

FOLIA FORESTALIA 128

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1971

VEIJO HEISKANEN JA PENTTI RIKKONEN

HAVUSAHATUKKIEN TODELLISEN KIINTO-
MITAN MÄÄRITTÄMINEN LATVALÄPIMITAN
PERUSTEELLA

DETERMINATION OF THE TRUE VOLUME
OF CONIFEROUS SAW LOGS ON THE BASIS
OF TOP DIAMETER

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- No:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- 1969 No 56 Terho Huttunen: Länsi-Suomen havusahatukien koko ja laatu vuonna 1966.
 The size and quality of coniferous sawlogs in western Finland in 1966. 1,50
- No 57 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista.
 Skogsforskningsinstitutets beslut beträffande omvandlingskoefficienterna och kuberings-tabellerna, som används vid virkesmätning. 28,80
- No 58 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu.
 No 59 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 3 Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot.
 No 60 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi. 2,—
 No 61 Matti Aitolahdi ja Olavi Huikari: Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu.
 Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators.
- No 62 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan mestävarat vuonna 1968.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968. 3,—
- No 63 Arno Uusvaara: Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957—65.
 Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957—65.
- No 64 Timo Kurkela: Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa.
 Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. 1,—
- No 65 Heikki Ravela: Metsärunko-ojien mitoitus.
 Dimensioning of forest main ditches. 1,50
- No 66 Matti Palo: Regression models for estimating solid wood content of roundwood lots.
 No 67 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1967—69.
 Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1967—69. 2,50
- No 68 Lauri Heikinheimo, Seppo Paananen ja Hannu Vehviläinen: Stumpage and contract prices of pulpwood in Norway, Sweden and Finland in the felling seasons 1958/59—1968/69 and 1969/70. 2,50
- No 69 U. Rummukainen ja E. Tanskanen: Vesapistooli ja sen käyttö.
 A new brush-killing tool and its use. 1,—
- No 70 Metsätilastollinen vuosikirja 1968.
 Yearbook of forest statistics 1968. 6,—
- No 71 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot.
 No 72 Olli Makkonen ja Pertti Harstela: Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa.
 Delimiting by axe and power saw in making of cordwood. 2,50
- No 73 Pentti Koivulehto: Juurakoiden maasta irrottamisesta.
 On the extraction of stumps and roots. 1,50
- No 74 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Etelä-Suomessa.
 Proportion of wastewood in the total cut in southern Finland. 1,50
- No 75 Ero Paavilainen: Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä.
 Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. 2,—
- 1970 No 76 Ukko Rummukainen: Tukkemiehentäin, *Hyllobius abietis* L., ennakkotorjunnasta taimitarhassa.
 On the prevention of *Hyllobius abietis* L. in the nursery. 1,50
- No 77 Ero Paavilainen: Koetuloja suopeltojen metsittämisestä.
 Experimental results of the afforestation of swampy fields. 2,—
- No 78 Veikko Koskela: Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskoekentällä.
 On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. 2,—
- No 79 Olavi Huikari—Pertti Juvonen: Työmenekki metsäojituksessa.
 On the work input in forest draining operations. 1,50
- No 80 Pertti Harstela: Kasausajan ja valtimonyöntitiheyden sekä tehollisen sahausajan määrittäminen järjestettyjen kokeiden, pulssitutkimuksen ja frekvenssianalyysin avulla.
 Determination of pulse repetition frequency and effective sawing time with set tests pulse study and frequency analysis. 1,50
- No 81 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1968—69.
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1968—69. 1,—
- No 82 Olavi Huuri, Kaarlo Kytökorpi, Matti Leikola, Jyrki Raulo ja Pentti K. Räsänen: Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten. I Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet
 Investigations on the basis for grading nursery stock. I The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. 1,50

FOLIA FORESTALIA 128

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1971

Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen

HAVUSAHATUKKIEN TODELLISEN KIINTOMITAN MÄÄRITTÄMINEN
LATVALÄPIMITAN PERUSTEELLA

Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter

Summary in English

ALKUSANAT

Vuonna 1970 suoritettiin metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston johdolla useita sahatukkien mittausta ja hinnoittelua selvitteleviä tutkimuksia Puuneuvotelukunnan mittaustoimikunnan aloitteesta ja osittain rahoittamana. Osatutkimukset on jo julkaistu monisteina, ja niiden perusteella on laadittu uudet muuntolukutaulukot sahatukkien mittausta varten (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971). Esillä olevassa julkaisussa esitetään ko. tutkimussarjan mittauspuolen tutkimusten tärkeimmät tulokset perusteineen.

Tutkimusta tehtäessä olemme saaneet tukea teollisuuden taholta. Kiitoksin haluamme mainita seuraavat henkilöt: metsäneuvos A.J. RONKANEN, varatoimitusjohtaja VÄINÖ NIKU, metsänhoitaja EERO HELIÖ, metsänhoitaja ANTTI RENKO ja metsänhoitaja KALEVI ASIKAINEN. Metsäntutkimuslaitoksessa on meitä monin tavoin avustanut luonnontieteiden kandidaatti ARJA PANHELAINEN. Myös muut teknologian osaston henkilökunnan jäsenet ovat kiitosta ansaitsevalla tavalla osallistuneet tutkimuksen laskentatöihin.

Helsingissä, elokuu 1971

Veijo Heiskanen

Pentti Rikkonen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	1
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
2. LATVAMUOTOLUKUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	5
3. TUTKIMUSMENETELMÄ	8
4. TUTKIMUSAINEISTO	9
5. TULOKSET	10
51. Kuoreton kapeneminen	10
52. Kuorellinen kapeneminen	13
53. Latvamuotoluvut	13
531. Latvamuotolukujen laskenta	13
532. Lämpipittaluokittainen tarkastelu	13
533. Pituuden vaikutus latvamuotolukuun	16
534. Leimikoittainen tarkastelu	17
535. Leimikoittaiset muuntoyhtälöt	17
54. Eri kuutioimistapojen vertailua	20
6. LASKENNALLISET MUUNTOLUVUT	21
61. Laskelmien taustaa	21
62. Latvamuotoluvut	21
621. Laadinta	21
622. Latvamuotolukutaulukko	23
63. Kuutioimisluvut	23
64. Pituuskorjaus	23
KIRJALLISUUTTA	24

SUMMARY

Finland is planning in 1972 a change to the metric system and actual solid cubic metre in sawlog scaling. With a view to this change extensive studies were made in 1970 at the Finnish Forest Research Institute on the ratio between the top volume based on the measurement of top diameter and the actual solid volume based on middle diameter. The main points studied were barkless tapering, barkless top form factor, i.e. the relation of technical volume and true volume, and comparison of the true volumes obtained by various measuring methods.

The measurements were made in the water system areas of Saimaa and Kemijoki. A total of 10 536 pine sawlogs from 50 storages and 8 901 spruce sawlogs from 45 storages were measured (Tables 1 and 2). The distribution of the material shows that the proportion of heavy logs of large diameter was fairly small (Tables 3 and 4, Fig. 1). The distribution of the material into butt and other logs followed the general trend. It was found that the sawlogs measured had a longer trimming allowance than the normal and that a great many cull-logs were included among the material of pine sawlogs in particular (Tables 5 and 6).

The main results of the study are:

1. Barkless tapering per metre depends on the tree species, the position of the log, the log diameter, and the habitat of the tree. Pine tapers more than spruce, top and middle logs, i.e. other logs, more than butt logs, and tapering is greater in all sawlog types in North Finland than in South Finland. The tapering of other logs and all logs decreases with the increase in diameter, a trend which is observable partly also in butt logs (Tables 7 and 8, Figs. 2–5).

2. The means of tapering per stand also reveal distinct differences according to the tree species, position of the log and habitat. The standard deviation of the means is generally about 10 per cent of the mean.

3. Because of selfpeeling, wear and tear and drying of the bark it was not possible to determine reliably tapering characteristics in which one of the diameters is unbarked.

4. Analysis of diameter classes of barked top form factor shows that the top form factor

of butt logs is smaller than that of other logs, the top form factor of spruce logs is greater than that of pine logs, and the top form factor of logs of North Finland is greater than that of logs of South Finland. The top form factor decreases with the increase in the log top diameter in all sawlog types (Tables 9 and 10, Figs. 6–9).

5. The top form factors are smaller in all diameter classes than the factors obtained in earlier studies (Table 11).

6. The effect of log length on the top form factor is very small (Table 12).

7. Analysis of the per-stand means of the top form factors shows that the standard deviation is fairly small, only a few per cent of the mean. These means also show that the top form factors are smaller than those obtained in other very recent studies.

8. It was sought to clarify the inter-stand deviation by means of the average top diameter, top volume and nominal mean length of the log. None of the independent variables by itself gave a high degree of determination. When two independent variables were used the best result was given by top diameter and length or solid volume and length (Tables 13 and 14). An average determination of 30–41 per cent was obtained for all logs in this way.

9. Comparison between the true volume based on the middle diameter and the accurate true volume showed that the latter was about 6–7 per cent greater in South Finland and about 2–4 per cent greater in North Finland (Tables 15 and 16). According to all the studies available, the difference is about 3 per cent on average (Table 17).

10. The mode of calculation of top form factors suitable for the measuring method recommended by "Puuneuvottelukunta" (timber trade committee of the forest industry) is presented in Chapter 6. The top form factors are given in Table 18 and the unit volumes calculated on their basis are shown in Table 19. They were determined in South Finland for mean lengths of 49 dm and in North Finland for mean lengths of 47.5 dm. The length corrections can be seen in the tabulation on p. 23.

TIIVISTELMÄ

Suomessa on tarkoitus kesällä 1972 siirtyä metrijärjestelmään ja todelliseen kiintokuutiometriin pohjautuvaan sahatukkien mittaukseen. Tätä muutosta silmällä pitäen suoritettiin metsäntutkimuslaitoksessa v. 1970 laajoja tutkimuksia latvaläpimitan mittaukseen perustuvan teknillisen kiintomitan ja keskusläpimitaan perustuvan todellisen kiintomitan suhteesta. Tutkimuksen kohteena ovat olleet ensisijassa kuoreton kapeneminen, kuoreton latvamuotoluku ja erilaisin mittaustavoin saatavien todellisten kiintomittojen vertailu.

Mittauksia suoritettiin Saimaan ja Kemijoen vesistöalueilla. Yhteensä mitattiin 10536 mäntytkiä 50 varastolta ja 8901 kuusitukkiä 45 varastolta (taulukot 1 ja 2). Aineiston jakautuminen osoittaa, että järeiden tukkien osuus on verrattain vähäinen (taulukot 3 ja 4, piirros 1). Aineiston jakautuminen tyvi- ja muihin tukkeihin noudattaa yleisen käsityksen mukaista suuntaa. Mitatuista tukeista voidaan vielä todeta, että tasausvara oli niissä tavanomaista pitempi ja että varsinkin mäntytukkien joukkoon sisältyi paljon oksaisuudeltaan raakeiksi luokiteltuja pölkkyjä (taulukot 5 ja 6).

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset ovat seuraavat:

1. Kuoreton kapeneminen metriä kohden riippuu puulajista, tukin asemasta sekä tukin läpimitasta ja kasvualueesta. Männyin kapeneminen on suurempi kuin kuusen, latva- ja välitukkien eli muiden tukkien suurempi kuin tyvitukkien sekä Pohjois-Suomessa kapeneminen on kaikissa tukkilajeissa suurempi kuin Etelä-Suomessa. Muiden tukkien ja kaikkien tukkien keskimääräinen kapeneminen pienenee läpimitan suuretessa, mikä suuntaus on osittain havaittavissa myös tyvitukeissa (taulukot 7 ja 8, piirroset 2–5).

2. Leimikoittaiset keskiarvot osoittavat myös selvät erot puulajin, tukin aseman ja kasvualueen mukaan. Keskiarvojen hajonta on yleensä n. 10 % keskiarvosta.

3. Sellaisia kapenemistunnuksia, joissa joku läpimita on kuorellinen, ei voitu aineistosta luotettavasti määrittää kuoren varisemisen, kulumisen ja kuivumisen vuoksi.

4. Kuorettoman latvamuotoluvun läpimitalluokittainen tarkastelu osoittaa, että tyvitukkien latvamuotoluku on pienempi kuin muiden tukkien, kuusitukkien latvamuotoluku suurempi kuin mäntytukkien ja Pohjois-Suomen tukkien latvamuotoluku suurempi kuin Etelä-Suomen tukkien. Latvamuotoluku pienenee tukin latvaläpimitan suuretessa kaikissa tukkilajeissa (taulukot 9 ja 10, piirroset 6–9).

5. Saadut latvamuotoluvut ovat kaikissa läpimitalluokissa pienempiä kuin aiemmissa tutkimuksissa saadut (taulukko 11).

6. Pituuden vaikutus latvamuotolukuun on erittäin vähäinen (taulukko 12).

7. Latvamuotolukujen leimikoittaisten keskiarvojen tarkastelu osoittaa, että hajonta on varsin pieni, vain muutama prosentti keskiarvosta. Myös nämä keskiarvot osoittavat, että saadut lukuarvot ovat pienempiä kuin muissa aivan viime aikoina tehdyissä selvityksissä saadut (s. 29).

8. Leimikoitten välistä hajontaa pyrittiin selittämään tukkien keskimääräisen latvaläpimitan, tukkien teknillisen kiintomitan ja tukkien nimellisen keskipituuden avulla. Eri selittäjistä mikään ei osoittanut korkeaa selitystasetta yksinään. Kahta selittäjää käytettäessä antoi parhaan tuloksen latvaläpimita ja pituus tai kiintomitta ja pituus (taulukot 13 ja 14). Kaikille tukeille keskimäärin saatiin näin 30–41 %:n selitystaste.

9. Keskuskiintomitan ja tarkan todellisen kiintomitan vertailu osoitti jälkimmäisen olevan Etelä-Suomessa n. 6–7 % ja Pohjois-Suomessa n. 2–4 % suurempi (taulukot 15 ja 16). Kaikkien käsille saatujen tutkimusten mukaan ero on keskimäärin n. 3 % (taulukko 17).

10. Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunnan suosittelemaan mittausmenetelmään soveluttavien latvamuotolukujen laadintatapa on esitetty luvussa 6. Latvamuotoluvut on esitetty taulukossa 18 ja niiden perusteella lasketut yksikkökuutiot taulukossa 19. Ne on määritetty Etelä-Suomessa 49 dm:n ja Pohjois-Suomessa 47.5 dm:n keskipituuksille. Pituuskorjaukset nähdään asetelmasta sivulla 42.

1. JOHDANTO

Havusahatukkien latvamuotolukuja on meillä Suomessa tutkittu aiemmin laajoin aineistoin kahteen kertaan (PÖNTYNEN 1929, ARO ja RIKKONEN 1966). Monissa muissa puutavaran ominaisuuksia koskevilla tutkimuksissa on lisäksi – tosin yleensä verraten pienin aineistoin – pyritty selvittämään myös latvamuotolukuja eri tarkoituksia varten (esim. HAKKILA ja RIKKONEN 1970, RIKKONEN 1970). On vielä syytä mainita Uttotehon ja Metsähallinnon kehittämisjaoston monet asiaa koskevat tai sivuavat tutkimukset (SILANDER 1967, HEMMI 1970, FINNE 1970).

Kysymys on kuitenkin tullut jälleen uudelleen ajankohtaiseksi, kun on ruvettu harkitsemaan sahatukkien mittauksessa todelliseen kiintomittaan siirtymistä aiemmin yksinomaisena käytetyn teknillisen kiintomitan sijasta. Uutta mittaustapaa käytännön kannalta harkittaessa oli ostajien taholla tultu siihen tulokseen, että puutavaran mittaussäännön mukainen keskusläpimitan mittaukseen perustuva kuutiointi on käytännössä erittäin vaikea. Sen käytäntöön soveltamisen pelättiin vaikeuttavan tai ehkäisevän puunkorjuun kannalta parhaiden ja tehokkaimpien korjuuketjujen ja varastointimenetelmien käyttöä. Puutavaran ostajien taholla päädyttiinkin mittaustapaan, jossa kuutiointi tapahtuisi latvasta mitatun läpimitan perusteella ja jossa näin saatu teknillinen kiintomitta

muunnettaisiin latvamuotolukujen avulla todelliseksi, keskusläpimitaan perustuvaksi kiintomitaksi. Kun aiemmat tutkimukset on tehty pölkkyttäin, eikä niiden perusteella voitu tehdä laskelmia tukkierittäisten tai leimikoittaisten muuntoyhtälöiden laatimiseksi, ja kun haluttiin lisätietoja eri mittausten menetelmien vertailemiseksi ja tyvi- sekä muiden tukkien välisistä eroavuuksista mm. tukkien hinnoittelua varten, päätettiin keväällä 1970 tehdä ns. sahatukkien mittausta- ja hinnoittelututkimus. Työ on tehty Puu-neuvottelukunnan mittaustoimikunnan aloitteesta ja rahoittamana ja sen tärkeimmät tulokset on jo saatettu asianosaisten tietoon ennakkotiedonantoina (HEISKANEN 1970a, 1970b, 1970c, 1971a, HEISKANEN ja RIKKONEN 1970, LEINONEN ja HEISKANEN 1970, ASIKAINEN ja HEISKANEN 1970).

Esillä olevassa julkaisussa on tarkoitus käsitellä tämän laajan tutkimussarjan yhtä osaa, nimittäin sahatukkien kapenemista ja latvamuotolukuja sekä esittää niistä käytännön kannalta tärkeimmät tulokset suppeassa muodossa, koska ko. tutkimusten perusteella on laadittu ne muuntoluvut, joita jo käytetään havusahatukkien todellisen kiintomitan uudessa mittausten menetelmässä (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971). Myös ko. mittausten menetelmän perusteet esitellään.

2. LATVAMUOTOLUKUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Latvamuotoluvulla tarkoitetaan tukin todellisen ja teknillisen (latvaläpimitaan perustuvan) kiintomitan suhdetta. Latvamuotoluku ei kuitenkaan ole käsitteenä yksiselitteinen, vaan sen suuruus riippuu monista todellisen ja teknillisen kiintomitan määrittämiseen liittyvistä seikoista.

Aluksi on syytä lisäksi todeta, että eri tutkimuksissa latvamuotoluku on laskettu eri tavoin. PÖNTYNEN (1929) on laskenut latvamuotoluvun täsmällisen teknillisen kiintomitan mukaan. Näin määritettyä latvamuotolukua todellisen kiintomitan laskemiseen käytettäessä, on teknillinen kiintomitta kerrottava latvamuotoluvun

lisäksi myös läpimitan pyörityksestä ja tasausvarasta aiheutuvilla korjaustekijöillä. Tällaiset latvamuotoluvut eivät sellaisinaan sovi alenevalla luokituksella mitatuille tukeille. Uusimmissa tutkimuksissa on latvamuotoluvut ilmaistu ns. nimellisen teknillisen kiintomitan mukaisina (esim. ARO ja RIKKONEN 1966). Tällaisiin latvamuotolukuihin sisältyvät sekä läpimitan pyörityksestä että tasausvarasta aiheutuvat korjaustekijät ja ne ovat sellaisinaan muuntokertoimia, joilla teknillinen kiintomitta voidaan muuntaa todelliseksi kiintomitaksi.

Latvamuotoluvun suuruuteen vaikuttaa siis

teknillisen kiintomitan määrittämistapa, ja siinä ovat tärkeimpiä tekijöitä läpimitan mittauksessa käytetty luokitus, tasausvaran pituus sekä läpimitan mittauskohta ja -suunta. Myöskään todellinen kiintomitta ei ole yksiselitteinen käsite. Sen osalta vaikuttaa latvamuotoluvun suuruuteen todellisen kiintomitan määrittämistapa sekä tasausvaran pituus. Lisäksi latvamuotoluvun suuruus riippuu kuorinta-asteesta ja tietenkin tukin kapenemisesta.

