

FOLIA FORESTALIA¹⁴⁷

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

PENTTI HAKKILA, JOUKO LAASASENAHO
JA KARI OITTINEN

KORJUUTEKNISIÄ OKSATIETOJA

BRANCH DATA FOR LOGGING WORK

- 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 männikoille 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: 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 metsavarat vuosina 1969—70.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lapin in 1969—70 5,50
- No 111 Kauko Aho — Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukykyistä 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 — 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 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 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 — 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,—

Timolle yst. Jouko

FOLIA FORESTALIA 147

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1972

Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho ja Kari Oittinen

KORJUUTEKNISIÄ OKSATIETOJA

Branch data for logging work

NSR:n alaisen yhteispohjoismaisen karsimakoneitten kehittämisohjelman alaprojekti

A sub-project of the joint Nordic NSR-program for the development of
delimbing machines

ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimus liittyy NSR:n (Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd) alaiseen karsimistekniikkaan ja -koneitten kehittämiseen tähtäävään yhteispohjoismaiseen projektiin, jonka erään osatehtävän aiheena on puu- ja oksatie-tojen kerääminen ja systematisointi konekehittelyn tarpeisiin. Pääosa työstä tapahtuu Ruotsissa, joka toimii projektin johtavana maana.

Myös oksatietoihin kohdistuva alaprojekti on toteutettu ensisijaisesti Ruotsissa (AGER 1972), ja Suomen tehtäväksi on jäänyt vain täydentää eräitä karsimisen kannalta tärkeitä keskiarvo- ja hajontatietoja meikäläisten korjuu-olojen osalta. Työ perustuu metsäntutkimuslaitoksessa meneillään olevan pystypuitten kuu-tioimis- ja kuivapainotaulukkotutkimuksen koe-puuaineistoon, jonka perusteella on voitu selvitellä Suomen pääpuulajien latvuksen metri-

määräistä ja suhteellista pituutta sekä rungon 70 %:n korkeudelta mitatun oksan paksuutta.

Työn eri vaiheissa ovat aineiston käsittelyyn osallistuneet metsänhoitaja TIMO KALLIOLA ja metsänhoitaja MARKKU SIITONEN. Suunnitteluvaiheessa ovat olleet mukana myös metsänhoitaja PERTTI HARSTELA ja metsänhoitaja KLAUS RANTAPUU. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit VEIJO HEISKANEN ja metsät, tri PAAVO TIIHONEN. Aineiston tietokonekäsittely on suoritettu Helsingin yliopiston puumarkkinatieteen laitoksen avustuksella. Kiitämme yllämainittuja.

Allekirjoittaneista on metsänhoitaja Laasasenaho vastannut aineiston keruusta. Metsät, tri Hakkila ja metsänhoitaja Oittinen ovat yhteisesti laatineet tutkimuksen käsikirjoituksen.

Helsingissä toukokuussa 1972.

Pentti Hakkila Jouko Laasasenaho Kari Oittinen

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
SUMMARY IN ENGLISH	3
LYHENNELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
2. MENETELMÄ JA AINEISTO	5
3. TULOKSET	7
31. Latvuksen pituus	7
32. Paksuin oksa 70 %:n korkeudella	10
KIRJALLISUUSLUETTELO	12
Litetaulukot	13

BRANCH DATA FOR LOGGING WORK

English summary

The modern methods applied to the development of logging machines require familiarity with the basic characteristics of trees. Certain tree and branch data were therefore studied in the joint Nordic project under NSR (Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd) for the development of delimbing techniques and machines. The sub-project was carried out mainly in Sweden. The present study gives some branch data for Finland.

The investigation material was collected from the survey tracts used in the Finnish national forest inventory. The material comprises 95 regional tracts selected by random sampling from different parts of Finland. Twenty six sample stands were measured in each tract. The material comprised in all 2,327 Scots pines, 1,864 Norway spruces and 433 birches (Tables 1 and 2). The birches were partly common, partly white birches.

The material was divided into two parts, forests to be regenerated and those to be thinned. However, as the differences between them were not significant, the results were combined. Geographically, the results are given separately for south and north Finland, the boundary being the same as the southern boundary of the administrative district of Oulu.

The total stem height and the distance of the lower limit of dead and living branches

from ground level, and their standard deviations are given in Appendices 1–3 and Figs. 1–5 as a function of breast height diameter. The figures also show sets of parallel curves in which the corresponding characteristics are presented as a function of the merchantable bole volume. The crown ratio, i.e., the share of the living crown in the overall height of the tree, is an average of 65 per cent for Scots pine, 60 per cent for birch and 80 per cent for Norway spruce (Appendix 4 and Fig. 6). The crown ratio is somewhat greater in the north than in the south.

The diameter of the thickest branch was determined at 70 per cent of the stem height. The results consequently do not represent the whole tree, for the thickest branch is generally lower down the stem.

The diameter of the thickest branch of the smallest merchantable stems at 70 per cent height is under 15 mm. The thickest branch of a stem which has recently reached the saw timber tree size is 20–25 mm for Norway spruce, 30–35 mm Scots pine and 35–40 mm for birch. The thickest branch of large-sized trees with a breast height diameter of 35 cm is 30–40 mm for Norway spruce and 60–70 mm for Scots pine and birch. The variation within the breast height diameter class is greatest in the largest-sized trees (Appendix 5 and Fig. 7).

LYHENNELMÄ

NSR:n (Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd) alaisessa karsimistekniikan ja -koneitten kehittämiseen tähtäävässä yhteispohjoismaisessa projektissa on eräänä osatehtävänä selvitelty konekehittelyssä tarvittavia puu- ja oksatietoja. Käsillä olevassa tutkimuksessa esitetään eräitä karsimisen työvaikeuden kannalta merkityksellisiä oksatietoja Suomen osalta.

