarkoin määrätyksi kuitenkin vain paperipuurungon osalta tehdyn tavaran pinotiheys. Poistamalla pinosta ne latvimmaiset paperipuupölkyt, jotka eivät kuuluneet sahapuurungon osaan, olisi jäänyt jälelle sahapuurungon osasta tehtyjen pölkkyjen pino. Sahapuurungon osan latvimmainen pölkky ei kuitenkaan ollut metrin mittainen, joten pinossa olisi sattunut vajaus, joka olisi ollut laskettava. Koska muutaman heikkoläpimittaisen pölkyn poistaminen pinosta ei muuta pinotiheyttä kuin mitättömän vähän, jos ollenkaan, saadaan kertomalla sahapuurungon osan kiintokuutio samalla pinotiheyssuhteella kuin paperipuurungon osasta tehdyillä paperipuilla oli, myös sahapuurungon paperipuiden pinokuutio. Oikein tapa olisi ollut poistaa edellämainitut latvimmaiset pölkyt ja pinota jälelle jääneet pölkyt uudeksi pinoksi. Uusi pinoaminen ja sen mukaan uusi pinotiheysluku olisi tällöin voinut kuitenkin johtaa joko positiiviseen tai negatiiviseen tulokseen verrattuna alkuperäiseen pinoon, kuten uudelleen pinoamisessa helposti käy. Vajamittainen pölkky olisi jokatapauksessa ollut erikseen laskettava pinon lisäksi. Välttyäkseen tästä noudatettiin sellaista tapaa, että valmiista paperipuupinosta vähennettiin latvimmaisten pölkkyjen kiintokuutio ja jälelle oleva sahapuurungon osasta tehtyjen paperipuiden kiintokuutio muunnettiin pinokuutioksi alkuperäisen pinon pinotiheyssuhteella.

Koska samanaikaisesti pinotiheyslukuja etsittäessä oli seurattava pinoissa olevien pölkkyjen keskiläpimittoja, jotka koko ainehistoon nähden sijoittuivat 15—22 sentin luokkiin, muita pinotiheystutkimuksia varten, suoritettiin tässä yhteydessä tutkimukset siitä, miten läpimitat ja muotosuhteet seuraavat toisiaan. Tähän tarkoitukseen otettiin 130 koe-erää vastaten 195 runkoa, joten alkuperäisistä koe-eristä jäi pois kaksi

15- ja yksi 22-senttisten luokkaan kuuluvaa pienikokoista pinoa, jotta ainehisto olisi ollut tasaisempaa.

Tämän tutkimuksen tuloksena havaittiin, että pinotiheydet seuraavat tasaisesti muotosuhteita niin että alemmissa muotosuhteissa pinotiheys on alempi kuin paremmissa muotosuhteissa. Eri muotoluokkien kutakin koe-erän runkoa kohti lasketut pinotiheyden keskiarvot ja muotoluokkien keskimuotosuhteet selviävät taulukosta III.

Taulukko III. — Tabelle III.

Keskimuotosuhteita vastaavat pinotiheydet.

Raumdichte der mittl. Formquotientklassen

Muotoluokat *Formquot.-Kl.*	0.600 — 0.619		0.650 — 0.699		0.700 — 0.749		0.750 — 0.799	
	Keskimuoto-suhde *Mittl. Formquot.*	Pinotiheys *Raumdichte*	Keskimuoto-suhde *Mittl. Formquot.*	Pinotiheys *Raumdichte*	Keskimuoto-suhde *Mittl. Formquot.*	Pinotiheys- *Raumdichte*	Keskimuoto-suhde *Mittl. Formquot.*	Pinotiheys *Raumdichte*
Koivula	0.644	0.791	0.674	0.790	0.708	0.807	0.760	0.816
Leppäkorpi	0.622	0.755	0.683	0.786	0.728	0.798	0.771	0.798
Loimaa	0.638	0.789	0.674	0.776	0.717	0.785	—	—
Suolahti ...	0.638	0.774	0.684	0.790	0.718	0.790	0.763	0.796
	0.636	0.785	0.680	0.786	0.721	0.792	0.765	0.799

0.600—0.799: keskimuotosuhde 0.704, pinotiheys 0.789.

Sensijaan todettiin, että 16—21 sentin läpimittaluokissa pinotiheydet eivät muuttuneet heikommasta läpimitasta vahvempaan, vaan pysyivät keskiarvon 0.789 lähellä, kuten taulukosta IV selviää. Kun kutakin läpimittaluokkaa kohti pinotiheysarvot vaihtelivat, laskettiin dispersio, jolloin todettiin, että hajaantumista osottavien arvojen väliin sijoittui $^2/_3$ osa tekijöistä (Charlier, 1931).

Seurattaessa taulukon IV edustavinta läpimittaluokkaa, 17 senttisiä,

Taulukko IV. — Tabelle IV.

Eri läpimittaluokkia vastaavat keskimuotosuhteet ja pinotiheysluvut.

Mittl. Formquotienten und Raumdichte der versch. Durchmesserklassen.