Teknillisen kiintomitan mittauksesta voidaan todeta seuraavaa:

Latvaläpimitan alaspäin pyöristyksen vaikutus latvamuotolukuun on se, että mitä enemmän latvaläpimittaa pyöristetään alaspäin eli mitä suurempi on luokkaväli, sitä suurempi on latvamuotoluku.

Jos merkitään täsmälliseen latvaläpimitaan perustuvaa teknillistä kiintomittaa V_0 :lla ja pyöristettyyn läpimitaan perustuvaa V_1 :llä, on näiden kiintomittojen likimääräinen suhde (läpimitan pyöristyksestä aiheutuva korjaustekijä)

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{(D + d/2)^2}{D^2}$$

jossa D = pyöristetty läpimitta

d = luokkaväli läpimitan pyöristämisessä

Koska latvamuotoluku on kääntäen verrannollinen teknilliseen kiintomittaan, on täsmälliseen latvaläpimitaan perustuva latvamuotoluku kerrottava suhteella $V_0:V_1$, kun se muunnetaan nimellistä (pyöristettyä) läpimittaa vastaavaksi. Jos muuntamistehtävä on käänteinen, tapahtuu kertominenkin ko. suhteen käänteisluvulla. Kun latvamuotolukuja muunnetaan, on huomioon otettava kuitenkin myös se, että samaan läpimittaluokkaan kuuluvien tukkien täsmällinen keskimääräinen latvaläpimitta on sitä suurempi, mitä suurempi on luokkaväli alaspäin pyöristyksessä.

Jos tiettyyn läpimittaluokitukseen perustuvia latvamuotolukuja halutaan muuntaa jonkin toisen luokituksen mukaisiksi latvamuotoluviiksi, on käytettävissä olevat luvut ensin muunnettava pyöristämättömiä latvaläpimittoja vastaaviksi ja näistä interpoloimalla määritettävä uuden luokituksen luokakeskiarvoja vastaavat luvut. Viimeksimainitut on lopuksi vielä muunnettava vastaamaan uuden luokituksen mukaista pyöristämistä.

Tasausvaran pituus vaikuttaa teknilliseen kiintomittaan vain silloin, kun nimellisen pituu-

den ylittävä osa katsotaan riittämättömäksi tasausvaraksi. Tällöin lyhennetään tukin pituutta pituuden mittauksessa käytetyn luokkavälin verran. Latvamuotoluku suurenee, mutta ei kuitenkaan samassa suhteessa kuin tukki lyhenee. Latvamuotoluvun muutos riippuu tässäkin tapauksessa tukin kapenemisesta. Jos esimerkiksi 48 dm:n mittainen 20 cm:n paksuinen tukki lyhenee 3 dm, pienenee teknillinen kuutio n. 4.8 %, jos kapeneminen on 5 mm/m, mutta vain n. 3.4 %, jos vastaava kapeneminen on 10 mm/m¹).

Puutavaran mittaussäännön mukaan määritetään tukin latvaläpimitta tasausvaran puolivälillä. Tasausvaran ajatellaan siis jäävän puoliksi tukin latvaan ja puoliksi tukin tyveen. Tasausvaran jättäminen mitatessa kokonaan tukin latvaan on kuitenkin yleistä ja mittaussäännön sallimaa. *Latvaläpimitan mittauskohdan* vaikutus teknilliseen kiintomittaan riippuu tasausvaran pituudesta, latvaläpimitasta ja kapenemisesta, mutta on yleensä vähäinen. Mittauskohdan siirtäminen tasausvaran puolivälillä tasausvaran päähän tyveen päin suurentaa teknillistä kiintomittaa ja vastaavasti pienentää latvamuotolukua teoreettisesti laskien seuraavassa esimerkissä näkyvällä tavalla.

Tasausvara, cm	D_1 , cm			
	15		22	
	kapeneminen, mm/m			
	6	10	6	10
	%			
10	0.4	0.7	0.3	0.5
20	0.8	1.3	0.5	0.9

Läpimitan *mittaussuunnan* merkityksestä tiedetään varsin vähän, mutta on ilmeistä, että vaakasuorassa suunnassa mitattua läpimittaa vastaava ympyrä-ala on keskimäärin suurempi kuin latvaleikkauksen todellinen pinta-ala. Toisaalta TEURI SALMINEN (1968) on todennut Päijänteen ja Saimaan alueilla suorittamissaan mittauksissa, että vaakasuora mittaussuunta antaisi tulokseksi keskimäärin ristimittauksen keskiarvoa vastaavan tuloksen. Määritettäessä paksuus ohuimman läpimitan mukaan, saadaan teknillinen kiintomitta tietysti pienimmäksi. Kuitenkin on todennäköistä, että jos todellinen kiintomitta määritetään samansuuntaisella kaulaimittauksella kuin teknillinen kiintomitta, ei

1) Laskelmassa tarkoitetaan kapenemista tukin keskeltä latvaan ja sitä vastaavaa latvamuotolukua.

mittaussuunnalla ole latvamuotolukuun oleellista merkisystä. Jos todellisen kiintomitan selvittäminen tapahtuu esim. ristiinmittauksella (kaulainmittaus) saadaan mitattaessa teknillinen kiintomitta ohuimman läpimitan mukaan ristiinmittausta suurempi ja mitattaessa vaakasuoran läpimitan mukaan mahdollisesti ristiinmittausta pienempi latvamuotoluku. Ohuimmalta puolen mittausta varten esittää PÖNTYNE (1929) seuraavat korjauskertoimet (vrt. HEISKANEN ja ASIKAINEN 1969).

Etelä-Suomi Pohjois-Suomi

Erottelemattomat		
havupuutukit	1.027	1.033
Mäntyukit	1.028	1.033
Kuusitukit	1.025	1.034

Puutavaran mittaussäännön mukaan mitataan latvaläpimita, mikäli mittauskohdalle sattuu *oksapaisuma* tai *muu paksunnos*, siitä kohdasta, jossa paksunnon vaikutus tyveen päin mentäessä loppuu. Tällä seikalla lienee erityisesti männyllä huomionarvoinen merkitys teknillisen kiintomitan suuruuteen, vaikka siitä ei olekaan tutkimustuloksia olemassa. Mitä tarkemmin tätä ohjetta noudatetaan, sitä pienempi on teknillinen kiintomitta ja sitä suurempi latvamuotoluku.

Todellisen kiintomitan määrittämisessä ovat latvamuotoluvun suuruuden kannalta seuraavat tekijät huomion arvoisia.

Tasausvaran vaikutus todelliseen kiintomittaan on se, että todellinen kiintomitta on sitä suurempi, mitä pitempi on tasausvara. Jos teknillinen kiintomitta määritetään puutavaran mittaussäännön mukaisesti siten, että tasausvara jää puoliksi tyveen ja puoliksi latvaan, suurenee todellinen kiintomitta ja latvamuotoluku tiettyyn latvaläpimittaluokkaan kuuluvissa tukeissa samassa suhteessa kuin tukin täsmällinen pituus lisääntyy tasausvaran pidetessä. Jos tasausvara jätetään teknillistä kiintomittaa mitattaessa kokonaan tukin latvaan, vaikuttaa sen piteneminen todelliseen kiintomittaan ja latvamuotolukuun teoriassa suhteellisesti paljon vähemmän kuin edellisessä tapauksessa.

Todellisen kiintomitan mittaustapa on myös merkittävä tekijä.

Mittaussäännön mukaan määritetään pyöreän puutavarapölkyn todellinen kiintomitta pölkyn piteuden puolivälistä mitatun läpimitan eli keskusläpimitan perusteella. Tämä kiintomitta tunnetusti aliarvioi tukin tarkan todellisen kiintomitan, sillä tukki ei yleensä ole ympy-

rälieriö, kuten tämä mittaustapa edellyttää (vrt. EIDE 1922, EKMAN et al. 1923, ARO ja RIKKONEN 1966, HAKKILA ja RIKKONEN 1970, KAKKO 1970, FINNE 1970).

Tukin asema vaikuttaa ratkaisevasti siihen, kuinka paljon keskusläpimitaan perustuva kiintomitta aliarvioi tarkkaa todellista kiintomittaa. Aliarviointi jää pääasiassa tyvitukkien osalle. Muilla tukeilla mittaussäännön mukainen kiintomitan määrittäminen johtaa lähes tarkkaan todelliseen kiintomittaan (em. tutkimukset).

Puutavaran mittaussääntö tuntee myös kaksi muuta puutavaran kiintomitan määrittäytapaa, rungon kiintomitan mittauksen ja puutavaranipun kiintomitan mittauksen. Kumpikin niistä pyrkii tarkkaan todelliseen kiintomittaan. Niiden antama tulos on siis suurempi kuin pölkytäinen keskusläpimitaan perustuva kiintomitta (vrt. FINNE 1970, HEMMI 1970, KIMMO SALMINEN 1970). Tämä vaikuttaa myös latvamuotolukua suurentavasti.

Muista tukin latvamuotolukuun vaikuttavista tekijöistä mainittakoon seuraavaa.

Tärkein latvamuotolukuun vaikuttava tekijä on luonnollisesti *tukin kapeneminen*. Tosin kapenemisen ollessa vähäinen, voi edellä käsiteltyjen mittaukseen liittyvien tekijäin vaikutus olla kapenemisen vaikutusta suurempikin. Mikäli latvamuotoluku määritetään keskusläpimitaan perustuvan todellisen kiintomitan ja täsmällisen teknillisen kiintomitan perusteella, on tukin keskikohdan ja latvan välinen kapeneminen funktionaalisessa riippuvuussuhteessa latvamuotolukuun. Jos latvamuotoluku sen sijaan laskeaan tukin tarkan kiintomitan mukaisena, kapenemista tuskin voidaan määritellä niin, että riippuvuus olisi täydellinen, vaikka esim. keskustan ja latvan välisen kapenemisen ja latvamuotoluvun välinen korreloituminen on tällöinkin erittäin vahva. Edellä esitetty pitää paikkansa kuitenkin vain järey- ja pituusluokittain. Kapenemisen vaikutus latvamuotolukuun riippuu sekä tukin järeydestä että pituudesta. Kapenemisen ollessa vakio latvamuotoluku pienee läpimitan suuressa, mutta suurenee pituuden myötä.

Tukin *kuorimisaste* vaikuttaa myös latvamuotoluvun suuruuteen. Jos latvamuotolukua laskettaessa sekä todellinen että teknillinen kiintomitta määritetään kuorellisena, on kuoren määrän vaihtelu rungon eri osissa latvamuotolukuun vaikuttava tekijä. Erityisesti männyntyvitukeilla on tällä seikalla olennainen

merkitys, koska mäntytyvien kuoriprosentti suurenee tyveen päin mentäessä.

Latvamuotoluku voidaan määrittää myös siten, että jompikumpi kiintomitoista on joko kuorellinen tai kuoreton. Tällöin latvamuotoluku on suorassa riippuvuussuhteessa kiintomitan kuoriprosenttiin.

Jos latvamuotolukuun vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan laajemmasta näkökulmasta, on

mainittava myös tukeiksi tehtävien rungonosien muutosuhteet. Ne riippuvat mm. kasvupaikan laadusta, metsikön tiheydestä ja käsittelystä sekä runkojen jakamisesta tukki- ja muuhun puuhun. Latvamuotoluvun suuruuteen vaikuttaa myös se, miten tarkoin kapeneminen ja eräät laatutekijät otetaan huomioon sahapuuosan apoteerauksessa.

3. TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimusta suunniteltaessa pyrittiin siihen, että sekä Etelä-Suomesta että Pohjois-Suomesta olisi saatu n. 25 leimikkoa käsittävä mäntytukkien ja yhtä suuri kuusitukkien aineisto. Käytännöllisistä syistä asetettiin yhdestä varastosta mitattavien tukkien tavoitemääräksi vähintään yksi autokuorma tyvitukkeja ja niitä vastaava määrä latvatukkeja. Samalla kuitenkin rajoitettiin yhden varaston tukkien maksimimäärä n. 200 kappaleeseen, josta eräissä tapauksissa poikettiin nimenomaan Pohjois-Suomessa kuusitukkien vaikean saannin vuoksi.

Yleensä pyrittiin mittaamaan vain kokonaisia leimikoita, jotta tyvi- ja muiden tukkien osuus pysyisi oikeana. Aineistoon jouduttiin kuitenkin ottamaan rungon koon ja laadun mukaisen vaihtelun aikaansaamiseksi myös osia suuremmista tukkieristä, jolloin koettiin saada mitatuksi tyvi- ja muita tukkeja koko tukkierää edustavalla tavalla.

Näyteleimikoita ei arvottu, vaan mitattavaksi valittiin leimikoita Etelä-Suomessa Tehdaspuu Oy:n ja Pohjois-Suomessa Veitsiluoto Oy:n kenttähenkilökunnan toimesta sillä tavoin, että aineistoon saatiin sekä suuri- että pienikuutioisia eriä ja toisaalta oksaisuuden kannalta sekä hyvä- että huonolaatuisia tukkierää. Aineistoa hankittiin ko. sahalaitosten, Kaukaan ja Veitsiluodon sahojen hankinta-alueiden eri osista.

Näyte-erät mitattiin kummassakin paikassa seuraavilla tavoilla:

1. Autokuljetuksen jälkeen pölkkyjen teknillinen kiintomitta latvaläpimitan perusteella ja todellinen kiintomitta keskusläpimitan perusteella. Molemmat kiintomitat mitattiin sekä kuorellisina että kuorettomina. Tämän mittaus-tavan antamat tulokset muodostavat tutkimuk-sen tärkeimmän perusaineiston.

2. Mittausmenetelmien antamien tulosten vertailemiseksi mitattiin tukit kummassakin paikassa myös ns. upotusmittarilla, kunkin erän tyvitukit ja kunkin erän muut tukit erikseen. Kaukaalla tämä mittaus tehtiin vain kuorellisista tukeista, mutta Veitsiluodossa mittaus uusittiin myös kuorinnan jälkeen tukkierittäin. Kaukaalla suoritettiin upotusmittauksia myös kuorellisiin läpimittaluokin tyvet ja muut tukit erikseen mitaten. Nämä mittaukset tehtiin sekä kuorellisista että kuorituista puista.

Kaukaalla mitattiin tukit myös sahan mit-tauslaitteella läpimittaluokittain, mutta näitä tuloksia ei katsottu tarpeelliseksi julkaista tässä yhteydessä.

Pölkkyttäisten mittausten perusteella lasket-tiin aluperin seuraavat tiedot sekä kuorellisina että kuorettomina, joista kuoritulosten tietyn epävarmuuden vuoksi tässä yhteydessä esite-tään vain kuorettomia mittoja koskevat tulok-set (vrt. HEISKANEN 1970a, 1970c).

1. Kapeneminen pituuden puolivälistä latvaan ja siinä pyritään valottamaan tukin ase-man ja laatuluokan vaikutusta.

2. Latvamuotoluku, joka myös esitetään tu-kin aseman ja laatuluokan mukaisesti jaoteltuna. Lisäksi tarkastellaan pituuden vaikutusta sekä leimikkojen muuntoyhtälöiden käyttömahdol-lisuuksia.

3. Pölkkyttäisen keskusläpimitaan perustuvan kiintomitan (keskuskiintomitan) vertailu upo-tusmittauksen ja sahanmittausten tuloksiin.

Saatujen tulosten perusteella on laadittu las-kennallisesti sellaiset latvamuotoluvut, jotka soveltuvat Puuneuvottelukunnan valitsemaan uuteen mittaustapaan.

4. TUTKIMUSAINEISTO

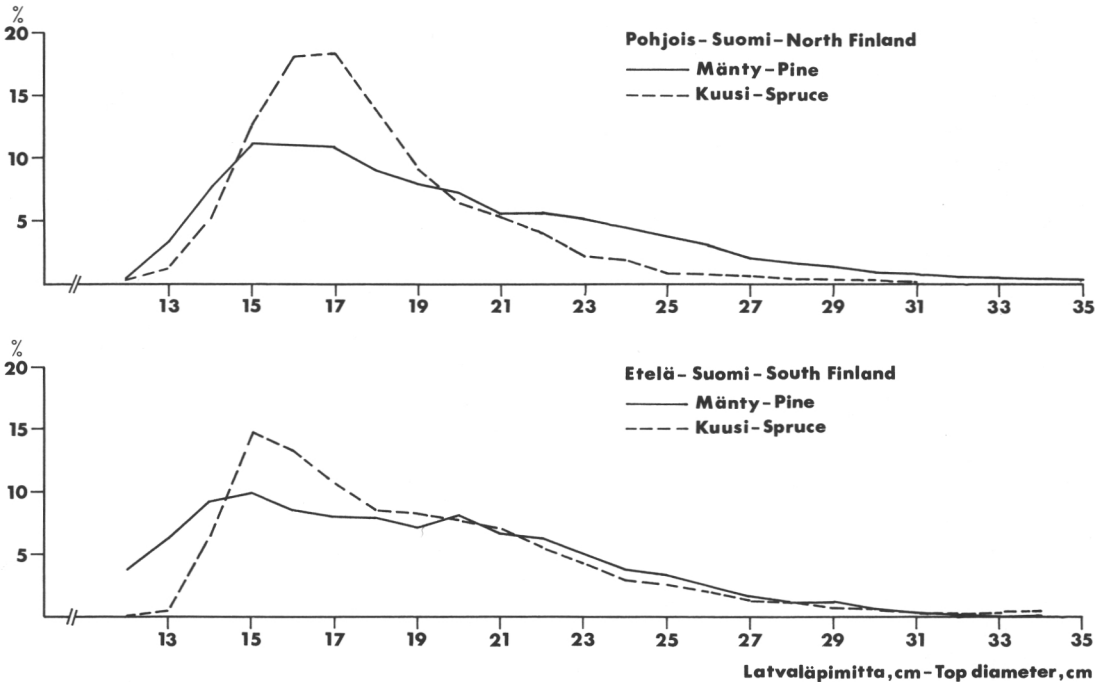
Tutkimusvarastojen sijainti ja niiltä mitattujen tukkien lukumäärä on esitetty taulukossa 1 Etelä-Suomen osalta ja taulukossa 2 Pohjois-Suomen osalta.

Kaikkiaan mitattiin siis 10536 mäntytukkia 50 varastolta, joista Etelä-Suomen osuus oli 5148/27 ja Pohjois-Suomen osuus 5388/23. Kuusitukkien kokonaismäärä oli pienempi, 8901 tukkia 45 varastolta. Etelä-Suomessa mitattiin kuusitukkeja hieman enemmän kuin mäntytukkeja, nimittäin 5337/29, mutta Pohjois-Suomessa kuusitukkien määrä jäi verraten pieneksi, vain 3564 tukkia 16 varastolta.

Määrällisesti aineistoa voidaan pitää riittävän suurena männyn osalta koko maassa ja kuusen osalta Etelä-Suomessa. Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa vain ARON ja RIKKOSEN (1966) työssä aineisto on ollut tätä suurempi. Aineiston edustavuudesta on vaikea tehdä päätelmiä. On silti todettava, että aineistot on kerätty varsin suppealta alueelta. Aiempien tutkimusten mukaan Etelä-Suomen mahdolliset alueittaiset erot ovat kuitenkin suhteellisen vähäisiä. Onkin ilmeistä, että samalla osa-alueella sijaitsevien

leimikoiden väliset erot latvamuotoluvuissa saattavat olla suurempia kuin alueittaiset eroavuudet laajoillakin alueilla. On sitä vastoin havaittu, että Etelä- ja Pohjois-Suomen väliset erot ovat hyvin ilmeiset (PÖNTYNEN 1929, ARO ja RIKKONEN 1966). Kuitenkin on selvää, että muutos ei tapahdu yht'äkkiä, vaan se on asteettaista etelästä pohjoiseen nimenomaan maan pohjoisosissa, siirryttäessä. Aro ja Rikkonen havaitsivat pienalueilla eroja Pohjois-Suomen kuusitukkeilla, joiden latvamuotoluku näyttää suurenevan pohjoiseen päin mentäessä.