Tutkimusaineisto on kerätty valtakunnan metsien inventoinnin traktiverkostoa käyttäen. Mukana on maan eri osista kaikkiaan 95 alueita satunnaisotantaa käyttäen valittua traktia, joissa jokaisella mitattiin 26 koealaa. Aineisto sisältää yhteensä 2327 mäntyä, 1864 kuusta ja 433 koivua (taulukot 1 ja 2).

Aineisto jaettiin kahteen osaan, uudistuskypsiin ja harvennusmetsiin. Kun niitten väliset

erot eivät kuitenkaan osoittautuneet merkitseviksi, julkaistaan tulokset tältä osin yhdistettyinä.

Rungon kokonaispituus sekä kuolleitten ja elävien oksien alarajan etäisyys maan tasalta on esitetty hajontoineen liitetaulukoiissa 1–3 ja kuvissa 1–5 rinnankorkeusläpimitan funktiona. Kuvissa on lisäksi rinnakkaiskäyrästöt, joissa vastaavat suureet on kuvattu rungon käyttöosan tilavuuden funktiona. Elävän latvuksen osuus puun koko pituudesta selviää liitetaulukosta 4 ja kuvasta 6.

Paksuimman oksan läpimitta määritettiin 70 %:n korkeudella rungossa. Tulokset, jotka nähdään liitetaulukosta 5 ja kuvasta 7, eivät näin ollen sellaisinaan edusta koko puuta, jonka paksuin oksa on yleensä alempana rungossa.

1. JOHDANTO

Puutavaran korjuussa käytettävien koneitten kehittytyö on epävarmalla pohjalla, jos käsiteltävien puitten perusominaisuuksia ei tunneta. Esimerkiksi simulointimenetelmää sovellettaessa edellytetään määritettyjä tietoja, joitten puutuessa työn tieteellinen perusta järkkyy.

Karsimakoneita suunniteltaessa tarvitaan sekä varsinaista runkoa että sen oksaisuutta kuvaavia keskiarvo- ja hajontalukuja, joitten perusteella voidaan optimoida kone-elimien mitoitus ja suorituskyky. Korjuuteknisistä oksatekijöistä vaikuttavat työvaikeuteen voimakkaimmin karsittavan rungonosan absoluuttinen ja suhteelli-

nen pituus, oksien määrä ja koko sekä oksan ja rungon välinen lähtökulma.

Yhteispohjoismaisen hakkuutähdeprojektin puitteissa on äskettäin selvitelty suomalaisen männyn ja kuusen oksien tuore- ja kuivapainoa, paksuimman oksan läpimittaa ja pisimmän oksan pituutta puun koon funktioina (HAKKILA 1971). Käsillä olevassa tutkimuksessa esitetään edellisiä täydentäviä oksatietoja tavoitteena luoda edustavaan aineistoon nojautuen kuva siitä, miten rungon oksaisen osan pituus ja oksien paksuus keskimäärin vaihtelevat läpimitaltaan erikokoisilla puilla Etelä- ja Pohjois-Suomessa.

2. MENETELMÄ JA AINEISTO

Tutkimusaineisto on kerätty vuosina 1968–1970 pystypuitten kuutioimis- ja kuivapainotaulukoitten laatimiseksi valtakunnan metsien viidennen inventoinnin traktiverkostoa käyttäen. Mukana on maan eri osista kaikkiaan 95 alueittaista satunnaisotantaa käyttäen valittua traktia, joissa jokaiselta mitattiin 26 koealaa (vrt. LAASASENAHO ja SEVOLA 1971). Kul-takin koealalta mitattiin enintään viisi relas-koopilla valittua koepuuta. Puistoista, luonnon-suojelualueilta, tonttimaalta ja muilta vastaavilta paikoilta ei otettu koealoja, joten aineisto rajoittuu talousmetsiin.

Vain haaroitumattomat puut hyväksyttiin. Haaraksi luettiin rungonosa, jonka läpimitta oli vähintään puolet päärungon paksuudesta kysymyksessä olevalla korkeudella. Milloin pää-rungosta saatiin haaran yläpuolelta ainakin yksi kaksimetrisen pölkky samalla kun haarasta ei tullut käyttöpua, runko kelpuutettiin kuitenkin tutkimusaineistoon. Puuta ei katsottu haaroittuneeksi myöskään silloin, kun haara sijaitti 80 %:n korkeuden yläpuolella rungossa.

Oksattomaksi luokiteltiin rungon se osa, joka jäi sahatukkien laatuoluokituksessa huomioon otettavien kuivien oksien alapuolelle. Pienet, pehmeäksi lahonneet helposti taittuvat oksat katsottiin kuitenkin oksattomaan rungonosaan kuuluviksi. Elävän latvuksen alaraja määräytyi alimman elävän oksan mukaan mutta kuitenkin siten, että yksittäistä tuoretta oksaa ei otettu huomioon, jos välittömästi sen yläpuolella oli kolme tai useampia kuolleita oksakiehkuroita.

Oksan läpimitta määritettiin rungon 70 %:n korkeudelta kolmen lähimmän oksakiehkuran paksuimmasta elävästä oksasta. Mittaukset tehtiin kuoren päältä oksakyhmyyn ulkopuolelta puun pituussuunnassa millimetrin tarkkuudella.

Aineisto sisälsi kaikkiaan 4624 puuta, joitten mittaustulokset taulukoitiin tietokoneella käyttäen rinnankorkeusläpimitalle 2 cm:n ja pituudelle metrin tasaavaa luokitusta. Rinnankorkeusläpimitta määritettiin 1.3 m:n korkeudelta maan pinnasta, ja myös pituuden mittauksen lähtökohtana oli maan pinta.

Puun käyttöosan tilavuuden mukainen ryh-

Taulukko 1. Aineiston jakautuminen rinnankorkeusläpimittaluokittain.

Table 1. Distribution of material by breast height diameter classes.