Paperipuupölkkyjen keskiläpimitat sm *Durchschn. i. d. Mitte*	Koe-eriä kpl *Proben St*	Runkoja kpl *Stämme St*	Runkojen keskimuoto-suhde ± dispersio *Formquotient der Klassen ± Dispersion*	Koe-erien pinotiheys-luvut ± dispersio *Raumdichte der Proben ± Dispersion*
16.4	17	23	0.718 ± 0.042	0.785 ± 0.024
17.5	34	60	0.715 ± 0.094	0.790 ± 0.023
18.4	31	51	0.692 ± 0.072	0.785 ± 0.020
19.3	25	36	0.697 ± 0.047	0.789 ± 0.022
20.4	14	16	0.695 ± 0.051	0.790 ± 0.037
21.6	9	9	0.692 ± 0.047	0.784 ± 0.028
18.4	130	195	0.704	0.789

tehdään sama huomio, jos luokan rungot sijoitetaan muotoluokkiin ja asetetaan keskimuotosuhteiden järjestykseen. Tällöin seuraavat pinotiheysluvut muotoluokan hyvyysastetta, kuten taulukko V osottaa. Näiden

Taulukko V. — Tabelle V.

17-senttisten keskimuotosuhteet ja pinotiheysluvut.

Formquotienten u. Raumdichte der Stempel mit 17 cm Mittendurchmesser.

Runkojen keski-muotosuhde *Formquotient der Stämme*	Koe-eriä kpl *Proben St.*	Runkoja kpl *Stämme St.*	Koe-erie npino-tiheysluvut *Raumdichte der Proben*
0.645	4	6	0.780
0.680	10	20	0.784
0.742	13	24	0.792
0.764	7	10	0.800
0.715	34	60	0.790

taulukoiden perusteella saadaan tulos, jonka mukaan sahapuurungoista tehdyissä paperipuissa, joiden keskiläpimitta vaihtelee 16—21 senttiä, läpimitan suureneminen ei lisää pinotiheyttä, mutta paremman muotoluokan rungoista tehdyillä paperipuilla on korkeampi pinotiheys kuin huonomuotoisen rungon paperipuilla.

Tämä tulos varmentaa oikeutusta käyttää sahapuurungoista valmistettujen paperipuiden kiintokuutioita muutettaessa pinokuutioiksi samaa pinotiheyttä kuin rungon muotosuhde vaatii eikä seurata pinossa olevien pölkkyjen keskiläpimitan muutosta senjälkeen kun paperipuurungon latvimmaiset pölkyt on vähennetty kiintokuutioista pois.

Pienissä pinokuutioissa, 0.5—0.7 p-m³:n suuruisissa on pinotiheyden vaihtelu usein huomattavan suuri riippuen pinon mittausherkkyydestä. Suuremmat pinot, yli 1 p-m³:n sensijaan antavat jo tasaisia tuloksia pinotiheysarvoja laskettaessa. Mainittakoon, että tutkimuksen suurin pino, Suolahden 27.8 p-m³ käsittävä erä, jonka keskimuotosuhde oli 0.707 antoi pinotiheysluvuksi 0.789, mikä on vain vähän korkeampi kuin taulukon V mukaan olisi suhteellisesti pitänyt olla eli 0.787.

Kaikkien tutkimuksen alaisten sahapuurunkojen ja paperipuurunkojen pinokuutiomäärät selviävät taulukosta VI.

35. Sahapuurungon teknillisen- ja pinokuution suhde mittausten tuloksena.

Yhdistämällä taulukot I, II ja VI saadaan lukusarjat osoittamaan kussakin muotoluokassa luokan keskimuotosuhdetta, tätä suhdetta vas-

Taulukko VI. — Tabelle VI.

Sahapuu- ja paperipuurunkojen pinokuutiot.

Raumkubikmass der Säge- und Papierholzstämme.

Muotoluokka ja paikka *Formquotient-klasse u. Stelle*	Koe-eriä kpl *Proben St*	Runkoja kpl *Stämme St*	Sahapuu-runkojen p-m³ *Raumkubik-mass der Säge-holzstämme*	Paperipuu-runkojen p-m³ *Raumkubik-mass der Papier-holzstämme*
0.600—0.649				
Koivula	3	5	1.972	2.120
Leppäkorpi	1	1	0.545	0.605
Loimaa	8	10	5.310	5.580
Suolahti	4	4	2.134	2.293
	16	20	9.961	10.598
0.650—0.699				
Koivula	6	9	3.716	3.883
Leppäkorpi	4	6	2.867	3.114
Loimaa	17	19	10.933	11.527
Suolahti	19	35	20.019	21.922
	46	69	37.535	40.446
0.700—0.749				
Koivula	2	3	1.597	1.660
Leppäkorpi	13	23	11.706	12.675
Loimaa	8	9	5.742	5.998
Suolahti	29	50	27.065	29.434
	52	85	46.110	49.767
0.750—0.799				
Koivula	3	5	2.453	2.596
Leppäkorpi	6	7	3.359	3.659
Loimaa	1	1	0.754	0.786
Suolahti	9	11	5.167	5.715
	19	24	11.733	12.756
Yhdistelmä — Zusammenstellung				
0.600—0.649	16	20	9.961	10.598
0.650—0.699	46	69	37.535	40.446
0.700—0.749	52	85	46.110	49.767
0.750—0.799	19	24	11.733	12.756
Kaikki — *Insgesamt*	133	198	105.339	113.567

