

FOLIA FORESTALIA 520

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

MATTI KÄRKKÄINEN

TULOKSIA PYSTYKARSITTUJEN MÄNTYJEN
SAHAUKSESTA

RESULTS ON SAWING
PRUNED PINES



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 520

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Matti Kärkkäinen

TULOKSIA PYSTYKARSITTUJEN MÄNTYJEN SAHAUKSESTA

Results on sawing pruned pines

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO	4
3. TULOKSET SAHATAVARAN MÄÄRÄSTÄ JA LAADUSTA	6
31. Saanto	6
32. Sahatavaran laatujauma	7
33. Sahatavaran yksikköhinnat	8
34. Sahatavaran arvo tukin tilavuusyksikköä kohti	10
4. TALOUDELLISIA LASKELMIA	13
5. TULOSTEN TARKASTELU	15
KIRJALLISUUTTA	16
SUMMARY	19

KÄRKKÄINEN, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. *Folia For.* 520:1—19.

Noin 45 vuotta sitten n. 15 cm läpimittaisena pystykarsittu ylitieheänä kasvanut keskisuomalainen 90-vuotias männikkö tehtiin tukeiksi. Koesahaukseen otettiin noin 500 tyvitukkaa, joista puolet oli pystykarsittuja ja puolet karsimattomia.

Soirojen u/s-osuus oli karsituilla tukeilla 79 % ja karsimattomilla 43 %. Täyssärmäisillä laudoilla vastaavat osuudet olivat 85 % ja 22 %. Myös vajaa-särmäiset laudat olivat karsituilla puilla olennaisesti paremmat kuin karsimattomilla.

Karsintainvestoinnin sisäinen korko oli sahausajankohdan kustannuksilla laskien 5...6 % suuruusluokkaa. Puiden välisessä vertailussa edullisuus kohosi puun koon suuretessa ja karsinnan jälkeisen sädekasvun lisääntyessä.

A pine stand about 90 years old in central Finland was pruned 45 years earlier the average breast height diameter being then 15 cm. Totally 500 butt logs were sawn, a half of which were pruned and the others unpruned. The sawn goods were graded according to the Finnish export rules.

The u/s percentage of battens was 79 in pruned and 43 in unpruned logs. For full-edged boards the percentages were 85 and 22, respectively. Even waney boards were better from pruned than from unpruned logs.

Using the current pruning costs and sawn goods prices, the internal rate of return was about 5 to 6 per cent. The pruning profitability increased with the log size and radial growth after pruning.

ODC 815.4 + 651.73 + 174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0572-4
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Pystykarsinnan käyttöön puuston laadun kohottamiseksi on kiinnitetty huomiota suomalaisessa metsätaloudessa 1800-luvulta alkaen. Jo Blomqvist (1879a, b) tarkasteli tunnetuissa teoksissaan pystykarsinnan (jäljempänä lyhyesti karsinnan) mahdollisuuksia. Tyypillistä kyllä, keskustelu karsinnan tarpeellisuudesta ja kannattavuudesta alkoi jo tällöin (esim. Sivén 1881, Blomqvist 1881, Sohlman 1908). Myös myöhemmin on runsaasti taitettu peistä aika ajoin kiivaastikin. Kirjallisuudesta saa mielikuvan, että karsinta on metsänhoidollisena toimena poikkeuksellisen kiistelty ja jakaa metsäasiantuntijat jyrkästi eri leireihin. Ks. myös historiikki Laitakari 1935. — Mainittakoon, että edellä luetellut ja jäljempänä lueteltavat kirjalliset lähteet on tarkoitettu suomalaisiksi karsintabibliografiaksi, jollaista ei ole tiettävästi aiemmin julkaistu.