D _{1,3} -luokka, cm Dbh class, cm	Mänty – Pine		Kuusi – Spruce		Koivu – Birch
	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South
	Puita, kpl – Number of trees				
5	49	40	55	20	22
7	75	33	87	22	26
9	81	50	103	24	31
11	84	61	122	36	32
13	100	51	132	35	39
15	91	60	124	31	29
17	103	64	117	33	43
19	95	76	119	35	41
21	109	63	117	27	35
23	117	78	111	23	38
25	107	53	95	11	31
27	117	49	90	11	18
29	80	44	67	11	13
31	63	45	40	8	6
33	51	34	28	6	4
35+	102	63	72	7	7
Yht. – Total	1424	864	1479	340	415

Taulukko 2. Aineiston jakautuminen rungon käyttöosan tilavuuden mukaan.

Table 2. Distribution of material by merchantable bole volume classes.

Käyttöosa, l Merchantable bole, litres	Mänty – Pine		Kuusi – Spruce		Koivu – Birch
	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South
	Puita, kpl – Number of trees				
– 37	251	164	314	90	95
38– 62	88	62	119	39	34
63– 87	72	41	94	25	29
88– 112	63	41	73	22	18
113– 137	47	40	78	22	20
138– 200	119	85	137	50	43
201– 250	100	69	102	24	36
251– 300	82	57	86	12	29
301– 350	87	53	64	15	24
351– 400	57	46	54	5	15
401– 500	114	62	115	18	40
501– 600	102	52	88	13	23
601– 700	76	43	52	5	11
701– 800	55	23	40	3	7
801– 900	35	14	21	3	3
901–1000	29	10	22	—	1
1000+	66	22	57	2	5
Yht. – Total	1443	884	1516	348	433

mittely pohjautui työvaihetaksojen palkkausperusteissa käytettyyn järeysluokitukseen. (Työvaiheittaiset. .). Käyttöosan minimilatvaläpimitta oli 6 cm kuoren alla, ja käyttöosan tilavuus mitattiin kuorellisena.

Aineiston jakaantuminen puulajeittain ja puun koon mukaan Etelä- ja Pohjois-Suomessa selviää taulukoista 1 ja 2. Maan etelä- ja pohjoisosien rajana on pidetty Oulun läänin etelärajaa.

3. TULOKSET

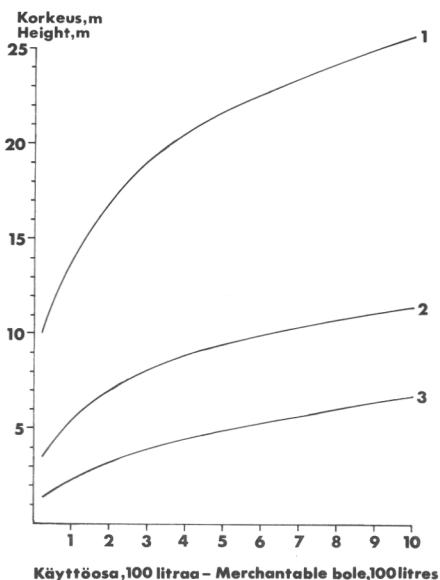
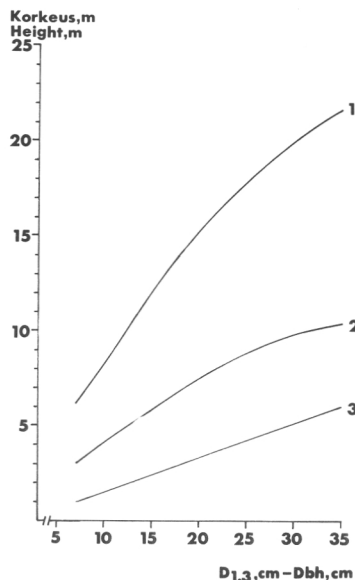
Alkuperäisen tehtävänasettelun mukaan tulokset käsiteltiin erikseen toisaalta Etelä- ja Pohjois-Suomen sekä toisaalta kasvatettavien ja uudistettavien metsien osalta. Vastoin oletuksia erot harvennus- ja uudistuskypsien metsien välillä eivät kuitenkaan osoittautuneet merkitseviksi (KALLIOLA 1971). Siitä syystä lopulliset tulokset esitetään yhdistettyinä. Aineiston suppeuden vuoksi Pohjois-Suomen koivu on jouduttu jättämään pois, ja Etelä-Suomenkin osalta raudus- ja hieskoivu on yhdistetty.

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että ne kuvaavat nykymetsiemme puuston keskimääräisiä ominaisuuksia. Piirrokset eivät niin ollen välttämättä edusta yksityisen

puun latvuksen ja oksan paksuuden kehittymistä puun koon kasvaessa, vaan kuvaajien rakenteeseen vaikuttavat myös noudatetut metsänhoidolliset hakkuutavat, ennen kaikkea alaharvennuksen periaate.

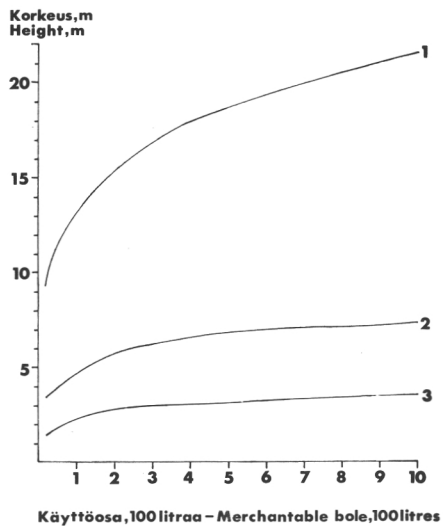
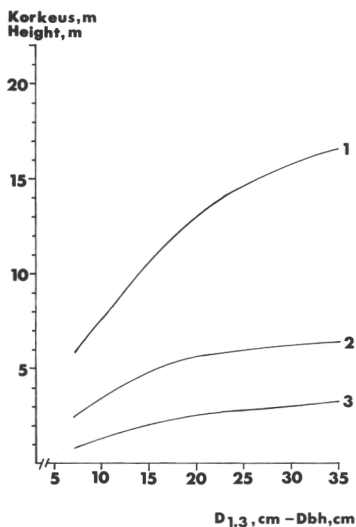
31. Latvuksen pituus

