

FOLIA FORESTALIA 164

MEETSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1972

JOUKO LAASASENAHO, YRJÖ SEVOLA

HAVUTUKKIEN LATVAMUOTOLUKUJEN
VAIHTELU

THE VARIATION IN TOP FORM QUOTIENTS
OF THE CONIFEROUS LOGS

- 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.
- N: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.
- N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennussmallit 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 — 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: Plasmetsiköiden 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 jätepuusta 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 ja 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 Rikonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koehauksia 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 värinän 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 ja 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,—

Jouko Laasasenaho – Yrjö Sevola

HAVUTUKKIEN LATVAMUOTOLUKUJEN VAIHTELU

The variation in top form quotients of the coniferous logs

Summary in English

ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimus on toinen osajulkaisu, joka perustuu valtakunnan metsien V inventoinnin yhteydessä mitattuun vuosien 1968–71 puustoa edustavaan koepuunäytteeseen. Näyte on mitattu metsänarvioimisen ja metsäteknologian yhteistä kuutioimis- ja kuivapainotutkimusta varten, josta ensin mainitun osaston tarkoituksena on tutkia puiden kuutioilavuutta, puutavaralajien osuuksia ja muita taksatorisia tunnuksia ensisijassa metsien inventointia varten sekä jälkimmäisen osaston osuutena on tutkia puiden kuivapainoa. Ensimmäinen julkaisu käsittelee mänty- ja kuusirunkojen puutavara-suhteita ja kantoarvoa. Alkaneessa metsien VI inventoinnissa käytetään aineiston perusteella valmistettuja kuutioimis- ja puutavarafunktioita.

Kuten jo ensimmäisen julkaisun alkusanoissa esitettiin, on koepuuaineiston käsittely ja tulosten sovellutukset liitetty yhteistyöhön, jossa Helsingin Yliopiston metsänarvioimistieteen lai-

toksessa tutkitaan metsiköiden hakkuuarvoa ja arvon kasvua. Näiden tutkimusten tarpeita varten ja ilmeisesti myös korjuu- ja mittausmenetelmien nykyisessä kehitysvaiheessa käytännön kannalta havutukkien kapenemisen vaihtelua kuvaavilla tiedoilla on merkitystä.

Aineiston keräyksen ja käsittelyn johtanut, kuutioimistutkimuksen vastaava tutkija Jouko Laasasenaho on suunnitellut työn ja Yrjö Sevola yliopiston metsänarvioimistieteen laitokselta on valmistanut tietokoneohjelmat ja käsitellyt aineiston. Muilta osilta työ on ko. tutkijoiden yhteinen.

Inventointitutkimusten osalta on tässä yhteydessä syytä korostaa sitä suurta merkitystä, mikä edellä kuvatun laajuisella yhteistyöllä on suoritettavan puiden kuutioimismenetelmän kehittämistyön tulosten parantajana ja esittää parhaat kiitokset käsikirjoituksen tarkastajille.

Kullervo Kuusela

Tutkimuksen kestäessä ja käsikirjoitusta valmistettaessa sekä käsikirjoituksen tarkastuksen yhteydessä allekirjoittaneet ovat saaneet ohjeita, ehdotuksia ja huomautuksia tarpeellisista korjauksista seuraavilta henkilöiltä: VEIJO

HEISKANEN, KULLERVO KUUSELA, OLLI MAKKONEN, AARNE NYSSÖNEN ja PAAVO TIIHONEN. Konekirjoitustyön on suorittanut ANJA LESKINEN. Kaikille yllämainituille parhaat kiitoksemme.

Helsingissä lokakuussa 1972.

Jouko Laasasenaho Yrjö Sevola

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY IN ENGLISH	3
2. JOHDANTO	4
3. TUTKIMUSAINEISTO	5
4. TUTKIMUSMENETELMÄ	10
5. TUKIN TODELLINEN JA KESKUSLÄPIMITAN MUKAINEN TILAVUUS	10
6. TUKKIEN KUORIPROSENTIT	13
7. TUKKIEN LATVAMUOTOLUVUT	13
TIIVISTELMÄ	19
VIITEKIRJALLISUUS	20

THE VARIATION IN TOP FORM QUOTIENTS OF THE CONIFEROUS LOGS

Summary in English

The paper is dealing with the variation in top form quotients and the dependence upon several factors in a new log ruling method (the true volume of a log being expressed by means of the top diameter). Comparisons were also made with the precision obtainable for the true volume over the middle diameter. A third argument is the bark percentage of the logs. The information was drawn upon a material collected by the Forest Research Institute (Finland) for an investigation carried out on the volume in the growing stock and on the dry-matter weights of wood, which material was assorted by the authors for an earlier study. The collection involved 2 409 pine and 1 415 spruce logs.

The results:

1. With all logs the readings over the middle diameter proved to be too small (ref. true volume), the under-estimates for the logs without bark being on an average 3.7 % with pine and 4.0 % with spruce. With unbarked logs the figures were 5.9 % for pine and 4.4 % for spruce (Table 5). The results differed appreciably by log types, the butt logs being most heavily underestimated, with only slight differences for other log types. The geographic provenience of the material, instead, was found to be rather neutral in this respect. For North-Finland, however, the discrepancy seemed to grow up, especially with spruce.
2. The share of bark in pine varies by log types, being about double for the butts (Table 6). For spruce there is no clear difference between the log types, the lowest bark proportions, anyhow, were found for the middle logs. With spruce the climatic

factor seems to be very much in evidence, the bark on it becoming clearly thicker northwards. But for pine again the tendency is not so clear. The bark gouging method was unambiguously observed to affect the results: the readings off the tool in general practice being decidedly too high.

3. The distribution of the top form quotients in the logs (ref. to the means) averaged over 10 % for pine and a little under 10 % for spruce (Table 7). The top form quotients vary distinctly by the log types, being smallest with the middle logs. The same applies to the distributional pattern. The top form quotient was shown to be only surprisingly little dependent upon the diameter. About 30 % of the scatter only is allowed for by the diameter. Tested for the geographic provenience and for the altitude above sea level the correlation remained about the same. A top-ruled log contingent, as the authors suggest, can be checked for volume by the way of re-ruling a part out of it over the middle diameter and by computing new and more precise top form quotients for this part with the aid of the equations presented on p. 17. A true volume cannot be assured through top-ruling only because of the variance in top form quotients inside a diameter group which will remain, anyway, considerable for a greater geographic area. The question was not taken up by logging sites. A strong correlation was found between the top form quotients and the quality class of the logs, and, furthermore, with the log numbers. But the altitude of the growing site, when under 200 m, was of no greater meaning.

2. JOHDANTO

Latvamuotoluvulla tarkoitetaan tukin todellisen tilavuuden ja teknillisen eli latvaläpimitan mukaisen tilavuuden suhdetta. Aikaisemmin, kun todellista kiintomittaa ei käytetty maksuperusteena, vaan latvamuotolukuja käytettiin lähinnä eri puutavalarajien yhteismitallisten määrätilastojen laadintaan, eivät esitetyt latvamuotoluvut (PÖNTYNEN 1929; ARO ja RIKKONEN 1966) olleet nykyisessä määrin puukaupan eri osapuolia koskettavia. Puutavaran myyjä- ja ostajapuolet ovat sopineet, että hankintavuodesta 1972–73 lähtien puutavaran mittauksessa siirrytään metrijärjestelmään ja että tukkien mittauksessa pyritään todellisen tilavuuden määrittämiseen (Uudistuva . . . 1972). Koska sovittiin, että tukin mitattava läpimitta on latvaläpimitta, latvamuotoluvut tulivat ennestä painavammin ajankohtaisiksi.