Tutkimuksia ja kirjoituksia on tehty mm. karsintavälineistä (Lappi-Seppälä 1933, Heikinheimo 1935a, Sjöström 1944, Salminen 1965, Karsimakone... 1966, Nilson 1966, Kiipeävien... 1968, Finne ja Hedemäki 1979, 1980, Takalo 1979, 1981a, b, Nya kvistningsredskap 1980, Harstela 1980, Karsintavälineet... 1981), työtöknikasta ja työn tuottavuudesta (Heiskanen 1958, 1959, 1964, Heiskanen ja Taipale 1963, Finne ja Hedemäki 1979, 1980), erikoismenetelmistä kuten silmukarsinnasta (Sirén 1949, Silmukarsintakokeissa... 1955, Ahola 1955), oksantynkien kyljestymisestä ja mahdollisista laho- ja värivikavaurioista (Grönvall 1908, Venho 1915, Lakari 1920, Heiskanen 1958, 1966, Rummukainen 1962, Heiskanen ja Taipale 1963, Vuokila 1976a, Raulo ym. 1978, Takalo 1980a, b), vikoihin nähden sopivimmasta ajankohdasta (mm. Jalava 1945, Heikinheimo 1953, Tuimala 1981b, Raulo 1981), vaikutuksesta kasvuun (Vuokila 1960, 1968, 1976a), toiminnan taloudellisuudesta (Lappi-Seppälä 1933, 1934, 1937, Jalava 1937, Björklund 1938, Holopainen 1947, 1949, Kauttu 1950, Heiskanen 1958, 1966, Kärkkäinen 1981a, Nordman 1981, Karsittujen... 1981) jne. Eniten on tehty karsinnan tärkeyt-

tä ja mahdollisuuksia koskevia yleisluonteisia kirjoituksia, joissa monissa esitellään myös tutkimuksiin perustuvaa tietoa. Erityisen huomion kohteena on ollut vanerikoivujen arvon kohottaminen karsinnalla (esim. Karvonen 1929, Borenius 1933, Oksatonta... 1935, Holopainen 1947, 1949, Jalava 1948, Lamminpää 1953, Heiskanen 1958, 1962, 1965a, 1966, Saarnijoki 1961, Oksanen 1970, Raulo ym. 1978). Myös havupuiden karsinnasta sahatavaraa varten on kirjoitettu paljon (mm. Hollgren 1906, Paavonen 1907, Rainio 1907, Lassila 1916, Rantala 1918, Vallen 1929, Cronström 1935, 1936, Uppkvistningsfrågan 1935, Heikinheimo 1935b, 1936, 1938, 1953, Heiskanen 1959, Sundqvist 1961, Heiskanen ja Taipale 1963, Vuokila 1976b, 1977, 1979a, b, c, d, 1980a, b, c, 1981a, b, c, d, e, f, g, Honkanen 1978, Kärki 1979, Ohjekirje... 1980, Uusvaara 1980a, b, Tuimala 1981a, Kärkkäinen 1981a, b). Kirjoitusten henki on ollut yleensä karsintamyönteinen, jopa innostunut (Borg 1947, Kilpinen 1947, Laatupuita... 1948, Laatu on... 1979, Vuokila 1979e, f, Zilliacus 1979, Pystykarsinta... 1981, Halla 1981). Varovaistakin suhtautumista on kuitenkin ollut, myös viime vuosien aikana, jolloin karsintaa on paljon mainostettu (mm. Takalo 1980a, Uusvaara 1980a, Kellomäki 1981, Kärkkäinen 1981a).

Myös oppikirjoissa on käsitelty seikka-peräisesti karsintaa (esim. Pohjakallio ja Tertti 1945, Vuokila 1980d, Raulo 1981). Vähiten on tehty raportteja koesahauksista ja -sorvauksista, joissa olisi tutkimuksen keinoin osoitettu karsinnan mahdollisuudet ja rajoitukset (Heiskanen 1958, 1966, Heiskanen ja Taipale 1963, Laakso ja Saikku 1979). Itse asiassa suomalaiset tiedot karsinnan vaikutuksesta mm. mäntysahatavaran laatuun perustuvat muutamaan pieneen koesahaukseen, joiden tuloksia on esitelty retkeilyillä, mutta joiden tuloksista ei ole laadittu edes varsinaista tutkimusraporttia. Kun aineistona on ollut esim. 7 karsittua ja 7 karsimatonta tukkia (Laatu on... 1979) tai korkeintaan 20 vertailuparia (Karsittujen

puiden... 1981), tulosten yleistettävyyden on ollut vähintään epävarma. Jopa teoreettisia sahauslaskelmia on niukalti (Heiskanen ja Taipale 1963).

