

ODC
332.2
812.3

FOLIA FORESTALIA²²⁴

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1975

PENTTI HAKKILA

KANTO- JA JUURIPUUN KUORIPROSENTTI,
PUUAINEN TIHEYS JA
ASETONIUUTTEITTEN MÄÄRÄ

BARK PERCENTAGE, BASIC DENSITY,
AND AMOUNT OF ACETONE EXTRACTIVES
IN STUMP AND ROOT WOOD

- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 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 metsäkonetoissa 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 tukki-puutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusi-viljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- 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 & 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 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artifical 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 alku-kehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & 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 & 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. 10,—
- 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,—
Luettelo jatkuu 3. kansisivulla
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja puituuteen perustuvat uudet puutavaralaji-
taulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tark-
kuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheyslunun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista
ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om
omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat
vuonna 1970 (1964, 1967).

Pentti Hakkila

KANTO- JA JUURIPUUN KUORIPROSENTTI, PUUAINEN TIHEYS
JA ASETONIUUTTEITTEN MÄÄRÄ

Bark percentage, basic density, and amount of acetone
extractives in stump and root wood

Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti
A sub-project of the joint Nordic research programme
for the utilization of logging residues

ALKUSANAT

Työ liittyy Pohjoismaiden Metsäyöntutkimusneuvoston (NSR) alaiseen yhteispohjoismaiseen hakkuutähteitten hyväksikäyttöön tähtäävään ohjelmaan. Tutkimus on tehty kiinteässä yhteistyössä Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta selvittelevän työryhmän kanssa.

Aineistosta on aikaisemmin julkaistu selvitys kanto- ja juuripuun korjuuteknisistä ominaisuuksista (HAKKILA 1972). Kun tuossa ensimmäisessä osassa julkaistuja tuloksia toistetaan, ei lähteeseen viitata erikseen.

Tutkimuksen kenttätöitä johti metsäteknikko SIMO JAARANEN. Kemiaaliset analyysit suoritti fil.kand. AIRA PÄIVÖKE ja muut laboratoriotyöt rouva TAIJA HAVANTO ja rouva KAARINA KOSKINEN. Konekirjoitus- ja lasentatyön tekivät neiti RAIJA SIEKKINEN ja rouva RAILI VOPIO.

Koealat saatiin käyttöön Kemi Oy:ltä, Yhtyneet Paperitehtaat Osakeyhtiöltä ja Metsäntutkimuslaitokselta.

Kiitän kaikkia tutkimuksessa mukana olleita.

Helsingissä marraskuussa 1974

Pentti Hakkila

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY IN ENGLISH	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄ	5
3. TULOKSET	7
31. Puuaineen jakaantuminen kantaan ja juuriin	7
32. Kuoriprosentti	8
33. Puuaineen tiheys	8
34. Asetoniutteitten määrä	9
4. KANTO- JA JUURIPUU PERINTEELLISEEN KUITUPUUHUN VERRATTUNA	11
KIRJALLISUUSLUETTELO	15

BARK PERCENTAGE, BASIC DENSITY AND AMOUNT OF ACETONE
EXTRACTIVES IN STUMP AND ROOT WOOD

SUMMARY

Stump and root wood is suitable in Finnish conditions primarily as additional raw material for the sulphate pulp industry. This paper reports on the technical properties of stump and root wood which are important for the wood consumption of the sulphate pulp industry. The main results are shown in condensed form in Fig. 1.

The study is restricted to green stump and root wood of Scots pine (*Pinus silvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) saw timber trees. It must be remembered that all the properties covered by the study change when the stump-root system ages.

The material consisted of 497 stump-root systems (Table 1) with a stump diameter range of 15 to 70 cm. The wood of each stump-root system was distributed into four classes: stump part proper, roots of over 20 cm, roots of 10–20 cm and roots of 5–10 cm. Stump parts of less than 5 cm were omitted from the material as it is difficult to use them because of harvesting and processing technical problems.

The material shows that lateral roots are so important in Finnish conditions that every effort must be made to recover them, too, when harvesting stump and root wood. If only the stump part is recovered, half of the potential raw material for sulphate pulp in the stump-root system is lost with pine and as much as two-thirds is lost with spruce (Table 2).

The bark percentage is somewhat higher in stump and root wood than in stem wood.

The differences from stem wood are relatively small, however. In this material, 11.5 per cent of the dry matter of the pine and 10.4 per cent of the spruce stump-root systems was bark (Table 3). Some bark peels off in the harvesting, transport and storage phase and the bark percentage of the stump and root wood arriving at the mill is hardly greater than that of traditional pulpwood.

The basic density of stump and root wood is exceptionally high, and this increases its value as raw material for the pulp industry. The average basic density of stump and root wood in this material was 474 kg/cu.m. for pine and 432 kg/cu.m. for spruce (Table 4). The corresponding values for pulpwood in South Finland are 405 kg/cu.m. for pine and 390 kg/cu.m. for spruce. Compared with pine pulpwood, the principal raw material of the sulphate pulp industry, the basic density of stump and root wood from pine saw timber trees is 17 per cent and from spruce 7 per cent heavier.