On todettava myös, että latvamuotolukujen suuruuteen vaikuttaa yhtä aikaa monia eri tekijöitä, jotka aiheuttavat tuloksiin sekä leimikoitaisia että alueittaisia vaihteluja ja joiden moninaisuuden takia ei koko maata edustavaa aineistoa ole helppo kerätä. Käytettävissä olevien tutkimusvarojen rajoitukset huomioonottaen, sitä on pidettävä mahdottomana. On joka tapauksessa selvää, että ehdottomasti yleispätevät ja tilastollisesti luotettavat latvamuotoluvut voidaan selvittää vain koko maan laajuisella otantatutkimuksella.



Kuva 1. Tutkimusaineistojen läpimittajakautumat kappaleluvun mukaan.

Fig. 1. The diameter distribution of the materials according to the number of units.

Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty tyvi- ja muiden tukkien jakautuminen kuorettomiin latvaläpimittaluokkiin. Etelä-Suomen aineistoa kuvaava taulukko 3 osoittaa, että järeiden läpimittojen osuus on nimenomaan mäntyukeissa varsin vähäinen. Painopiste onkin voimakkaasti pienimmissä läpimittaluokissa. Pohjois-Suomen aineistoon sisältyy taulukon 4 mukaan järeitä mäntyukkeja jonkin verran enemmän kuin maan eteläpuoliskossa, mutta kuusiaineistossa on vain hyvin vähän suuriläpimittaisia tukkeja. Näin on laita erityisesti muiden tukkien kohdalla.

Piirroksesta 1 nähdään koko aineistojen läpimittaluokittainen jakautuma, josta havaitaan, että koko kuusiaineisto Pohjois-Suomessa on varsin pienikokoista.

Tukkien jakautuminen tyvi- ja muihin tukkeihin noudattaa yleisen käsityksen mukaista

suuntaa. Tyvitukkien osuus suurenee latvaläpimitan kasvaessa ja se on kummassakin puulajissa Etelä-Suomessa suurempi kuin Pohjois-Suomessa.

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty aineiston tukkien keskimääräisiä ominaisuuksia leimikoittain. Niiden yksityiskohtainen käsitteleminen tässä yhteydessä on tarpeetonta. Todettakoon kuitenkin seuraavat erityispiirteet:

– Tasausvara on tavanomaista pitempi, mikä johtuu siitä, että tukit oli tehty Englannin mittoille mutta mitattiin metrijärjestelmän mukaan. Todettakoon kuitenkin jo tässä yhteydessä että latvaläpimitan mittauksessa ja latvamuu-
tolukulaskelmissa käytettiin 10 cm:n tasausvara (vrt. s. 23).

– Varsinkin mäntytukkien oksaisuusluokkajakautumat ovat hyvin heikot molemmilla tutkimusalueilla.

5. TULOKSET

51. Kuoreton kapeneminen

Tukin kapenemisella tarkoitetaan tässä yhteydessä keskusläpimitan ja latvaläpimitan erotusta. Tulokset esitetään pituusyksikköä kohden, senttimetreinä metriä kohden, vain kuorettomien läpimittojen mukaan, kuten edellä mainittiin. Tästä kapenemisesta käytetään nimitystä kuoreton kapeneminen.

Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty mänty- ja kuusitukkien kuorettoman kapenemisen riippuvuus latvaläpimitasta tukin aseman mukaan luokiteltuna. Tulosten perusteella voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset.

– Tyvitukkien kapeneminen on kaikissa läpimittaluokissa sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa selvästi pienempi kuin muiden tukkien kapeneminen. Erot tukkiluokkien välillä ovat suurimpia pienissä läpimittaluokissa, mikä johtuu ennen kaikkea siitä, että niihin sisältyvät muut tukit ovat yleensä varsin kartiokkaita latvatukkeja, kun taas järeät muut tukit ovat pääasiassa vähän kapenevia välitukkeja (vrt. EKMAN et al. 1923).

– Läpimitan vaikutus muiden tukkien kapenemiseen onkin hyvin selvä sillä tavoin, että

ohuet tukit kapenevat huomattavasti enemmän kuin järeät tukit. Tyvitukkien kapenemiseen ei tukin läpimitalla ole yhtä selvää vaikutusta. Etelä-Suomen mäntyaineisto osoittaa, että pituusyksikköä kohden laskettu kapeneminen pienenee aluksi tukin paksuuden lisääntyessä ja alkaa sitten suurentua. Samanlainen suuntaus on myös Etelä-Suomen kuusissa. Pohjois-Suomen aineistoista lasketut muiden tukkien kapenemiset noudattavat myös samaa suuntaa, kuin Etelä-Suomessa mutta eivät kuitenkaan yhtä selvästi. Tyvitukkien kapeneminen vaihtelee Pohjois-Suomessa varsin vähän.

– Puulajien välillä on selvä ero siten, että mäntytukkien kapeneminen on kaikissa läpimittaluokissa pienempi kuin vastaavan kuusitukkilajin kapeneminen. Erot ovat Etelä-Suomessa jonkin verran suurempia kuin Pohjois-Suomessa.

– Maan eri alueiden väliset erot ovat selvät siten, että Pohjois-Suomessa jokaisen tukkilajin kapenemisluvut ovat huomattavasti suuremmat kuin Etelä-Suomessa.

Kussakin läpimittaluokassa ja tukkilajissa vaihtelevat kapenemisluvut varsin laajoissa rajoissa. Tekijät, jotka vaikuttavat hajontaan ovat:

– Tukan asema sillä tavoin, että tyvitukeissa hajonta on ilmeisesti pienempi kuin muissa tukeissa, joihin sisältyy tai saattaa sisältyä sekä nopeasti kapenevia latvatukkeja että vähän kapenevia välitukkeja.

– Tukan oksaisuusluokka kuvaa myös tukan kapenemista, mitä kysymystä tullaan tarkastelemaan erillisessä julkaisussa yksityiskohtaisesti. Kysymyksellä onkin tärkeä merkitys mm. saauksen suunnittelun kannalta, mutta se ei niinkään liity käytännön mittausoimintaan. Sillä saattaa teoriassa olla sovellutusmahdollisuuksia myös tukkien mittauksessa, minkä vuoksi asiaa on syytä tarkastella aivan lyhyesti tässä yhteydessä. Aineiston perusteella voidaan todeta, että kummassakin tukkilajissa kapeneminen suurenee tukan laatuluokan (oksausluokan) huonontuessa. Erot luokkien välillä ovat tyvitukeissa hyvin pienet ja osin epäselvätkin. Muissa tukeissa laatuluokkien väliset kapenemiserot ovat sitä vastoin hyvin selväpiirteiset nimenomaan pienikokoisissa tukeissa, mutta kapenevät tukan läpimitan suuressa.

Kummassakin puulajissa kuitenkin tyvitukien tietyn luokan tukkien kapeneminen on pienempi kuin saman luokan muiden tukkien kapeneminen. Mäntytukkien I luokassa erot ovat tässä suhteessa pienimmät.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että ARON ja RIKKOSEN (1966) mukaan eri tukkilajien keskimääräiset kapenemiset ovat suuremmat kuin nyt saadut. Esim. 15–16 jalan tyvitukien kapeneminen oli heidän aineistossaan Etelä-Suomen männyllä 6–8 mm/m ja kuusella 8–11 mm/m. Nyt saadut kapenemisluvut ovat vastavasti 5–7 mm ja 7–8 mm.

Kaikkien tukkien keskimääräiset kapenemiset eri läpimittaluokissa on myös esitetty taulukoissa 7 ja 8. Niistäkin ilmenee selvä ero puulajien ja melko selvä ero Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä. Se on havainnollistettu piirroksissa 2–5, joissa kapenemiset nähdään tasoitettuna¹⁾. Pieniläpimittaisissa tukeissa erot osa-alueiden välillä ovat paljon pienemmät kuin erikseen tyvi- ja erikseen muissa tukeissa. Tämä johtuu Pohjois-Suomen pienten tyvitukien suuresta osuudesta. Läpimittaluokan vaikutus latvamuotoluokkaan on kuitenkin erottelamattomilla tu-

1) Tasoitettuja kapenemisiä on käytetty ns. laskennallisten latvamuotolukujen laadintaan (s. 38) mistä syystä latvaläpimitat on näissä piirroksissa määritetty täsmällisinä eikä alenevan 1 cm:n luokituksen mukaisina kuten tutkimuksen muissa piirroksissa sekä taulukkoesityksissä.

keilla tietenkin suurempi. Puulajien erot ilmevät myös tässä tapauksessa selvinä.

Leimikoittaiset kapenemisen keskiarvot hajontoineen nähdään seuraavasta asetelmasta.

		\bar{x}	s
Etelä-Suomi			
Mänty,	tyvet	0.54	0.062
	muut	1.02	0.109
	kaikki	0.81	0.082
Kuusi,	tyvet	0.71	0.088
	muut	1.10	0.102
	kaikki	0.89	0.096
Pohjois-Suomi			
Mänty,	tyvet	0.66	0.100
	muut	1.24	0.225
	kaikki	0.90	0.163
Kuusi,	tyvet	1.04	0.103
	muut	1.32	0.145
	kaikki	1.08	0.102

Hajonta on kaikissa osa-aineistoissa verraten suuri, noin 10 % tai sitä enemmän keskiarvosta. Suurin hajonta, yli 15 % keskiarvosta, on Pohjois-Suomen männyillä, jotka eroavatkin tässä suhteessa selvästi muista osa-aineistoista.

Myös leimikoittaisten kapenemisarvojen suuruuteen vaikuttavat laatutekijät ja eräät muut tekijät, ja niistä johtuu myös hajonnan suuruus. Leimikoittaisten keskiarvojen perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

– Tyvitukien ja muiden tukkien kapenemiserot ovat tilastollisesti merkitseviä kokonaisten tukkierien ollessa kyseessä.

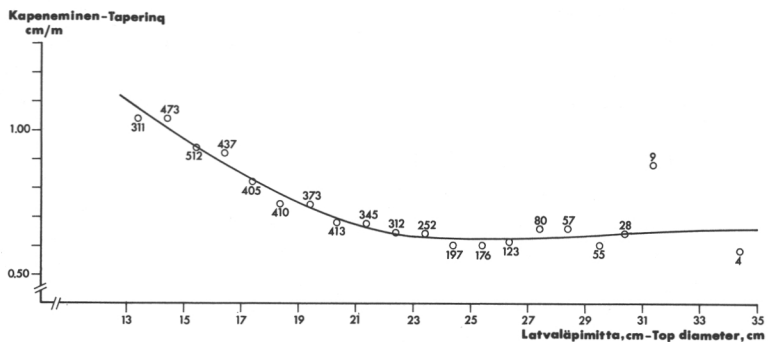
– Etelä- ja Pohjois-Suomen väliset kapenemislukujen erot eivät ole kokonaisten tukkierien ollessa kyseessä niin suuria kuin läpimittaluokittainen tarkastelu osoitti. Sitä osoittavat seuraavat läpimittaluokkien aritmeettiset keskiarvot.

	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	
	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi
Tyvet	0.55	0.73	0.69	1.07
Muut	0.90	1.13	1.21	1.26
Kaikki	0.74	0.89	0.89	1.10

– Leimikoittaisten keskiarvojen hajontoja tarkasteltaessa todetaan myös, että tukkeja tyvi- ja muihin tukkeihin erottelamalla ei saavuteta kapenemisen määrittämisessä tarkkuuden lisäystä. Hajonnat ovat kaikissa tapauksissa käytännöllisesti katsoen yhtä suuret keskiarvoon verrattuna.

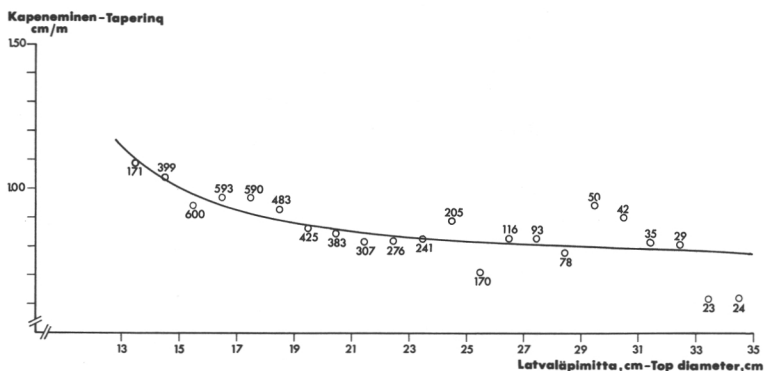
Kuva 2. Mäntytukkien kape-
nemisen riippuvuus tukin
täsmällisestä latvaläpimitas-
ta. Etelä-Suomi.

Fig. 2. Correlation between
the tapering and the accurate
top diameter of the log. Pine
logs. South Finland.



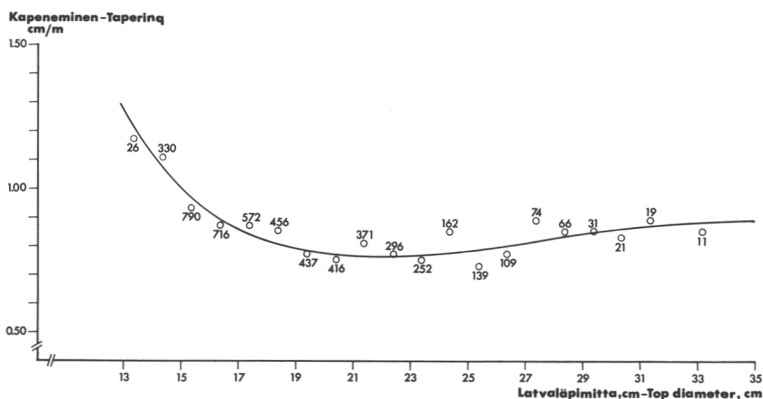
Kuva 3. Mäntytukkien kape-
nemisen riippuvuus tukin
täsmällisestä latvaläpimitas-
ta. Pohjois-Suomi.

Fig. 3. Correlation between
the tapering and the accurate
top diameter of the log. Pine
logs. North Finland.



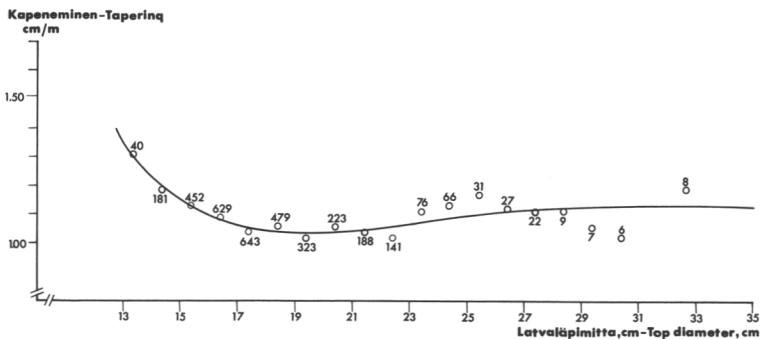
Kuva 4. Kuusitukkien kape-
nemisen riippuvuus tukin
täsmällisestä latvaläpimitas-
ta. Etelä-Suomi.

Fig. 4. Correlation between
the tapering and the accurate
top diameter of the log.
Spruce logs. South Finland.



Kuva 5. Kuusitukkien kape-
nemisen riippuvuus tukin
täsmällisestä latvaläpimitas-
ta. Pohjois-Suomi.

Fig. 5. Correlation between
the tapering and the accurate
top diameter of the log.
Spruce logs. North Finland.



52. Kuorellinen kapeneminen

Tutkimusta suoritettaessa selvitettiin tukeista myös muita kapenemistunnuksia, nimittäin *kuorellinen kapeneminen* (molemmat läpimitat kuorellisia), *kuoreton/kuorellinen kapeneminen* (latvaläpimitta kuoreton ja keskusläpimitta kuorellinen) ja *kuorellinen/kuoreton kapeneminen* (latvaläpimitta kuorellinen ja keskusläpimitta kuoreton). Saatuja tuloksia ei kuitenkaan ole tässä yhteydessä syytä esittää senvuoksi, että tehtaalle kuljetetun tukin tarkkaa kuorellista läpimittaa on erittäin vaikea määrittää. Oikeammin pitäisi sanoa, että tällaisen tukin kuorellinen läpimitta ei ole yksikäsitteinen asia. Sama koskee yleensäkin kaikkia tukkeja seuraavista syistä.

– Kuorta karisee puusta jo kaadon mutta myös kuljetuksen aikana ja sitä enemmän mitä pitemmät ja monivaiheisemmat kuljetukset ovat kyseessä.

– Kuori kuluu jopa kokonaan pois varsinkin lumettoman maan laahusuontoa käytettäessä (vrt. TEURI SALMINEN 1968). Tällaisista tukeista ei kuorellista läpimittaa voida lainkaan mitata.

– Kuori kuivuu korjuun ja varastointien aikana sitä enemmän mitä lämpimämpänä ja kuivempana vuodenaikana se on korjattu ja mitä kauemmin se on joutunut varastossa seisomaan.

Näistä syistä ei ko. aineistoista laskettuja sellaisia kapenemisia, joissa on mukana jokin kuorellinen läpimitta, katsottu voitavan käytännössä soveltaa. Sama koskee myös latvamuotolukuja.

53. Latvamuotoluvut

531. Latvamuotolukujen laskenta

Latvamuotoluvulla tarkoitetaan, kuten edellä mainittiin, tukin todellisen ja teknillisen kiintomitan suhdetta. Tarkempi määrittely edellyttää kuitenkin myös selvitystä kyseisten kiintomittojen mittaus- ja laskentatavasta. Nyt esitettävät latvamuotoluvut perustuvat todellisen kiintomitan osalta tasaavaan keskeltämittaukseen sekä teknillisen kiintomitan osalta alenevaan latvastamittaukseen. Luokkaväli on 1 cm ja latvamitta on mitattu 10 cm:n etäisyydeltä latvaleikkauksesta¹⁾. Kiintomittojen määrittäminen on siis mittausäännön mukainen lukuunottamatta latvaläpimitan mittauskohtaa, joka mit-

taussäännön mukaan on tasausvaran puolivälissä.

Tuloksista esitetään vain kuorettomat latvamuotoluvut. Muista latvamuotoluvuista on syytä siteerata seuraavaa HEISKASEN (1970a) julkaisusta.

”Kuorta koskevien tulosten perusteella voidaan aluksi todeta, että yleisesti ottaen luotettavia latvamuotolukutuloksia voidaan saada vain kuorettomien kiintomittojen suhteena. Jos kuori on mukana, heijastuu kuorimittausten epävarmuus myös latvamuotolukuihin. Onkin todettava, että ilman lisätutkimuksia kuoretonta latvamuotolukua lukuunottamatta, on muita tuloksia pidettävä vain esillä olevaan aineistoon sopivina. Päähuomio onkin kiinnitettävä kuoretomiin latvamuotolukuihin.”

Esitetyt latvamuotoluvut perustuvat kunkin latvaläpimittaluokan todellisiin keskipituuksiin, jotka vaihtelivat 38–50 dm:n välillä keskimäärin, tyvitukeissa 38–50 dm:n ja muissa tukeissa 42–47 dm:n välillä. Tulokset vastaavat näin ollen ns. käytännön keskiarvoja.

532. Läpimittaluokittainen tarkastelu

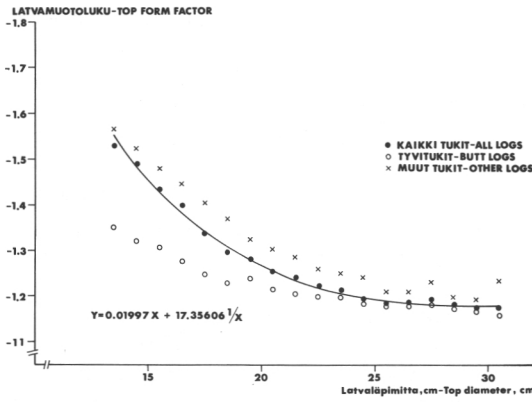
Läpimittaluokittaiset latvamuotoluvut on esitetty taulukoissa 9 ja 10.