Karsinnan käytön taloudellisuuden perustelemiseksi on välttämätöntä tehdä koesahauksia, joissa selvitetään karsituista rungoista saatavan sahatavaran arvo karsimattomiin verrattuna. Kun tällaisia tutkimuksia on aiemmin todetun mukaisesti todella niukasti, käsillä olevan tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin tiedon tuottaminen karsinnan vaikutuksesta mäntysahatavaran laatuun.

Tutkimus suunniteltiin ja toteutettiin yhteistyössä Oy W. Rosenlew Ab:n kanssa. Suunnittelussa olivat mukana metsänhoitopäällikkö Pehr-Erik Lagerwall ja

mekaanisen metsäteollisuuden johtaja Martti Vainio. Kenttätöistä vastasi yhtiön osalta Pentti Pekkala ja sahausesta Parkanon sahalla käyttöpäällikkö Raimo Toroska sekä sahanjohtaja Pertti Husgafvel. Asetteiden valintaan osallistuivat myös tuotannonsuunnittelija Eero Valio ja metsänhoitaja Harri Pelkonen. Suomen Sahanomistajayhdistystä edusti metsänhoitaja J.E. Arnkil.

Metsäntutkimuslaitoksen osalta huolehtivat puiden mittauksesta ja koesahautulosten kirjauksista metsätekniikko Tauno Oittinen ja tutkimusapulainen Jukka Lehtimäki. Laboratorioon toimitetut näytekiekot mittasivat tutkimusapulaiset Kaarina Klemetti ja Kaisu Ojapello.

Käskikirjoitukseen teki parannusehdotuksia metsänhoitaja Juhani Salmi. Työn viimeistelyssä avustivat osastosihteeri Pirkko Kinanen ja toimistos sihteeri Raija Siekinen. Metsäntutkimuslaitosta varten käskikirjoituksen lukivat professorit Pentti Hakkila ja Yrjö Vuokila.

Kiitän saamastani tuesta.

2. AINEISTO

Vaikka mäntypuita on karsittu erityisesti 1930-luvulla runsaasti, sopivan aineiston löytäminen tuotti vaikeuksia. Käytännöllisistä syistä päädyttiin lopulta yhden kohteen koesahaukseen, koska näytepuiden keräys useasta leimikosta yhteen koesahaukseen tuotti teknisiä vaikeuksia.

Koesahaukseen valittu männikkö sijaitsi Ala-Häkkisen tilalla Keuruun kunnan Limsinginmäen kylässä. Metsätyyppi oli VT ja puusto keski-ikältään noin 90 vuotta. Puita oli karsittu 1935...1936. Karsinta-ajankohdan puustosta ei valitettavasti ollut tarkkoja tietoja, ei myöskään karsinnasta. Edes karsintakorkeus ei ollut varmasti tiedossa, mutta karsinnassa mukana olleen henkilön muistelun mukaan se oli ollut jopa 7 metriin saakka. Näin ollen tyvitukien apteerauksessa ei tarvinnut kiinnittää suurta huomiota pituuteen, koska tavanomaisia pituuksia käytettäessä koko tyvitukki oli varmasti karsittu.

Karsittujen ja karsimattomien puiden erottaminen tuotti vaikeuksia, vaikka karsitut puut olivat aikoinaan merkitty maalilla. Huolellisessa tarkastuksessa rungon pohjoispuolelta löytyi usein merkkejä maalista, vaikka muualta aurinko ja puun kasvu olivatkin jättäneet maalimerkin näkymättömiin. Karsimattomat puut tunnistettiin maalimerkin puuttumisen lisäksi kuivista oksista, joita löytyi huolellisessa etsinnässä tyvitukin korkeudelta. Epävarmoja tapauksia ei otettu mukaan aineistoon.