An advantage for the sulphate pulp industry is the high resin content of stump and root wood. Acetone-soluble extractives represented on an average 7.5 per cent of pine and 2.6 per cent of spruce in the material (Table 5). Thanks to the higher basic density of stump and root wood, the yield of by-products from one solid cubic metre of pine wood can be three times the usual yield (Table 6). The amount of extractives in spruce stump and root wood, however, is smaller than in pine pulpwood.

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitetään eräitä sulfaattimassateollisuuden puunkulutuksen kannalta tärkeitä kanto- ja juuripuun teknisiä ominaisuuksia. Työ rajoittuu mänty- ja kuusitukkipuitten tuoreeseen kanto- ja juuripuuhun.

Tutkimuksen kohteena ovat kuiva-aineen ja kaantuminen juurakon eri osiin (taulukko 2),

kuoriprosentti (taulukko 3), puuaineen tiheys (taulukko 4) ja asetoniin liukenevien uuteaineitten määrä (taulukot 5 ja 6).

Päätulokset on tiivistetty kuvaan 1 sekä lukuun 4. On otettava huomioon, että kaikki tutkitut ominaisuudet muuttuvat juurakon vanhentuuessa.

1. JOHDANTO

Eräs metsäteollisuutemme viimeisistä raaka-ainereserveistä kätkeytyy puitten juurakkoihin. Vuotuisissa hakkuissa jää käyttämättä ainakin 10 milj. m³ kanto- ja juuripuuta. Jo nykyisellä teknologialla arvioidaan siitä olevan korjattavissa 1.0–1.5 milj. m³ vuodessa (HAKKILA 1974).

Kanto- ja juuripuu soveltuu puuaineen ominaisuuksiltaan massa- ja levyteollisuuden sekä uuteaineittensa osalta myös kemiallisen teollisuuden käyttöön. Kun kuitu- ja lastulevytehtaat ovat kuitenkin perinteisesti halvan raaka-aineen käyttäjiä ja lisäksi arkoja hiekan ja kivien aiheuttamille prosessiteknisille haitoille, ohjautune kanto- ja juuripuu tulevaisuudessa yksinomaan massateollisuuteen.

Kanto- ja juuripuun epäpuhtaudet - kivet, hiekka, humus ja kuori - rajaavat käyttäjien joukosta edelleen mekaanisen ja sulfittimassateollisuuden. Samaan suuntaan vaikuttavat myös juurakoista saatavan hakkeen tavanomaisesta poikkeava palakokojakautuma, puulajien sekoittuminen sekä suuri pihkapitoisuus. Kun neutraalisulfittimassateollisuus puolestaan käyttää pääasiassa lehtipuuta, jää kanto- ja juuripuu ensisijaisesti sulfaattimassateollisuuden raaka-aineeksi. Näin myös siksi, että juuri sulfaattimassateollisuudessa on raaka-ainetilanne tällä hetkellä kriittisin ja puun tarpeen kasvu m.m. erittäin tehtaitten tuotantos suunnan muuttumisen seurauksena suurin. Sulfaattiprosessissa voidaan myös kanto- ja juuripuun uuteaineet hyödyntää tehokkaimmin.

Käsillä olevassa tutkimuksessa pyritään suuntaantavasti selvittämään eräitä sulfaattimassateollisuuden puunkulutuksen kannalta tärkeitä kanto- ja juuripuun ominaisuuksia. Työ rajoit-

tuu männyn ja kuusen tuoreeseen kanto- ja juuripuuhun, ja on otettava huomioon, että kaikki tutkimuksen alaisena olevat ominaisuudet muuttuvat juurakon vanhentuessa. Tutkimus kohdistuu seuraaviin tekijöihin.

1. Kuiva-aineen jakaantuminen varsinaisen kannon ja läpimitaltaan erikokoisten juurenosien kesken. Tällä tiedolla on merkitystä korjuumenetelmän valitsemisen kannalta, ja sitä tarvitaan erilaisia korjuukonevaihtoehtoja käytettäessä saatavan raaka-aineen määrän ja keskimääraisten ominaisuuksien laskemiseksi.
2. Kuoriprosentti, joka kanto- ja juuripuun osalta on erityisen merkityksellinen siitä syystä, että kuoren poistaminen tavanomaisin menetelmin on vaikeata.
3. Puuaineen tiheys, josta riippuvat sekä puun tilavuusyksiköissä mitattu kulutus massatonna kohti että massan lujuus. Tiheydelukuja tarvitaan m.m. vertailtaessa keskenään kanto- ja juuripuun ja pinotavaran kiintokuutiometriä arvoja.
4. Asetoniuutteitten määrä, joka antaa kuvan kannattavuuslaskelmissa tärkeää osaa näyttelevän sivutuotteitten saannosta. Uuteaineet vaikuttavat vastaavasti myös massan saantoon.