Latvamuotoluvut eivät ole yksikäsitteisiä, vaan sekä ns. todellisen että teknillisen kuutiomäärän määrittämisessä on eroja eri tutkimusten välillä. PÖNTYNEN on laskettanut todellisen kuutiomäärän pätkittäisellä kuutioinnilla ja teknillisen tarkkoihin mittoihin (latvaläpimitta ja pituus) perustuen. Muutettaessa näillä luvuilla nimellisten mittojen mukaista teknillistä tilavuutta todelliseksi tukin tilavuudeksi oli otettava huomioon tasausvarasta ja läpimitan pyöristyksestä aiheutuva korjaus. Kesinä 1962 ja 1963 kerättiin metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston toimesta laaja (15 100 mäntyttukkia ja 14 100 kuusitukkia) aineisto uusien latvamuotolukujen laskemiseksi. Tehdyn tutkimuksen (ARO ja RIKKONEN 1966) johdannossa viitataan mahdolliseen tukkien muodon muuttumiseen PÖNTYSEN (1929) työn jälkeen. Syiksi oletettiin hakattavan tukkipuuston ikä- ja järeysuhteiden muuttuminen, pienentyneet keskipituus- ja minimiläpimittavaatimukset ja laadun tarkentunut huomioon ottaminen. Edelleen viitataan *Puutavaran mittauskomitean mietintöön* (1965), jossa suositellaan pölkyn todellisen tilavuuden määrittämistä keskikohdasta mitatun poikkileikkauspinta-alan ja pituuden tulona, joka on myös nykyisin voimassa olevan mittaussäännön mukainen pyöreän puun todellisen tilavuuden mää-

rittämistapa. Tällä tavalla ei kuitenkaan saada todellista tilavuutta, vaan tyvitukeilla jopa 8–10 % todellista (tarkkaa) tilavuutta pienempiä kuutiomääriä. PÖNTYSEN käyttämä tapa oli toki tarkempi. Molemmissa mainituissa tutkimuksissa esitetään kuorettomien kuutiomäärien muuntamiseen tarkoitetut latvamuotoluvut pituus- ja latvaläpimittaluokittain, erikseen 10- ja 12-järjestelmän mitoille. ARO ja RIKKONEN esittävät vielä erikseen tyvi- ja muille tukeille omat taulukkonsa. Ne sisältyvät metsäntutkimuslaitoksen päätökseen puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista (*Metsäntutkimuslaitoksen . . .* 1969). Latvamuotoluvut esitetään erikseen Pohjois- ja Etelä-Suomelle.

Jälleen vuonna 1970 kerättiin uusi aineisto latvamuotolukututkimusta varten (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 a, 1971 b). Ponttime-na oli ennakoitu uuteen mittajärjestelmään siirtyminen. Aineistoksi kerättiin Saimaan ja Kemijoen vesistöalueilta 10 500 mäntyttukkia ja 8 900 kuusitukkia. HEISKANEN ja RIKKONEN laativat ensin todellisen kiintomitan osalta tasavaan keskeltämittaukseen ja teknillisen kiintomitan osalta alenevaan latvastamittaukseen perustuvat latvamuotoluvut. Saatujen tulosten todetaan pääpiirtein tuovan esille samoja piirteitä kuin aikaisemmatkin selvitykset. Huomattavimpana erona mainitaan nyt saatujen lukujen piehemmys aikaisemmin esitettyihin verrattuna. Läpimittaluokittain latvamuotolukujen (ja kapenemisen) hajonnan mainitaan olevan hyvin suuri. Puuneuvottelukunnan päätyessä suosittamaan havusahatukkien mittauksessa ja todellisen kiintomitan määrittämisessä tutkimusaineistosta poikkeavaa menettelyä (ks. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 21), laskivat HEISKANEN ja RIKKONEN uutta käytäntöä vastaavat latvamuotoluvut käyttämällä jo laskettuja läpimittaluokittaisia latvakapenemisiä. Samalla korjattiin keskusläpimitan mukainen kiintomitta todellista puumäärää tarkemmin vastaavaksi likiarvoksi. Muuntaminen suoritettiin latvaläpimittaluokittain ARON ja RIKKONEN esittämien lukujen perusteella niin, että kokonaiskorjaukseksi tuli + 3 %, joka perustui useisiin aikaisempiin tutkimustuloksiin

(ks. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 40). Korjaus on huomattavasti pienempi kuin tutkimusaineistosta (mt. s. 20) keskimäärin saatu tarkan kiintomitan (upotusmittaus) ja keskuskiintomitan ero. Lopulliset mänty- ja kuusitukkien latvamuotoluvut esitetään läpimittaluokittain (2 cm tasaava), erikseen Etelä- ja Pohjois-Suomelle.

Nyt esillä olevan tutkimuksen kirjoittajilla on ollut käytettävissään metsäntutkimuslaitoksessa kerätty pystypuiden kuutioimis- ja kuiva-ainepainotutkimuksen koepuumateriaali. Tästä aineistosta ovat kirjoittajat jo aikaisemmin johtaneet useita havupuurunkoja koskevia yhtälöitä (LAASASENAHO ja SEVOLA 1971). Aineistolla on eräitä tärkeitä hyviä puolia, jotka yhdessä tutkimusaiheen aktualisoitumisen kanssa antoivat kimmokkeen tämän selvityksen tekemiseen. Aineiston hyviä puolia ovat sen jous-

tava käyttömahdollisuus tietokoneilla, koepuiden tarkka mittaus ja melko hyvä edustavuus (ks. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 9). Toisaalta voidaan sanoa, ettei koepuumateriaali parhaalla tavalla edusta uudistuskypsien metsien puustoja, joista tukkipuuleimikköiden pääosa muodostuu. Aineiston keräystavan vuoksi ei latvamuotolukujen tarkkuutta voida kuitenkaan tarkastella metsiköittäin. Ja vaikka tukit jaettiin laatuluokkiin, ei laatu ollut kuitenkaan apteeraukseen vaikuttavana tekijänä. Aineiston ja tutkimusmenetelmän ehkä suurin ansio on, että teoreettisesta apteerauksesta huolimatta voidaan selvittää *latvamuotolukujen vaihtelun suuruutta*. Tukkien tarkan ja keskusläpimittaan perustuvan kiintomitan suhdetta kyettiin myös tarkastelemaan luotettavasti. Tukkien kuoriprosenttien osalta aineistosta ei saatu kovinkaan luotettavia tuloksia.

3. TUTKIMUSAINIESTO

Koepuut on kerätty 95:ltä alueittaista satunnaisotantaa käyttäen valitulta valtakunnan metsien inventoinnin lohkolta. Mahdollisimman tarkkaa kuutiointia varten koepuista mitattiin läpimitat ja kuoren paksuudet suhteellisilta korkeuksilta, yhteensä 14:sta eri kohdasta. Kolmen peräkkäisen runkokäyrän pisteen kautta kulkevalla funktiolla laskettiin läpimitat 10 cm:n välein ylimmästä katkaisua haittaavasta juureniskasta latvaan saakka. Runkojen apteeraus ohjelmoitiin tietokoneelle. Apteerauksen päätöskriteeriksi valittiin rungon arvo niin, että ohjelma etsi arvon maksimoivan tukkien ja kitupuuosan yhdistelmän. Minimiläpimittana oli männyllä 14 cm ja kuusella 15 cm kuoren alta. Tukkien yksikköhinnan järeysporrastus perustui HEISKANEN ja ASIKAISEN (1969) julkaisuun. Apteerausparametrejä ja koepuiden mitausta on tarkemmin selostettu kirjoittajien ai-

kaisemmassa työssä (LAASASENAHO ja SEVOLA 1971). Kaikkiaan 1 291 mäntytukkipuun ja 744 kuusitukkipuun laskennallisessa pölkytyksessä syntyi 2 550 mänty- ja 1 416 kuusitukkia. Niistä otettiin tähän tutkimukseen vain metsämaalla kasvaneiden runkojen (1 196 ja 743) tukit eli yhteensä 2 409 ja 1 415 tukkia. Tässä ei siis haluttu ottaa mukaan kitumaan runkoja, jotka ilmeisesti ovat keskimääräistä huonompimuotoisia, koska hakkuissakin kitumailta kertyvä tukkimäärä on vähäinen.

Tukkien jakautuminen latväläpimitta- ja pituusluokkiin nähdään taulukoista 1 ja 2. Läpimittaluokitus on 1 cm:n tasaava, ilman kuorta. Rungon mittaustavan mukaisesti tukkien läpimitat ovat eteen sattavalta puolelta mitattuja. Tukin pituudet ovat täsmällisiä (10 cm:n tasausvaran sisältäviä).

Taulukko 1. Mäntytukkien jakautuminen läpimitta- ja pituusluokkiin.
 Table 1. Distribution of pine logs by diameter and length classes.