Rungon kokonaispituus sekä kuolleitten ja elävien oksien alarajan etäisyys maan tasalta on esitetty hajontoineen liitetaulukoissa 1–3 ja kuvissa 1–5 rinnankorkeusläpimitan funktiona. Kuvissa on lisäksi rinnakkaiskäyrästöt, joissa



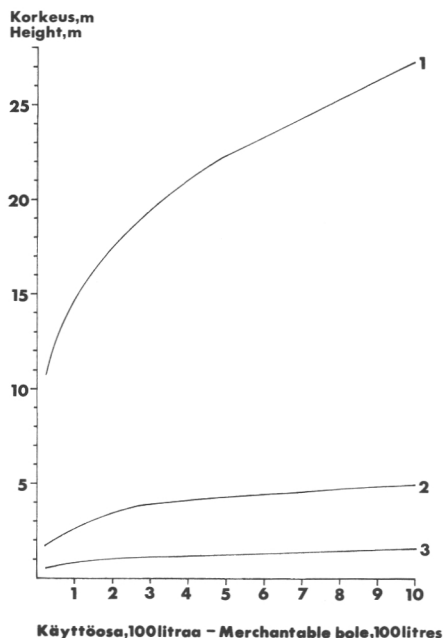
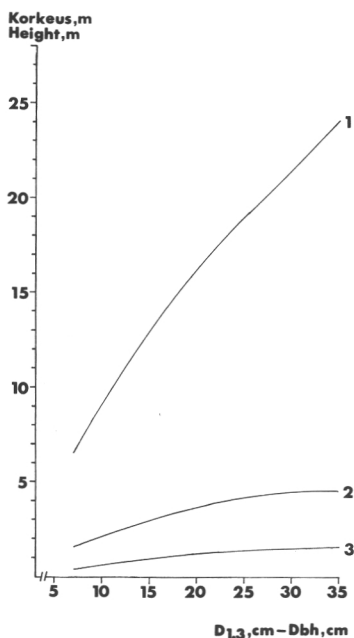
Kuva 1. Puun koko pituus (1) sekä elävien (2) ja kuolleitten (3) oksien alaraja rinnankorkeusläpimitan ja käyttöosan tilavuuden funktiona. Etelä-Suomen mänty.

Figure 1. Tree height (1) and the lower limit of living (2) and dead (3) branches as a function of breast height diameter and merchantable bole volume. Scots pine in South Finland.



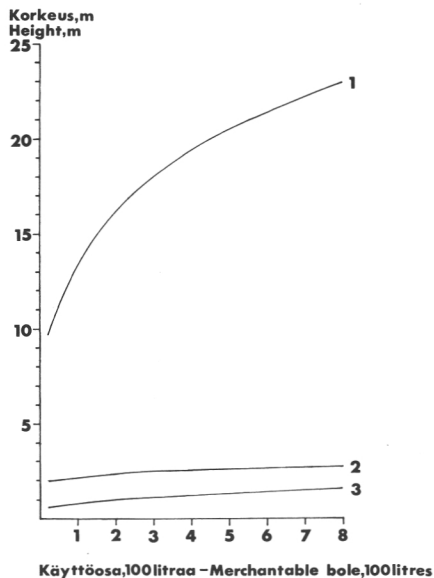
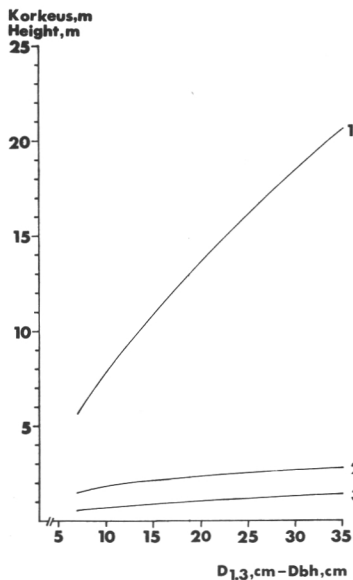
Kuva 2. Puun koko pituus (1) sekä elävien (2) ja kuolleitten (3) oksien alaraja rinnankorkeusläpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona. Pohjois-Suomen mänty.

Figure 2. Tree height (1) and the lower limit of living (2) and dead (3) branches as a function of breast height diameter and merchantable bole volume. Scots pine in North Finland.

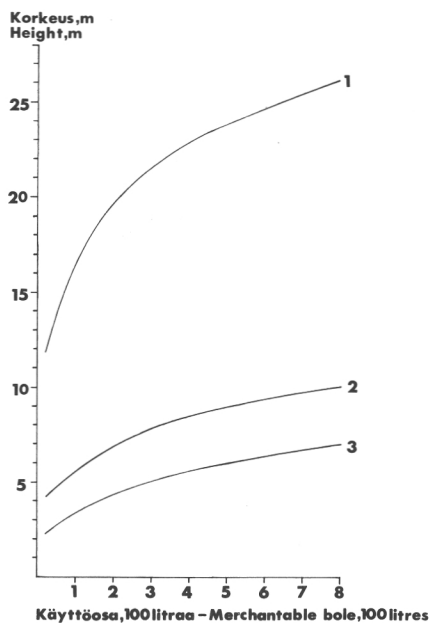
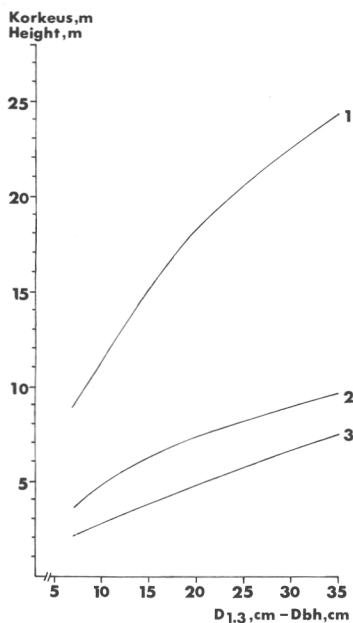


Kuva 3. Puun koko pituus (1) sekä elävien (2) ja kuolleitten (3) oksien alaraja rinnankorkeusläpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona. Etelä-Suomen kuusi.