Tutkimus kohdistuu yksinomaan tukkipuitten juurakkoihin, sillä lähivuosina tulee kustannussyistä kysymykseen vain järeitten juurakoitten korjuu. Koska ohuitten juurien hyväksikäyttö on kannattamatonta sekä korjuu- että prosessiteknisistä syistä, rajoitutaan tässä tutkimuksessa vain sellaisiin juurensiin, joitten pystysuora läpimitta on vähintään 5 cm kuoren päältä mitattuna.

2. AINEISTO JA MENETELMÄ

Tutkimusaineisto kerättiin kymmeneltä eri koelalalta, joista seitsemän sijaitsi Etelä- ja kolme Pohjois-Suomessa. Kultakin koelalalta

tutkittiin 50 juurakkoa, osittain mäntyä ja osittain kuusta. Lopullinen aineisto sisältää yhteensä 497 havupuun juurakkoa.

Taulukko 1. Tutkimusaineisto.
Table 1. The research material.

Metsikkö Stand	Koeputa, kpl Number of trees	Paikkakunta Location	Leveysaste Latitude	Metsä- tyyppi Site type	Ikä, vuotta Age, years	Kannon läpimitta, cm Stump diameter, cm	
						Kuorineen With bark	Kuoretta Without bark
Mänty – Pine							
1	27	Ruotsinkylä	60°21'	MT	74	35.9	32.0
2	50	Ruotsinkylä	60°21'	VT	80	29.9	26.5
3	50	Vesijako	61°24'	VT	77	20.9	18.1
4	44	Säynäjä	66°55'	CT	142	29.9	26.3
5	42	Säynäjä	66°55'	EVT	186	28.1	24.3
6	5	Vesijako	61°24'	MT	92	25.4	22.5
9	6	Maakeski	61°24'	Korpi	99	31.7	27.7
\bar{x}	224				112	28.2	24.8
Kuusi – Spruce							
1	20	Ruotsinkylä	60°21'	MT	92	36.1	35.3
4	6	Säynäjä	66°55'	CT	143	21.0	19.1
5	8	Säynäjä	66°55'	EVT	153	21.7	20.3
6	45	Vesijako	61°24'	MT	119	29.8	28.1
7	50	Vesijako	61°24'	MT	106	20.1	18.9
8	50	Maakeski	61°24'	VT–MT	66	28.5	26.6
9	44	Maakeski	61°24'	Korpi	108	26.7	25.1
10	50	Säynäjä	66°55'	EMT	150	23.4	21.4
\bar{x}	273				111	26.2	24.5

Tärkeimmät tiedot aineistosta selviävät taulukosta 1. Yksityiskohtainen kuvaus on esitetty aikaisemmassa julkaisussa (HAKKILA 1972), jossa selvitetään kanto- ja juuripuun korjuuteknisiä ominaisuuksia.

Lukuun ottamatta koealaa 10, joka on korpi, aineisto edustaa kangasmaita. Koealat 5, 7 ja 8 ovat moreenimailla ja loput hiekkamailla.

Tutkittujen juurakoitten kantoläpimitta vaihteli 15–70 cm:n välillä. Järeitten ja pienien juurakoitten määrä oli kuitenkin suppea, niin että tulosten sovellutusalue rajoittuu 20–50 cm:n kantoläpimitan juurakoihin.

Kannokot olivat iältään alle vuoden vanhoja, edellisen talven hakkuissa syntyneitä. Puuaineen ominaisuuksien osalta ne vastaavat tuoretta kanto- ja juuripuuta.

Juurakot irrotettiin maasta Allis Chalmers TL -645 pyöräkuormaajalla tai RH-4 kaivukoneella. Irtain maa poistettiin tärisyttämällä kokonaista juurakkoa ensin nostokoneen kauhassa ja puhdistamalla moottorisahalla paloi-

teltu juurakko sen jälkeen huolellisesti teräsharjalla.

Juurakon puuaine jaettiin moottorisahaa käyttäen neljään osaan: Varsinainen kanto-osa maanalaisine jatkeineen, läpimitaltaan yli 20 cm:n juurenosat, 10–20 cm:n juurenosat sekä 5–10 cm:n juurenosat. Juuren läpimitta määritettiin sen pystysuorana eli yleensä suurimpana paksutena. Alle 5 cm:n paksuiset juurenosat jätettiin kustannussyistä pois tutkimusaineistosta, koska niitten käyttöä massateollisuudessa ei katsota mielekkääksi.

Juurakon neljästä osasta määritettiin kustakin tuorepaino. Jokaisesta osasta otettiin moottorisahalla kiekkonäyte, josta mitattiin laboratoriossa kosteus. Tuorepainosta päästiin näin kuivapainoihin, joista sitten edelleen laskettiin kuivaineen jakaantuminen juurakon eri osien kesken.

Kiekoista mitattiin myös puuaineen tiheys Metsäntutkimuslaitoksessa kehitettyä sähköistä tilavuudenmittauslaitetta apuna käyttäen. Lisäksi määritettiin keskimäärin joka neljännen juu-

rakon kiekkonäytteistä kuoren kuivapainoprosentti.