D cm	Tukin pituus, dm – Log length, dm									Yhteensä Total
	40	43	46	49	52	55	58	61	64	
14	—	222	98	55	53	—	—	—	—	428
15	—	63	26	21	37	30	—	—	—	177
16	80	41	45	28	27	17	22	—	—	260
17	51	31	24	31	23	25	15	22	—	222
18	41	30	23	15	13	23	14	11	14	184
19	34	21	19	14	20	7	14	15	16	160
20	22	27	34	18	7	11	7	14	8	148
21	44	15	22	13	17	10	17	10	11	159
22	43	12	15	18	7	12	10	12	10	139
23	26	27	13	7	8	12	10	9	10	122
24	23	7	9	11	4	2	8	12	9	85
25	11	12	11	5	3	10	10	3	12	77
26	8	8	4	6	6	13	9	6	12	72
27	4	4	2	5	6	8	6	8	5	48
28	4	1	3	2	7	5	4	3	3	32
29	—	1	1	2	—	4	2	1	1	12
30	2	2	5	3	3	3	1	3	5	27
31–33	7	6	7	4	8	—	3	1	3	39
34–36	5	2	2	3	—	—	—	—	—	12
37 +	—	3	—	1	1	—	1	—	—	6
Yhteensä Total	405	535	363	262	250	192	153	130	119	2409

Tukit kasaantuvat melko selvästi pieniin läpimittaluokkiin. Luokkien 14–18 cm tukkien osuus mäntytukkien kokonaismäärästä on 53 %, vastaavan luvun HEISKASEN ja RIKKOSEN (1971 b) aineistossa olleesta 47 %. ARON ja RIKKOSEN (1966) aineistossa keskittyminen vastaaviin luokkiin oli vähäisempi. He toteavatkin järeiden tukkien osuuden olevan heidän

aineistossaan huomattavasti suuremman kuin yleensä käytännön jakautumissa. Toisaalta tässä tutkimuksessa ei esiinny lainkaan alle 14 cm:n luokkaan kuuluvia tukkeja. Kasaantuminen lyhyihin pituusluokkiin on sekä männällä että kuusella voimakkaampaa kuin ARON ja RIKKOSEN aineistossa.

Taulukko 2. Kuusitukkien jakautuminen läpimitta- ja pituusluokkiin.
 Table 2. Distribution of spruce logs by diameter and length classes.

D cm	Tukin pituus, dm – Log length, dm									Yhteensä Total
	40	43	46	49	52	55	58	61	64	
15		109	76	39	34					258
16		51	46	29	18	10	16			170
17	41	31	22	27	17	11	9	22		180
18	13	14	10	7	14	19	9	6		92
19	8	14	13	17	8	7	6	7	4	84
20	22	22	10	8	14	11	5	9	9	110
21	32	12	16	8	3	14	15	8	10	118
22	14	25	7	8	5	13	10	6	11	99
23	9	9	2	10	12	5	7	2	6	62
24	5	7	8	6	2	5	1	7	3	44
25	6	5	8	4	3	5	1	2	1	35
26	6	3	3	2	5	2	3	2	2	28
27	10	3	—	5	4	1	3	4	4	34
28	5	3	1	5	2	1	—	3	1	21
29	—	2	1	3	1	1	3	1	—	12
30	3	4	3	2	2	1	2	2	—	19
31–33	2	4	6	7	4	1	2	—	—	26
34–36	2	4	4	—	—	1	—	—	—	11
37+	5	4	2	—	—	—	—	1	—	12
Yhteensä Total	183	326	238	187	148	108	92	82	51	1 415

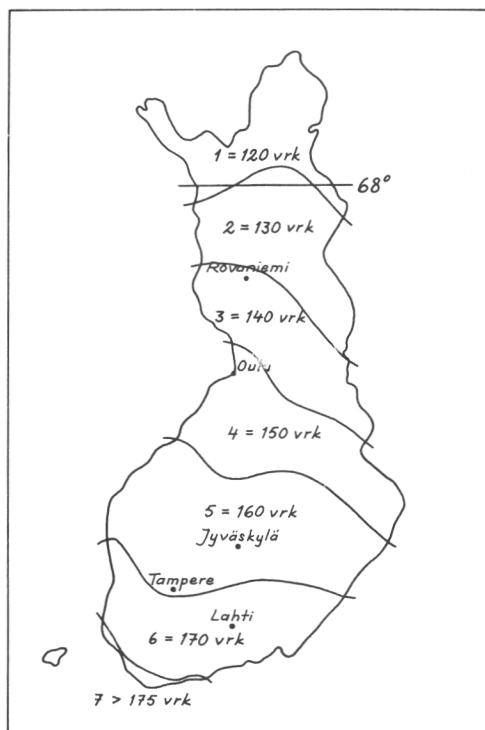
Kuusitukkien kohdalla läpimitaluokkiin 15–19 cm kuului 55 % tukeista, HEISKASEN ja RIKKOSEN aineistossa lähes 62 %.

Tyvitukkien osuus koko tukkimäärästä on männyllä 50 % ja kuusella 53 %, HEISKASEN ja RIKKOSEN aineistossa vastaavasti 52 ja 68 %. Tyvitukkien osuus on luonnollisesti hyvin erilainen eri läpimitta- ja pituusluokissa. Esimerkiksi männyllä läpimitaluokissa 17 ja 27 cm (kuoretta, 2 cm tasaava) tyvitukkisadannekset ovat 49 ja 75 %, pituusluokissa 46, 49 ja 52 dm vastaavasti 39, 60 ja 79 %. Kuusella vastaavat sadannekset ovat aivan samaa suuruusluokkaa. Koko aineistosta laskettuna saadaan molemmilla puulajeilla tukkien keskipituudeksi 48.5 dm. Tukkilajeittain keskipituudet esitetään myöhemmässä yhteydessä (Taulukko 7, s. 15).

Tukkien alueellinen jakautuminen on esitetty ilmastovyöhykkeittäin taulukossa 3. Ilmastovyöhykkeet näkyvät kuvasta 1.

Kuva 1. Termisen kasvukauden pituuteen perustuvat ilmastovyöhykkeet.

Fig. 1. Climatic regions based on the length of thermal vegetation season.



Taulukko 3. Tukkien jakautuminen ilmastovyöhykkeisiin (ks. kuva 1 s. 7).
 Table 3. Distribution of logs by climatic regions (S. fig. 1 p. 7).

Tukkilaji <i>Log type</i>	Ilmastovyöhyke – <i>Climatic region</i>							Koko maa <i>Whole country</i>
	1	2	3	4	5	6	7	
<u>Mänty – Pine</u>								
Tyvitukit <i>Butt logs</i>	75	146	118	184	347	313	13	1 196
Välitukit <i>Middle logs</i>	6	35	9	45	123	165	10	393
Latvatukit <i>Top logs</i>	44	106	69	116	231	242	12	820
Kaikki tukit <i>All logs</i>	125	287	196	345	701	720	35	2 409
<u>Kuusi – Spruce</u>								
Tyvitukit <i>Butt logs</i>		31	40	103	329	231	9	743
Välitukit <i>Middle logs</i>		4	1	12	78	116	4	215
Latvatukit <i>Top logs</i>		12	17	46	204	173	5	457
Kaikki tukit <i>All logs</i>		47	58	161	611	520	18	1 415

Aineiston keräysmenetelmän ansiosta taulukosta 3 näkyvät järeän puuston määrän alueelliset erot. Aineiston pääosa on Suomen eteläpuoliskosta, koska siellä on tukkipuustoa paljon enemmän kuin pohjoispuoliskossa. Toisella keräysmenetelmällä voidaan saada halutunlainen alueellinen painotus (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b). Pohjois-Suomen kuusiaineisto on vähäinen, koska siellä kuusen osuus puustosta paljon pienempi kuin eteläosassa maa-

ta. Etelä-Suomen tukkipuuston suurempi järeys näkyy edelleen pienemmissä tyvitukkisadanneksissa. Monet aineistosta laskettavien tunnusten arvot muuttuvat vähitellen tiettyyn suuntaan mentäessä etelästä pohjoiseen. Koska muuttuminen on vähittäistä, ei tässä yhteydessä aineistoa jaeta kahteen osaan: Etelä- ja Pohjois-Suomi.

Eräs mahdollisuus kuvata koepuiden kertymistä erilaisista metsistä on esittää määräjakauma kehitysluokittain (Taulukko 4).

Taulukko 4. Tukkien jakautuminen kehitysluokkiin.
 Table 4. Distribution of logs by development classes.