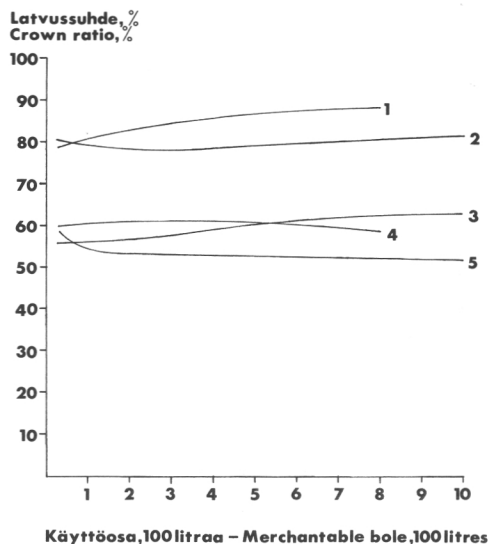
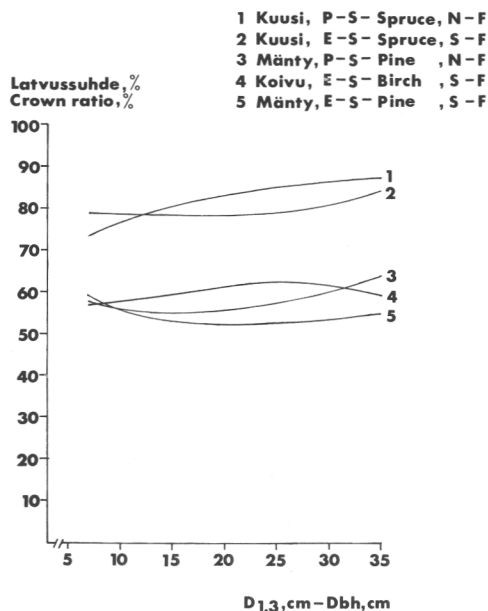
Figure 3. Tree height (1) and the lower limit of living (2) and dead (3) branches as a function of breast height diameter and merchantable bole volume. Norway spruce in South Finland.



Kuva 4. Puun koko pituus (1) sekä elävien (2) ja kuolleitten (3) oksien alaraja rinnankorkeusläpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona. Pohjois-Suomen kuusi.
 Figure 4. Tree height (1) and the lower limit of living (2) and dead (3) branches as a function of breast height diameter and merchantable bole volume. Norway Spruce in North Finland.



Kuva 5. Puun koko pituus (1) sekä elävien (2) ja kuolleitten (3) oksien alaraja rinnankorkeusläpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona. Etelä-Suomen koivu.
 Figure 5. Tree height (1) and the lower limit of living (2) and dead (3) branches as a function of breast height diameter and merchantable bole volume. Birch in South Finland.



Kuva 6. Männyn, kuusen ja koivun latvussuhde Etelä- ja Pohjois-Suomessa rinnankorkeusläpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona.

Figure 6. Crown ratio of Scots pine, Norway spruce and birch in South and North Finland as a function of breast height diameter and merchantable bole volume.

vastaavat suuret on kuvattu rungon käyttöosan tilavuuden funktiona.

Koivu on havupuita solakampi. Myös kuusi on keskimäärin hieman pitempi kuin saman läpimittaluokan mänty. Pohjoisessa kaikki puulajit kapenevat voimakkaammin kuin etelässä.

Oksaton rungonosa on selvästi lyhin kuusella. Männyllä kuivat oksat alkavat keskimäärin ylempää kuin samankokoisen kuusen elävät oksat. Pohjoisessa puut ovat lyhempiä kuin etelässä, ja kuolleet oksat alkavat siellä myös vastaavasti alemmalla.

Yllä mainitut suhteet pätevät myös elävän latvuksen alarajan osalta. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin järeä koivu, jonka elävät oksat ulottuvat keskimäärin hieman alemmaksi kuin männyn.

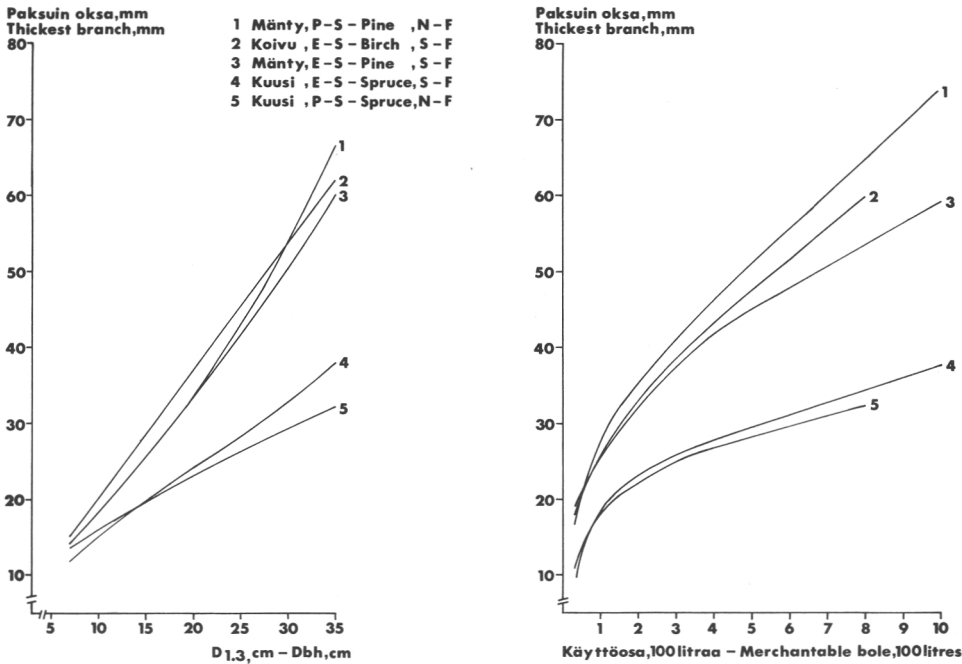
Elävien ja kuolleitten oksien alarajan korkeus tietyn läpimittaluokan puissa vaihtelee kuusella huomattavasti vähemmän kuin männyllä ja koivulla. Variaatiokerroin, joka osoittaa vaihtelun määrän prosentteina keskiarvosta, on kuusella kuitenkin muita puulajeja suurempi.