Jokaisesta juurakosta otettiin purunäyte erikoisvarusteisella moottorisahalla. Näytteenotto-kohta vaihteli systemaattisesti siten, että juurakon kustakin neljästä osasta kertyi koko aineiston puitteissa sama määrä näytteitä. Purunäytteistä määritettiin asetoniin liukenevien

uuteaineitten osuus kahtena toistona (vrt. HAKKILA ja WINTER 1973).

Tutkimuksen tulokset esitetään taulukoissa koealoittain siten, että kummallakin puulajilla on mukana vain viisi tärkeintä koealaa. Keskiarvoissa on lisäksi otettu huomioon myös pienimpien koealojen havainnot.

3. TULOKSET

31. Puuaineen jakaantuminen kantoon ja juuriin

Mäntytukkipuitten kanto- ja juuripuusta on runsaasti puolet varsinaisessa kantomurikassa mukaan luettuna sen paalujuurijatke, loput sivujuurissa (taulukko 2). Suomailla, joilla män-

ty ei kasvata paalujuurta, kuitenkin vain kolmannes juurakon puuaineesta on kanto-osassa. Samasta syystä on kanto-osan suhteellinen merkitys keskimääräistä pienempi myös Pohjois-Suomessa.

Kuusella, jolta paalujuuri puuttuu aina, vain

Taulukko 2. Juurakon kuorellisen kuiva-aineen jakaantuminen kannon ja sivujuurien kesken.
Table 2. Distribution of the dry matter of the stump-root system into stump proper and side roots, bark-on basis.

Metsikkö Stand	Kannon läpimitta, cm Stump dia- meter, cm	Juuret—Roots				Kanto Stump	Kaikki yhteensä Grand total
		5–10 cm	10–20 cm	20+ cm	Yht. Total		
Osuus, % — Proportion, % Mänty — Pine							
1	36	13	19	12	44	56	100
2	30	15	20	8	43	57	100
3	21	19	16	3	38	62	100
4	30	15	26	14	55	45	100
5	28	15	18	14	47	53	100
\bar{x}	28	15	20	12	47	53	100
Kuusi — Spruce							
6	30	14	25	27	66	34	100
7	20	23	33	10	66	34	100
8	29	15	27	24	66	34	100
9	27	17	30	27	74	26	100
10	23	14	28	25	67	33	100
\bar{x}	26	16	27	25	68	32	100

Taulukko 3. Kuoren kuivapainoprosentti juurakon eri osissa.

Table 3. The percentage of bark in different parts of the stump-root system, dry weight basis.

Metsikkö Stand	Kannon läpimitta, cm Stump dia- meter, cm	Juuripuu—Rootwood				Kanto- puu Stump- wood	Koko juurakko Grand mean
		5–10 cm	10–20 cm	20+ cm	Keskim. Average		
Kuorta, % — Percentage of bark							
Mänty — Pine							
1	36	8.9	7.5	7.7	8.0	8.4	8.2
2	30	11.3	10.4	9.7	10.6	9.4	9.9
3	21	10.3	11.3	—	10.8	9.7	10.1
4	30	12.2	10.2	10.1	10.7	14.3	12.3
5	28	12.4	11.1	10.5	11.3	11.6	11.5
\bar{x}	28	11.0	10.1	9.5	10.3	10.7	10.4
Kuusi — Spruce							
6	30	15.8	11.2	10.2	11.8	8.1	10.5
7	20	15.4	12.0	11.4	13.1	10.2	12.1
8	29	15.0	10.6	9.7	11.3	8.7	10.4
9	27	15.2	11.4	11.1	12.2	7.4	11.0
10	23	16.3	13.8	13.3	14.1	11.9	13.4
\bar{x}	26	15.5	11.8	11.1	12.5	9.3	11.5

kolmannes juurakon puuaineesta on kannossa. Soilla sisältää kanto-osa ainoastaan neljänneksen kuusijuurakon puuaineesta. Juuret sen sijaan ovat vahvempia kuin männyllä, niin että myös paksujen yli 20 cm:n sivujuurien merkitys on tukkipuilla tärkeä.

32. Kuoriprosentti

Kuoren paksuuden vaihtelu on puun kaikki osat mukaan lukien merkittävin aivan rungon tyvellä. Siitä syystä ovat niin puitten kuin leimikoittenkin väliset erot kuoriprosentissa suurimmat varsinaisessa kanto-puussa.

Kuoren osuus on suurin ohuissa juurenoissa. Erityisesti kuusella kuoriprosentti kasvaa nopeasti juuren kärkeä kohti. Sivujuuria katkotaessa jäljelle jäävän kantomurikan kuoriprosenttia alentavat juurien kuorettomat leikkuujäljet.