Tukkilaji Log type	Kehitysluokka – Development class						Yhteensä Total
	1	2	3	4	5	6	
<i>Mänty – Pine</i>							
Tyvitukit – Butt logs	64	152	409	318	106	147	1 196
Välitukit – Middle logs	29	9	104	169	48	34	393
Latvatukit – Top logs	44	56	281	255	81	103	820
Kaikki tukit – All logs	137	217	794	742	235	284	2 409
<i>Kuusi – Spruce</i>							
Tyvitukit – Butt logs	14	119	265	219	56	70	743
Välitukit – Middle logs	3	7	58	99	36	12	215
Latvatukit – Top logs	11	39	166	160	48	33	457
Kaikki tukit – All logs	28	165	489	478	140	115	1 415

Kehitysluokat – Development classes

- 1 taimisto tai riukuasteen metsikkö sekä ylispuita – seedling and sapling stands with standards
- 2 harvennusemetsikkö – thinning stand
- 3 väljennusemetsikkö – accretion stand
- 4 uudistuskypsä metsikkö – mature stand
- 5 suojuspuumetsikkö – shelterwood stand
- 6 vajaatuottoinen metsikkö – low-yielding stand

Aineistossa on noin 2/3 väljennusemetsiköistä ja uudistuskypsistä metsiköistä, harvennusemetsiköiden osuuden jäädessä näin 10 prosenttiin. Jakauma ei voine olla kovin poikkeava vastaavasta sahatukkien hakkuukertymäjakaumasta. Tyvitukkien osuus vaikuttaa huomattavasti latvamuotolukuihin. Harvennusemetsiköissä tyvitukkisadannes on huomattavasti korkeampi kuin muissa metsiköissä, jolloin myös vastaavan latvamuotoluvun täytyy olla suurempi. Harvennusemetsien puiden osuus on niin pieni, ettei se voi aiheuttaa käytännön tarvitsemia muuntolu-

kuja ajatellen merkitsevää nousua latvamuotoluvuissa. Muissa luokissa tyvitukkiprosentti on yleensä tavanomainen 40–55.

Apteerauksesta on huomattava, että siinä ei ole otettu huomioon mahdollisia vikaisuuksia eikä laatuluokkia. Apteerauksen kriteerinä käytetyllä rungon arvon maksimoinnilla on kuitenkin vastakkaissuuntainen (pienentävä) vaikutus latvamuotolukuihin. Niinpä teoreettista tukki-osaa ei yleensä kokonaan apteerattu tukeiksi (LAASASENAHO ja SEVOLA 1971, s. 22).

4. TUTKIMUSMENETELMÄ

Edellisessä luvussa on jo lyhyesti selostettu koepuiden keruuta, mittausta ja pölkyttämistä. Kun läpimitat (sekä kuorelliset että kuoretomat) olivat tiedossa 10 cm:n välein, voitiin tukit kuutioida tarkasti. Kuutiointi tapahtui 20 cm:n pätkinä, joiden tilavuus laskettiin *Simpsonin* kaavalla

$$V = (g_0 + 4g_1 + g_2) \cdot \frac{h}{6},$$

missä g_0 , g_1 ja g_2 ovat pätkän ala-, keski- ja yläläpimittaa vastaavat poikkileikkauspinta-alat ja h on pätkän pituus. Tyvitukki alkoi ylimmästä katkaisua haittaavasta juurenniskasta. Tukin tasausvara oli 10 cm ja latvaläpimitta tarkoittaa aivan tukin latvasta mitattua läpimittaa. Teknillistä kiintomittaa laskettaessa tasausvara sisältyi tukin pituuteen.

Nyt voitiin laskea seuraavat neljä tarkkaa latvamuotolukua. Asetelmassa on samalla il-

maistu latvamuotoluvuista edempänä käytettävät lyhenteet.

Tukin tarkka latvaläpimitta <i>Exact top diameter of log</i>	Tukin tarkka kuutiomäärä <i>Exact volume of log</i>	
	Kuorellinen <i>Incl. bark</i>	Kuoreton <i>Excl. bark</i>
Kuorellinen — <i>Incl. bark</i>	LML 1	LML 4
Kuoreton — <i>Excl. bark</i>	LML 3	LML 2

Latvamuotolukujen lisäksi talletettiin kutakin tukkia koskevaan tietueeseen mm. tarkat kuorelliset ja kuoretomat keskusläpimitat, monia runkoa kuvaavia tietoja, kasvupaikka- ja metsikkötunnuksia sekä maantieteellinen sijainti. Tutkimuskohteiksi valittiin, kuten johdannosta on jo käynyt ilmi, tukkien latvamuotoluvut, tukin tarkan ja keskusläpimittaan perustuvan kiintomitan suhde sekä tukkien kuoriprosentit. Tukkitiedostojen käsittelyajot suoritettiin Helsingin Yliopiston laskentakeskuksessa.

5. TUKIN TODELLINEN JA KESKUSLÄPIMITAN MUKAINEN TILAVUUS

Tukin tarkka todellinen kuutiosisältö on melko hankala selvitetävä. Siksi voimassa olevan puutavaran mittaussäännön mukaan pidetään keskusläpimitan mukaista kiintomittaa tukin todellisen tilavuuden riittävän tarkkana likiarvona. Monissa tutkimuksissakin käytetään keskeittämittausta ja mikäli pyritään tarkkaan todelliseen kuutiomäärään, korjataan kuutiointitavasta aiheutunut virhe tietyillä korjauskertoimilla. Korjauskertoimet ovat siis tarkan todellisen ja keskuskiintomitan suhdelukuja. Koska mainituille korjauskertoimille on saatu eri tutkimuksissa hyvinkin erilaisia arvoja (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 40), on kysymystä tutkittu myös tässä yhteydessä. Osittain erot eri selvitysten välillä johtuvat erilaisesta tavasta määrittää tarkka todellinen tilavuus.

Koska tukki on enemmän katkaistun kartion kuin sylinterin muotoinen, keskuskiintomitta on keskimäärin pienempi kuin tarkka todellinen kiintomitta (ks. MAKKONEN 1961). Yleensä tyvikapeneminen (tyvestä keskelle) on huomattavasti suurempi kuin latvakapeneminen (keskeltä latvaan), ainakin tyvitukeilla (ks. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 30). Tyvitukit ovat siten katkaistun neiloidin muotoisia ja niissä keskuskiintomitalla syntyvä aliarvio on vielä suurempi kuin katkaistun kartion muotoisilla tukeilla.

Taulukkoon 5 on laskettu tarkan todellisen tilavuuden suuremmuus prosentteina keskusläpimittaan perustuvaan tilavuuteen verrattuna. Tulokset on laskettu sekä kuorellisille että kuorettomille tilavuuksille summaamalla kuhunkin luokkaan kuuluvien tukkien eri kuutiointitapojen mukaiset tilavuudet. Summien

ero prosentteina on sitten taulukoitu. Ilmastovyöhykkeiden mukaista trendiä ei juuri ole havaittavissa. Kuusella näyttäisivät erot Pohjois-Suomessa olevan suurempia kuin Etelä-Suomessa. Kaikille tukeille laskettu luku on voimakkaasti tyvitukkien osuudesta riippuvainen. Koska edelleen myös muut tekijät kuten kasvupaikka ja metsikön tiheys vaikuttavat tarkasteltaviin lukuihin, ei näin pienellä aineistolla voida saada varmaa kuvaa mahdollisista ilmastovyöhykkeitten välisistä eroavuuksista.

Tukkilajeittain (tyvi-, väli- ja latvatukit) sen sijaan tasoerot ovat aivan selvät. Männyn kuorellisilla tyvitukeilla prosentit ovat suuremmat kuin HEISKASEN ja RIKKOSEN (1971 b, s. 20) upotusmittauksella saamat. Tämä tuntuu luonnolliselta, koska upotusmittaus ei sisällytä kuutiomäärään kaarnassa olevia uurteita ja halkeamia. Saksimittauksessa niiden huomioonottaminen ei ole mahdollista. Ihmetystä herättää väli- ja latvatukeilla oleva ero verrattuna upotusmittauksen tuloksiin. Nyt saadut tulokset tuntuvat sikäli loogisilta, että todellisen ja keskuskiintomitan ero ei voi olla suuri väli- ja

latvatukeilla, joilla yleensä tyvikapeneminen on latvakapenemistä pienempi (ks. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 32). Taulukon 5 mukaan näyttää siltä, että välitukit ovat lähes sylinterin muotoisia ja latvatukkien kohdalta rungon muoto on kartiomainen eikä ainakaan selvää paraboloidin muotoa ole havaittavissa.

Kuorellisten ja kuorettomien tukkien prosenttierot tuntuvat luonnollisilta, vain kuusen välitukeilla kuorettomilla tukeilla on saatu suurempi ero kuin kuorellisilla. Tosiasiallinen ero tässä tapauksessa on ilmeisesti hyvin pieni. Männyn tyvitukeilla huomataan kaarnan paksunevan melko voimakkaasti tyveen päin mentäessä.