taavien koe-erien sahapuurunkojen pinokuutiomääriä ja samojen runkojen teknillistä kuutiomäärää. Jakamalla teknilliset kuutiojalkamäärät pinokuutiomäärillä saadaan tulokseksi se kuutiojalkamäärä, joka vastaa yhtä pinokuutiometriä. Näin saadun taulukon VII yhdistelmä on tutkimuksen numerollinen tulos eri muotoluokissa.

Näihin tuloksiin on lisättävä vertailutarkoituksiin varatut täydet pinot nimittäin Suolahden kaikki rungot ja Leppäkorven koe-erän N:o 21 tulokset:

Taulukko VII. — Tabelle VII.

Koe-erien keskimuotosuhteet, pinokuutiot ja teknilliset kuutiot sahapuurungoista

Formquotienten, Raumkubikmass u. techn. Kubikfussmass der versch. Proben.

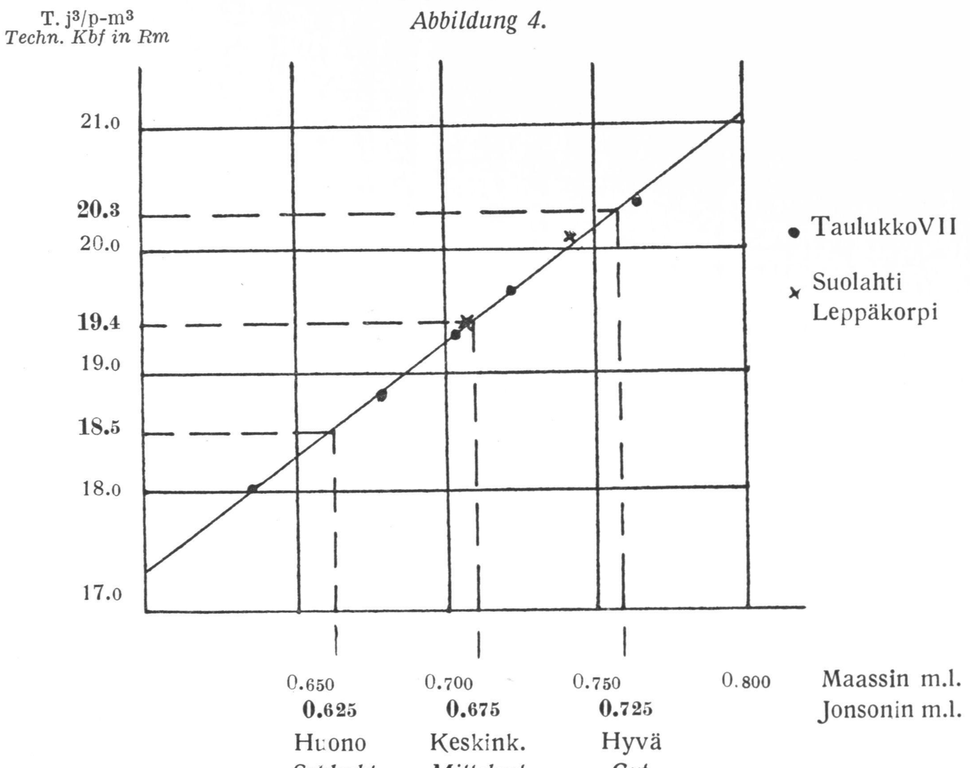
Muotoluokka ja paikka *Formquotient-klasse u. Stelle*	Koe-erien keskimuo-tosuhde *Formquotient der Proben*	Koe-erien pinokuu-tiot p-m³ *Raumkubik-mass der Proben*	Koe-erien tekn. kuu-tiot t.j³ *Techn. Kubik-fussmass der Proben*	T.j³/p-m³ *Techn. Kbf in Rm.*
0.600—0.649				
Koivula	0.644	1.973	36.69	18.60
Leppäkorpi	0.622	0.545	10.06	18.46
Loimaa	0.638	5.310	94.95	17.88
Suolahti	0.636	2.134	37.93	17.77
	0.636	9.961	179.63	18.03
0.650—0.699				
Koivula	0.674	3.716	70.76	19.04
Leppäkorpi	0.683	2.867	55.07	19.21
Loimaa	0.674	10.933	196.12	17.94
Suolahti	0.684	20.019	383.90	19.18
	0.680	37.535	705.85	18.81
0.700—0.749				
Koivula	0.708	1.597	30.66	19.20
Leppäkorpi	0.728	11.706	232.31	19.85
Loimaa	0.717	5.742	107.49	18.74
Suolahti	0.718	27.065	535.95	19.80
	0.721	46.110	906.41	19.66
0.750—0.799				
Koivula	0.760	2.453	49.37	20.13
Leppäkorpi	0.771	3.359	69.30	20.63
Loimaa	0.769	0.754	15.22	20.19
Suolahti	0.763	5.167	104.83	20.29
	0.765	11.733	238.72	20.35
Yhdistelmä — Zusammenstellung				
0.600—0.649	0.636	9.961	179.63	18.03
0.650—0.699	0.680	37.535	705.85	18.81
0.700—0.749	0.721	46.110	906.41	19.66
0.750—0.799	0.765	11.733	238.72	20.35
Kaikki — *Insgesamt*	0.703	105.339	2030.61	19.28

Suolahti: runkoja 51 kpl, keskimuotosuhde 0.707 ja 19.40 t.j³/p-m³.