Latvussuhde eli elävän latvuksen osuus puun koko pituudesta on männyllä keskimäärin 55,

koivulla 60 ja kuusella 80 % (liitetaulukko 4 ja kuva 6). Latvussuhde on pohjoisessa kuitenkin suurempi kuin etelässä, ja lisäksi se vaihtelee myös puun koon mukaan. Läpimittaluokan sisäinen hajonta pienenee puun kasvaessa. Kuvan 6 käyrien muoto on tulos paitsi puitten luontaisesta karsiutumisesta myös metsien osaksi tulleesta käsittelystä.

32. Paksuin oksa 70 %:n korkeudella

Paksuimman oksan läpimitta määritettiin 70 %:n korkeudella rungossa. Tulokset eivät niin ollen sellaisinaan edusta koko puuta, jonka paksuin oksa on yleensä alempana rungossa. Männyllä oksa tosin saavuttaa suurimman läpimittansa hieman rungon puolivälin yläpuolella mutta kuusella jo 40 %:n korkeudella tai järeissä puissa vieläkin alempana (AGER, NILSSON ja von SEGBADEN 1964, NYLINDER 1959, WESTERN 1971). Oksan läpimitta vaihtelee rungon eri korkeuksilla toisaalta kuitenkin verraten vähän (DROLET, NEWHAM ja TSAY 1971).



Kuva 7. Paksuin oksa puun 70 %:n korkeudella rinnankorkeuslöpimitan ja rungon käyttöosan tilavuuden funktiona.

Figure 7. The thickest branch at the 70 % tree height as a function of breast height diameter and merchantable bole volume.

Pääpuulajeistamme on kuusi ohutoksisin. Koivun oksat ovat keskimäärin hieman paksumpia kuin männyn. Männyn oksat ovat pohjoisessa paksumpia kuin etelässä, kuusen osalta asia on päin vastoin. Pelkästään 70 %:n korkeudelta tehdyt mittaukset eivät kuitenkaan mahdollista pitkälle menevää puulajeittaista vertailua.

Oksan paksuus riippuu ratkaisevasti puun koosta. Pienimmillä markkinakelpoisilla rungoilla oksan paksuus 70 %:n korkeudella on alle 15 mm. Vastikään tukkipuun koon saavuttaneessa rungossa paksuin oksa on vastaavasti kuusella 20–25, männyllä 30–35 ja koivulla 35–40 mm. Järeillä, rinnankorkeuslöpimitaltaan 35 cm:n puilla paksuin oksa on vastaavasti kuu-

sella 30–40 sekä männyllä ja koivulla 60–70 mm. Löpimitaluokan sisäinen vaihtelu on suurin järeissä puissa (liitetaulukko 5 ja kuva 7). Pohjoisessa vaihtelu on niinikään suurempi kuin etelässä.

Rinnankorkeuslöpimitaltaan samansuuruisissa puissa oksat ovat sitä paksumpia, mitä voimakkaammin puu kapenee eli mitä pienempi puu on tilavuudeltaan (vrt. HAKKILA 1971). Tämä ilmiö hämärtää jossain määrin rungon kuutiosisällön ja oksan koon välistä riippuvuutta, niin että oksan paksuuden hajonta kuvan 7 kuutiomäärän mukaisilta keskiarvokäyriltä on suurempi kuin rinnankorkeuslöpimitan mukaisilta.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AGER, BENGT H:SON, 1972. Träd- och kvist-data för skogstekniska kalkyler. Ett internordiskt (NSR-) project. Summary: Tree and Branch Data Relevant to Logging Operations. Skogshögskolan - Institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser, nr 50.
- AGER, BENGT H:SON, NILSSON, NILS-ERIC och von SEGEBADEN, GUSTAV. 1964. Beskrivning av vissa skogstekniskt betydelsefulla bestånds- och trädegenskaper samt terrängförhållanden. Summary: Description of some for logging operations important characteristics of forest stands, trees and terrain in Sweden. Studia Forestalia Suecica Nr 20.
- DROLET, J.-C., NEWNHAM, R.M. and TSAY, T.B. 1972. Branchiness of jack pine, black spruce and balsam fir in relation to mechanized delimbing. Forest Management Institute, Ottawa, Ontario. Information Report FMR-X-34.
- HAKKILA, PENTTI. 1971. Coniferous branches as a raw material source. A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues. Lyhennelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Yhteis-pohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen ala-projekti. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 75.1.
- KALLIOLA, TIMO. 1971. Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun oksaisuudesta. Konekirjoite.
- LAASASENAHO, JOUKO ja SEVOLA, YRJÖ. 1971. Mänty- ja kuusirunkojen puutavara-suhteet ja kantoarvot. Summary: Timber assortment relationships and stumpage value of Scots pine and Norway spruce. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 74.3.
- NYLINDER, PER. 1969. Synpunkter på produktionens kvalitet. Skogshögskolan - institutionen för virkeslära. Uppsatser nr U2.
- Työväihetäiset hakkuupalkat. Urakkapalkka-normi 29:80. 1.1.1971-31.3.1972. Palkkausalue 4.
- WESTERN, HALVOR. 1971. Tre- og kvistdata. Summary: Tree and branch study. Drifts-tekniisk Rapport Nr. 10. Det norske Skog-forsøksvesen.