Tukkilajeittain ja läpimittaluokittain tarkasteltaessa todellisen ja keskuskiintomitan välillä ei ole havaittavissa mitään selvää trendiä läpimitan mukaan. Läpimitasta riippuvuus on sen sijaan aivan selvä kaikille tukeille lasketuilla luvuilla. Seuraavassa asetelmassa on esitetty koko maan aineiston eräissä kahden cm:n läpimittaluokissa kuorellisilla tukeilla olleet prosenttiset erot:

	Tukin latvaläpimitta, cm						
	15	19	23	27	31	35	39
Mänty	3.2	5.5	6.1	7.0	7.6	6.7	12.2
kpl	568	358	260	141	38	10	4
Kuusi	2.0	4.0	4.5	5.2	6.4	6.7	7.0
kpl	59	252	210	63	29	13	9

Läpimittaluokittainen kasvu johtuu tyvitukkien osuuden lisääntymisestä järeytymisen myötä. Kaikissa läpimittaluokissa korjauskertoimet olivat selvästi yli ykkösen (vrt. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 47). Tarkan mittausmenetelmän ja aineiston melko hyvän edustavuuden ansiosta voidaan tässä saatuja tuloksia pitää ilmeisen luotettavina ja täten HEISKASEN ja RIKKOSEN käyttämä 3 %:n keskimääräinen korjauskerroin tuntuisi liian pieneltä. Mittaus-

sääntöä muutettaessa tultaneen keskeltämättä aiheuttama virhe huomioimaan, koska esim. tyvitukeilla virhe voi olla jopa 10 %:n suuruinen. Aiheellista lienee vielä todeta, että myöskään tukin pätkittäinen mittaus ja pätkän keskusläpimitan mukainen kuutiointi eivät anna oikeaa tulosta, vaan kuta lyhyempiä pätkiä käytetään sitä pienemmäksi keskimääräinen ali-arvio tukin todelliselle kuutiosisällölle muodostuu.

6. TUKKIEN KUORIPROSENTIT

Kuoren osuuden tarkemmaksi selvittämissä osa koepeista (ks. Taulukko 6) kaadettiin ja kuorelliset sekä kuorettomat läpimitat selvitettiin ristiinmittauksella (ks. LAASASENAHO ja SEVOLA 1971, s. 9). Pystykoepuista kuoren paksuus määritettiin kuorimittarilla, joka huolellisestikin käytettynä antaa hieman epävarmoja tuloksia. Mittaustulokset saattavat vaihdella mittaussajakohdan ja mittajaan mukaan. Kaarnaisissa rungon osissa kuorimittarin asento vaikuttaa lukemiin. Odotusten mukaista oli, että kaatokoepuiden mittausten menetelmällä kuoren osuudet tulivat pienemmiksi kuin kuorimittariin perustuvalla menetelmällä. Kuoriprosentit ja tukkien lukumäärät ilmastovyöhykkeittäin on merkitty taulukkoon 6. Kuoriprosentit on saatu vertaamalla kuorellisten ja kuorettomien kuutiomäärien summien erotusta kuorelliseen kokonaiskuutiomäärään. Tällä tavalla laskien kuoriprosentti tulee painotetuksi tukkien kuutiomäärillä niin kuin perusteltua onkin. Todetakaan, että kuoriprosenttien aritmeettiset keskiarvot (koko aineistossa molemmilla puulajeilla 12.5 %) ovat huomattavasti pienempiä ja läpimittaluokittain tarkasteltuna menevät aika lähelle Metsäntutkimuslaitoksen muuntolukupäätöksessä julkaistuja arvoja (ks. Metsäntutkimuslaitoksen . . . 1969). Ilmeistä joka tapauksessa on, että kuorimittarilla kuoren paksuus saadaan keskimäärin liian suureksi, kuten on todettu jo aikaisemmissakin tutkimuksissa (ks. esim. OKSTAD 1972).

Havaintojen vähyyys ei oikeuta varmoihin

johtopäätöksiin kuoriprosenttien suuruudesta. Eräitä päätelmiä voidaan kuitenkin tehdä. Männyyn tyvitukeilla kuoren osuus on kaarnan muodostuksen takia runsaasti kaksinkertainen muihin tukkeihin verrattuna. On huomattava, että käytetty mittausten menetelmä yliarvioi kaarnaisen kuoren tilavuuden (halkeamat) vesimittaan verrattuna. Kuusella tukkilajien väliset erot ovat pienet. Välitukeilla kuorisadannes on ehkä pienin. Ilmastovyöhykkeittäin ei männyllä näytä olevan selviä eroja. Sen sijaan kuusitukkien kuoriprosentit suurenevät selvästi pohjoiseen päin mentäessä. Koska kuoriprosentteihin vaikuttavat monet tekijät, ei näin pienin näyttein pystytä varmuudella osoittamaan mahdollisia ilmastovyöhykkeittäisiä eroja. Sama on sanottava kuoriprosentin oikeasta tasosta, vaikka oletettaisiin kaatokoepuiden kuoren osuudet oikeiksi.

Jos tukin kuorisadannes määritetään tukin keskikohdasta mitaten kuoren paksuuden perusteella, saadaan yleensä kuoren määrää aliarvioivia lukuja, etenkin männyllä. Koko aineistosta laskien oli todellisten kuoriprosenttien summan suhde tukin keskikohdan mukaisten kuoriprosenttien summaan mäntytyvitukeilla 1.212 ja kaikilla tukeilla 1.140. Kuusen vastaavat luvut ovat 1.049 ja 1.024. Tarkimmin keskikohdan mukainen kuorisadannes estimoii männyyn latvatukkien (1.007) sekä kuusen väli- ja latvatukkien (0.997 ja 0.995) kuoriprosentteja.

7. TUKKIEN LATVAMUOTOLUVUT

Latvamuotolukuihin vaikuttavia tekijöitä on melko seikkaperäisesti käsitelty monissa julkaisuissa (esim. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b). Seuraavassa ei paljon analysoida näiden tekijöiden vaikutuksia, vaan pääpaino on latvamuotolukujen vaihtelulla. Sen selvittämissä käytetty tutkimusmenetelmä on antanut hyvät mahdollisuudet.

Taulukosta 7 nähdään eräitä tärkeimpiä tutkimusaineistojen keskiarvo- ja hajontatietoja. Tukkilajeittain latvamuotolukujen keskiarvot ovat selvästi eri suuria. Pienimmät ne ovat välitukeilla niin kuin luonnolliselta tuntuukin. Välitukeilla latvamuotolukujen hajonnat ovat vain noin puolet kaikkien tukkien latvamuotolukujen hajonnasta. Välitukit ovat tässä aineistossa

Taulukko 6. Tukkien kuoriprosentit kaatokoepuilla (a) ja koko aineistossa (b) puulajeittain, tukin aseman mukaan ja ilmasto-tyyppittain jaoteltuna.

Table 6. Bark percentages of logs of the felled sample trees (a) and of the whole material (b) by tree species, log type and climatic regions.

Tukin asema Log type	Ilmasto-tyyppi — Climatic region														Koko maa Whole country	
	1		2		3		4		5		6		7		a	b
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Mänty — Pine	16.0	18.9	15.6	19.1	16.0	19.1	17.9	19.5	18.3	20.5	18.7	20.9	19.7	19.8	17.8	20.1
Tyytutukit — Butt logs	12	75	21	146	15	118	17	184	44	347	34	313	10	13	153	1196
Kpl — Number	11.1	11.7	6.8	9.8	—	9.2	7.0	8.3	6.2	7.9	6.1	7.9	6.9	7.0	6.4	8.2
Välitukit — Middle logs	1	6	4	35	—	9	9	45	45	123	30	165	9	10	98	393
Kpl — Number	6.9	10.6	7.5	10.7	6.8	8.6	6.9	9.1	6.8	9.1	6.6	8.6	7.3	8.4	6.9	9.2
Latvatukit — Top logs	6	44	15	106	8	69	11	116	39	231	27	242	9	12	115	820
Kpl — Number	13.5	16.3	12.5	15.8	13.7	15.9	13.2	15.5	12.1	15.7	12.4	15.2	13.1	13.5	12.6	15.6
Kaikki tukit — All logs	19	125	40	287	23	196	37	345	128	701	91	720	28	35	366	2409
Kpl — Number	—	—	16.0	23.1	14.1	19.7	16.4	15.6	10.5	14.3	10.2	12.4	10.9	10.9	11.3	14.3
Kuusi — Spruce	—	—	2	31	7	40	11	103	24	329	34	231	9	9	87	743
Tyytutukit — Butt logs	—	—	—	25.9	—	18.6	—	14.4	9.9	13.5	10.3	11.6	10.4	10.4	10.2	12.7
Kpl — Number	—	—	—	4	—	1	—	12	6	78	26	116	4	4	36	215
Välitukit — Middle logs	—	—	—	20.8	15.6	19.4	16.4	15.8	11.3	14.4	11.9	13.0	12.3	12.3	12.3	14.4
Kpl — Number	—	—	—	12	2	17	5	46	15	204	27	173	5	5	54	457
Latvatukit — Top logs	—	—	16.0	23.0	14.3	19.6	16.4	15.5	10.6	14.2	10.5	12.3	11.0	11.0	11.2	14.0
Kpl — Number	—	—	2	47	9	58	16	161	45	611	87	520	18	18	177	1415

Taulukko 7. Tukkiaineiston keskiarvo- ja hajontatietoja puulajittain ja tukin aseman mukaan.
 Table 7. Some means and standard deviations of the log -material by tree species and by log type.