– Tyvitukkien latvamuotoluku on kaikissa läpimittaluokissa ja kummallakin tutkimusalueella huomattavasti pienempi kuin muiden tukkien latvamuotoluku. Ero pienenee tukin läpimitan suurenessa. Mäntytukeissa ero tyvi- ja muiden tukkien välillä on Pohjois-Suomessa yleensä suurempi kuin Etelä-Suomessa. Kuusitukeissa suhde on päinvastainen.

– Läpimitan vaikutus latvamuotolukuihin on myös hyvin huomattava. Luku pienenee tukin latvaläpimitan suurenessa kaikissa tutkituissa tapauksissa. Tämä pieneminen kuitenkin hidastuu ja loppuukin tukin tullessa hyvin järeäksi. Saattaa olla tapauksia, joissa muotoluku alkaa hyvin suurissa läpimittaluokissa jälleen kasvaakin.

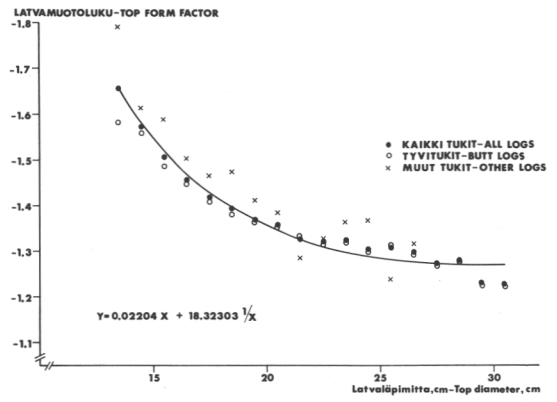
– Puulajien vertailu osoittaa kuusitukkien latvamuotoluvun kummallakin tutkimusalueella suuremmaksi kuin mäntytukkien.

1) Latvaläpimitan mittauksessa ja laskelmissa käytetty tasausvara oli selvästi pienempi kuin pituuden mittauksessa määritetty tasausvara. Tämä merkitsee vain sitä, että esitetyt tukkien pituudet (taulukot 5 ja 6) ovat hieman liian pieniä jos niitä tarkastellaan laskennassa käytettyä tasausvaran pituutta huomioon ottaen.



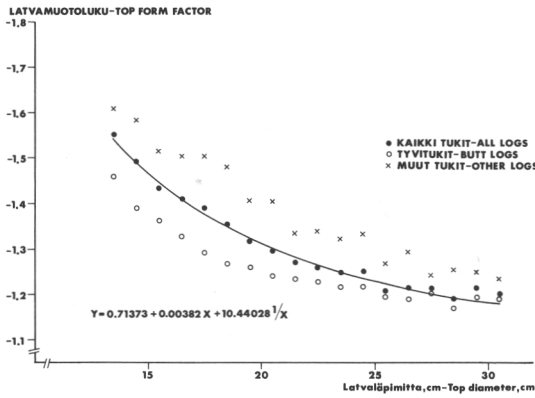
Kuva 6. Mäntytukkien latvamuotoluvun riippuvuus tukin latvaläpimitästä. Etelä-Suomi.

Fig. 6. Correlation between the top form factor and the top diameter of the log. Pine logs. South Finland.



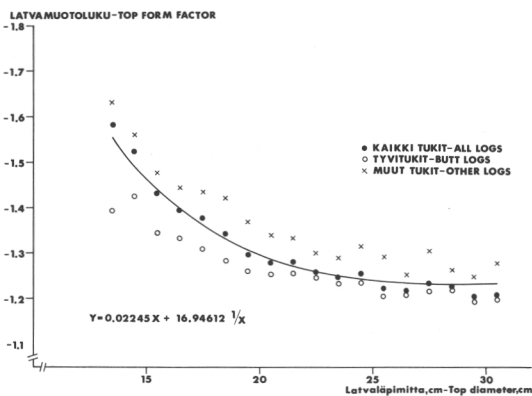
Kuva 9. Kuusitukkien latvamuotoluvun riippuvuus tukin latvaläpimitästä. Pohjois-Suomi.

Fig. 9. Correlation between the top form factor and the top diameter of the log. Spruce logs. North Finland.



Kuva 7. Mäntytukkien latvamuotoluvun riippuvuus tukin latvaläpimitästä. Pohjois-Suomi.

Fig. 7. Correlation between the top form factor and the top diameter of the log. Pine logs. North Finland,



Kuva 8. Kuusitukkien latvamuotoluvun riippuvuus tukin latvaläpimitästä. Etelä-Suomi.

Fig. 8. Correlation between the top form factor and the top diameter of the log. Spruce logs. South Finland.

— Erottelemattomien kaikkien tukkien latvamuotoluvut noudattavat periaatteessa tietenkin samaa suuntaa kuin tyvi- ja muiden tukkien luvut. Tyvitukkiprosentin ja läpimitan välisestä riippuvuudesta johtuu, että läpimitan vaikutus kaikkien tukkien latvamuotolukuun on erittäin selvä. Tasoitettujen kaikkien tukkien latvamuotoluvut on esitetty piirroksissa 6, 7, 8 ja 9.

Pohjois-Suomen latvamuotoluvut ovat selvästi Etelä-Suomen latvamuotolukuja suuremmat (piirroksia 10 ja 11). Eron suuruuteen vaikuttaa sekä puulaji että tukin asema. Kuusella on ero suurin tyvitukeilla mutta männällä sensijaan muilla tukeilla pienimpiä läpimittaluokkia lukuunottamatta. Koko aineisto huomioon ottaen näyttää ero kaikkien tukkien osalta olevan kuusella suurempi kuin männällä.

Myös latvamuotoluvun hajonta on kussakin läpimittaluokassa hyvin suuri ja se johtuu samoista syistä kuin kapenemisenkin hajonta. Lisäksi on tässä tapauksessa vaikuttamassa myös pituuden vaihtelu selvempänä kuin kapenemisessä. Mainittakoon että aineiston mukaan myös latvamuotoluku riippuu tukin laatu(ok-

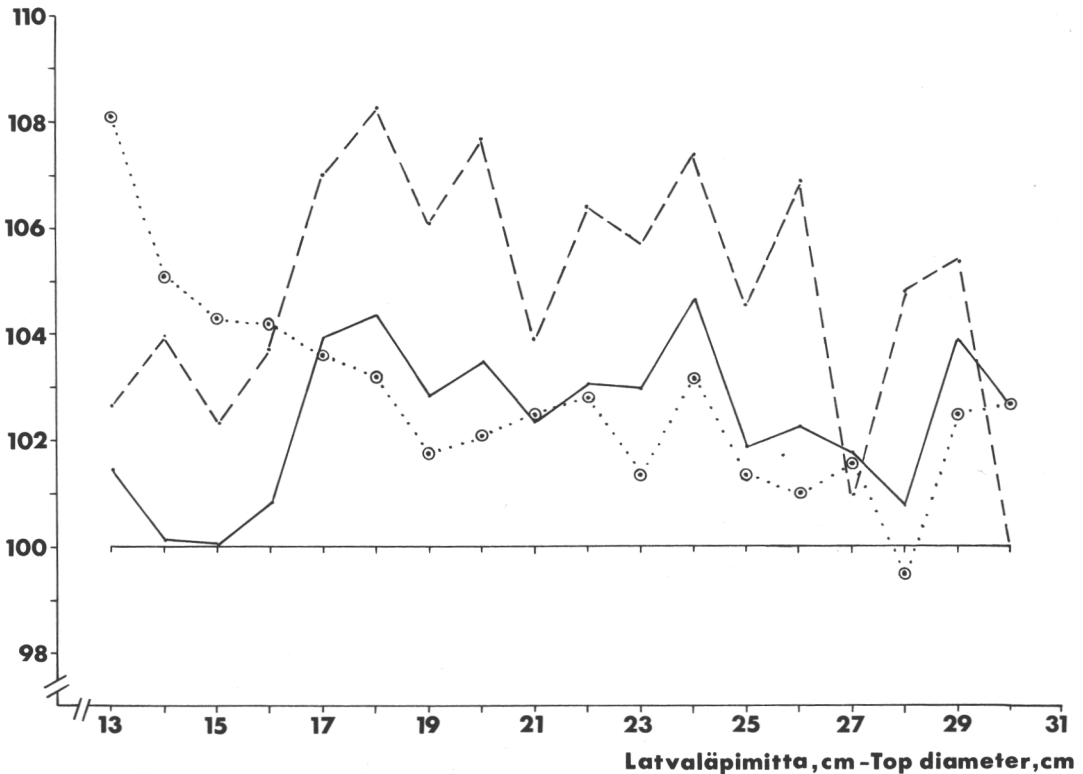
saisuus)luokasta samalla tavoin kuin kapenemisenkin (vrt. HEISKANEN 1966a, 1966b, ARO ja RIKKONEN 1966). Asiaan palataan toisessa tutkimuksessa yksityiskohtaisesti.

Saadut tulokset vastaavat periaatteessa aiempia Suomessa ja muissa Pohjoismaissa tehtyjä tutkimuksia (ARCHER 1920, EIDE 1922, EKMAN et al. 1923, PÖNTYNYNEN 1929, EKLUND 1950, ARO ja RIKKONEN 1966). Myös mainittujen tutkimusten mukaan tukkilajin, läpimitan ja tutkimusalueen vaikutukset ovat samanlaiset kuin nyt suoritettussa tutkimuksessa. Huomattavin ero on se, että nyt saadut muotoluvut ovat pienemmät kuin aiemmin esitetyt.

Se ilmenee taulukosta 11, jossa nyt saatua tulosta on Etelä-Suomen osalta verrattu läpimitaluokittain eräisiin aiempiin tutkimuksiin. Taulukossa on esillä olevan tutkimuksen latvamuotolukua merkitty luvulla 100.

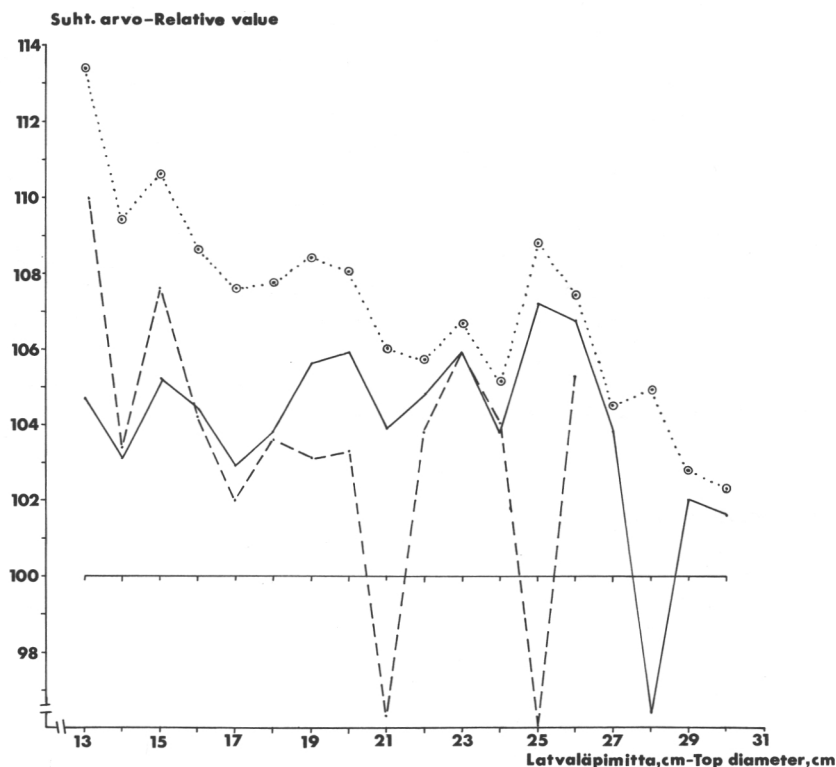
Latvamuotoluvut poikkeavat taulukon mukaan toisistaan eniten pieniläpimittaisissa tukeissa. Erot suomalaisiin aiempiin tutkimuksiin ovat jopa 12–20 %. Niitä voidaan tuskin kokonaan viedä tukkien erilaisen kapenemisen tiliin, vaan ne lienevät johtuneet myös tukin pituuseroista, satunnaishajonnasta, tasoitusvirheistä ja lisäksi mahdollisesti tutkimuksissa käytettyjen mittaustapojen eroavuuksista. Joka tapauksessa

Suht. arvo - Relative value



Kuva 10. Pohjois-Suomen mäntytukkien latvamuotolukujen suhteelliset arvot Etelä-Suomen mäntytukkien latvamuotolukuihin (100) verrattuna. Pisteviiva = tyvet, katkoviiva = muut tukit, yhtäjaksoinen viiva = kaikki tukit.

Fig. 10. The relative values of the top form factors of North-Finland pine sawlogs compared with the top form factors (100) of South Finnish pine sawlogs. Dotted line = butts, broken line = other logs, solid line = all logs.



Kuva 11. Pohjois-Suomen kuusitukkien latvamuotolukujen suhteelliset arvot Etelä-Suomen kuusitukkien latvamuotolukuihin (100) verrattuna. Pisteviiva = tyvet, katkoviiva = muut tukit, yhtäjaksoinen viiva = kaikki tukit.

Fig. 11. The relative values of the top form factors of North Finnish spruce sawlogs compared with the top form factors (100) of South Finnish spruce sawlogs. Dotted line = butts, broken line = other logs, solid line = all logs.

näyttää siltä, että ainakin pieniläpimittaisten havusahatukkien latvamuotoluvut ovat ajan mittaan pienentyneet. Esillä olevan tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin kautta linjan aiempia pienempiä.

Pohjois-Suomen kohdalla tilanne on sama, kuten seuraavasta asetelmasta nähdään. Siinä vertaillaan esillä olevan tutkimuksen latvamuotolukuja eräissä läpimittaluokissa Aron ja Rikkosen latvamuotolukuihin.

D _l	Mänty		Kuusi	
	Tämä	A + R	Tämä	A + R
15	1.44	1.52	1.51	1.62
18	1.35	1.37	1.39	1.46
21	1.27	1.28	1.33	1.40
24	1.25	1.24	1.30	1.37
27	1.21	1.21	1.27	1.34

Latvamuotolukujen eroavuuksiin eri tutki-

musten välillä palataan vielä jäljempänä leimikoittaisen tarkastelun yhteydessä.

533. Pituuden vaikutus latvamuotolukuun

On totuttu ajattelemaan, että tukin pituudella on suuri vaikutus latvamuotolukuun, mikä pitääkin paikkansa, jos kapeneminen on vakio. ARON ja RIKKOSEN (1966) tuloksista ilmenee kuitenkin, että männyn tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa pituuden vaikutus saattaa olla joissakin tapauksissa latvamuotolukua pienentäväkin ja on yleensä hyvin vähäinen.

Myös tässä tutkimuksessa todettiin pituuden ja latvamuotoluvun välinen riippuvuus heikoksi (taulukko 12). Korrelaatiokerrointien ollessa pieniä ja samalla eri osa-aineistoissa erimerkkisiä, on pääteltävissä että eripituisten tukkien latvamuotolukujen erot ovat vähäiset. Tämä on ilmeinen seuraus rungon solakkuuden huomioon

ottamisesta apteerauksessa siten, että rungon kapenemisen ollessa pieni tehdään siitä tavallisesti keskimääräistä pitempiä tukkeja.

534. Leimikoittainen tarkastelu

Latvamuotolukujen leimikoittaiset keskiarvot hajontoineen nähdään seuraavasta asetelmasta.

		\bar{x}	s
Etelä-Suomi			
Mänty,	tyvet	1.206	0.027
	muut	1.379	0.048
	kaikki	1.281	0.021
Kuusi,	tyvet	1.256	0.025
	muut	1.408	0.028
	kaikki	1.311	0.017
Pohjois-Suomi			
Mänty,	tyvet	1.243	0.038
	muut	1.422	0.073
	kaikki	1.301	0.032
Kuusi,	tyvet	1.374	0.042
	muut	1.485	0.056
	kaikki	1.394	0.039

Hajonta on kaikissa osa-aineistoissa hyvin pieni, vain muutama prosentti keskiarvoista. Molemmat osa-alueet huomioon otettaessa se on männyn muilla tukeilla suhteellisesti suurin ja männyn kaikilla tukeilla yleensä pienin. Kaikkein tarkimmat tulokset saadaan yhtä keskiarvoa käytettäessä kuitenkin kuusituokeille Etelä-Suomessa, kun taas heikoimman tuloksen antaa pohjoisen kuusi.

Tulosten perusteella voidaan lisäksi päätellä, että tyvitukkien ja muiden tukkien latvamuotolukujen erot ovat kaikissa tapauksissa tilastollisesti merkitseviä. Myös alueittaiset erot ovat näinkin tarkasteltaessa selviä.

Vertailtaessa esitettyjä keskiarvoja muiden tutkimusten tuloksiin voidaan yleensä todeta kuten läpimittaluokittaisessakin tarkastelussa ilmeni, että esillä olevan tutkimuksen keskiarvot ovat varsin alhaisia.

Etelä-Suomen männyn osalta mainittakoon, että kuoreton/kuorellinen latvamuotoluku on tämän aineiston mukaan 1.395. Vastaavia tuloksia on saatavissa LEINOSSEN (1970) aineistosta, jossa u/s-tukkien ko. latvamuotoluku oli 1.377 ja tavallisten tukkien 1.413. Esillä olevan tutkimuksen kuoretonta keskiarvoa 1.281 vastaa EKLUNDILLA (1950) luku 1.30. Pohjois-Suomessa HEMMI (1970) on saanut kuorettomaksi latvamuotoluvuksi 1.331 ja 1.397. Tämän tutkimuksen mukaan arvo on 1.301.

Kuusta koskevia keskiarvotietoja on saatavissa enemmän, kuten seuraavasta Etelä-Suomea koskevasta asetelmasta ilmenee. Siihen on otettu vain sellaisia tietoja, jotka perustuvat esillä olevaan tutkimukseen nähden likimain vertailukelpoiseen aineistoon.

	Kuoreton	Kuoreton/ kuorellinen
Esillä oleva työ	1.311	1.438
Leinonen 1970	1.328	1.425
Hakkila ja Rikkonen 1970	1.371	..
Rikkonen 1970		1.475–1.501
Eklund 1950	1.350	

Pohjois-Suomen osalta mainittakoon HEMMIN (1970) saama tulos 1.547, jota vastaa esillä olevan tutkimuksen arvo 1.394. Hemmin aineisto oli kuitenkin erittäin pieni, vain 258 tukkia.

Suunnilleen samanaikaisesti esillä olevan työn kanssa tehdyissä tutkimuksissa on siis saatu likimain yhtä pieniä latvamuotolukuja kuin nytkin. Läpimittaluokittaisen tarkastelun mukaan kuitenkin oli kaikkein selvimpänä piirteinä se, että tukkien latvamuotoluvut ovat pitkän ajan kuluessa jatkuvasti pienentyneet. Syyt jäävät arvailujen varaan. Metsävaroja koskevien tilastojen tarkastelu osoittaa kuitenkin, että mahdollisuudet valita sahapuurungoiksi muodoltaan ja laadultaan entistä parempia runkoja ovat Etelä-Suomessa viime aikoina lisääntyneet järeän puuston osuuden metsävaroista suuretessa joskaan ei kuitenkaan ole olemassa selviä todisteita siitä, että näitä mahdollisuuksia olisi käytetty hyväksi. Yhtenä asiantilaan vaikuttaneena tekijänä on ilmeisesti apteerauksen tason parantuminen, joka hyvin usein ilmenee myös tukin kapenemisen pienenemisenä. Myös tukkien keskipituuden pieneneminen on saattanut jossain määrin vaikuttaa asiaan.