Koko tutkimusaineistossa tuoreen kanto- ja juuripuu kuoriprosentti oli männyllä 10.4 ja kuusella 11.5. On huomattava, että osa kuoresta

irtoaa myöhemmin korjuutoiminnan eri vaiheissa - paloittelussa, kuljetuksessa ja varastoinnissa. Tehtaalle saapuvassa kanto- ja juuripuussa on niin ollen edellistä vähemmän kuorta. Miten paljon määrä supistuu, riippuu ennen kaikkea varastoimisajan pituudesta.

33. Puuaineen tiheys

Mäntyrunгон puuaineen tiheys laskee tyvestä latvaa kohti. Samansuuntainen joskin loivempi muutos on nähtävissä myös juurissa. Juurakon puuaineen tiheys on niin ollen korkeimmillaan varsinaisessa kanto-osassa.

Kuusen juurakossa vaihtelu tapahtuu toisin kuin männyssä. Tiheys on näet alhaisin kanto-osassa, mistä se kasvaa juurten kärkeä kohti.

Tutkimusaineistossa oli kanto- ja juuripuu keskimääräinen puuaineen tiheys männyllä 473 ja kuusella 432 kg/m³. Ainoan suomaita edustavan koealan n:o 8 perusteella näyttää ojitetun turvemaan kanto- ja juuripuu puuaineen tiheys

Taulukko 4. Juurakon eri osien puuaineen tiheys kiloina kuutiometriä kohti.

Table 4. The basic density of wood in different parts of stump-root system, kg per solid cu.m.

Metsikkö Stand	Kannon läpimitta, cm Stump dia- meter, cm	Juuripuu—Rootwood				Kanto- puu Stump- wood	Koko juurakko Grand mean
		5—10 cm	10—20 cm	20+ cm	Keskim. Average		
Kg/m ³ — Kg/cu.m							
Mänty — Pine							
1	36	463	469	466	466	468	467
2	30	450	472	480	466	482	475
3	21	456	471	444	461	483	474
4	30	457	459	478	463	479	471
5	28	468	494	511	491	469	480
\bar{x}	28	457	472	478	469	476	473
Kuusi — Spruce							
6	30	477	483	459	472	401	447
7	20	485	466	459	472	404	449
8	29	426	413	397	410	368	395
9	27	444	424	418	426	380	410
10	23	475	464	447	460	402	441
\bar{x}	26	467	456	439	452	394	432

olevan keskimääräistä alhaisempi. Samansuuntaisia viitteitä on saatu myös eräissä muissa Metsäntutkimuslaitoksen kanto puuta koskevissa tutkimuksissa.

34. Asetoniutteitten määrä

Tuore kanto- ja juuripuu poikkeaa tavanomaisesta massateollisuuden raaka-aineesta erityisesti pihkapitoisuutensa suhteen. Tämä vaikuttaa puun käyttäytymiseen massaa valmistettaessa sekä sulfaattimassateollisuuden sivutuotteitten ja sellunkin saantoon.

Kuva puun pihkapitoisuudesta saadaan asetoniin liukenevien uuteaineitten pohjalta. Tässä tutkimuksessa uuteaineitten määrä on laskettu kahdella tavalla; prosentteina uuttamattoman

puun kuivapainosta sekä kiloina puun kiinto-kuutiometriä kohti.

Uuteaineitten osuus on korkein kanto-osassa ja lähellä rungon maanalaista jatketta olevissa paksuissa, sydänpuupitoisissa juurenniskoissa. Männyllä ero kantomurikan ja ohuitten juurien välillä on huomattava, kuusella taas paljon pienempi. Koelalla n:o 2 männyn ohuitten juurien poikkeuksellisen runsas pihkapitoisuus näytti olevan yhteydessä maannousemasiienen eli juurikäävän esiintymiseen.

Vertailuna vastaavan raaka-aineen aikaisemmista tutkimuksista mainittakoon seuraavat julkistamattomat tulokset. Ne kuvaavat tuoreen männyn kanto- ja juuripuuun DKM- ja asetoniutepitoisuutta eri puolilta Suomea otetuissa suppeahkoissa näytteissä (ISOTALO 1972).

Paikkakunta	Kantopuu DKM-utetta, %	Juuripuu	Kantopuu Asetoniutetta, %	Juuripuu
Ruokolahti	8.3	2.0	9.2	3.3
Siikajoki	7.4	3.0	7.7	3.7
Hirvas	7.5	7.1	7.9	4.9
Sodankylä	5.6	4.1	—	—

Taulukko 5. Asetoniin liukenevien uuteaineitten osuus uuttamattoman puun kuivapainosta.
 Table 5. The proportion of acetone extractives in the dry weight of unextracted wood.