Tukin asema Log type	Tukkeja, kpl Number of logs	LML 1 1)	LML 2 1)	LML 3 1)	LML 4 1)	Latvalpm. – Top.diam.		Tukin pituus, Log length dm
						Kuorellinen Incl.bark	Kuoretton Excl.bark	
						cm		
Mänty – Pine								
Tyvitukit – Butt logs	1 196	1.360 0.102	1.249 0.089	1.506 0.126	1.129 0.081	21.86 5.04	20.78 4.79	52.55 6.97
Välitukit – Middle logs	393	1.204 0.055	1.198 0.057	1.297 0.067	1.113 0.057	22.70 3.25	21.88 3.16	45.58 5.98
Latvatukit – Top logs	820	1.427 0.165	1.435 0.170	1.567 0.190	1.307 0.153	16.37 2.11	15.63 2.04	43.85 3.30
Kaikki tukit – All logs	2 409	1.357 0.143	1.304 0.153	1.492 0.171	1.187 0.138	20.13 4.82	19.21 4.60	48.45 7.11
Kuusi – Spruce								
Tyvitukit – Butt logs	743	1.291 0.101	1.284 0.102	1.476 0.143	1.125 0.083	22.47 5.10	21.05 4.87	51.64 6.92
Välitukit – Middle logs	215	1.216 0.063	1.221 0.065	1.377 0.086	1.079 0.061	24.65 4.21	23.16 3.95	46.35 6.16
Latvatukit – Top logs	457	1.373 0.099	1.386 0.106	1.586 0.134	1.201 0.088	17.39 1.67	16.19 1.54	44.54 3.41
Kaikki tukit – All logs	1 415	1.306 0.109	1.308 0.115	1.496 0.150	1.142 0.092	21.16 4.96	19.80 4.73	48.54 6.75

1) Katso asetelma s. 10. – S. set-up p. 10.

myös järeimpiä. Latvatukkien latvamuotoluvut ovat selvästi suurimmat. Osittain se selittyy jo latvatukkien keskimäärin muita pienemmillä läpimitoilla. Huolimatta latvatukkien läpimittojen pienistä hajonnoista, latvamuotolukujen hajonnat ovat etenkin männyllä suuret. Kuoren kaksinkertaisen paksuuden keskiarvo (kuorellisten ja kuorettomien keskiläpimittojen erotus) on yli 10 mm kaikilla kuusen tukkilajeilla, mutta männyllä vain tyvitukeilla. Kuoren paksuuden mittauksen epävarmuuden vuoksi latvamuotoluvut LML 1 ja LML 2 ovat tarkimmat. Tukkien keskipituuksissa on selvät erot tukkilajeittain. On luonnollista, että tyvitukkien keskipituus on suurempi kuin muiden tukkien (vrt. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 20). Pienimmän neliösumman menetelmällä laskettiin yhtälöt, jotka ilmaisevat latvamuotoluvun tukin latvaläpimitan ja sen käänteisluvun funktiona. Tällaiset yhtälöt laskettiin eri tukkilajeille ja myös erittelemällä kaikille tukeille. LML 2:n yhtälön selityssasteen prosentteina olivat:

	Mänty – Pine	Kuusi – Spruce
Tyvitukit – <i>Butt logs</i>	17.7	14.0
Välitukit – <i>Middle logs</i>	2.1	15.3
Latvatukit – <i>Top logs</i>	3.6	6.9
Kaikki tukit – <i>All logs</i>	32.3	28.8

Muille latvamuotoluvuille (LML 1, LML 3 ja LML 4) selityssasteet olivat samaa suuruusluokkaa. Vaikka latvaläpimitan ja sen käänteisarvon kertoimen t-arvot olivat merkitseviä, latvamuotolukujen riippuvuus läpimitasta on heikko, joten *pelkästään latvaläpimitan funktiona esitettävät latvamuotoluvut ovat epätarkkoja*. Sellaiset lisäselittäjät kuin maantieteellinen leveysaste ja korkeus merenpinnasta toivat vain muutaman prosenttiyksikön nousun selityssasteisiin. Koska maantieteellisen sijainninkaan, vaikka sen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä, mukaan otto ei johtanut tyydyttävään tulok-

seen, oli harkittava muita ratkaisuja latvamuotoluvun selityssperustaksi.

Tukin muodon vaihtelun selvittämiseksi tuntuksi luonnolliselta mitata lisäksi tukin keskusläpimitta. Mikäli tukin todellinen tilavuus olisi keskusläpimitan mukaisen sylinterin tilavuus, olisi latvamuotoluku tarkasti keskusläpimitan ja latvaläpimitan neliöiden suhde. Kun mainittu ehto ei kuitenkaan ole voimassa, ei tarkkaan todelliseen kuutiomäärään johtavaa latvamuotolukua saada tarkasti määritetyksi keskusläpimitan avulla (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 7). Latvamuotoluvuille laskettiin nyt uudet yhtälöt, joissa on mukana myös keskusläpimitta (ks. seur. sivu).

LML 4:n yhtälöitä ei tässä yhteydessä esitetä, koska niillä ei todennäköisesti olisi käyttöä. Yhtälöiden selityssasteet (R^2) ovat korkeat. Samojen mittaustunnisten lisätransformaatiot eivät enää olennaisesti nostaneet selityssastetta. Myös maantieteellistä sijaintia, korkeutta merenpinnasta ja kasvualustaa kuvaavat muuttujat nostivat selityssastetta vain vähän.

Tukkilajeittain tarkasteltuna voidaan todeta väli- ja latvatukkien erityisen korkeat selityssasteet. Tyvitukkien tyviosien muodon vaihtelua ei tukin latvakapeneminen selitä läheskään yhtä hyvin. Käytettäessä siis keskus- ja latvaläpimitan suhdetta erittelemättömien tukkien latvamuotoluvun vaihtelun (hajonta männyllä oli 10 %) keskiarvosta ja kuusella alle 10 %) selittäjänä, jää jäännösvaihteluksi korkeintaan viideskudesosa eikä virhe todennäköisesti enää ole systemaattinen.

Vertailun vuoksi laskettiin kaikille tukeille LML 2:n yhtälöä käyttäen latvamuotoluvut HEISKASEN ja RIKKOSEN aineiston kapenemisilla (mt. b, s. 32) ja keskipituuksilla. Saadut latvamuotoluvut sekä HEISKASEN ja RIKKOSEN vastaavat latvamuotoluvut nähdään seuraavasta asetelmasta (b = HEISKASEN ja RIKKOSEN latvamuotoluvut).