Karsitut ja karsimattomat puut olivat leimikossa sekaisin, joskin karsimattomien puiden osuus selvästi lisääntyi kaltevassa maastossa leimikon alalaitaa kohti. Näin ollen ei ollut täyttä varmuutta karsittujen ja karsimattomien puiden samankokoisuudesta, koska karsittavat puut oli aikoinaan valittu joidenkin kriteerien mukaan ja koska leimikko ei ollut sisäisesti täysin homogeeninen. Mittausten jälkeen voitiin kuitenkin todeta, etteivät karsitut puut juuri poikenneet karsimattomista puista 45 vuoden jälkeen (taulukko 1). Tämä viittaa siihen, etteivät karsimattomat puut kooltaan olennaisesti poikenneet karsituista myöskään karsintahetkellä. Jos laatueroja oli, on loogista pää-

tellä, että karsitut puut olivat keskimäärin parempilaatuisia kuin karsimattomat.

Koesahausta varten merkittiin kaikkiaan 250 karsittua ja saman verran karsimattomia puita. Ennen kaatoa jokainen runko numeroitiin pysyvästi tyviosaan veistettyyn pilkkaan. Numerointi oli juokseva siten, että rungot 1...250 olivat karsittuja ja rungot 251...500 karsimattomia. Juoksevalle numeroinnilla pyrittiin estämään virheellisiä kirjauksia. Lisäksi erotettiin erilaisin värein karsitut ja karsimattomat puut.

Ennen puiden kaatoa rungoista mitattiin rinnankorkeusläpimitta (mm), kapeneminen rinnantasalta ja 6 m korkeudelta mitatun läpimitan erotuksena (cm), alimman kuivan oksan etäisyys maasta (dm), kuivan latvuksen alarajan sijainti (dm), elävän latvuksen alarajan sijainti (dm) sekä rungon pituus (dm). Lisäksi tehtiin havaintoja latvuserroksesta (päävaltapuut, lisävaltapuut, välipuut, aluspuut), metsäalan työehtosopimuksen mukaisesta oksaisuusluokasta sekä rungossa havaittavista voista.

Kaadon jälkeen rungot apteerattiin tavanomaisten sääntöjen mukaan tukeiksi. Rungon numero kopioitiin latvaleikkaukseen tyvitukeissa, jotka kerättiin erilliseksi koesahaukseen joutuvaksi tukkiryhmäksi. Tukkien valmistuksen yhteydessä jokaisesta tyvitukista leikattiin latvasta kiekko, joka lähetettiin laboratorioon tarkempia selvityksiä varten.

Laboratoriossa jokaisesta latvakiekosta mitattiin millimetrin tarkkuudella suurin kuoreton läpimitta ja sitä vastaan kohtisuora läpimitta. Vastaavat ytimeistä lähtevät neljä sädettä mitattiin samoin. Lisäksi mitattiin etäisyydet ytimeistä sydänpuun reunaan ja kohtaan, joka vastasi puun läpimittaa 45 vuotta aikaisemmin eli karsintahetkellä. Näin saatiin selvityksiä mm. rungon paksuuskasvu karsinnan jälkeen.

Puun kasvunopeuden selvittämiseksi mitattiin latvakiekosta tuhannesosamillimetrin tarkkuudella ytimen läpimitta sekä keskimääräinen vuosiluston vahvuus vuosilustoissa 1...5, 6...10, 11...15, 16...20, 21...25 ja 26...30 ytimeistä lukien.

Kun tyvitukit oli kuljetettu sahalaitokselle, niistä mitattiin tarkka pituus (cm) sekä kuorelliset läpimitat tyvestä, pituuden puolivälisiä ja latvasta sekä kuoreton latvaläpimitta (mm). Laatu todettiin asteikolla I...4 Heiskasen ja Siimeksen (1959) luokituksella ottamalla huomioon pelkästään oksaisuus (= oksaisuuslaatu-luokka) tai oksaisuuden lisäksi myös muut mahdolliset viat (= laatu-luokka). Lenkous mitattiin erikseen tukin keskiviivan maksimaalisena etäisyytenä tyvi- ja latvaleikkauksien keskipisteiden kautta kulkevasta suorasta.

Sahausta varten tukit jaettiin kuuteen luokkaan kuorettoman latvaläpimitan perusteella. Niille käytettiin seuraavia asetteita, jotka pyrittiin valitsemaan siten, että valtaosa karsinnan jälkeen syntyneestä oksattomasta puusta saataisiin lautoihin. Valinta tehtiin kuitenkin varovasti siten, että myös sydäntavaraan jäi karsinnan vaikutusta. Sekä karsimattomille että karsituille tukeille käytettiin samoja asetteita läpimitan mukaan.