Metsikkö Stand	Kannon läpimitta, cm Stump dia- meter, cm	Juuripuu—Rootwood				Kanto- puu Stump- wood	Koko juurakko Grand mean
		5—10 cm	10—20 cm	20+ cm	Keskim. Average		
Mänty—Pine		%					
1	36	2.7	3.1	3.6	3.1	6.5	5.0
2	30	10.0	3.6	9.1	6.9	10.6	9.0
3	21	1.9	2.9	4.0	2.5	7.1	5.4
4	30	5.1	5.2	9.2	6.2	9.6	7.7
5	28	5.1	8.4	11.5	8.3	10.8	9.6
\bar{x}	28	5.1	4.5	8.1	5.6	9.1	7.5
Kuusi—Spruce							
6	30	1.9	1.9	2.3	2.1	2.2	2.1
7	20	2.2	2.2	2.8	2.3	2.5	2.4
8	29	1.8	1.9	2.7	2.2	3.0	2.5
9	27	1.9	2.1	2.3	2.1	2.1	2.1
10	23	4.0	3.0	3.5	3.4	4.3	3.7
\bar{x}	26	2.5	2.4	2.8	2.6	2.8	2.6

Taulukko 6. Asetoniin liukenevien uuteaineitten määrä kiloina kiintokuutiometriä kohti.
 Table 6. The amount of acetone extractives in kg per solid cubic metre of wood.

Metsikkö Stand	Kannon läpimitta, cm Stump dia- meter, cm	Juuripuu—Rootwood				Kanto- puu Stump- wood	Koko juurakko Grand mean
		5—10 cm	10—20 cm	20+ cm	Keskim. Average		
Mänty — Pine		Kg/m ³ — Kg/cu.m					
1	36	12.5	14.5	16.8	14.4	30.4	23.4
2	30	45.0	17.0	43.7	32.2	51.1	42.8
3	21	8.7	13.7	17.8	11.5	34.3	25.6
4	30	23.3	23.9	44.0	28.7	46.0	36.3
5	28	23.9	41.5	58.8	40.8	50.7	46.1
\bar{x}	28	23.3	21.2	38.7	26.2	43.3	35.5
Kuusi — Spruce							
6	30	9.1	9.2	10.6	9.9	8.8	9.4
7	20	10.7	10.3	12.9	11.0	10.1	10.8
8	29	7.7	7.8	10.7	9.0	11.0	9.9
9	27	8.4	8.9	9.6	8.9	8.0	8.6
10	23	19.0	13.9	15.6	15.6	17.3	16.3
\bar{x}	26	11.7	10.9	12.3	11.8	11.0	11.2

Koska männyn kanto- ja juuripuun puuaineen tiheys on korkea ja uuteaineitten suhteellinen osuus suuri, on tilavuusyksikön sisältämä uuteaine määrä kiloissa mitattuna huomattava (taulukko 6). Männyllä oli asetoniuutteita puu-

kiintokuutiometrissä keskimäärin 36 kg. Erot kannon ja ohuitten juurien välillä olivat suuret. Kuusen juurakossa uuteaineita oli paljon vähemmän, 11 kg/m³, ja vaihtelu juurakon eri osien välillä pieni.

4. KANTO- JA JUURIPUUN PERINTEELLISEEN KUITUPUUHUN VERRATTUNA

Rajoittuneisuudestaan huolimatta tutkimusaineisto osoittaa, että myös sivujuuret on pyritävä saamaan talteen kanto- ja juuripuuta korjattaessa. Mikäli tyydytään yksinomaan kantoosaan, menetetään männyllä puolet ja kuusella jopa kaksi kolmannesta juurakkoon kätkeyvästä potentiaalisesta sulfaattimassan raakaaineesta.

Kanto- ja juuripuussa kuoriprosentti on ainakin männyllä hieman korkeampi kuin runkopuussa, mutta erot ovat kuitenkin verraten vähäisiä. Tutkimusaineistossa männyn juurakoitten kuiva-aineesta oli 11.5 % kuorta, kuusella vastaavasti 10.4 %. Todettakoon, että Etelä-Suomen mänty- ja kuusikuitupuun kuoren tilavuusprosentti on 13 (RIKKONEN 1971). Männyllä kuoren kuivapainoprosentti on 2–3 prosenttiyksikköä pienempi kuin tilavuusprosentti vastaavasti, kun taas kuusella kuoren kuivapaino- ja tilavuusprosenttien väliset erot ovat pieniä (vrt. HAKKILA 1967).

Kuorta irtoaa korjuu-, kuljetus- ja varastointivaiheessa, niin että tehtaalle saapuvan paloitellun kanto- ja juuripuun kuoriprosentti tuskin on suurempi kuin perinteellisen kuitupuun. Erillinen kysymys on sitten kuoren irrottaminen ja erottaminen kanto- ja juuripuusta, mikä on