Latvamuotolukuyhtälöt. – *The equations for the top form factors.*

		R ² , %
<u>Mänty – Pine:</u>		
	LML1 = 0.1555 + 0.96714 · X1	80.6
Tyvitukit	LML2 = 0.2613 + 0.83356 · X2	80.9
<i>Butt logs</i>	LML2 = 0.3493 + 0.65271 · X3	72.4
	LML3 = 0.1363 + 0.99320 · X3	83.8
	LML1 = 0.1556 + 0.87567 · X1	92.8
Välitukit	LML 2 = 0.1328 + 0.89149 · X2	93.4
<i>Middle logs</i>	LML2 = 0.3229 + 0.67870 · X3	74.0
	LML3 = 0.1363 + 0.90000 · X3	94.1
	LML1 = 0.0485 + 0.97672 · X1	95.6
Latvatukit	LML2 = 0.0466 + 0.97761 · X2	95.5
<i>Lop logs</i>	LML2 = 0.0964 + 0.86339 · X3	92.6
	LML3 = 0.0467 + 0.98100 · X3	95.9
	LML1 = 0.2231 + 0.87651 · X1	81.7
Kaikki tukit	LML2 = 0.1726 + 0.89319 · X2	92.4
<i>All logs</i>	LML2 = 0.0997 + 0.84663 · X3	89.1
	LML3 = 0.1938 + 0.91302 · X3	83.5

Kuusi – Spruce:

	LML1 = 0.0927 + 0.98862 · X1	83.0
Tyvitukit	LML2 = 0.1235 + 0.95595 · X2	82.8
<i>Butt logs</i>	LML2 = 0.3236 + 0.69339 · X3	78.0
	LML3 = 0.0461 + 1.03198 · X3	88.6
	LML1 = 0.0194 + 0.98709 · X1	97.0
Välitukit	LML2 = 0.0131 + 0.99272 · X2	96.9
<i>Middle logs</i>	LML2 = 0.3043 + 0.66800 · X3	76.3
	LML3 = 0.0060 + 0.99873 · X3	97.9
	LML1 = 0.0364 + 0.98589 · X1	95.0
Latvatukit	LML2 = 0.0376 + 0.98593 · X2	95.0
<i>Top logs</i>	LML2 = 0.2189 + 0.74567 · X3	86.2
	LML3 = 0.0161 + 1.00251 · X3	96.3
	LML1 = 0.1968 + 0.88141 · X1	83.0
Kaikki tukit	LML2 = 0.1794 + 0.89242 · X2	86.3
<i>All logs</i>	LML2 = 0.3131 + 0.68982 · X3	83.0
	LML3 = 0.1564 + 0.92939 · X3	87.6

$$X1 = \left(\frac{\text{keskusläpimitta k:neen/latvaläpimitta k:neen}}{\text{middle diam. incl.bark/top diam. incl. bark}} \right)^2$$

$$X2 = \left(\frac{\text{keskusläpimitta k:tta/latvaläpimitta k:tta}}{\text{middle diam. excl.bark/top diam. excl. bark}} \right)^2$$

$$X3 = \left(\frac{\text{keskusläpimitta k:neen/latvaläpimitta k:tta}}{\text{middle diam. incl.bark/top diam. excl. bark}} \right)^2$$

D cm	Etelä-Suomi				Pohjois-Suomi			
	Mänty		Kuusi		Mänty		Kuusi	
	a	b	a	b	a	b	a	b
13	1.45	1.44	1.52	1.56	1.46	1.46	1.55	1.60
15	1.36	1.34	1.37	1.38	1.35	1.35	1.42	1.43
17	1.29	1.27	1.32	1.30	1.32	1.29	1.35	1.36
19	1.24	1.23	1.27	1.26	1.27	1.26	1.31	1.31
21	1.21	1.20	1.26	1.23	1.24	1.23	1.29	1.29
23	1.19	1.18	1.23	1.22	1.23	1.22	1.29	1.28
25	1.17	1.17	1.21	1.21	1.19	1.20	1.28	1.26
27	1.18	1.17	1.23	1.21	1.20	1.19	1.25	1.25
29	1.16	1.17	1.21	1.20	1.21	1.18	1.23	1.24

Saadut tulokset ovat melko hyvin yhtenevät, ainoastaan kuusella läpimittaluokassa 13 on melko selvä ero. Käytetyt kapenemistiedot olivat tasoittamattomia, mistä johtuu pieni hyppelehtiminen yhtälöillä saaduissa tuloksissa. Tukien keskipituudet eivät ole käytännössä samat eri läpimittaluokissa (esim. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 24), joka olisi syytä ottaa huomioon latvamuotolukuja laadittaessa.

Latvamuotolukujen tarkkuutta arvioitaessa olisi syytä pitää erillään niiden paikkansa pitävyyden suurilla maantieteellisillä alueilla keskimäärin sekä tukki- ja leimikkokohtainen tarkkuus.

Edellä ilmoitetut hajontatiedot kertovat latvamuotolukujen tarkkuudesta tukki-kohtaisesti, mutta samalla niistä voidaan päätellä myös leimikkoita tarkkuutta.

Latvamuotolukujen vaihtelu metsiköittäin on pienempi samankaltaisten kasvupaikka-, metsikön tiheys- ja rodullisten ominaisuuksien vuoksi kuin maantieteellisillä alueilla, mutta keskiarvot saattavat vaihdella huomattavasti samaa järeysluokkaa olevissa metsiköissä. Pelkkään latvaläpimittaan perustuvilla muuntoluvuilla leimikon todellisen kuutiomäärän laskemisessa on systemaattisen yli- tai aliarvion vaara suuri. Esimerkiksi pääasiassa vähän kapenevista rungoista muodostuvassa leimikossa voidaan päätyä huomattavaan yliarvioon. Tällöin aivan kuin laatulisänä myyjä saa maksun todellista suuremmasta kuutiomäärästä. Päin vastoin voi vastaavasti käydä leimikossa, jossa on paljon huonomuotoisia runkoja. HEISKASEN ja RIKKONEN muuntoluvuilla voi olla enemmän taipumusta viimeainittuun virhearvioon. On vaikeaa sanoa, ovatko tukit siinä aineistossa tavallista parempimuotoisia, mutta ainakin aikaisempiin tutkimusaineistoihin verrattuna kapeneminen on keskimäärin pienempi (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 34). Vaikka

trendiä pienempiin latvamuotolukuihin päin olisi tapahtunut toisaalta puustossa toisaalta apteerauksessa tapahtuneen kehityksen myötä, eri tutkimuksissa saatujen tulosten erilaisuus osoittaa sen, että yleispäteviä latvaläpimittaluokittaisia latvamuotolukuja on melko mahdollon laskea. Tukkerän todellisen kuutiomäärän selvittämiseksi olisi syytä ottaa keskusläpimittaan kohdistuva näyte. Esitetyillä yhtälöillä voidaan sitten laskea tukkeräkohtaiset latvaläpimittaluokittaiset muuntoluvut. HEISKANEN (1970, s. 5) kyllä arvelee, että otanta olisi ylivoimaisen hankala käytännössä. Myös muita tukkien muotoa osoittavia näytteitä ja niitä vastaavia laskentamenetelmiä voidaan kehittää. Kaikki on tietysti hyvin, jos sekä myyjä- että ostajapuoli sekä tietävät että hyväksyvät pelkkään latvaläpimittaan perustuvaan kuutiointiin sisältyvän epävarmuuden. Asian tärkeys kyllä viittäisi siihen, että – muiden joka tapauksessa välttämättömien mittausten ohella – otanta olisi syytä suorittaa ainakin suurempien tukkerien ollessa kyseessä. Tarvittavan laskentarutiinin joustava suorittaminen edellyttäisi kyllä tietokoneen käyttöä.

Seuraavassa tarkastellaan vielä yleisesti eräitä latvamuotolukuihin vaikuttavia tekijöitä. Eri tekijöiden suhteen laskettuja taulukoita ei kuitenkaan esitetä, koska niillä ei olisi kovin suurta käyttöarvoa. Metsikön tiheys ja kasvupaikan laatu vaikuttavat rungon muotoon. Etelä-Suomen osalta latvamuotoluvut ovat keskimäärin pienempiä kuin Pohjois-Suomessa, koska eteläosan tiheämmät metsät tuottavat solakampia runkoja. Paikalliset vaihtelut ovat kuitenkin suuret ja metsät muuttuvat hitaasti pohjoiseen mentäessä. Kasvupaikan laatu liittyy tiheyteen niin, että hyvillä kasvupaikoilla metsät voidaan kasvattaa tiheämpinä. Tiheyteen kytkeytyy myös tukin laatu. Tukien laatu on oksaisuuden

osalta parempi tiheissä metsiköissä. Eri laatu-
luokissa latvamuotoluvut olivat selvästi erilaiset
myös läpimittaluokittain tarkasteltuna (vrt.
ARO ja RIKKONEN 1955, s. 44; sekä HEIS-
KANEN ja RIKKONEN 1971 b, s. 11). Lisäksi
luokkien sisäinen hajonta oli huomattavasti pie-
nempi kuin kokonaishajonta. Laatuoluokituksen
runsaampi käyttö olisi tämänkin johdosta perus-
teltua tukkien hinnoittelussa (HEISKANEN ja
ASIKAINEN 1969), vaikka se kuusen osalta
onkin melko vaikeaselkoinen kriteeri. Laatu
korreloi paljon myös kehitysluokan kanssa.
Harvennusemetsien puut eivät ole vielä karsiutu-
neet kovin korkealle ja tukit ovat siten oksai-
sempia. Harvennusemetsissä latvamuotoluvut
ovat siis yleensä suurempia kuin esimerkiksi
väljennusemetsissä. Väljennusemetsissä ja uudis-
tuskypsissä metsissä runkojen tukkiluku on
myös suurempi. *Tukkiluku onkin eräs kaikkein
ratkaisevimpiä tekijöitä*, koska tukkilajeittain
latvamuotoluvuilla on selvät erot. Tukkiluvun
muuttuessa muuttuvat myös tukkilajien suh-
teelliset osuudet, ja esimerkiksi välitukilla on

huomattavasti pienempi latvamuotoluku kuin
somaläpimittaisella tyvi- ja latvatukilla.