Leppäkorpi: runkoja 7 kpl, keskimuotosuhde 0.743 ja 20.10 t.j³/p-m³.

Laatimalla piirros n:o 4 taulukon VII:n yhdistelmän perusteella, havaitaan, että etsitty suhde eri muotoluokissa noudattaa melkoisen tasaista nousua. Jotta voidaan todeta tulosten käyttökelpoisuus, on syytä tarkata keskiarvojen hajaantumista dispersio-laskelmalla, jolloin saadaan seuraava asetelma:

Piirros 4.
Abbildung 4.



Keskimuotosuhde — *Formquot.-Kl.*	0.636	t.j³/p-m³	18.03	± 0.73
» »	0.680	»	18.81	± 1.27
» »	0.721	»	19.66	± 1.37
» »	0.765	»	20.35	± 0.89
Keskiarvo — *Durchschnittl.*	0.703	»	19.28	± 1.69

Hajaantuminen todetaan tällöin olevan pienemmän kuin $^2/_3$ keskiarvon muodostaneet tekijät osottavat.

Verrattaessa tuloksia Jonsonin muotoluokkajaoitukseen voidaan piirroksesta n:o 4 merkitä seuraavat mitatut tulokset:

Keskiarvoinen runkomuoto	Muotoluokka Jonson	Muotoluokka Maass	T.j³/p-m³
Huono	**0.625**	0.663	**18.5**
Keskinkertainen	**0.675**	0.710	**19.4**
Hyvä	**0.725**	0.758	**20.3**

Arvosteltaessa saatujen tulosten rinnalla niitä virheitä, jotka tietoisesti ovat olemassa, vaikka vähäisinäkin, on otettava huomioon tukkien

läpimittojen pyöristäminen täyttävään täyteen tai puoleen tuumaan, milloin mittaus ei pituusjalan kohdalla ole sattunut täsmälliseen tuumamittaan. Valtavasti useimmat mittaukset on otettu täsmällisesti ristimittauksella ja vain pieni osa mittauslukemista on alennettu. Keskimäärin arvioitu virhe on korkeintaan verrattavissa $^1/_8$ tuuman tarkkuuteen kaikissa tukkiläpimittojen mittauksissa, jolloin virhe edellyttää korkeintaan teknillisen kuutiomäärän lisäystä 1.2 %:lla. Tämäkin lisäys tekn. kuutiojalkamäärään merkitsisi kuitenkin 0.2—0.3 t.j³:n lisäystä. — Tutkimuksissa on, kuten jo aikaisemmin on selvitetty, pinojen mittaus tapahtunut erittäin tarkasti useilla korkeus- ja neljällä pituusmittauksella, jolloin lukemat on pyöristetty ylös- tai alaspäin täyttävään puoleen tai täyteen senttiin. Kirjoittajan kokemus aikaisemmista pinomittausten vertailusta on se, että vaikka käytännössä tulokset tasotetaan alas täyttäviin senteihin ja pino siten tuntuu olevan todellista pienempi, tapahtuu kuitenkin vähäinen 1—2%:n lisäys senjohdosta, että käytännössä pituus otetaan vain yhdellä mittauksella pinon kummaltakin puolen ja harvalla korkeusmittauksella. Nostettaessa molempia tietoisesti esiintyvistä virheistä johtuvia korjattavia tuloksia kirjoittajan mielestä korkeimpaan rajaansa edellytyksellä, että käytännönkin mittaus pyrkii olemaan tarkka käytännön rajoissa, saadaan tulokset, jotka melkoisen läheisesti joka tapauksessa vastaavat edellämainittuja tutkimuksen keskiarvoisia tuloksia.

4. Mittaustulosten käytännöllinen merkitys.

41. Sahapuun runkomuodon määrääminen.

Jo tutkimuksen suunnittelua selostettaessa esitettiin, että pystyssä olevan kuusirungon muotosuhteen määrääminen tarkalleen on vaikea ja tulokseltaan epävarma tehtävä. Käytännössä ei kuitenkaan tarvita niin yksityiskohtaista mittausta, koska teknillisen ja pinokuution suhteena on käytetty ja tullaan epäilemättä aina käyttämään keskiarvoa. Tutkimuksen kohteenakin on ollut etsiä viitattu suhde runkomuodoltaan hyville, keskinkertaisille tai huonoille rungoille. Niiden määritteleminen ei vähänkään tottuneelle metsämiehelle tuota vaikeuksia. Muotopisteenkin avulla voidaan helposti päätellä, mihin muotoluokkaan yksityinen puu, puuryhmä tai kokonainen leimikko on vietävä. Oksista vapaan rungon osan arvioiminen rungon koko pituu-

teen verrattuna on hyvänä apuna runkomuotoakin arvioitaessa (Näslund, 1940).