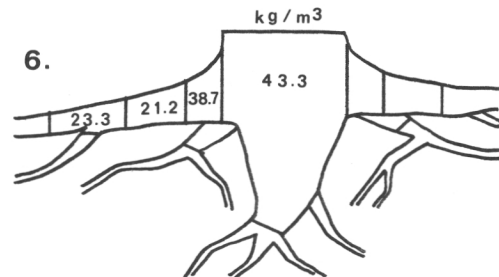
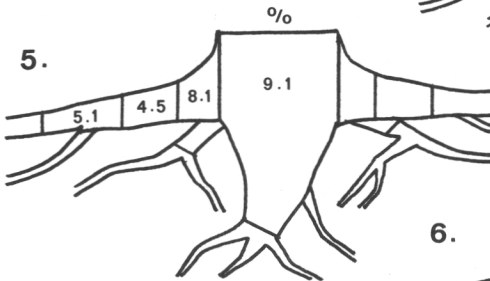
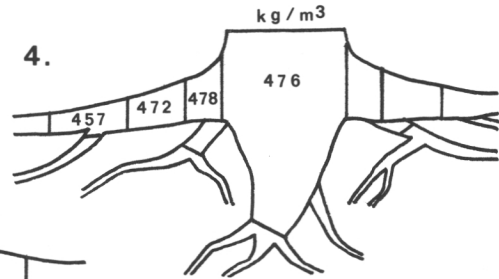
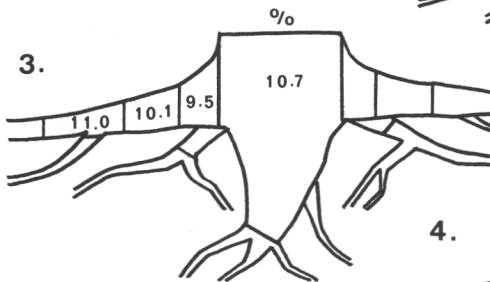
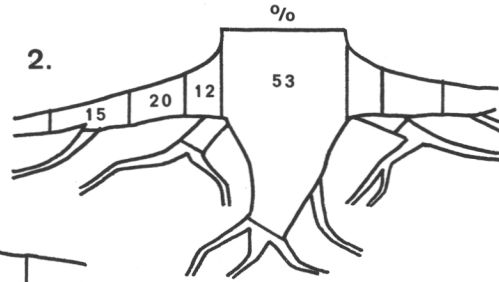
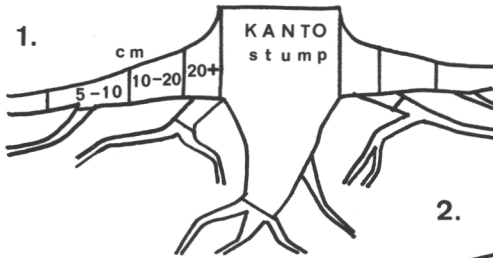
huomattavasti vaikeammin ratkaistavissa kuin runkopuulla.

Kanto- ja juuripuun puuaineen tiheys on poikkeuksellisen korkea. Tämä lisää sen arvoa massateollisuuden raaka-aineena, eikä vertailuja runkopuuhun niin ollen tule rajoittaa yksinomaan tilavuusmittoihin. Tutkimusaineistossa oli kanto- ja juuripuun keskimääräinen puuaineen tiheys männyllä 473 ja kuusella 432 kg/m³. Etelä-Suomen kuitupuun vastaavat arvot ovat männyllä 405 ja kuusella 390 kg/m³ (HAKKILA 1971). Sulfaattimassateollisuuden pääasialliseen raaka-aineeseen, mäntykuitupuuhun verrattuna on tukkipuista saatava kanto- ja juuripuun puuaineen tiheydeltään männyllä 17 ja kuusella 7 % painavampaa.

Sulfaattimassateollisuuden kannalta positiivinen seikka on myös kanto- ja juuripuun suuri pihkapitoisuus. Tutkimusaineistossa oli asetonisiin liukenevia uuteaineita männyllä keskimäärin 7.5 ja kuusella 2.6 %. Perinteellisen kuitupuun asetoniuutteitten määrää kuvaa vastaavasti seuraava asetelma (HAKKILA 1968). Voidaan todeta, että kanto- ja juuripuussa on asetonisiin liukenevia uuteaineita huomattavasti enemmän kuin tavanomaisessa massateollisuuden raaka-aineessa.

Leveysaste	Mäntykuitupuun			Kuusikuitupuun		
	Sydänpuu	Pintapuun	Keskim. Asetoniutteita, %	Sydänpuu	Pintapuun	Keskim.
–62	5.1	3.1	3.4	1.5	1.5	1.5
62–64	4.9	2.9	3.3	1.6	1.5	1.5
64–66	5.3	3.1	3.7	1.7	1.7	1.7
66–	6.0	3.3	4.2	2.1	2.0	2.0