Myös kivennäis-turvealusta-jaottelulla näyt-
täisi olevan merkitystä. Kangasmailla runkojen
tukkien latvamuotoluvut ovat keskimäärin pie-
nempiä kuin korvissa ja rämeillä. Korpityypeillä
metsikkö voi olla tiheääkin, jolloin em. relaatio
ei välttämättä pidäkään paikkaansa. Kasvupaik-
kan korkeuden merenpinnasta luulisi vaikutta-
van rungon muotoon. Tukkien latvamuotolu-
vuissa ei kuitenkaan juuri ole eroja aina 200
metrin korkeuteen asti. Sitä ylempänä latva-
muotoluvut ovat suurempia, etenkin kuusella.
Tämä on hyvin ymmärrettävää, koska yli 200
metrin korkeudessa olevat kasvupaikat ovat ta-
vallisesti tuulisia mäen tai vaaran rinteitä ja
harjanteita, joilla puut eivät kasva kovinkaan
pitkiksi. Maantieteellinen sijainti ei tunnu siten
kovinkaan selvältä tekijältä latvamuotoluku-
alueiksi. Pohjois-Suomessa kasvupaikat ovat kes-
kimäärin korkeammalla merenpinnasta, mutta
paikalliset vaihtelut ovat erittäin suuret.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on selvitetty tukkien uuden
mittausmenetelmän (latvaläpimitan avulla ta-
pahtuva tukin todellisen kiintokuutiometrimää-
rän määrittäminen) edellyttämien latvamuotolukujen
vaihtelua sekä riippuvuutta eri tekijöistä ja sa-
malla myös tukin todellisen tilavuuden määrit-
tämisen tarkkuutta keskiläpimitan avulla sekä
tukkien kuoriprosenttia. Tutkimusaineistona on
käytetty metsäntutkimuslaitoksessa pystypui-
den kuutioimis- ja kuivapainotutkimukseen ke-
rättyä koepuumateriaalia, joka oli kirjoittrajien
aikaisemman tutkimuksen yhteydessä aptee-
rattu puutavaralajeiksi. Laskelmien pohjana oli
2 409 mänty- ja 1 415 kuusitukkia.

Tärkeimmät tutkimustulokset:

1. Keskusläpimitan avulla todettiin saatavan
kaikille tukeille liian pieni tilavuus todelli-
seen tilavuuteen verrattuna. Kuorettomilla
tukeilla keskimääräinen aliarvio oli 3.7 %
männyllä ja 4.0 % kuusella keskuskiintomit-

taan verrattuna. Kuorellisilla tukeilla erot
olivat 5.9 % männyllä ja 4.4 % kuusella
(Taulukko 5). Tukkilajeittain tulokset vaih-
telivat kuitenkin huomattavasti. Tyvitukeilla
aliarvio muodostuu suurimmaksi, kun sen si-
jaan muilla tukeilla erot eivät olleet kovin-
kaan suuria. Maantieteellisellä sijainnilla ei
todettu olevan selvää vaikutusta. Pohjois-
Suomessa näytti virhe muodostuvan keski-
määrin suuremmaksi, etenkin kuusella.

2. Kuoren osuus männyllä vaihtelee tukkilajin
mukaan. Tyvitukeilla se on yli kaksinkertai-
nen muihin tukkeihin verrattuna (Tauluk-
ko 6). Kuusella tukkilajien välillä ei ole sel-
vää eroa, välitukeilla kuoriprosentti on pie-
nin. Kuusella on ilmastovyöhykkeittäin sel-
vät erot, pohjoiseen päin kuoren osuus suu-
reni. Männyllä ei sen sijaan ollut kovinkaan
selvää ilmastovyöhykkeittäistä vaihtelua.
Kuoren mittaustavan todettiin selvästi vai-

kuttavan saatavaan tulokseen: kuorimittarilla saadaan selvästi liian suuri kuoren paksuus.

3. Tukkien latvamuotolukujen hajonta keskiarvoon verrattuna todettiin keskimäärin yli 10 %:ksi männyllä ja vähän alle 10 %:ksi kuusella (Taulukko 7). Tukkilajeittain latvamuotoluvut vaihtelevat selvästi. Välitukeilla ne ja niiden hajonnat ovat pienimmät. Latvamuotoluvun riippuvuus läpimitasta todettiin yllättävän vähäiseksi: vain noin 30 % hajonnasta pystyi läpimita selittämään. Myöskään maantieteellisen sijainnin ja merenpinnasta lasketun korkeuden huomioonotto ei selitystasetta paljoa nostanut. Mikäli tukkerän tilavuus määritetään latvaläpimittojen

avulla, todellinen tilavuus voidaan saada tarkemmin selville mittaamalla osalla tukeista latvaläpimitan lisäksi keskusläpimita ja laskemalla läpimitaluokittain uudet tarkemmat latvamuotoluvut kyseiselle tukkierälle sivulla 17 esitetyillä yhtälöillä. Pelkän latvaläpimitan avulla ei päästä todelliseen tilavuuteen, koska latvamuotolukujen vaihtelu läpimitaluokan sisällä jää huomattavan suuseksi maantieteellisillä suuralueilla. Leimikoittain kysymystä ei ole selvitetty. Latvamuotolukujen todettiin korreloivan voimakkaasti tukin laatuluokan ja tukkiluvun kanssa. Kasvupaikan korkeudella ei sen sijaan todettu olevan kovinkaan suurta merkitystä alle 200 m:n korkeuksilla.

VIITEKIRJALLISUUS

- ARO, PAAVO ja RIKKONEN, PENTTI. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61.7.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. II. Laskelmia latvamuotolukujen vaihteluun vaikuttavista tekijöistä. Konekirjoite.
- HEISKANEN, VEIJO ja ASIKAINEN, KALEVI. 1969. Havusahatukkien järeyden mukaiset arvosuhteet ja hinnoitteluperusteet. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 69.3.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI. 1971 a. Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. Folia Forestalia 115.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI. 1971 b. Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Folia Forestalia 128.
- LAASASENAHO, JOUKO ja SEVOLA, YRJÖ. 1971. Mänty- ja kuusirunkojen puutavara-
- suhteet ja kantoarvot. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 74.3.
- MAKKONEN, OLLI. 1961. Pinotiheysmittareita käytettäessä huomioon otettavia seikkoja. Metsätalon tiedotus n:o 182. Helsinki.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista. 2.5.1969. Folia Forestalia 57.
- OKSTAD, TORBJÖRN. 1972. Barkvolumprosjenter hos massevirke av gran og furu. Norsk institutt for skogforskning. Skogteknologisk avdelning.
- Puutavaranmittauskomitean mietintö. Report of the timber scaling committee. Komiteanmietintö n:o 165. Helsinki 1965.
- PÖNTYNYNEN, V. 1929. Tukkien ym. kappaleittain mitattavien puutavaran todellisen kuutiomäärän laskeminen. Kiintomittataulukkoja. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.
- Uudistuva puutavaran mittaus. 1972. Puun myyjien ja ostajien järjestöjen laatima esite.

- 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 Rikkinen: 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: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät 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.
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Aarne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määritys sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen ja Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen ja Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfaller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho ja Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmioitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela ja Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaodossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in felling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—

- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelmistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on State-owned in Perä-Pohjola.
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen ja Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Etholén Kullervo: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen ja Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho ja Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2,—
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.
Yearbook of forest statistics 1971.
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—