Leimauksen tai leimikon arvioimisen yhteydessä voidaan runko rungolta tehdä arvioita, jotka sittemmin lasketaan keskiarvoksi. Jotka käyttävät runkojen apteerauksessa ja tukkien kuution arvioinnissa Lönnrothin tähtäyspistemenetelmää, voivat arvioluettelostaan laskea aivan tarkalleen myöskin runkojen keskimuotosuhteen.

Muotoluokan yleisin arvio Etelä Suomessa on leimikoissa, joissa runkoluku ylittää ainakin sadan, Jonsonin mukaan 0.675 ja Maassin mukaan 0.700 (tarkalleen 0.710). Tällöin on tässä muotoluokassa käytettävä teknillisen ja pinokuution suhteena myös keskiarvoa 19.4 t.j³/p-m³. Koska käytäntö vaatii yleensä tasaisia — kernaasti kokonaisia tai puolia — muuntolukuja, on käytännössä syytä ottaa keskinkertaisen hyvässä muotoluokassa keskiarvoksi pyöristettynä **19.5 t.j³/p-m³** pinotiheyden ollessa 0.785 ja paperipuupölkkyjen pituuden 1 metri.

42. Sahapuiden leimausluetteloa vastaava pinokuutiomäärä.

Leimausluettelot edustavat ani harvoin täsmällisiä mittoja. Leimikko edustaa niin ollen enemmän teknillistäkin kuutiota kuin numeroluvut osoittavat. Jos leimausluettelon mukaan lasketaan tutkimuksen antamilla suhteilla saatava pinokuutiomäärä, on myös se pienempi kuin mitä leimikko todellisuudessa paperipuiksi tehtyinä antaa pelkästään sahapuurunkojen osalta. Leimausluettelon tekn. kuutiomäärä on tämän vuoksi korotettava sen verran kuin Pöntysen taulukot läpimitan pyöristämisestä vaativat. Vasta tämän jälkeen saadaan lasketuksi pinokuutiomäärä, joka vastaa todellisuutta sangen läheltä käytettäessä edelläosotettuja muotoluokan mukaisia pinotiheyksiä.

43. Sahapuu- ja paperipuuleimikon yksikköhinnan vertailu.

Käytännön kannalta on tutkimuksen etsimällä suhteella suurin merkityksensä sahapuun ostajan ja paperipuun ostajan tehdessä hintavertailuja samoin kuin metsänmyyjällekin päättäessään kumman tarjous on edullisempi.

Oletetaan, että tavallisen kuusipaperipuun kantohinta on 100 markkaa pinokuutiometriltä. Tukkitavarasta tehtyjen ja tavallisten, kaupassa esiintyvien kuusipaperipuiden, joiden keskiläpimitta on 13—15 senttiä,

pinotiheydet suhtautuvat toisiinsa kuten 0.785 : 0.765, joten keskiarvoisen muotoluokan sahapuurungoista tehtyjen paperipuiden hinta on tällöin 102: 61 markkaa (0.785 : 0.765 = 1.0261) pinokuutiometriltä, huonossa luokassa pinotiheyden ollessa vain 0.780 on hinta 101: 96 ja hyvässä, missä pinotiheys on jo 0.795, nousee hintakin 104: 92 markkaan pinokuutiometriltä. Keskinkertaisessa muotoluokassa on tukkitavaran kuutiojalkahinta silloin 102.61 : 19.5 (käytännön keskiarvo) = 5: 26 markkaa. Jos taas tukin ostaja tarjoo esim. 6 markkaa kuutiojalalta, vastaa se paperipuuna 6 × 19.5 = 117 markkaa pinokuutiometriltä, joka vastaa tavallisen paperipuun hintana (1.000 . 1.026) on 114: 08 markkaa.

Leimikon osottaessa erittäin hyvää muotokasvua, on tällaisessa »hyvässä» leimikossa käytettävä suhdetta 20.3 t.j³/p-m³ ja »huonosta» vastaavasti 18.5 t.j³/p-m³.

Luettelo lähdekirjallisuudesta:

Aro, Paavo. 1920: Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. MTJ 20. Helsinki.

—»— 1929: Pinopuutavarain ja kiinteän kuutiomäärän laskeminen. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja: Kiintomittataulukkoja. Helsinki.

—»— 1929 b: Tutkimuksia hakkuumäärän jakaantumisesta käyttöpuun ja tähteiden kesken. MTJ 14. Helsinki.

—»— 1931: Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys. MTJ 14. Helsinki.

—»— 1933: Suomalaisen pinopuutavaran pinotiheys ja sen suuruuteen vaikuttavat tekijät. YMY:n vuosikirja VI. Helsinki.