535. Leimikoittaiset muuntoyhtälöt

Eri tutkimusten latvamuotolukujen kokonaiskeskiarvojen vertailu osoittaa myös sen, että yhden keskiarvon käyttö ei anna aina oikeaa kuvaa leimikon latvamuotoluvusta, vaikka esitettyjen hajontalukujen mukaan silläkin tavoin saadaan keskimäärin hyvä tulos yksittäisessäkin leimikossa. Jos halutaan tehdä muuntolaskelmat tukkierittäin tai leimikoittain olisi kuitenkin pyrittävä löytämään sellaisia latvamuotolukujen vaihtelun selittäjiä, joiden avulla muuntolaskelmien tulokset saataisiin kaikissa yksityistapauk-

sisä mahdollisimman tarkoiksi. Selittäjiä valittaessa on lisäksi pyrittävä ottamaan huomioon muuntotehtävien käytännölliset soveltamismahdollisuudet.

Latvamuotolukujen leimikoiden välistä vaihtelua pyrittiin selittämään seuraavien tunnusten avulla pitämällä perusteena leimikoittaisia keskiarvoja.

1. Tukkien teknillinen kiintomitta.
2. Tukkien keskimääräinen latvaläpimitta.
3. Tukkien nimellinen keskipituus.

Laskelmat tehtiin kuorettomia latvamuotolukuja koskevana. Niiden tulokset, regressiokertoimet ja selityssasteet, on esitetty erikseen Etelä-Suomelle ja Pohjois-Suomelle taulukoissa 13 ja 14.

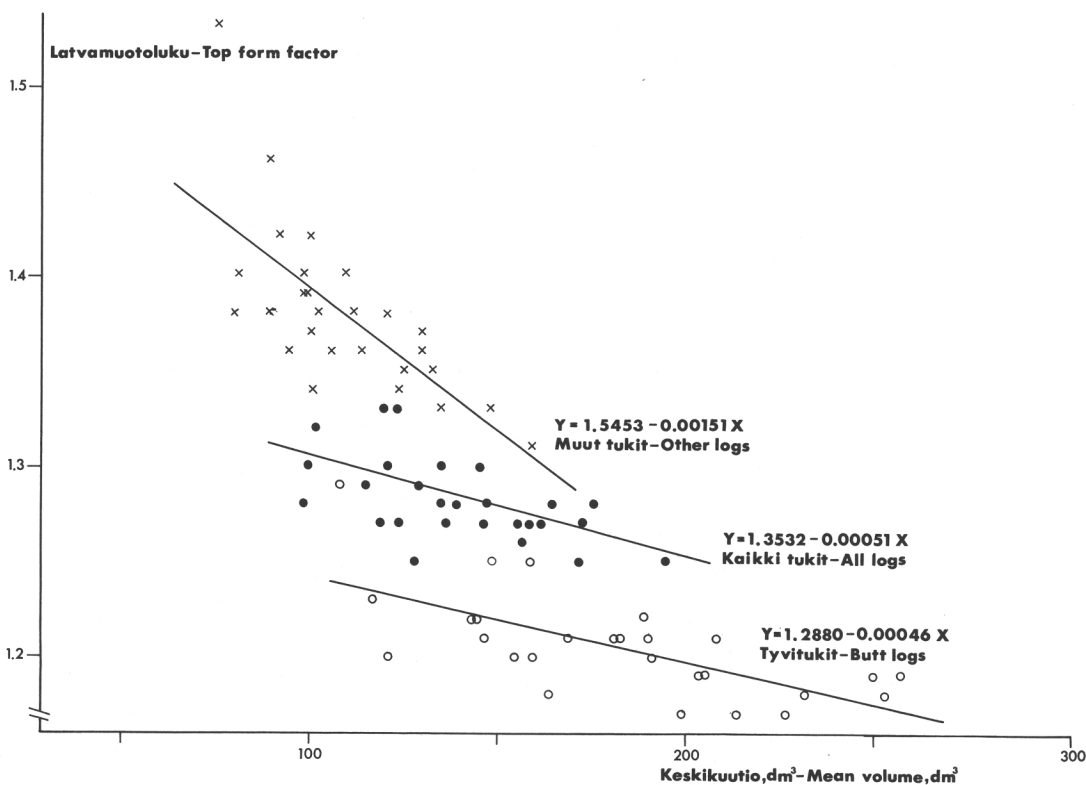
Tarkasteltaessa ensin jokaista selittäjää erikseen, voidaan todeta, että paras yksittäinen selittäjä on yleensä latvaläpimitta (selityssaste 9–65 %). Miltei yhtä hyvä on tukin teknillinen kiintomitta, jonka osalta selityssaste on yleensä

yli 30 %:n ja parhaassa tapauksessa 65 %. Poikkeuksen tekevät Pohjois-Suomen männyn muut ja kaikki tukit, joissa teknillisen kiintomitan selityssaste on vain 2 %. Heikoin selittäjä on nimellinen pituus, joka yleensä selittää huomattavasti alle 10 % latvamuotoluvun vaihtelusta, vaikka myös poikkeuksia on eräissä tapauksissa.

Piirroksissa 12 ja 13 on havainnollistettu tukin teknillisen kiintomitan ja latvaläpimitan selitystarkkuus esillä olevan tutkimuksen aineistossa Etelä-Suomen osalta.

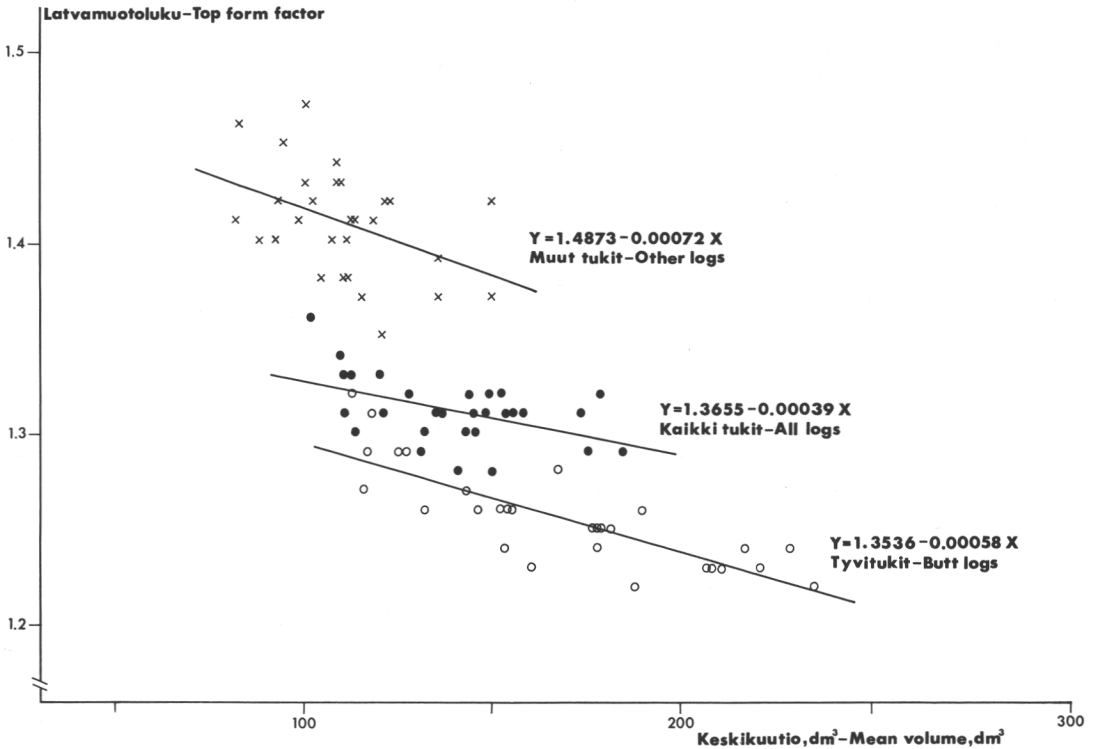
Eri puulajien ja tukkilajien välillä on selityssasteessa varsin suuria eroja sekä tässä että useamman selittäjän yhtälöissä. Kun käytetään kahta selittäjää, saadaan paras selityssaste miltei poikkeuksetta latvaläpimitan ja nimellisen pituuden avulla. Lähes yhtä hyvä tai joskus parempikin tulos saavutetaan useimmissa tapauksissa, kun selittäjinä ovat teknillinen kiintomitta ja nimellinen pituus.

Käytettäessä kaikkia kolmea selittäjää yhtä



Kuva 12. Mäntyleimikon keskimääräisen latvamuotoluvun riippuvuus leimikon runkojen teknisestä kiintomitasta. Etelä-Suomi.

Fig. 12. Correlation between the mean top form factor of a pine stand and the top volume of the logs in the stand. South Finland.



Kuva 13. Kuusileimikon keskimääräisen latvamuotoluvun riippuvuus leimikon runkojen teknisestä kiintomittasta. Etelä-Suomi.

Fig. 13. Correlation between the mean top form factor of a spruce stand and the top value of the logs in the stand. South Finland.

aikaa paranee selitysaste yleensä hyvin vähän tai ei lainkaan. Käytännön kannalta lienee kuitenkin vaikeata soveltaa kolmen muuttujan yhtälöä muuntotehtäviin.

Leimikoittaisten latvamuotolukujen määrittämiseksi voidaan parhaiten käyttää niitä yhtälöitä, joissa toisena selittäjänä on latvaläpimitta (a) tai teknillinen kiintomitta (b) ja toisena nimellinen pituus. Vaikka pituuden selityste on yleensä alhainen, on pituus tarpeen ottaa selittäjäksi varsinkin silloin, kun keskipituus jossakin erässä poikkeaa huomattavasti yleisestä käytännöstä.

Kaikille tukeille yhtälöt ovat seuraavat:

Mänty E-S a) $y = 1.3450 - 0.0083x_1 + 0.0020x_2$

b) $y = 1.1763 - 0.0005x_3 + 0.0039x_2$

Mänty P-S a) $y = 1.1024 - 0.0024x_1 + 0.0053x_2$

b) $y = 1.0485 - 0.0001x_3 + 0.0059x_2$

Kuusi E-S a) $y = 1.7011 - 0.0050x_1 - 0.0064x_2$

b) $y = 1.6154 - 0.0003x_3 - 0.0057x_2$

Kuusi P-S a) $y = 1.4901 - 0.0219x_1 + 0.0654x_2$

b) $y = 1.0672 - 0.0016x_3 + 0.0114x_2$

Yhtälöissä on

y = latvamuotoluku esillä olevassa tutkimuksessa määritellyllä tavalla,

x_1 = latvaläpimitta sentteinä,

x_2 = tukin nimellinen pituus desimetreinä,

x_3 = tukin teknillinen kiintomitta kuutiodesimetreinä.

Mäntyä koskevilla yhtälöillä pystytään selittämään Etelä-Suomessa 35 % ja 34 % sekä Pohjois-Suomessa 31 % ja 30 % latvamuotoluvun vaihteluista. Kuusen kohdalla vastaavat selitysasteet ovat Etelä-Suomessa 34 % ja 32 % sekä Pohjois-Suomessa 41 % ja 44 %.

Selitysaste on siis parhaassakin tapauksessa

hyvin alhainen, mikä osoittaa, että koko leimikon teknillisen kiintomitan muuntaminen todelliseksi kiintomitaksi on parhaimmillaankin verratien epätarkka toimenpide. Lisäselittäjiä mukaan ottamalla voidaan tietenkin tarkkuus saada lisääntymään, mutta silloin on vaarana, että muuntoyhtälöitä ei voida käytännössä soveltaa. Mainittakoon, että HAKKILA ja RIKKONEN (1970) käyttivät lisäselittäjänä tyvitukkiprosenttia.

54. Eri kuutioimistapojen vertailua

Yleiskatsauksessa latvamuotolukuun vaikuttavista tekijöistä mainittiin, että todellisen kiintomitan määrittystapa on myös merkittävä latvamuotolukuun vaikuttava tekijä, koska todellinen kiintomitta ei ole yksiselitteinen käsite. Voidaan puhua *keskuskiintomitasta*, (likimääräisestä todellisesta kiintomitasta) s.o. kiintomitasta, joka perustuu pölkyn pituuden puolivälisestä mitattuun läpimittaan, upotusmittauksen (ksylometrimittauksen) mukaisesta todellisesta kiintomitasta, joka vastaa pölkyn *tarkkaa todellista kiintomitaa*. Tarkka todellinen kiintomitta voidaan määrittää myös pätkittäin mitaamalla, kuten monissa tutkimuksissa on aiemmin tehty.

Esillä olevat tutkimukset on tehty keskuskiintomitan mukaisesti, mutta lisäksi selvitettiin mitattujen tukkien kuutiosisältö kummassakin tutkimuspaikassa myös upotusmittarilla. Mainittujen mittaustapojen tulosten vertailu on esitetty taulukoissa 15 ja 16.

Niistä todetaan, että keskuskiintomitta on eri leimikoissa upotusmittaa alhaisempi eräitä Pohjois-Suomen leimikoita lukuunottamatta. Vaihtelu eri leimikoiden välillä on perin suuri, mikä johtuu sekä eri leimikoiden tukkien erilaisista ominaisuuksista että mahdollisista mittausvirheistä. Keskiarvot ovat seuraavat upotusmittauksen osalta, kun vastaavaa keskuskiintomitaa merkitään luvulla 100.

	Et. S.	Pohj. S.
Mänty, tyvet	108.3	106.1
muut	104.7	102.6
kaikki	106.9	104.4

Kuusi, tyvet	108.6	(103.3)
muut	104.8	(100.2)
kaikki	106.4	(102.1)

Nämä luvut koskevat kuorellisia mittoja.

Asetelman luvuista nähdään, että Etelä-Suomen aineisto on antanut mittaustapojen eron paljon suuremmaksi kuin Pohjois-Suomen aineisto, jossa mitattujen kuusitukkien määrä oli tosin hyvin vähäinen. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että Etelä-Suomen tulokset olisivat jollain tavalla virheelliset mutta virhelähdettä ei ole pystytty paikallistamaan. Myös KIMMO SALMINEN (1970) on saanut samalla koneella mitaten ko. mittaeroksi 5–10 % tukin kapenemisesta riippuen.

Samaa kysymystä on tutkittu paljon myös aiemmin. Taulukkoon 17 onkin koottu kaikkien käsille saatujen tutkimusten tulokset keskuskiintomitan ja tarkan todellisen kiintomitan suhteesta. Siinä esitettyjen arvojen aritmeettinen keskiarvo on 1.031. Kun esillä olevan tutkimuksen Etelä-Suomen tulokset jätetään huomioon ottamatta, on keskiarvo 1.028. Tämän perusteella voidaan tarkkaa kiintomitaa pitää keskimäärin n. 3 %:n verran keskuskiintomitaa suurempana ja näinollen myös käsillä olevassa tutkimuksessa saatuja latvamuotolukuja tarkkoja latvamuotolukuja vastaavasti pienempinä.

Keskuskiintomitan ja todellisen kiintomitan suhde ei ole sama kaikissa tukkilajeissa ja kaikissa läpimittaluokissa. Taulukoista 15 ja 16 jo havaitaan, että erotus on tyvitukeissa suurempi kuin muissa tukeissa (vrt. ARO ja RIKKONEN 1966). Aiemmissä tutkimuksissa on lisäksi todettu, että kiintomittojen suhde suurenee tukin latvaläpimitan suuretessa (EKMAN et al. 1923, ARO ja RIKKONEN 1966). Jos keskuskiintomitaa perustuvat latvamuotoluvut halutaan korjata vastaamaan tarkkaa todellista kiintomitaa, ei siis voida käyttää yhtä ainoata korjauskerrointa, vaan jokaisen läpimittaluokan luvut on korjattava omalla kertoimellaan.

6. LASKENNALLISET LATVAMUOTOLUVUT

61. Laskelmien taustaa

Kuten tutkimusjulkaisun alussa mainittiin, on esitellyt tutkimukset suoritettu Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunnan aloitteesta perustaksi metrijärjestelmän käyttöönotolle sahatukien mittauksessa ja siinä yhteydessä myös todellisen kiintomitan mittaukseen siirtymiselle. Tutkimuksen alustavien tulosten valmistuttua alettiin kysymystä käsitellä Puuneuvottelukunnan elimissä, jolloin lähtökohtana oli, että todellinen kiintomitta tulotisiin määrittämään tukin latvasta mitatun läpimitan perusteella latvamuotolukuja muuntokertoimina käyttäen, kuten alussa mainittiin. Neuvotteluissa päädyttiin suosittamaan havusahatukien mittauksessa sellaista menettelyä, joka todellisen kiintomitan määrittämistavan, latvaläpimitan mittauskohdan ja luokituksen, pituuden luokituksen ja tasausvaran pituuden huomioonottamisen kannalta poikkeaa varsinaisessa tutkimuksessa käytetystä mittaustavasta. Tästä syystä ei tutkimuksissa saatuja latvamuotolukuja voitu sellaiseenaan käyttää. Tutkimusaineiston mukaisten kapenemisten katsottiin kuitenkin soveltuvan perustaksi uusien, valitussa mittaustavassa tarvittavien latvamuotolukujen laadintaan.

Mittausten kehittämistyössä jouduttiin ottamaan kanta myös siihen, käytettäisiinkö kuutioinnissa kuoretomia vai kuorellisia todellisia kiintomittoja. Kuorellisten kiintomittojen käyttö katsottiin perustelluksi mittayksiköiden yhtenäistämisen kannalta. Kun tutkimustuloksista saatavat luotettavat kapenemistiedot kuitenkin koskevat kuoretonta puuta ja kun käytettävissä olleet tiedot kuoren määrästä katsottiin tarkistuksiksi vaativiksi, päätettiin muunto- ja kuutioimisluvut laatia sekä kuoretomille että kuorellisille tukeille.

Latvamuotolukututkimuksen tulokset oli laskettu erikseen tyvitukeille ja muille tukeille. Mittauksen suorittaminen tukkilajeittain olisi ilmeisesti luonut perustan raaka-aineen tarkemmalle hinnoittelulle. Tämän menettelyn katsottiin kuitenkin siinä määrin hankaloittavan käytännön mittauksia, että luvut päätettiin laatia erottelematta kaikille tukeille.

Näiden periaatteiden mukaisesti laadittiin metsäntutkimuslaitoksessa Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunnan suositteleman mittaustavan edellyttämät latvamuotoluvut pääasiassa esitettyjen tutkimustulosten perusteella. Ko-

muuntoluvut on jo julkaistu ennakkotiedonantona (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971).

62. Latvamuotoluvut

621. Laadinta

Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunnan suosittelema havusahatukien mittaustapa, johon sopivien latvamuotolukujen laadinta edellä esitellyn tutkimuksen tulosten pohjalta tapahtui, on seuraava:

– Läpimita mitataan kuoren alta 2 cm:n tasavain luokin vaakasuorassa suunnassa enintään 3 cm:n etäisyydeltä tukin latvaleikkauksesta.

– Pituus mitataan katkaisupintojen lyhyimmältä väliltä siten, että tukin vähimmäispituus on 31 dm (= sahatavaran modulipituus + 10 cm:n tasausvara), josta lähtien tukit katkotaan määräpituuksille 3 dm:n kerrannaisvälein.

– Tasausvara sisältyy nimellispiteuteen.

– Keskipituus on Etelä-Suomessa 490 cm ja Pohjois-Suomessa 475 cm.