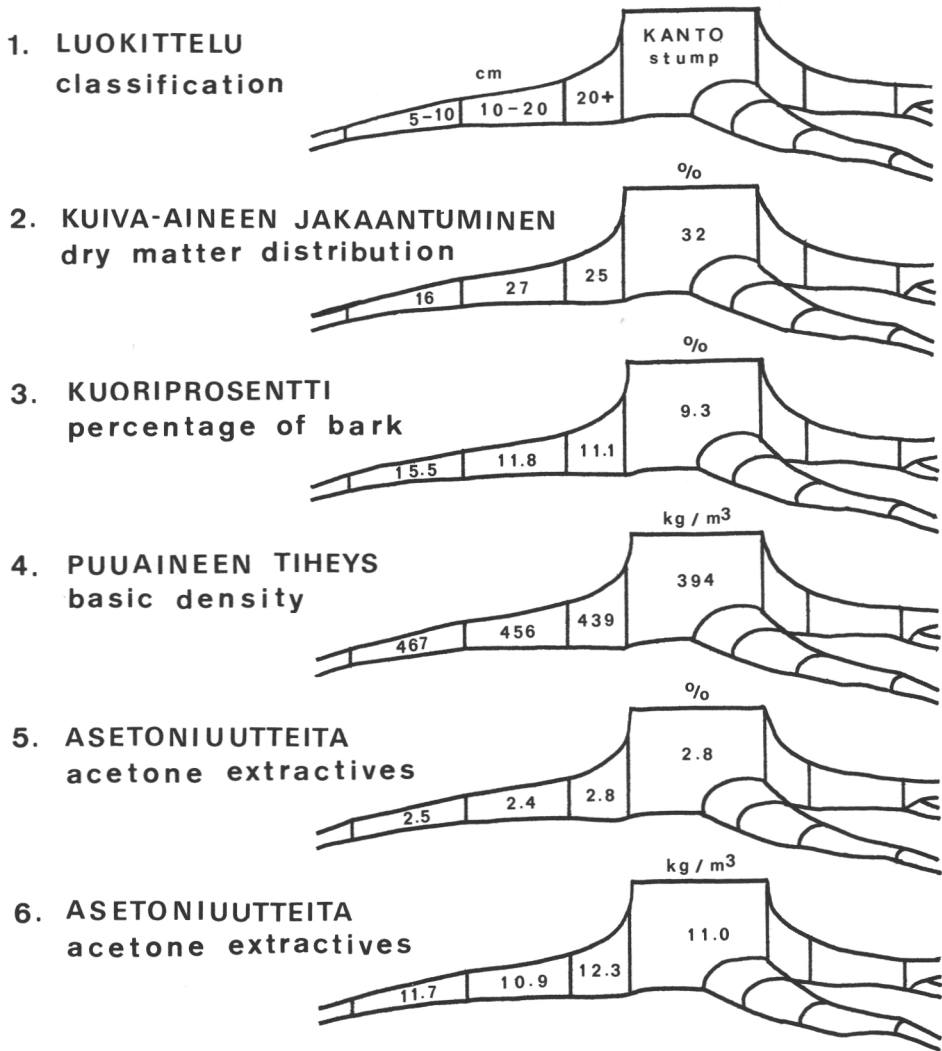
MÄNTY PINE



Kanto- ja juuripuun korkeamman puuaineen tiheyden ansiosta puukiintokuutiometristä kertyvä sivutuotesaanto saattaa männyllä olla jopa kolminkertainen tavanomaiseen verrattuna. Vanhoissa, pintaosiltaan jo lahonneissa männyn ter-

vaskannoissa uuteaineita on vieläkin runsaammin. Kuusen kanto- ja juuripuussa uuteaineita sen sijaan on vähemmän kuin mäntykuitupuussa.

KUUSI SPRUCE



Kuva 1. Puuaineen ominaisuudet juurakon eri osissa. Yhteenveto tutkimuksen tuloksista.

Figure 1. Wood properties in different parts of the stump-root system. A summary of the results.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- HAKKILA, PENTTI. 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation patterns of bark weight and bark percentage by weight. MTJ 62.5.
- ” 1968. Geographical variation of some properties of pine and spruce pulpwood in Finland. Lyhennelmä: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa. MTJ 66.8.
- ” 1971. Puun käyttö massa- ja levyteollisuudessa. Tapion Taskukirja, 16. painos, ss. 470–482.
- ” 1972. Mechanized harvesting of stump and root wood. Lyhennelmä: Kanto- ja juuripuun koneellinen korjuu. MTJ 77.1.
- ” 1974. Kanto- ja juuripuun korjuu. Summary: Harvesting of stump and root wood. Metsätehon tiedotus 332.
- HAKKILA, PENTTI ja WINTER, ARJA. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. MTJ 79.7.
- ISOTALO, I. 1972. Kantojen käyttö sulfaattiselluloosan raaka-aineena. Ei julkaistu.
- RIKKONEN, PENTTI. 1971. Valmiin puutavaran mittaus. Tapion Taskukirja, 16. painos, ss. 315–330.

Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—

- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland. Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen. Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen. The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa. The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkinen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa. Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä. The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla. The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana. On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta. Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisistä vaihtelusta. Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttättyminen Suomen itäosissa. Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa. On the supply of roundwood in Finland. 4,—
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72. Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä. Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972. The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidraakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista. On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätilastollinen vuosikirja 1972. Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed. Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—

- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit. Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta. Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista. Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla. The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen. Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla. Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader. 5,—
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Allj Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973. Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennusemetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa. The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi. Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä. Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kannotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—
- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahauksen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta. Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmsen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikonen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50. Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon. Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaitte. An apparatus for the application of herbicides. 2,50
- No 224 Pentti Hakkila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteitten määrä. Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi. Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50