—»— 1937: Puutavarain hinnoittaminen. Tapion taskukirja, 8:s painos. Helsinki.

Brax, A. J. 1934: Puu paperin puoli- ja täysivalmisteiden raaka-aineena. Puu, sen käyttö ja jalostus II. Porvoo—Helsinki.

Cajanus, Werner. 1911: Puun rungon muotoa koskevia tutkimusmetoodeja. SMJ XXVIII. Helsinki.

Charlier, C. V. L. 1931: Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik. Lund.

Ekman, Wilh. 1908: Skogsteknisk Handbok. Stockholm.

Helander, A. Benj. 1918: Metsänkäyttöoppi. Porvoo.

Ilvessalo, Yrjö. 1927: Suomen metsät. Tulokset vuosien 1921—24 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. MTJ 11. Helsinki.

—»— 1930: Metsikön mittaus. Maa ja metsä III. Porvoo.

Jalava, Matti. 1930: Puutavaran mittaustavat. Maa ja metsä III. Porvoo.

—»— 1933: Puutavaran mittaus. Puu, sen käyttö ja jalostus I. Porvoo.

Jonson, Tor 1910: Taxatoriska uhdersökningar om skogsträdens form I: Granens stamform. Skogsvårdföreningens tidskrift. Stockholm.

—»— 1911: Massatabeller för träduppskattning. Stockholm.

—»— 1912: Taxatoriska undersökningar över skogsträdens form III: Formbestämning å stående träd. Skogsvårdsföreningens Tidskrift. Stockholm.

Laitakari, Erkki. 1937: Laatupuun kasvattamisesta. SF 39. Helsinki.

Lappi-Seppälä, M. 1930: Puun mittaus. Maa ja metsä III. Porvoo.

Lassila, Ilmo. 1930: Työtieteellisiä tutkimuksia metsätyöstä I: Pinopuun teko. AFF 36. Helsinki.

Levón, Martti 1934: Puutavarat ja -valmisteet. Puu, sen käyttö ja jalostus II. Porvoo—Helsinki.

Lindholm, Walter. 1933: Puuoppi 3:s osa: Puun mittausoppi ja metsänarvioiminen. Monistettu.

Lönnroth, Erik. 1925: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. AFF 30. Helsinki.

—»— 1930: Normaalimetsä. Maa ja metsä III. Porvoo—Helsinki.

Maass, Alex. 1908: Kubikinnehållet och formen hos tallen och granen inom Särna socken i Dalarna. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 5. Stockholm.

—»— 1913: Avsmalningen i stammens nedersta delar hos tallen och granen. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, H. 10. Stockholm.

Mecklin, Ahti. 1939: Lainsäädäntö puutavaran mittauksessa. SF 52. Helsinki.

Mikola, Peitsa. 1938: Kuusen latvus- ja runkomuodosta Maanselän lumituhoalueella. SF 47. Helsinki.

Müller, Udo. 1899: Lehrbuch der Holzmesskunde. Leipzig.

Pöntynen, V. 1929: Tukkien y.m. kappaleittain mitattavien puutavarain todellisten kuutiomäärien laskeminen. Keskusmetsäseura Tapion julkaisuja: Kiintomittataulukkoja. Helsinki.

Näslund, Manfred. 1940: Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt H 32, 4. Stockholm.

Trendelenburg, R. 1939: Das Holz als Rohstoff. Berlin.

Vuoristo, Ilmari. 1936: Työaikatutkimuksia paperipuun teosta. MTJ 23. Helsinki.

—»— 1936 b: Tutkimuksia tukkipuurunkojen ja sahatukkien välisestä kuutiosuhteesta. AFF 42. Helsinki.

—»— 1936 c: Suomen puuvanuketeollisuuden käyttämän kuusipaperipuun laatututkimuksia. MTJ 23. Helsinki.

—»— 1937: Metsien ja puiden laadun vaikutus kuusipaperipuiden tekohankaluuteen. Metsätietoa II: 2. Helsinki.

Wuoti, Einari. 1933: Kuusipaperipuun kutistumisesta ja kutistumisen osuudesta pinon painumiseen. AFF 39. Helsinki

—»— 1936: Kiinto- ja pinomittojen suhteet kuusipaperipuun mittauksessa. YMY:n vuosikirja IX. Helsinki.

—»— 1937: Vertailuja puutavaran mittauksista meillä ja Ruotsissa. YMY:n vuosikirja X. Helsinki.

—»— 1938: Eräs tutkimus eri mittaisten paperipuiden kiintokuutiosuhteesta. YMY:n vuosikirja XI. Helsinki.

—»— 1939: Eri vahvuisten kuusipaperipuiden kappalemäärä pinokuutiometrissä. YMY:n vuosikirja XII. Helsinki.

—»— 1940: Kuusisahapuista valmistettujen paperipuiden pinotiheys. Suomen Paperi- ja Puutavaralehti 1940 N:o 22. Helsinki.