Tähän menetelmään sopivien latvamuotolukujen laskennan perustana oli esillä olevassa tutkimuksessa saatu, keskimääräinen pituusyksikköä kohden laskettu kuoreton kapeneminen. Läpimittaluokittaiset kapenemiset tasoitettiin graafisesti ja tasoituskäyriltä määritettiin täsmällisiä latvaläpimittoja vastaavat kapenemiset (vrt. piirrokset 2, 3, 4 ja 5). Kussakin läpimittaluokassa saatiin keskusläpimitan mukainen latvamuotoluku sijoittamalla keskimääräinen kapeneminen kaavaan

$$\text{LML} = (D_1 + \frac{L}{2} \cdot \text{kap})^2 / D_1^2,$$

jossa

LML = latvamuotoluku

D_1 = tukin täsmällinen latvaläpimita

L = ” ” pituus

kap = kapeneminen pituusyksikköä kohden

Kaavalla saatu tulos on täsmällinen, jos kysymys on yksittäisestä tukista. Kun kaavaan sijoitetaan tukkijoukon keskipituus ja keskimääräinen kapeneminen, on tulos luonnollisesti likimääräinen. Kaavalla saatavan tuloksen paikansapitävyyttä selvitetiin vertaamalla keskenään läpimittaluokittain aineiston todellista keskuskiintomittaa sekä kiintomittaa, joka vastasi tukkien täsmällistä keskipituuutta ja keskimääräisen kapenemisen perusteella määräytyvää keskusläpimittaa. Todellisen ja laskennallisen kiintomitan suhteita on esitetty allaolevassa asetelmassa.

Alue ja puulaji		Latvaläpimitta, cm				
		13	17	21	25	29
Etelä-Suomi	Mä	0.990	0.995	0.997	0.999	1.000
	Ku	0.997	0.997	0.998	0.999	1.000
Pohjois-Suomi	Mä	0.992	0.995	0.996	0.997	0.998
	Ku	Ei korjausta				

Koska latvamuotoluku on suoraan verrannollinen todelliseen kiintomittaan, kuvaavat em. suhteet myös todellisten ja laskennallisten latvamuotolukujen suhteita. Picniläpimittaisilla tukilla johti kyseisen kaavan käyttö näinollen hieman liian suuriin latvamuotolukuihin, jotka kerrottiinkin virheen eliminoimiseksi asetelman mukaisilla suhdeluvuilla.

Kuten eri mittaustapojen vertailua käsitellessä todettiin, on keskuskiintomitta keskimäärin n. 3 % pienempi kuin tarkka todellinen kiintomitta ja siten myös siihen perustuvat latvamuotoluvut liian pieniä. Kun mittaustoi-

minnassa on tärkeätä saada selville todellinen, tarkka puumäärä, korjattiin latvamuotolukuja keskimäärin 3 %:lla kummassakin puulajissa ja kummallakin tutkimusalueella. Korjauksen tarve on erilainen eri läpimittaluokissa, kuten aiemmin todettiin. Sopivat läpimittaluokittaiset latvamuotolukujen korjauskertoimet voitiin laskea muuntamalla ARON ja RIKKOSEN (1966) lukujen perusteella saadut läpimittaluokittaiset kertoimet siten, että kokonaiskorjaus tutkimusainestossa oli sanottu 3 %. Esimerkkejä käytetyistä korjauskertoimista on esitetty seuraavassa asetelmassa.

Alue ja puulaji		Latvaläpimitta, cm					
		13	17	21	25	29	33
Etelä-Suomi	Mä	0.995	1.018	1.034	1.044	1.052	1.052
	Ku	1.006	1.021	1.032	1.041	1.047	1.053
Pohjois-Suomi	Mä	1.006	1.018	1.031	1.040	1.045	1.049
	Ku	1.025	1.028	1.031	1.036	1.049	1.041

Kuorellista todellista kiintomittaa vastaavat latvamuotoluvut (tekn. kiintomitta kuoretton) saatiin kuoretonta kiintomittaa vastaavista edellä esitetyllä tavalla lasketuista latvamuotoluvuista ns. kuorikorjauskertoimen avulla. Kuten aiemmin mainittiin, ei tutkimuksessa saatuja kuoriprosentteja tai kuorellisen ja kuoretton kiintomittan suhteita katsottu voitavan käyttää lähinnä siksi, että mittaushetkeen mennessä tukkien kuorta oli irronnut, sitä oli kulunut kokonaan pois ja se oli ainakin Etelä-Suomessa päässyt kuivahtamaan (vrt. s. 13). Keskimääräisinä kuoriprosentteina käytettiin metsäntutkimuslaitoksen muuntolukupäätöksessä julkaistuja seuraavia arvoja (Metsäntutkimuslaitoksen...).

Mänty, Etelä-Suomi	12 %
Pohjois-Suomi	13 %

Kuusi, Etelä-Suomi	12 %
Pohjois-Suomi	16 %

Mainittakoon, että sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimuksen mukaan kuoriprosentit samoin kuorellisesta kiintomittasta laskettuina olivat seuraavat: mänty 7.6 % ja 9.0 % sekä kuusi 8.9 % ja 11.7 %.

Kun kuoriprosentti kuitenkin vaihtelee läpimittaluokittain eikä em. muuntolukupäätöksessä ole niitä selvitetty, käytettiin läpimittaluokittaisia kuorikorjauskertoimia laskettaessa sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimuksen mukaisia eri läpimittaluokkien kuorellisen ja kuoretton kiintomittan suhteita (HEISKANEN 1970a, 1970c) jotka muunnettiin vastaamaan 12, 13 ja 16 %:n keskiarvoja. Näin saatuja kuorikorjauskertoimia on esitetty seuraavassa asetelmassa.

Alue ja puulaji		Latvaläpimitta, cm					
		13	17	21	25	29	33
Etelä-Suomi	Mä	1.085	1.120	1.141	1.158	1.172	1.178
	Ku	1.195	1.137	1.134	1.132	1.131	1.130
Pohjois-Suomi	Mä	1.113	1.133	1.153	1.169	1.173	1.177
	Ku	1.231	1.190	1.188	1.185	1.176	1.166

622. Latvamuotolukutaulukko

Esitetyllä tavalla laaditut latvamuotoluvut nähdään taulukosta 18. Ko. latvamuotoluvuista on korostettava, että ne on laskettu eri tavoin kuin aiemmissa tutkimuksissa, minkä takia niitä ei voida sellaisinaan numeerisesti verrata aiempiin muotolukuihin.

63. Kuutioimisluvut

Todellisen kiintomitan määrittäminen käytännössä tapahtuu helpoimmin ns. kuutiointilukujen eli yksikkökuutioiden avulla (taulukko 19). Kun pituusyksikköön keskimäärin sisältyvä todellinen kiintomitta on määritetty tietyille keskipituuksille, vastaa kutakin läpimittaluokkaa vain yksi kuutiointiluku. Luokan kokonaiskuutio saadaan kertomalla yksikkökuutio pituusyksikköjen summalla. Muistiin merkinnän ja laskujen suorituksen kannalta tämä menetelmä eroaa perinteellisestä teknillistä kiintomittaa koskevasta menetelmästä vain sikäli, että kuusella ja männyllä sekä Etelä-Suomelle ja Pohjois-Suomelle joudutaan käyttämään eri kuutiointilukuja. Edelleenkin voidaan käyttää kuutiointilomakkeita, joihin yksikkökuutiot on valmiiksi painettu.

64. Pituuskorjaus

Kuten aikaisemmin on todettu, on tukkien pituuden vaikutus latvamuotolukuun todettu eri tutkimuksissa hyvin erilaiseksi. Oleellinen

merkitys tämän riippuvuussuhteen laadulle on kapenemisen huomioonottamisella apteerauksessa (vrt. s. 17). Onkin ilmeisen vaikeata määrittää yleensä perusteita, joilla latvamuotolukuja voitaisiin laatia keskipituudeltaan erilaisille tukeille. Keskipituus voi kahdessa tapauksessa olla erilainen joko siitä syystä, että tukkien kapeneminen on ollut erilainen tai sen vuoksi, että on tietoisesti pyritty erilaiseen keskipituuteen. Eräänlaisena kompromissina voidaan ajatella menettelyä, jossa latvamuotoluku (ja yksikkökuutio) on sama pituuden pysytellessä määrättyissä rajoissa, mutta jossa koko tukkierän kokonaiskuutiota korjataan tietty määrä, mikäli keskipituus poikkeaa sovitusta keskipituudesta. Tällaista menettelyä varten laskettiin tutkimusaineistosta tukkien pituuden muuttumisesta aiheutuvia latvamuotolukujen muutoksia eri läpimittaluokissa, sekä koko aineistolle kuutiomäärällä painotettu keskimääräinen muutos yhtä desimetriä kohden. Laskelmissa saatiin seuraavat likimääräiset latvamuotoluvun muutokset desimetriä kohden.

Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	
mänty	kuusi	mänty	kuusi
0.35 %	0.40 %	0.40 %	0.50 %

Em. kuutiointilukujen käytön kannalta nämä prosentit osoittavat sitä määrää, joka kokonaiskuutioon olisi keskipituuden yhtä desimetriä kohti lisättävä, jos todellinen keskipituus on lukujen perustana olevaa keskipituutta suurempi tai siitä vähennettävä, jos keskipituus on vastaavasti pienempi.

KIRJALLISUUTTA

- ARCHER, ERLING. 1920. Om tømmerets form i Glommen og Drammen vassdrag. Medd. fra det Norske Skogsforsøkesvesen. Hefte 1.
- ARO, PAAVO. 1965. Puutavaran kuutioiminen. Yksin kappalein kuutioitavat pyöreät puutavarat. Tapion taskukirja ss. 253–263.
- ARO, PAAVO ja RIKKONEN, PENTTI. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61.7.
- ASIKAINEN, KALEVI ja HEISKANEN, VEIJO. 1970 b. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970 V. Tyvitukkien ja muiden tukkien arvosuhteet. Moniste. Lappeenranta.
- EIDE, ERLING. 1922. Om tømmerets form i Trøndelags vassdrag. Medd. fra det Norske Skogsforsøkesvesen. Hefte 2.
- EKMAN, WILH., JONSON, TOR och ÖSTLIND, JOSEF. 1923. Vid virkesmätning erforderliga relationstal.
- EKLUND, BO. 1950. Relationstal för transformering av toppmått volym sågtimmer av tall och gran till verklig kubikmassa. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 38.
- FINNE, BJÖRN. 1970. Havaintoja rankojen kuutioimistarkkuudesta. Metsähallitus. Kehittämissjaosto. Hirvas.
- HAKKILA, PENTTI ja RIKKONEN, PENTTI. 1970. Kuusitukit puumassan raaka-aineena. Folia Forestalia 92.
- HEISKANEN, VEIJO. 1966 a. Laskelma kuusi-sahatukkien laadun mukaisista arvosuhteista ja arvoeroista. Moniste 26. 8. 1966. Suomen Sahanomistajayhdistys. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO. 1966 b. Laskelma mäntysahatukkien laadun mukaisista arvosuhteista ja arvoeroista. Moniste 1. 9. 1966. Suomen Sahanomistajayhdistys. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970 a. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. I. Ennakkotietoja pölkyttäisten ja upotusmittausten tuloksista. Konekirjoite.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970 b. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. II. Laskelmia latvamuotolukujen vaihteluun vaikuttavista tekijöistä. Konekirjoite.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970 c. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus VI. Ennakkotietoja pölkyttäisten ja upotusmittausten tuloksista Pohjois-Suomessa. Moniste. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970 d. Puutavaran mittaus puutavaran mittaussäännön mukaan. Moniste. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO. 1971 a. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus VIII. Tyvitukkien ja muiden tukkien arvosuhteet Pohjois-Suomessa. Moniste. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO. 1971 b. Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa. Folia Forestalia 116.
- HEISKANEN, VEIJO ja ASIKAINEN, KALEVI. 1969. Havusahatukkien järeyden mukaiset arvosuhteet ja hinnoitteluperusteet. MTJ 69.3.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI. 1970. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus III. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Kirjallisuuskatsaus. Moniste. Helsinki.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI. 1971. Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Laskelmat vuodelta 1971. Folia Forestalia 115.
- HEMMI, LAURI. 1970. Jatkoselvitys sahatukkien teknisten ja todellisten tilavuusmittojen suhteesta Kemijoella 1968. Uittotehon tiedotus 245.
- KAKKO, REINO. 1970. Vapaamittaisen rankatavaran eri mittausmenetelmien vertailu. Perä-Pohjolan piirikuntakonttori. Rovaniemi. Moniste.
- LEINONEN, ESKO. 1970. Ennakkotietoja kuormamittaustutkimusten tuloksista. Taulukko. Metsäntutkimuslaitos.
- LEINONEN, ESKO ja HEISKANEN, VEIJO. 1970. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus IV. Autokuormamittausten tuloksia. Moniste. Helsinki.
- LEINONEN, ESKO ja HEISKANEN, VEIJO. 1971. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus VII. Autokuormamittausten tuloksia Pohjois-Suomessa. Moniste. Helsinki.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran

- mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista. 2. 5. 1969. Folia Forestalia 57.
- OKSANEN, EERO. 1971. Metrijärjestelmä järeän puun kaupassa ja mittauksessa. Metsälehti n:o 29.
- Puutavaran mittauksen uudistaminen, käytännön sovellutukset. PNK/mittaustoimikunta. Moniste 16. 2. 1971.
- Puutavaran mittaussääntö. Suomen Asetuskoelma 163/69.
- PÖNTYNEN, V. 1929. Tukkien ym. kappaleittain mitattavien puutavarain todellisen kuutiomäärän laskeminen. Kiintomittataulukkoja. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.
- RIKKONEN, PENTTI. 1970. Minimiläpimitan vaikutus kuusirungosta saatavan saha- ja paperipuun määrään sekä sahapuun arvoon. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 72.4.
- SALMINEN, KIMMO. 1970. Eräitä tukkilajittelun viimeaikaisia sovellutuksia. Paperi ja Puu n:o 6.
- SALMINEN, TEURI J. 1969. Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Folia Forestalia 51.
- SILANDER, SOINI. 1967. Mittauksia kuusitukin muodosta Pohjois-Suomessa. Metsähallinnon hankintateknillinen toimisto. Tutkimusselostus n:o 79.

Taulukko 1. Tutkimusaineisto leimikoittain eriteltynä. Etelä-Suomi.
 Table 1. The material analysed by stands. South Finland.

Numero Number	Kunta Commune	Ikäluokka Age-class	Tyviä Butts	Mitattu, kpl – Scaled. pieces Muita Others	Yht. Total
<i>Mänty – Pine</i>					
06	Puumala	81 – 100	103	121	224
07	Puumala	61 – 80	103	120	223
08	Puumala	61 – 80	98	112	210
09	Ruokolahti	81 – 100	64	92	156
10	Ruokolahti	61 – 80	84	100	184
11	Ruokolahti	61 – 80	65	93	158
12	Ruokolahti	81 – 100	177	46	223
13	Ruokolahti	101 +	62	94	156
14	Savitaipale	81 – 100	68	82	150
15	Savitaipale	61 – 80	84	111	195
16	Lemi	61 – 80	60	74	134
17	Lemi	61 – 80	65	128	193
18	Lemi	61 – 80	84	101	185
19	Savitaipale	101 +	24	121	145
20	Savitaipale	81 – 100	98	103	201
21	Lappeenranta	81 – 100	46	77	123
26	Lappeenranta	61 – 80	85	118	203
27	Lappeenranta	101 +	103	130	223
28	Taipalsaari	81 – 100	78	106	184
29	Taipalsaari	61 – 80	104	112	216
30	Taipalsaari	61 – 80	70	127	197
51	Saari	61 – 80	109	108	217
52	Saari	61 – 80	82	111	193
53	Uukuniemi	81 – 100	61	115	176
54	Kesälahti	101 +	106	120	226
56	Kesälahti	61 – 80	111	106	217
57	Kesälahti	61 – 80	117	109	226
	Yhteensä		2311	2837	5148
<i>Kuusi – Spruce</i>					
01	Lappeenranta	61 – 80	110	99	209
02	Lemi	61 – 80	80	82	171
03	Lappeenranta	61 – 80	117	45	162
04	Lappeenranta	61 – 80	86	90	176
05	Puumala	81 – 100	73	73	146
21	Lappeenranta	61 – 80	136	61	197
22	Lappeenranta	61 – 80	79	134	223
23	Lappeenranta	61 – 80	88	84	172
24	Lappeenranta	61 – 80	82	76	158
25	Lappeenranta	61 – 80	66	95	161
31	Taipalsaari	61 – 80	101	94	195
32	Lappeenranta	61 – 80	105	87	192
33	Lappeenranta	61 – 80	119	46	165
34	Lappeenranta	61 – 80	119	71	190
35	Ylämaa	61 – 80	160	67	227
36	Ylämaa	61 – 80	79	110	189
37	Ylämaa	81 – 100	121	101	222
38	Lappeenranta	61 – 80	147	74	221
39	Ylämaa	61 – 80	95	93	188
40	Lappeenranta	61 – 80	105	89	194
41	Lappeenranta	61 – 80	86	85	171
42	Lappeenranta	61 – 80	94	80	174
43	Nuijamaa	61 – 80	66	90	156
44	Lappeenranta	41 – 60	61	80	141
45	Lappeenranta	61 – 80	54	104	168
46	Lappeenranta	61 – 80	99	63	162
47	Lappeenranta	61 – 80	91	85	176
48	Lappeenranta	61 – 80	159	52	211
55	Kesälahti	81 – 100	127	93	220
	Yhteensä		2934	2403	5337

Taulukko 2. Tutkimusaincisto laimikoittain eriteltynä. Pohjois-Suomi.
 Table 2. The material analysed by stands. North Finland

Numero Number	Kunta Commune	Ikäluokka Age-class	Tyviä Butts	Mitattu, kpl – Scaled pieces	
				Muita Others	Yht. Total
<i>Mänty – Pine</i>					
01	Kemi	101 – 120	116	51	167
05	Tervola	121 – 160	115	101	216
07	Tervola	101 – 120	92	103	195
08	Rovaniemi	101 – 120	166	44	210
09	Rovaniemi	81 – 100	84	103	187
10	Rovaniemi	121 – 160	210	17	227
12	Rovaniemi	121 – 160	145	66	211
13	Rovaniemi	81 – 100	141	52	193
14	Ylitornio	81 – 100	181	49	230
15	Kemi	101 – 120	116	60	176
16	Tervola	101 – 120	105	144	249
17	Kemi	101 – 120	110	62	172
18	Kemi	81 – 100	168	229	397
19	Pello	101 – 120	243	210	453
20A	Pello	121 – 160	62	98	160
20B	Pello	81 – 100	195	232	427
21	Rovaniemi	101 – 120	115	157	272
22	Rovaniemi	121 – 160	193	100	293
24	Kemijärvi	101 – 120	145	48	193
26	Kemi	101 – 120	61	42	103
28	Pudasjärvi	81 – 100	214	99	313
32	Ylitornio	161 +	68	101	169
33	Ylitornio	161 +	75	100	175
	Yhteensä		3120	2268	5388
<i>Kuusi – Spruce</i>					
02A	Kemi	81 – 100	88	21	109
02B	Kemi	81 – 100	164	39	203
03	Kemi	121 – 160	164	38	202
04	Kemi	101 – 120	288	51	339
06	Tervola	101 – 120	154	32	186
11	Rovaniemi	121 – 160	541	–	541
18	Kemi	101 – 120	161	26	187
23	Kemi	121 – 160	157	–	157
25	Kemijärvi	121 – 160	185	–	185
27	Pello	121 – 160	95	36	131
29	Pello	121 – 160	175	32	207
30	Posio	101 – 120	156	–	156
31	Pello	121 – 160	179	59	238
34	Ranua	81 – 100	231	115	346
35	Ranua	101 – 120	166	27	193
36	Ylitornio	121 – 160	184	–	184
	Yhteensä		3088	476	3564

Taulukko 3. Tukkien jakautuminen tyvi- ja muihin tukkeihin sekä läpimittaluokkiin. Etelä-Suomi.
 Table 3. Distribution of the logs into butt and other logs and into diameter classes. South Finland.