Liitetaulukko 1. Puun pituus sekä elävien ja kuolleitten oksien alaraja rinnankorkeusläpimittaluokittain. Mänty.

Appendix 1. Tree height and the lower limit of living and dead branches by breast height diameter classes. Scots pine.

D _{1,3} , cm Dbh, cm	Puun pituus, m Tree height, m				Oksien alaraja, m – Lower limit of branches, m							
					Elävät oksat – Living branches				Kuolleet oksat – Dead branches			
	Etelä South		Pohjoinen North		Etelä South		Pohjoinen North		Etelä South		Pohjoinen North	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
5	5.7	0.8	5.2	0.6	2.4	0.9	2.7	0.7	0.8	0.6	0.7	0.5
7	6.4	1.7	6.3	1.3	2.9	1.9	2.4	0.9	0.8	0.6	0.8	0.5
9	7.5	1.6	7.2	1.5	3.3	1.6	3.2	1.4	1.0	0.9	1.0	0.8
11	8.9	2.0	8.4	1.5	4.1	1.6	3.8	1.2	1.5	1.3	1.8	0.9
13	10.4	2.1	9.7	2.2	4.9	1.9	4.5	2.0	1.8	1.5	2.0	1.5
15	12.0	2.5	10.7	2.4	5.8	2.2	4.9	2.3	2.6	1.6	2.2	1.7
17	13.9	2.4	11.6	2.3	6.7	2.6	5.5	2.0	2.7	1.8	2.8	1.7
19	14.9	2.7	13.1	2.7	7.1	2.6	6.1	2.6	2.9	1.9	2.7	1.6
21	16.1	2.6	13.9	2.4	8.0	2.5	6.1	2.3	3.9	2.3	2.9	1.7
23	16.7	2.8	14.2	2.4	8.1	3.2	5.7	2.1	3.9	2.3	2.8	1.7
25	17.7	3.1	14.9	2.4	8.5	3.0	6.2	2.2	4.1	2.2	2.8	1.8
27	19.3	3.0	15.2	2.3	9.4	3.2	6.3	2.2	4.5	2.5	2.9	1.7
29	20.0	2.5	15.4	2.3	9.6	3.0	6.3	2.1	4.9	3.0	2.9	1.7
31	20.5	2.7	15.7	2.4	9.7	2.9	6.6	2.3	4.7	2.5	3.4	1.9
33	20.9	2.7	16.6	3.1	9.7	3.1	6.8	3.3	6.0	3.3	3.4	2.6
35	21.7	3.2	16.8	2.8	10.2	3.0	5.9	2.6	6.0	2.9	2.8	2.0

Liitetaulukko 2. Puun pituus sekä elävien ja kuolleitten oksien alaraja rinnankorkeusläpimittaluokittain. Kuusi.

Appendix 2. Tree height and the lower limit of living and dead branches by breast height diameter classes. Norway spruce.

D _{1,3} , cm Dbh, cm	Puun pituus, m Tree height, m				Oksien alaraja, m – Lower limit of branches, m							
					Elävät oksat – Living branches				Kuolleet oksat – Dead branches			
	Etelä South		Pohjoinen North		Etelä South		Pohjoinen North		Etelä South		Pohjoinen North	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
5	5.4	0.6	5.0	0.4	1.1	0.7	1.5	0.9	0.2	0.2	0.3	0.3
7	6.2	1.0	5.4	0.6	1.5	1.1	1.8	1.0	1.4	0.3	0.7	0.7
9	8.3	1.4	6.9	1.2	2.0	1.3	1.7	0.8	0.5	0.5	0.7	0.5
11	9.8	1.7	8.3	1.4	2.0	1.4	1.9	1.1	0.6	0.6	0.8	0.7
13	11.3	1.8	9.5	1.6	2.4	1.6	2.1	1.0	0.7	0.7	0.8	0.6
15	13.3	2.0	10.6	1.6	3.2	1.9	1.9	0.7	1.0	0.9	0.7	0.5
17	14.2	2.2	12.4	1.5	3.2	2.0	2.3	1.0	1.1	1.1	0.9	0.6
19	15.5	2.3	12.6	2.0	3.5	1.8	2.2	1.2	1.0	0.9	1.0	0.7
21	16.8	2.1	13.8	1.6	3.7	2.1	2.6	1.8	1.1	1.1	1.5	1.5
23	18.0	2.4	15.7	1.8	3.9	2.2	2.1	1.0	1.5	1.4	1.0	0.7
25	19.0	2.5	16.3	1.9	4.3	2.4	2.5	1.2	1.2	1.2	1.2	0.7
27	20.1	2.6	16.7	2.3	4.3	2.5	2.6	1.5	1.3	1.2	1.1	0.6
29	20.9	2.1	17.6	1.5	4.3	2.6	2.2	0.7	1.1	0.9	1.0	0.5
31	22.0	2.9	17.5	1.7	4.5	2.2	2.8	1.2	1.4	1.1	1.5	0.7
33	22.7	2.5	19.8	2.3	3.5	1.5	2.4	0.7	1.3	1.0	1.2	0.5
35	24.7	3.2	21.4	3.3	4.4	2.7	3.2	1.7	1.3	1.2	1.0	0.4

Liitetaulukko 3. Puun pituus sekä elävien ja kuolleitten oksien alaraja rinnankorkeusläpimittaluokittain. Etelä-Suomen koivu.

Appendix 3. Tree height and the lower limit of living and dead branches by breast height diameter classes. Birch in South Finland.