Kuoreton latvaläpimitta mm	Asete (Nimellismitat, mm)
140...169	<u>19.19.100.19.19</u> 19.50.50.19
170...189	<u>19.19.100.19.19</u> 19.19.50.50.19.19
190...209	<u>19.19.125.19.19</u> 19.19.50.50.19.19
210...229	<u>19.19.125.19.19</u> 19.19.63.63.19.19
230...249	<u>19.19.150.19.19</u> 19.19.38.38.38.38.19.19
250 +	<u>19.19.25.150.25.19.19</u> 19.25.25.63.63.25.25.19

Jokaiseen sahauksessa syntyneeseen sahatavarakappaleeseen merkittiin, mistä rungosta se oli peräisin. Lisäksi erotettiin sekä pelkka- että jakokehällä uloimmat, keskiset ja sisimmät sivulaudat sekä otettaessa enemmän kuin kaksi soiroa ulommat ja sisemmät soirot. Näin voitiin selvittää laadun muuttuminen ytimestä pintaan päin. Tämän trendin selvittäminen on erityisen kiintoisaa karsitun puuston ollessa kyseessä.

Ammattitaitoiset sahatavaran laatuokittelijat arvioivat jokaisen sahatavarakappaleen laadun käyttäen soveltuvin osin viitisahatavaran laatuokitusohjeita, kuitenkin siten, että laatu u/s jaettiin alalaatuihinsa I...IV. Tulokset laskettiin sekä hinnoitellen u/s yhtenä ryhmänä (yhtenäishinnoittelu) että jakaen se osiinsa (erillishinnoittelu). U/s-soirojen hintaa merkittiin luvulla 72 ja u/s-lautojen luvulla 100. Tällöin muut laadut saivat seuraavat arvot, jotka laatu- ja soirojen I...IV osalta perustuvat yleisesti käytettyihin arvioihin (esim. Siimes 1957, Sahatavaraopas... 1975, Itonen 1979, s. 69) ja muutoin vastaavat vientimarkkinoilla yleisiä hintasuhteita 1980-luvun alussa. — Tarkalleen ottaen hintasuhteet vaihtelevat ajallisesti ja riippuvat sahalaitoksen hintaryhmästä. Karsitun ja karsimattoman puuston vertailun ollessa kyseessä karkeatkin hintatiedot ovat kuitenkin riittäviä.

Laatu	Laudat	Soirot
I	220	158
II	140	101
III	105	76
IV	90	65
V	58	55
VI	47	47
Oksaton vajasärmä	101	
Höylävajasärmä	57	
Vientivajasärmä	35	
Kotimaan vajasärmä	30	

Taulukko 1. Tärkeimmät tutkimusaineiston tunnuksset.
Table 1. Most important characteristics of the study material.

Muuttuja — Variable	Karsimattomat Unpruned		Karsitut Pruned	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Runkoja, kpl — Number of stems	243		245	
Rungon rinnankorkeusläpimitta, mm Breast height diameter, mm	258	38	254	28
Kapeneminen, mm — Taper, mm	41	13	38	10
Rungon pituus, dm — Stem height, dm	204	21	222	18
Etäisyys alimpaan kuivaan oksaan, dm Distance to the lowest dead branch, dm	22	10	64	8
Kuivan latvuksen alaraja, dm Distance to the dead crown, dm	53	21	86	15
Elävän latvuksen alaraja, dm Distance to the living crown, dm	114	23	136	19
Tukin pituus, cm — Log length, cm	507	52	556	30
Kuoreton latvaläpimitta, mm Top diameter under bark, mm	208	31	207	22
Lenkous, mm — Sweep, mm	22	14	20	13

Hinnoittelussa otettiin huomioon myös leveyslisä. Mikäli laatu oli vähintään kvintta, 200 mm leveiden soirojen yksikköhintaa korotettiin 4,5 % ja lautojen 3,6 %. Jos leveys oli 225 mm tai enemmän, korotukset olivat vastaavasti 9,1 % ja 7,3 %.