D _L D _{top}	Mänty – Pine						Kuusi – Spruce					
	Tyvet – Butts		Muut – Others		Yht. – Total		Tyvet – Butts		Muut – Others		Yht. – Total	
	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%
<13	23	15.3	127	84.7	150	2.9	—	—	1	—	1	0.0
13	48	15.4	263	84.6	311	6.1	5	19.2	21	80.8	26	0.5
14	72	15.2	401	84.8	473	9.2	82	24.8	248	75.2	330	6.2
15	127	24.8	385	75.2	512	10.0	258	32.7	532	67.3	790	14.9
16	116	26.5	321	73.5	437	8.5	299	41.8	417	58.2	716	13.4
17	172	42.5	233	57.5	405	8.0	256	44.8	316	55.2	572	10.7
18	211	51.5	199	48.5	410	8.0	254	55.7	202	44.3	456	8.5
19	175	46.9	198	53.1	373	7.2	289	66.1	148	33.9	437	8.2
20	222	53.8	191	46.2	413	8.0	287	69.0	129	31.0	416	7.8
21	190	55.1	155	44.9	345	6.7	249	67.1	122	32.9	371	7.0
22	192	61.5	120	38.5	312	6.1	217	73.3	79	26.7	296	5.6
23	181	71.8	71	28.2	252	4.9	194	77.0	58	23.0	252	4.7
24	150	76.1	47	23.9	197	3.8	122	75.3	40	24.7	162	3.0
25	132	75.0	44	25.0	176	3.4	112	80.6	27	19.4	139	2.6
26	90	73.2	33	26.8	123	2.3	86	78.9	23	21.1	109	2.0
27	61	76.3	19	23.7	80	1.6	58	78.4	16	21.6	74	1.4
28	47	82.5	10	17.5	57	1.1	58	88.9	8	11.1	66	1.2
29	46	83.6	9	16.4	55	1.1	25	80.6	6	19.4	31	0.6
30	24	85.7	4	14.3	28	0.5	23	88.5	3	11.5	26	0.5
31	8	88.9	1	11.1	9	0.2	17	89.5	2	10.5	19	0.4
32	12	92.3	1	7.7	13	0.3	10	90.9	1	9.1	11	0.2
33	1	100.0	—	—	1	0.0	9	81.8	2	18.2	11	0.2
34	7	100.0	—	—	7	0.1	19	100.0	—	—	19	0.4
Yht.	2307		2832		5139	100.0	2929		2401		5330	100.0

Taulukko 4. Tukkien jakautuminen tyvi- ja muihin tukkeihin sekä läpimittaluokkiin. Pohjois-Suomi.
 Table 4. Distribution of the logs into butt and other logs and into diameter classes. South Finland.

D _L D _{top}	Mänty – Pine						Kuusi – Spruce					
	Tyvet – Butts		Muut – Others		Yht. – Total		Tyvet – Butts		Muut – Others		Yht. – Total	
	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%	kpl pieces	%
<13	5	22.7	17	77.3	22	0.4	2	18.2	9	81.8	11	0.3
13	58	33.9	113	66.1	171	3.2	25	62.5	15	37.5	40	1.1
14	174	43.9	225	56.1	399	7.4	141	77.9	40	32.1	181	5.1
15	303	50.5	297	49.5	600	11.1	365	80.8	87	19.2	452	12.7
16	293	49.4	300	50.6	593	11.0	529	84.1	100	15.9	629	17.6
17	303	51.4	287	48.6	590	10.9	556	86.5	87	13.5	643	18.0
18	280	58.0	203	42.0	483	8.9	417	87.1	62	12.9	479	13.4
19	251	59.1	174	40.9	425	7.9	295	91.3	28	8.7	323	9.1
20	244	63.7	139	36.3	383	7.1	204	91.5	19	8.5	223	6.3
21	197	64.2	110	35.8	307	5.7	177	94.1	11	5.9	188	5.3
22	201	72.8	75	27.2	276	5.1	134	95.0	7	5.0	141	4.0
23	160	66.4	81	43.6	241	4.4	72	94.7	4	5.3	76	2.1
24	140	68.3	65	31.7	205	3.8	62	93.9	4	6.1	66	1.9
25	134	78.8	36	21.2	170	3.1	30	96.8	1	3.2	31	0.9
26	87	75.0	29	25.0	116	2.1	26	96.3	1	3.7	27	0.8
27	64	68.8	29	31.2	93	1.7	22	100.0	–	–	22	0.6
28	59	75.6	19	24.4	78	1.4	9	100.0	–	–	9	0.3
29	29	58.0	21	42.0	50	0.9	7	100.0	–	–	7	0.2
30	29	69.0	13	31.0	42	0.8	6	100.0	–	–	6	0.2
31	28	80.0	7	20.0	35	0.8	3	100.0	–	–	3	0.1
32	21	72.4	8	27.6	29	0.5	2	100.0	–	–	2	–
33	19	82.6	4	17.4	23	0.4	2	100.0	–	–	2	–
34	23	95.8	1	4.2	24	0.4	1	100.0	–	–	1	–
35	13	92.8	1	7.2	14	0.3	–	–	–	–	–	–
36	11	100.0	–	–	11	0.2	1	100.0	–	–	1	–
37	6	75.0	2	25.0	8	0.1	–	–	–	–	–	–
38	2	66.7	1	43.3	3	0.1	1	100.0	–	–	1	–
39	2	100.0	–	–	2	0.1	–	–	–	–	–	–
40	3	100.0	–	–	3	0.1	–	–	–	–	–	–
>40	3	100.0	–	–	3	0.1	–	–	–	–	–	–
Yht.	3142		2257		5399	100.0	3089		475		3564	100.0

Taulukko 5. Näyteleimikoiden tukkien keskimääräisiä tunnuksia. Etelä-Suomi.
Table 5. Average characteristics of the sawlogs of the sample stands. South Finland.

Numero Number	Kpl Pieces	Tyviä, % Butts, %	D _L k:tta D _{top} without bark	L, cm	Tas. vara, cm Allowance cm	V _L k:tta, dm ³ V _{top} dm ³	Oks.luokat – Knottines classes			
							1	2	3	4
							% tukkimäärästä – % of logs			
Mänty – Pine										
06	224	46	16.2	454	21	99	17	48	34	1
07	223	46	17.3	464	20	115	19	39	39	3
08	210	47	17.6	476	17	123	13	38	42	7
09	154	41	20.6	444	19	158	21	25	49	5
10	182	46	18.5	490	18	139	8	36	52	4
11	158	41	20.0	458	19	156	8	32	51	9
12	223	79	16.3	469	22	102	6	65	28	1
13	156	40	21.3	441	21	171	21	29	42	8
14	150	45	22.3	471	20	194	2	19	65	14
15	195	43	18.1	458	19	124	2	33	59	6
16	134	45	19.5	453	16	145	7	29	57	7
17	193	34	19.8	481	22	161	1	17	75	7
18	185	45	19.2	479	18	147	5	38	53	4
19	145	17	20.6	478	19	175	13	20	64	3
20	201	49	18.6	477	19	136	10	30	56	4
21	123	37	20.7	440	16	155	10	27	49	14
26	203	42	19.2	476	20	146	12	31	55	2
27	233	44	18.4	468	17	135	28	15	54	3
28	184	42	20.3	472	19	164	20	28	37	15
29	216	48	18.3	471	16	129	6	21	70	3
30	197	36	18.8	456	15	135	8	32	51	9
51	217	50	18.3	446	17	121	2	27	61	10
52	192	43	18.3	462	20	128	13	20	65	12
53	176	35	20.6	464	20	172	19	26	53	2
54	225	47	18.3	436	18	119	38	33	27	2
56	216	51	16.0	467	20	100	11	50	38	1
57	224	52	17.3	472	21	120	20	23	54	3
Kuusi – Spruce										
01	208	53	18.0	473	22	127	12	60	28	–
02	171	52	19.4	451	19	141	–	57	43	–
03	161	73	19.7	483	20	154	11	65	24	–
04	176	49	21.2	488	17	183	11	47	39	3
05	146	50	19.4	469	21	148	20	62	18	–
21	194	70	17.3	447	16	109	12	47	41	–
22	223	35	21.0	463	18	174	12	45	40	3
23	172	51	19.7	465	14	149	13	48	37	2
24	158	52	19.6	460	13	144	10	40	49	1
25	161	41	21.0	465	16	172	4	37	56	3
31	195	52	18.9	477	20	140	21	45	33	1
32	191	55	18.6	473	20	134	26	61	13	–
33	165	72	17.0	470	18	110	19	52	27	2
34	190	63	18.4	472	20	131	37	43	20	–
35	227	71	17.3	447	20	110	2	72	24	2
36	189	42	19.7	471	17	153	9	49	40	2
37	222	55	17.6	477	18	120	10	52	38	–
38	221	67	17.1	467	16	110	9	52	38	1
39	188	51	19.1	468	21	143	6	57	36	1
40	194	54	18.5	463	16	130	5	63	32	–
41	170	51	19.3	471	22	147	8	41	51	–
42	174	54	18.6	477	17	135	9	65	26	0
43	156	42	20.4	457	19	157	17	36	44	3
44	141	43	21.7	454	21	177	7	46	43	4
45	168	32	19.7	453	21	151	12	46	39	3
46	162	61	16.9	437	15	101	5	64	30	1
47	176	52	19.6	456	17	144	11	39	47	3
48	211	75	17.7	468	21	119	2	71	26	1
55	220	58	17.5	457	19	113	37	43	20	–

Taulukko 6. Näyteleimikoiden tukkien keskimääräisiä tunnuksia. Pohjois-Suomi.

Table 6. Average characteristics of the sawlogs of the sample stands. North Finland.

Numero Number	Kpl Pieces	Tyviä, % Butts, %	D _L k:tta D _{top} without bark	L, cm	Tas. vara, cm Allowance cm	V _L k:tta, dm ³ V _{top} , dm ³	Oks.luokat – Knottines classes			
							1	2	3	4
							% tukkimäär. – % of logs			
Mänty – Pine										
01	167	70	19.0	41.5	19	122	3	25	70	2
05	216	53	18.7	47.3	20	137	40	9	47	4
07	194	47	20.0	46.4	14	152	8	25	57	10
08	210	79	15.9	50.0	20	102	–	18	77	5
09	187	45	26.4	44.8	18	264	2	8	44	46
10	260	94	16.6	48.6	16	110	12	34	47	7
12	211	69	19.0	48.3	15	144	22	18	53	7
13	193	73	18.3	43.1	19	117	–	17	81	2
14	230	79	17.5	49.8	18	122	–	50	49	1
15	176	66	18.8	42.1	17	122	20	21	44	15
16	249	42	17.7	45.2	19	117	19	33	47	1
17	182	66	17.4	46.5	17	115	2	35	62	1
18	397	42	18.8	44.3	19	129	12	16	58	14
19	431	52	21.2	45.8	17	171	9	30	58	3
20	587	44	19.6	46.7	19	151	7	30	62	1
21	269	43	17.1	45.3	17	109	1	37	59	3
22	292	66	18.7	48.4	18	142	13	29	53	5
24	193	75	19.8	44.3	17	142	12	28	53	7
26	103	59	19.8	48.2	17	156	25	18	52	5
28	312	68	21.7	38.8	18	146	21	26	49	4
32	165	41	20.6	49.9	14	180	17	19	54	10
33	175	43	20.4	49.2	14	175	18	17	58	7
Kuusi – Spruce										
02	312	81	17.6	43.0	19	108	1	53	46	–
03	202	81	19.1	46.8	16	137	–	49	51	–
04	339	85	17.2	46.8	13	111	2	92	6	–
06	186	83	17.8	45.0	18	116	–	51	49	–
11	541	100	15.9	47.4	17	96	–	43	57	–
18	187	86	18.0	43.8	19	115	25	45	29	1
23	156	100	19.9	48.9	17	158	1	99	–	–
25	185	100	18.6	43.5	17	121	–	40	59	1
27	131	73	19.7	43.6	17	137	–	89	11	–
29	207	85	18.8	46.4	17	132	–	90	10	–
30	156	100	19.9	47.2	20	155	5	56	39	–
31	238	75	17.9	44.6	16	115	1	50	49	–
34	345	67	18.0	46.1	17	124	–	61	39	–
35	195	86	16.8	42.5	22	97	–	32	68	–
36	184	100	18.0	43.1	20	113	–	32	67	1

Taulukko 7. Mäntytukkien keskimääräinen kapeneminen metriä kohden.
 Table 7. Average tapering of pine sawlogs per metre.

D_L D_{top}	Etelä-Suomi – South Finland			Pohjois-Suomi – North Finland		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
Kapeneminen cm/m – Tapering cm/m						
13	0.56	1.14	1.04	0.82	1.23	1.09
14	0.54	1.12	1.04	0.72	1.28	1.04
15	0.56	1.08	0.94	0.71	1.18	0.94
16	0.54	1.06	0.92	0.68	1.25	0.97
17	0.52	1.02	0.82	0.64	1.33	0.97
18	0.50	0.98	0.74	0.62	1.36	0.93
19	0.56	0.90	0.74	0.65	1.19	0.87
20	0.52	0.88	0.68	0.64	1.24	0.85
21	0.50	0.88	0.68	0.65	1.13	0.82
22	0.52	0.82	0.64	0.68	1.18	0.82
23	0.56	0.82	0.64	0.65	1.20	0.83
24	0.52	0.84	0.60	0.70	1.30	0.89
25	0.54	0.74	0.60	0.62	1.04	0.71
26	0.60	0.72	0.62	0.70	1.22	0.83
27	0.60	0.88	0.66	0.72	1.07	0.83
28	0.62	0.80	0.66	0.65	1.19	0.78
29	0.60	0.60	0.60	0.76	1.19	0.94
30	0.58	0.96	0.64	0.79	1.14	0.90

Taulukko 8. Kuusitukkien keskimääräinen kapeneminen metriä kohden.
 Table 8. Average tapering of spruce sawlogs per metre.

D_L D_{top}	Etelä-Suomi – South Finland			Pohjois-Suomi – North Finland		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
Kapeneminen cm/m – Tapering cm/m						
13	0.70	1.32	1.20	1.08	1.68	1.31
14	0.84	1.24	1.14	1.14	1.34	1.19
15	0.68	1.08	0.96	1.07	1.38	1.13
16	0.68	1.06	0.90	1.06	1.26	1.09
17	0.66	1.10	0.90	1.01	1.24	1.04
18	0.68	1.14	0.88	1.01	1.38	1.06
19	0.66	1.08	0.80	1.00	1.27	1.02
20	0.66	1.02	0.78	1.04	1.27	1.06
21	0.72	1.08	0.84	1.05	0.91	1.04
22	0.72	1.00	0.80	1.01	1.21	1.02
23	0.72	1.00	0.78	1.11	1.18	1.11
24	0.78	1.18	0.88	1.13	1.22	1.13
25	0.68	1.12	0.76	1.18	0.91	1.17
26	0.76	1.00	0.80	1.11	1.36	1.12
27	0.82	1.30	0.92	1.11	–	1.11
28	0.84	1.12	0.88	1.11	–	1.11
29	0.82	1.08	0.88	1.05	–	1.05
30	0.80	1.34	0.86	1.02	–	1.02

Taulukko 9. Mäntytukkien keskimääräiset latvamuotoluvut eri läpimitaluokissa.
 Table 9. Average top form factors of pine sawlogs in the different diameter classes.

D_L D_{top}	Etelä-Suomi – South Finland			Pohjois-Suomi – North Finland		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
13	1.350	1.565	1.529	1.460	1.607	1.553
14	1.321	1.522	1.490	1.389	1.583	1.493
15	1.307	1.479	1.434	1.363	1.515	1.435
16	1.274	1.445	1.398	1.327	1.500	1.411
17	1.248	1.404	1.336	1.293	1.502	1.390
18	1.228	1.366	1.294	1.267	1.479	1.352
19	1.238	1.323	1.280	1.260	1.404	1.317
20	1.215	1.302	1.253	1.241	1.402	1.297
21	1.205	1.285	1.239	1.235	1.335	1.269
22	1.199	1.257	1.220	1.232	1.338	1.259
23	1.199	1.250	1.212	1.216	1.321	1.248
24	1.179	1.240	1.193	1.217	1.332	1.250
25	1.178	1.210	1.186	1.194	1.266	1.208
26	1.179	1.209	1.188	1.191	1.293	1.215
27	1.182	1.230	1.192	1.201	1.242	1.213
28	1.175	1.199	1.179	1.169	1.256	1.189
29	1.166	1.183	1.170	1.195	1.249	1.216
30	1.158	1.233	1.170	1.189	1.232	1.201

Taulukko 10. Kuusitukkien keskimääräiset latvamuotoluvut eri läpimitaluokissa.
 Table 10. Average top form factors of spruce sawlogs in the different diameter classes.

D_L D_{top}	Etelä-Suomi – South Finland			Pohjois-Suomi – North Finland		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
13	1.393	1.629	1.582	1.581	1.792	1.656
14	1.425	1.560	1.524	1.559	1.613	1.571
15	1.344	1.477	1.431	1.486	1.589	1.505
16	1.332	1.443	1.395	1.447	1.503	1.456
17	1.309	1.435	1.376	1.409	1.464	1.416
18	1.282	1.420	1.342	1.381	1.471	1.393
19	1.259	1.368	1.295	1.365	1.410	1.368
20	1.253	1.340	1.279	1.353	1.384	1.355
21	1.256	1.333	1.280	1.331	1.284	1.328
22	1.245	1.299	1.258	1.317	1.348	1.319
23	1.236	1.287	1.247	1.319	1.363	1.321
24	1.236	1.314	1.255	1.299	1.366	1.303
25	1.206	1.289	1.222	1.312	1.238	1.310
26	1.209	1.250	1.217	1.298	1.316	1.298
27	1.217	1.305	1.235	1.272	–	1.272
28	1.221	1.263	1.225	1.281		1.181
29	1.196	1.248	1.206	1.230		1.230
30	1.200	1.276	1.209	1.228		1.228

Taulukko 11. Eri tutkimusten latvamuotolukujen suhteellisia arvoja, kun esillä olevan tutkimuksen tuloksia merkitään luvulla 100. Kaikki tukit.
 Table 11. Relative values of the top form factors in different studies when the results of the present study are denoted by 100. All logs.

	Latvaläpimitta, cm — Top diameter, cm				
	15	18	21	24	27
Tutkimus — The investigation	Suht. arvo — Relative value				
Heiskanen ja Rikkonen 1971 <i>Heiskanen and Rikkonen 1971</i>	100	100	100	100	100
Aro ja Rikkonen 1966, Etelä-Suomi <i>Aro and Rikkonen 1966, South Finland</i>	102	103	102	104	102
Eklund 1950 <i>Eklund 1950</i>	99	105	105	106	105
Pöntynen 1929, Etelä-Suomi <i>Pöntynen 1929, South Finland</i>	112	106	102	103	102
Ekman et al. 1923 <i>Ekman etc., 1923</i>	105	106	105	107	105
Eide 1922, Keski-Norja <i>Eide 1922, Middle Norway</i>	135	129	120	116	113
Heiskanen ja Rikkonen 1971 <i>Heiskanen and Rikkonen 1971</i>	100	100	100	100	100
Aro ja Rikkonen 1966, Etelä-Suomi <i>Aro and Rikkonen 1966, South Finland</i>	108	104	104	103	103
Eklund 1950 <i>Eklund 1950</i>	106	105	107	104	103
Pöntynen 1929, Etelä-Suomi <i>Pöntynen 1929, South Finland</i>	120	109	106	102	102
Ekman et al. 1923 <i>Ekman etc., 1923</i>	110	107	108	105	102
Eide 1922, Keski-Norja <i>Eide 1922, Middle Norway</i>	108	108	109	107	107

Taulukko 12. Pituuden ja latvamuotoluvun välinen korrelaatiokerroin.
 Table 12. Coefficient of correlation between length and top form factor.