D _{1,3} , cm Dbh, cm	Puun pituus, m Tree height, m		Oksien alaraja, m – Lower limit of branches, m			
			Elävät oksat – Living branches		Kuolleet oksat – Dead branches	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
5	7.1	1.0	3.2	1.3	1.8	1.0
7	8.8	1.5	3.6	1.6	2.1	1.5
9	10.4	1.7	4.7	2.0	2.4	1.4
11	12.2	2.4	5.3	2.3	3.3	2.4
13	13.4	2.4	5.6	2.4	3.3	2.1
15	15.4	2.4	6.6	2.6	3.8	1.9
17	16.4	3.0	6.5	2.9	4.5	3.0
19	18.0	2.6	7.3	3.1	5.1	2.7
21	18.6	2.4	7.4	2.4	4.5	2.7
23	20.1	3.1	8.1	3.2	5.7	2.6
25	20.5	2.2	7.4	3.3	4.7	2.4
27	20.8	2.4	7.3	3.2	5.2	3.1
29	22.2	2.2	8.9	1.9	6.3	2.5
31	24.1	2.0	9.6	1.5	6.4	2.3
33	22.5	1.3	10.5	2.2	7.8	3.2
35	23.7	2.0	9.4	1.6	5.0	3.4

Liitetaulukko 4. Latvussuhde rinnankorkeusläpimittaluokittain.

Appendix 4. Crown ratio by breast height diameter classes.

D _{1,3} , cm Dbh, cm	Mänty – Pine				Kuusi – Spruce				Koivu – Birch	
	Etelä – South		Pohjoinen – North		Etelä – South		Pohjoinen – North		Etelä – South	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
	Latvussuhde, % – Crown ratio, %									
5	62.4	17.0	53.0	15.0	77.7	13.9	75.1	16.0	58.3	18.1
7	58.7	21.1	60.1	13.0	77.1	14.5	65.4	17.1	60.5	15.6
9	59.4	15.5	56.6	15.9	76.4	14.3	75.1	12.0	65.2	16.2
11	54.5	13.6	54.7	13.9	79.9	12.1	76.8	13.4	56.9	14.4
13	53.7	13.3	53.9	16.5	79.9	12.4	78.5	9.1	58.7	12.6
15	52.1	12.3	55.2	15.9	76.8	12.6	81.9	7.9	58.3	11.8
17	52.1	11.8	52.5	13.9	78.4	12.0	81.3	7.0	61.2	13.9
19	53.0	12.6	54.6	14.4	78.0	10.5	82.1	9.6	60.4	12.4
21	51.4	10.5	56.5	12.7	78.5	11.1	81.9	11.1	60.6	9.4
23	52.7	12.9	60.3	11.9	78.7	11.1	86.8	5.7	60.7	11.2
25	52.0	11.6	58.5	11.9	78.3	11.1	84.5	8.4	64.6	12.2
27	52.3	11.2	59.0	12.2	78.9	11.0	85.0	7.9	66.1	12.4
29	53.0	10.8	59.5	11.3	80.3	10.7	87.4	4.0	60.3	6.2
31	53.5	10.6	58.4	11.1	80.2	8.3	83.5	9.1	60.2	5.9
33	54.2	11.3	60.4	14.7	84.6	6.2	87.6	2.9	53.6	7.5
35	53.4	10.4	65.1	11.9	82.7	10.0	85.6	6.8	60.1	6.5
Keskim. Average	53.9	13.1	57.3	13.9	78.8	11.9	79.9	11.6	60.1	13.0

Liitetaulukko 5. Paksuimman oksan läpimitta 70 %:n korkeudella puun rinnankorkeusläpimittaluokittain.
Appendix 5. The diameter of the thickest branch at the 70 % height of the tree by breast height diameter classes.

D _{1,3} , cm Dbh, cm	Mänty – Pine				Kuusi – Spruce				Koivu – Birch	
	Etelä – South		Pohjoinen – North		Etelä – South		Pohjoinen – North		Etelä – South	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
	Paksuin oksa, mm – Thickest branch, mm									
5	12.2	3.0	10.9	2.8	10.1	2.0	11.1	3.2	12.3	4.7
7	15.4	3.6	15.1	4.2	12.5	3.1	14.2	3.5	13.0	4.8
9	17.5	3.1	17.5	4.6	14.6	2.6	14.4	2.5	18.0	5.6
11	20.6	3.9	21.0	5.1	15.9	3.5	16.9	4.3	22.8	5.8
13	23.4	5.5	23.1	6.1	17.4	2.9	17.7	4.5	25.0	8.5
15	26.0	6.1	27.5	6.5	20.1	4.4	17.9	3.7	29.6	6.9
17	29.2	6.1	32.6	7.6	21.9	3.7	20.2	3.1	30.9	8.6
19	31.5	6.5	32.5	8.1	23.9	4.1	21.9	4.0	35.2	11.2
21	36.4	6.9	36.1	7.3	25.0	3.4	24.7	8.1	33.8	8.2
23	38.7	8.2	39.0	9.1	27.4	5.8	24.7	3.6	41.1	8.9
25	42.4	8.0	44.6	15.2	28.0	4.2	26.5	3.0	45.8	6.5
27	45.6	9.8	48.0	11.5	29.7	4.6	26.1	4.2	44.9	10.0
29	46.7	9.7	51.9	12.3	31.8	4.4	27.2	3.8	56.5	16.0
31	51.7	10.7	57.7	12.1	32.4	4.7	29.8	4.7	50.3	12.2
33	53.8	9.1	67.1	16.6	34.6	5.4	31.8	4.0	75.3	26.0
35	65.7	15.7	74.8	24.5	39.3	7.8	29.0	4.8	64.1	14.2

- 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 — Pentti Rikonen: Havusahatukkién 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 — 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: Metsätalantamistajat metsätalouden edistämistaminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila — 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 — 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 — Juho Yli-Hukkala: Hakkumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila — Jouko Laasaseno — Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

13055—72/11,88

ISBN 951—40—0024—2