Vid virkesmätning erforderliga relationstal. Betänkande. Statens offentliga utredningar 1923: 57. Stockholm.

DAS VERHÄLTNIS VON TECHNISCHEM ZUM RAUMMASS BEIM FICHTENSÄGEHOLZ UND SEINE ABHÄNGIGKEIT VON DER STAMMFORM.

REFERAT.

Die Sägeindustrie verarbeitet als Rohmaterial im allgemeinen starke Stämme, während die Papierholz verarbeitende Industrie Stämme von kleinen Dimensionen verwendet. Da sich die Sägeindustrie im Laufe der Zeit stark ausgedehnt und der Bedarf an Sägestämmen immer mehr zugenommen hat, hat sich die Anzahl der starken Stämme verringert, so dass die Käufer von Sägeholz ihre Forderungen haben herabsetzen und Stämme von solchen Dimensionen haben kaufen müssen, dass sich das Sägen eben noch lohnt. Die Holzschliff- und Zellstoffindustrie ist in noch stärkeren Ausmass gewachsen und sie kann ihren Bedarf nicht mehr mit kleinen Stämmen decken, sondern versucht Rohholz von stärkeren Dimensionen zu erhalten. So wird ein Teil der Fichtenstämme, nämlich die mittelstarken, von beiden Industriezweigen begehrt, wobei der gebotene Preis entscheidet. Der Preisvergleich wäre leicht, wenn beide Käufer die gleichen Masseinheiten verwendeten, aber während die Sägeblöcke einzeln in englischen Kubikfuss, nach der Länge und nach dem Zopfdurchmesser berechnet, gekauft und gemessen werden, wird bei den Papierholzkäufen und -Messungen das Kubikmeter als Grundeinheit verwendet. Um die Preise vergleichen zu können, muss man dann die Einheitsmasse gegenseitig verwandeln.

Zweck der vorliegenden Untersuchung ist, die Anzahl Kubikfuss der aus einem Fichtenstamm hergestellten Sägeblöcke und das Verhältnis zum Raummass des aus dem gleichen Stammteil hergestellten 1 m langen Papierholzes festzustellen sowie die Abhängigkeit dieses Verhältnisses von der Stammform zu beleuchten.

Die Untersuchung wurde im Jahre 1936 begonnen und mit wohlwollender Unterstützung der finnischen Holzverarbeitungsindustrie bis zum Jahre 1941 an folgenden Stellen durchgeführt:

1. Gut K o i v u l a, Kirchspiel Koskenpää, Lieferungsstelle von Fichtenpapierholz der Firma G. A. Serlachius O. Y.

2. Gut L e p p ä k o s k i, Kirchspiel Ruovesi, Sägeholzlager der Firma W. Rosenlew & Co O.Y.

3. Eisenbahnstation L o i m a a, Sägeholz- und Papierholzlager der Firma Rauma O.Y.

4. Bei der Eisenbahnstation S u o l a h t i, Papierholzlager der Firma Kymin O.Y.

Bei jedem Fichtenstamm wurden folgende durch die Untersuchung gebotene Messungen vorgenommen:

a) Die A b l ä n g u n g in Sägeblöcke bis zu 5 englischen Zoll Durchmesser; bei der Längenmessung wurde für jeden Sägeblock ein Zuschlag von 4 englischen Zoll unberücksichtigt gelassen; die mittlere Länge der Sägeblöcke des gesamten Messungsmaterials hielt sich innerhalb der Grenzen 18.0—10.5. Die Länge der Stempel wurde auf 14—23 englische Fuss begrenzt mit einigen Ausnahmen, wo 24 Fuss verwendet wurden; die Längen wurden genau genommen, ebenso wurde versucht, die Durchmesser genau ohne Rinde zu messen, wo sich dies aber in einigen Fällen nicht ermöglichen liess, wurde der Durchmesser auf ganze oder halbe Zoll nach unten abgerundet. Der Einfluss der verschiedenen lautenden Fuss- und Durchmessermasse auf das zu untersuchende Verhältnis wurde in der vorliegenden Arbeit nicht beachtet, da er offenbar sehr gering ist, wie die auf Grund von Pöntynens Festmasstafeln gezeichnete Abb. 1 zeigt.

b) Der F o r m q u o t i e n t bei jedem Stamme wurde genau nach dem Formklassenverfahren von Maass bestimmt; vergleichshalber wurde auch Jonsons Formklasse zu Grunde gelegt. Für den praktischen Gebrauch musste versucht werden, das Material nach der Stammform einfach in g u t e s, m i t t e l g u t e s und s c h l e c h t e s Fichtenholz zu zerlegen. Da sich der Formquotient der stehenden Stämme nur schwer bestimmen liess, weil die Abschätzung des oberen Durchmessers sehr unbestimmt ist und leicht ein fehlerhaftes Resultat ergeben kann, wie Abb. 2 zeigt, wurde das Formverhältnis durch genaue Messung an dem gefällten Baum festgestellt und die Stämme in verschiedene Formklassen mit 0.05 Klassenintervall gruppiert.