Puulaji ja alue – <i>Tree species and district</i>	Tukinasema – <i>Position of log</i>		
	Tyvet – <i>Butts</i>	Muut – <i>Others</i>	Kaikki – <i>All</i>
	Korrelaatiokerroin – <i>Correlation coefficient</i>		
Mänty, Etelä-Suomi – <i>Pine, South Finland</i>	+ 0.138	– 0.007	– 0.107
Mänty, Pohjois-Suomi – <i>Pine, North Finland</i>	+ 0.192	+ 0.200	+ 0.019
Kuusi, Etelä-Suomi, – <i>Spruce, South Finland</i>	+ 0.155	+ 0.074	– 0.055
Kuusi, Pohjois-Suomi – <i>Spruce, North Finland</i>	+ 0.285	+ 0.260	+ 0.024

Taulukko 13. Mäntytukkien latvamuotoluvun riippuvuus leimikon tukkien latvaläpimitasta, pituudesta ja teknillisestä kiintomitasta. Regressioyhtälöiden kertoimet ja selityssasteet.

Table 13. Correlation between the top form factor of pine sawlogs and the top diameter of the logs of the stand, their length and top volume. Coefficients and degrees of determination of the regression equations.

		Vakio Constant	Latvaläpimita ¹⁾ Top diameter	Nim. pituus ¹⁾ Nominal length	Tekn. kiinto- ¹⁾ mitta Top volume	Selitys- aste, %
Etelä-Suomi South Finland	Tyvet Butts	1.3923	-0.00875			55
		1.2880			-0.00046	44
		1.2561	-0.00893	0.00291		58
		1.0670		0.00484	-0.00051	55
	Muut Others	1.7396	-0.02104			47
		1.7720		-0.00871		3
		1.5453			-0.00152	49
		2.0485	-0.02057	-0.00703		49
		1.6897		-0.00332	-0.00146	47
		1.4421	-0.00848			36
	Kaikki All	1.1344		0.00318		4
		1.3532			-0.00051	30
		1.3450	-0.00826	0.00200		35
		1.1763		0.00386	-0.00053	34
		1.4118	-0.00829			44
Pohjois-Suomi North Finland	Tyvet Butts	1.1432		0.00208		4
		1.3077			-0.00039	34
	1.3344	-0.00814	0.00155		46	
	1.4986	-0.01618		0.00044	47	
	1.1539		0.00336	-0.00043	44	
	1.7133	-0.02527	-0.00235	0.00094	48	
	Muut Others	1.6523	-0.01288			9
		0.8902		0.01222		17
		1.4801			-0.00051	2
		1.1208	-0.00982	0.01096		22
		2.0157	-0.05362		0.00320	20
		0.9299		0.01320	-0.00072	22
		0.9472	-0.00089	0.01300	-0.00066	22
		1.3866	-0.00448			9
	Kaikki All	1.0324		0.00581		28
		1.3167			-0.00011	2
		1.1024	-0.00244	0.00531		31
		1.5850	-0.02456		0.00132	32
1.0485			0.00588	-0.00013	30	
1.4480		-0.01852	0.00155	0.00096	32	

1) Latvaläpimita senttimetreinä, nim. pituus desimetreinä ja teknillinen kiintomitta kuutiodesimetreinä.

1) Top diameter in cm, nominal length in dm and top volume in cu. dm.

Taulukko 14. Kuusitukkien latvamuotoluvun riippuvuus leimikon tukkien latvaläpimitasta, pituudesta ja teknillisestä kiintomitasta. Regressioyhtälöiden kertoimet ja selityasteet.

Table 14. Correlation between the top form factor of spruce sawlogs and the top diameter of the logs of the stand, their length and top volume. Coefficients and degrees of determination of the regression equations.

		Vakio Constant	Latvaläpimita ¹⁾ Top diameter	Nim. pituus ¹⁾ Nominal length	Tekn.kiinto- ¹⁾ mitta Top volume	Selitys- aste, %
Etelä-Suomi South Finland	Tyvet Butts	1.4639	-0.01011			65
		1.7297		-0.00991		25
		1.3536			-0.00058	65
		1.6761	-0.00892	-0.00495		70
		1.5035		-0.00334	-0.00052	67
	Muut Others	1.5790	-0.00985			14
		1.6376		-0.00509		2
		1.4873			-0.00072	16
		1.7119	-0.00898	-0.00328		13
		1.5592		-0.00173	-0.00066	13
	Kaikki All	1.4249	-0.00600			19
		1.6566		-0.00744		22
		1.3655			-0.00039	22
		1.7011	-0.00499	-0.00636		34
		1.6154		-0.00565	-0.00030	32
Pohjois-Suomi North Finland	Tyvet Butts	1.7211	-0.01881			31
		1.1648		0.00461		5
		1.4924			-0.00093	19
		1.4403	-0.02132	0.00719		44
		1.9833	-0.04511		0.00176	38
	Muut Others	1.0275		0.01203	-0.00159	46
		-0.0754	0.05772	0.02431	-0.00570	50
		1.9148	-0.02567			14
		0.5169		0.02231		23
		1.6045			-0.00122	5
	Kaikki All	0.9463	-0.02572	0.02234		37
		3.3854	-0.19826		0.01451	53
		0.5463		0.02599	-0.00193	34
		8.9384	-0.54408	0.06010	0.04358	67
		1.7343	-0.01907			31
Muut Others	1.2369		0.00332		3	
	1.5054			-0.00097	21	
	1.4901	-0.02191	0.00654		41	
	1.9687	-0.04202		0.00150	36	
	1.0672		0.01145	-0.00162	44	
	-0.1149	0.06242	0.02436	-0.00602	48	

1) Latvaläpimita senttimetreinä, nim. pituus desimetreinä ja teknillinen kiintomitta kuutiodesimetreinä.

1) Top diameter in cm, nominal length in dm and top volume in cu. dm.

Taulukko 15. Uputusmittauksen mukainen todellinen kuorellinen kiintomitta prosentteina keskusläpimittaan perustuvasta kiintomitasta (= 100) leimikoittain. Etelä-Suomi.

Table 15. Unbarked true volume according to hydrostatical scaling in per cent of the true volume based on middle diameter (= 100), by stands. South Finland.

Leimikko Stand	Mänty — Pine			Leimikko Stand	Kuusi — Spruce		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All		Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
06	107.6	105.1	106.5	01	107.8	104.5	016.5
07	110.0	103.8	107.3	02	110.0	103.8	107.6
08	109.3	105.8	108.0	03	106.6	111.3	107.7
09	110.7	106.6	108.7	04	107.9	105.4	106.4
10	107.4	106.0	106.8	05	109.7	106.0	108.2
11	(119.5)	104.6	112.3	21	111.9	104.7	109.8
12	110.1	101.6	108.7	22	107.2	103.9	105.6
13	108.2	103.7	106.0	23	107.7	104.7	106.5
14	107.4	106.8	107.1	24	108.4	104.6	106.9
15	109.1	104.1	106.7	25	108.4	100.5	104.5
16	106.3	105.5	106.0	31	106.7	105.1	106.0
17	109.4	104.5	106.8	32	108.8	104.2	107.0
18	107.5	101.9	105.1	33	110.8	106.6	109.7
19	..	104.1	104.1	34	108.2	102.4	106.3
20	108.6	106.6	107.8	35	108.2	104.6	107.2
21	..	103.4	103.4	36	110.4	104.6	107.7
26	106.3	104.3	105.4	37	107.1	104.9	106.3
27	108.3	103.4	106.2	38	108.6	105.2	107.7
28	108.5	103.2	106.0	39	108.6	106.5	107.7
29	107.8	106.0	107.0	40	109.1	105.8	107.8
30	109.6	104.1	106.9	41	110.7	106.4	108.9
51	107.3	106.2	106.8	42	106.9	103.4	105.5
52	107.6	103.5	105.7	43	107.9	104.3	106.1
53	104.9	102.7	103.8	44	109.6	103.1	106.3
54	111.1	105.2	108.5	45	109.6	103.8	106.6
56	107.0	106.7	106.9	46	108.6	103.9	107.0
57	..	107.3	107.3	47	108.7	105.4	107.4
				48	108.0	103.8	107.0
				55	107.1	104.4	106.1

Taulukko 16. Uputusmittauksen mukainen kuorellinen ja kuoreton todellinen kiintomitta prosentteina vastaavasta keskuskäpimitään perustuvasta kiintomitasta (100) leimikoittain. Pohjois-Suomi.

Table 16. Unbarked and barked true volume according to hydrostatistical scaling in per cent of the corresponding true volume based on middle diameter (100), by stands. North Finland.

Leimikko Stand	Mänty — Pine						Kuusi — Spruce					
	Kuorellinen — With bark			Kuoreton — Without bark			Kuorellinen — With bark			Kuoreton — Without bark		
	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All	Tyvet Butts	Muut Others	Kaikki All
01	115.0	101.6	111.4	103.9	98.6	102.4	107.1	102.9	106.4	104.2	101.5	103.7
05	105.0	99.8	103.0	104.3	96.8	101.2	105.0	103.9	104.8	108.2	103.4	107.4
07	103.5	102.1	102.9	104.8	90.2	98.0	103.3	98.8	102.6	103.6	97.9	102.7
08	106.6	103.0	106.0	103.3	103.9	103.4	104.4	104.0	104.3	106.8	104.7	106.5
09	102.1	101.3	101.8	104.7	95.5	100.9	104.3	—	104.3	102.1	—	102.1
10	105.2	..	105.2	104.1	..	104.1	104.2	102.3	104.0	110.2	108.7	110.0
12	103.5	101.3	103.0	102.8	102.7	102.8	101.3	—	101.3	101.1	—	101.1
13	104.1	102.6	103.7	103.3	102.5	103.1	102.7	—	102.7	106.5	—	106.5
14	106.7	107.6	106.9	106.6	100.4	105.4	92.2	96.7	93.2	97.9	98.5	98.0
15	108.0	103.4	106.6	107.3	105.0	106.6	97.8	93.0	97.2	100.7	98.8	100.5
16	106.6	103.7	105.2	108.0	106.2	107.1	104.6	—	104.6	110.5	—	110.5
17	106.8	100.4	105.0	104.3	104.1	104.2	104.8	100.5	103.8	105.6	91.0	102.4
18	105.2	102.7	103.9	107.3	104.9	106.0	106.4	104.2	105.8	104.3	104.1	104.2
19	101.1	101.0	101.1	101.0	102.1	101.5	104.4	96.1	103.4	108.1	108.6	108.2
20	110.7	102.5	106.7	..	101.7	101.7	106.4	—	106.4	108.2	—	108.2
21	106.0	103.5	104.8	107.0	104.9	105.9	—	—	—	—	—	—
22	102.7	102.9	102.8	100.7	105.1	102.1	—	—	—	—	—	—
24	106.2	103.4	105.6	105.1	102.5	104.6	—	—	—	—	—	—
26	113.0	101.5	109.2	104.8	103.4	104.3	—	—	—	—	—	—
28	108.5	104.7	107.5	111.4	104.0	109.2	—	—	—	—	—	—
32	103.3	103.2	103.2	105.3	104.6	104.9	—	—	—	—	—	—
33	104.5	102.4	103.5	103.0	103.2	103.1	—	—	—	—	—	—

Taulukko 17. Tarkan todellisen kiintomitan suhde keskuskiintomittaan eräiden tutkimusten mukaan.
 Table 17. Ratio between accurate true solid volume and true volume based on the middle diameter according to some investigations.

Tutkimus <i>Investigation</i>	Alue <i>District</i>	Puulaji <i>Tree species</i>	Kuoriaste <i>Barking degree</i>	Mittausmenetelmä <i>Scaling method</i>	Suhde <i>Ratio</i>
Eide 1923	Keski-Norja <i>Middle Norway</i>	kuusi – <i>spruce</i>	k:tta – <i>without bark</i>	kaulain – <i>scaler</i>	1.039
Eide 1923	—”—	—”—	—”—	—”—	1.029
Eide 1923	—”—	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.025
Pöntynen 1929	Etelä-Suomi – <i>South Finland</i>	—”—	—”—	—”—	1.016
Pöntynen 1929	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.020
Pöntynen 1929	Pohjois-Suomi <i>North Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.015
Pöntynen 1929	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.007
Aro–Rikkonen 1966 ¹⁾	Etelä-Suomi <i>South Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.028
Aro–Rikkonen 1966	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.024
Aro–Rikkonen 1966	Pohjois-Suomi <i>North Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.021
Aro–Rikkonen 1966	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.022
Hakkila–Rikkonen 1969	Etelä-Suomi <i>South Finland</i>	kuusi – <i>spruce</i>	kuorell. <i>with bark</i>	—”—	1.031
Kakko 1970	—”—	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.041
Finne 1970	—”—	—”—	—”—	—”—	1.032
Finne 1970	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.014
Metsäntutkimuslaitos —”— ²⁾	—”—	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.038
—”—	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.019
—”—	Pohjois-Suomi <i>North Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.031
Uittoteho ry 1968	—”—	—”—	k:tta <i>without</i>	upotus <i>hydrostatical</i> scaling	1.035
Hemmi 1970	—”—	—”—	kuorell. <i>with bark</i>	—”—	1.030
Hemmi 1970	—”—	—”—	—”—	—”—	1.035
Hemmi 1970	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.041
Heiskanen–Rikkonen 1971	Etelä-Suomi <i>South Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	kuorell. <i>with bark</i>	—”—	1.069
Heiskanen–Rikkonen 1971	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.064
Heiskanen–Rikkonen 1971	Pohjois-Suomi <i>North Finland</i>	mänty – <i>pine</i>	—”—	—”—	1.044
Heiskanen–Rikkonen 1971	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.021
Heiskanen–Rikkonen 1971	—”—	mänty – <i>pine</i>	k:tta <i>without bark</i>	—”—	1.035
Heiskanen–Rikkonen 1971	—”—	kuusi – <i>spruce</i>	—”—	—”—	1.034

1) Luvut perustuvat käsillä olevan tutkimuksen mukaiseen läpimittajakautumaan.

1) The figures are based on the distribution of diameter classes of the study by hands.

2) Julkaisemattomia aineistoja.

2) Unpublished materials.

Taulukko 18. Kuorettomien tukkien latvamuotoluvut.
 Table 18. Calculated top form factors of barked logs.

D_L , cm D_{top} , cm	Mänty – Pine		Kuusi – Spruce	
	Etelä-Suomi South Finland	Pohjois-Suomi North Finland	Etelä-Suomi South Finland	Pohjois-Suomi North Finland
13	1.436	1.461	1.559	1.598
15	1.343	1.348	1.375	1.434
17	1.273	1.293	1.296	1.355
19	1.232	1.259	1.256	1.314
21	1.198	1.234	1.228	1.290
23	1.182	1.219	1.216	1.275
25	1.174	1.204	1.211	1.264
27	1.171	1.194	1.208	1.253
29	1.168	1.184	1.206	1.239
31	1.162	1.179	1.203	1.229
33	1.156	1.170	1.200	1.217
35	1.150	1.162	1.194	1.207
37	1.145	1.153	1.187	1.197
39	1.141	1.144	1.182	1.189
41	1.137	1.138	1.176	1.182
43	1.134	1.135	1.170	1.175
45	1.130	1.132	1.166	1.170
47	1.126	1.128	1.162	1.166
49	1.123	1.125	1.158	1.163
51	1.120	1.122	1.154	1.158

Taulukko 19. Kuorettonia todellisia kuutiometrejä yhdessä juoksumetrissä.
 Table 19. Number of barked actual cubic meters in one metre.

$D_L, \text{ cm}$ $D_{top}, \text{ cm}$	Mänty – Pine		Kuusi – Spruce	
	Etelä-Suomi South Finland	Pohjois-Suomi North Finland	Etelä-Suomi South Finland	Pohjois-Suomi North Finland
13	0.0191	0.0194	0.0207	0.0212
15	0.0237	0.0238	0.0243	0.0253
17	0.0289	0.0293	0.0294	0.0308
19	0.0349	0.0357	0.0356	0.0373
21	0.0415	0.0427	0.0425	0.0447
23	0.0491	0.0506	0.0505	0.0530
25	0.0576	0.0591	0.0594	0.0620
27	0.0670	0.0684	0.0692	0.0717
29	0.0771	0.0782	0.0797	0.0818
31	0.0877	0.0890	0.0908	0.0928
33	0.0989	0.1001	0.1026	0.1041
35	0.1106	0.1118	0.1149	0.1161
37	0.1231	0.1240	0.1276	0.1287
39	0.1363	0.1367	0.1412	0.1420
41	0.1501	0.1502	0.1553	0.1561
43	0.1647	0.1648	0.1699	0.1706
45	0.1797	0.1800	0.1854	0.1861
47	0.1954	0.1957	0.2016	0.2023
49	0.2118	0.2121	0.2184	0.2193
51	0.2288	0.2292	0.2357	0.2366

- No 83 Ole Oskarsson: Pluspuiden fenotyypisessä valinnassa sovellettuja valinnan asteita.
Selection degrees used in the phenotypic selection of plus trees. 1,50
- No 84 Kari Keipi ja Otto Kekkonen: Calculations concerning the profitability of forest fertilization.
Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. 2,—
- No 85 S.—E. Appelroth — Pertti Harstela: Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttäläpö, taimivakka, taimilaukku sekä istutuskoneet Heger ja LMD-1 istutettaessa kuusta peltoon.
Studies on afforestation work I. The use of semi-circular hoe, the field spade, plant basket, plant bag and the Heger and LMD-1 tree planters in planting spruce in fields. 3,—
- No 86 Pertti Veckman: Metsäalan toimihenkilöiden koulutustarve 1970-luvulla.
Educational requirements of professional forestry staff in the 1970s. 4,—
- No 87 Michael Jones and David Cope: Economics Research in the Finnish Forest Research Institute, 1969—1974. 4,—
- No 88 Seppo Ervasti, Lauri Heikinheimo, Kullervo Kuusela ja Veikko O. Mäkinen: Forestry and forest industry production alternatives in Finland, 1970—2015. 6,—
- No 89 Risto Sarvas: Establishment and registration of seed orchards. 2,—
- No 90 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1968—70.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1968—70. 5,—
- No 91 Pertti Harstela ja Teemu Ruoste: Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpvintturilla käytävä- ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittelyä sekä tuotokokeita. Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. 2,50
- No 92 Pentti Hakkila ja Pentti Rikkonen: Kuusitukit puumassan raaka-aineena.
Spruce saw logs as raw material of pulp. 1,50
- No 93 Kari Löytyniemi: Havupunkin ja kuusen neulaspunkin torjunta.
Control of mites *Oligonychus ununguis* and *Nalepella haarlovi* var. *piceae-abietis*. 2,50
- No 94 Paavo Tiuhonen: Puutavaralajitaulukot 5. Koivun uudet paperipuutaulukot.
Sortentafeln 5. Neue Papierholztafeln für Birke. 2,50
- No 95 Jorma Rajala: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen eteläpuoliskossa vuosina 1964—68. 2,50
- No 96 Metsätilastollinen vuosikirja 1969.
Yearbook of forest statistics 1969. 8,—
- No 97 Juhani Numminen: Short-term forecasting of the total drain from Finland's forests.
Suomen metsien kokonaispoistuman lyhytjaksoinen ennustaminen. 1,50
- No 98 Juhani Nousiainen, Jukka Sorsa ja Paavo Tiuhonen: Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutiomismenetelmä.
Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. 4,—
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennumallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille.
Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland.
Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa.
Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy. 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70.
Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen.
Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste.
Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa.
The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970.
Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätetuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista.
On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä.
On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö.
Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela — Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70. 5,50

- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä.
On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä.
Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö.
Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970.
Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa.
Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70.
Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan tärinän vaikutuksesta työntekijän käsiin.
On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland.
Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo — Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70.
Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts.
Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972.
Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa.
The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems.
Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—
- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.) tuhoilta.
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätalastollinen vuosikirja 1970.
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Metsätyömenetelmien ergonominen kehitys ja erät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakeu- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.
Croupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—