c) Das F e s t m a s s wurde mit Hilfe der Huberschen Formel sowohl beim Säge- wie bei Papierholzstamm mit der Summe der Teile von 1 m Länge bestimmt.

d) Das R a u m m a s s wurde in der Weise ermittelt, dass vom Fichtenstamm Papierholz von 1 m Länge und wenigstens 7 cm Durchmesser hergestellt wurde. Die Stempel wurden auf fester Unterlage und Stütze aufgeschichtet. Die Länge des Stosses wurde mittels zweier Messungen zu beiden Seiten 15 cm unter dem oberen und 15 cm über dem unteren Rande gemessen; der Mittelwert von vier Messungen wurde als Länge des Stosses vermerkt. Die Höhe wurde ebenfalls zu beiden Seiten vom unteren Rande der untersten Stempelreihe bis zum obersten Rande des obersten Stempels oder bis zu seiner waagerechten Tangente gemessen; auf je ein Längenmeter des Stosses wurden drei Höhenmessungen ausgeführt, bei den Stössen unter 2 m Höhe weniger. Die Masse wurden nach oben und unten auf halbe Zentimeter abgerundet. Der Mittelwert der Höhen wurde als Höhe des Stosses angesehen. — Das Raumkubikmass des Sägestämmteiles wurde in der Weise erhalten, dass von dem Festmass des Papierholzes der Festmass-Teil abgezogen wurde, der nicht in dem Sägestammteil enthalten war, und der Rest mit der Raumdichtezahl des ursprünglichen Stosses in Raummass umgerechnet.

M e s s u n g s e r g e b n i s s e: Tab. I. gibt die Anzahl der Proben und Stämme, sowie die mittleren Formquotienten der Proben nach Maass an. Aus Tab. II ist das technische Kubikfussmass derselben Proben ersichtlich, während Tab. VI das Raumkubikmass für die gleichen Säge- und Papierholzstämme angibt. Tab. VII ist auf Grund der vorhergehenden Tabellen zusammengestellt und zeigt das Verhältnis von technischem zum Raummass des aus dem gleichen Stammteil hergestellten 1 m langen (halbentrindeten) Papierholzes in den verschiedenen Formklassen. Auf Grund der Zusammenstellung in Tab. VII ist Abb. 4 gezeichnet, in der vergleichshalber zwei besondere Proben aus Suolahti und Leppäkorpi mit berücksichtigt sind. — Tab. III zeigt die Schwankungen der Raumdichte in den einzelnen Proben und Formklassen, wobei sich ergibt, dass die Raumdichte umso grösser ist, je besser die Formklasse ist. In Tab. IV wird das Verhältnis der mittleren Durchmesser zu der Raumdichte der Papierholzstempel verfolgt; es zeigt sich, dass die Raumdichte des aus dem Sägeblockholz gemachten Papierholzes nicht vom Durchmesser, sondern von der Formzahl abhängt, wie aus Tab. V hervorgeht. — In Abb. 3 werden die Formzahlen von Maass und Jonson miteinander verglichen.

Die U n t e r s u c h u n g hat gezeigt, dass das Verhältnis von technischem zum Raummass beim Fichtensägeholz in folgender Weise von der Stammform abhängt:

Stammform	Formzahl Maass	Formzahl Jonson	Techn. Kbf in Rm	Mittlere Raumdichte
Schlecht	0.663	0.625	18.5	0.780
Mittelgut	0.710	0.675	19.4	0.785
Gut	0.758	0.725	20.3	0.795

In der Praxis ist es angebracht, bei dem Fichtenholz der mittelguten Stammformen, welcher in Südfinnland am häufigsten ist (Jonson 0.675), das abgerundete Verhältnis 19.5 technische Kubikfuss je Raumkubikmeter zu verwenden

Beim Preisvergleich ist zu beachten, dass die Stossdichte des gewöhnlichen im Handel erscheinenden halbentrindeten Papierholzes von 1 m Länge und 13—15 cm mittlerem Durchmesser 0.765 ist (vor 1939 war bei Papierholz von 15 cm mittlerem Durchmesser 0.760 üblich), während sie bei dem gleichen, aus Sägeblockholz hergestellten Papierholz mittlerer Formzahl und mittlerem Durchmesser der Stempel von 16—22 cm im Mittel 0.785 ist. Wenn der Stockpreis des gewöhnlichen Papierholzes sich z.B. auf 100 Mark je Raumkubikmeter beläuft, ist der Preis für Papierholz aus Sägestammholz (0.785 : 0.765 = 1.0261) 102: 61 Mk/Rm. Dann beträgt der entsprechende Preis für Fichtensägeholz 102:61 : 10.5 = 5:26 Mk / techn. Kbf. Wenn dagegen als Stockpreis für Fichtensägeholz z.B. 6: — Mk / techn. Kbf. bezahlt werden, beläuft sich der Stockpreis für Papierholz mittlerer Stammform, das aus Sägeblockholz hergestellt ist, auf $6 \times 19.5 = 117$ Mk/Rm, der Preis für gewöhnliches Papierholz (0.765:0.785) auf 114:08 Mk / Rm.