Koska vajasärmäisten lautojen osalta myyntilaji määräytyy pääasiassa vajasärmäisyyden asteen perusteella oksatonta vajasärmää lukuun ottamatta, tarkemman mielikuvan saamiseksi todettiin sahatavarakappaleen pinnan laatu myös luokkina I...VI kiinnittämättä tällöin huomiota itse vajasärmäisyyteen. Hinnoitteluun tällä lisäinformaatiolla ei kuitenkaan ollut vaikutusta.

Mitattuja runkoja oli tasan 500. Lumen vuoksi aineistosta menetettiin ennen sahaa 6 tukkia. Lisäksi aineistosta jouduttiin hylkäämään 6 tukkia lisää sen vuoksi, ettei täydellistä havaintoaineistoa saatu (esim. tukin numero luettiin väärin, jolloin sahatavara kohdennettiin väärään tukkiin). Lopullisesta 488 tyvitukkia käsittävästä aineistosta laskettiin valtaosa tuloksista, joskin eräiden muuttujien osalta havaintomäärä jäi hiukan pienemmäksi loogisuustestien vuoksi. Muuttujakohtaiset hylkäykset perustuivat likimain kauttaaltaan vaikeuksiin kohdistaa joka ainoa laboratoriossa

mitattu näyte ja jokainen sahalta tehty sahatavarakappale juuri oikeaan tukkiin. Kaiken kaikkiaan vaikea työ onnistui kuitenkin tyydyttävästi, kun kokonaishävikki oli 12 tukkia (6 %), kun tukki kohtaisten tulosten saamiseksi jouduttiin luokittelemaan 1125 soirokappaletta ja 2725 lautakappaletta.

Taulukossa 1 on esitetty tärkeimmät aineistoa kuvaavat tunnuksat. Mainittakoon lisäksi, että kuoretoman latvaläpimitan mukaan tukit jakautuivat seuraavasti.

Latvaläpimita mm	Tukkeja, kpl	
	Karsimattomat	Karsitut
150	15	1
170	31	24
190	54	82
210	55	71
230	48	51
250	28	14
270	10	2
290	1	
310	1	
Yht.	243	243

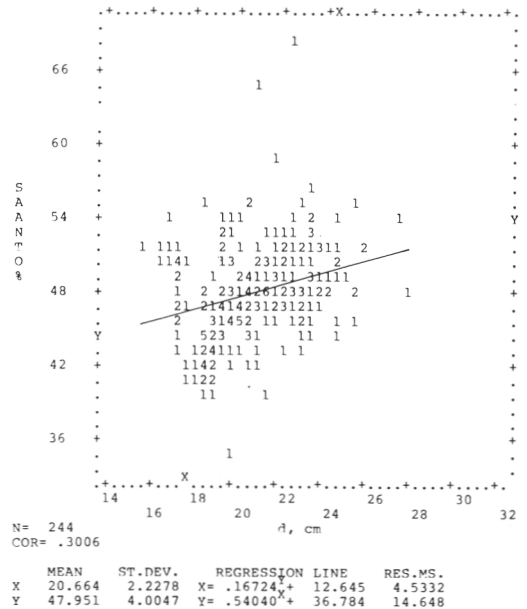
3. TULOKSET SAHATAVARAN MÄÄRÄSTÄ JA LAADUSTA

31. Saanto

Kuivan sahatavaran nimellismitoista laskettu tilavuus oli keskimäärin 47,5 % (s = 4,2 %) Newtonin kaavalla lasketusta tukin kuorellisesta tilavuudesta, ts. käyttösuhde oli 2,11. Käyttösuhde oli luonnollisesti parempi kuin yleensä tuotantotoiminnassa, mutta alhaisempi kuin mitä on ollut monissa muissa koesahauksissa (esim. Kärkkäinen 1980a, b). Karsituilla puilla saanto oli hiukan korkeampi (48,0 %) kuin karsimattomilla (47,0 %), joskaan eroa ei voi pitää olennaisen suurena.

Sekä karsituilla että karsimattomilla puilla saanto kohosi hieman tukin suuretessa, kuten kuvasta 1 ilmenee karsittujen mäntyjen osalta. Sitä vastoin saanto ei juuri riippunut tyvitukkien laadusta, kuten mm. riippumattomuus etäisyydestä alimpaan kivaan oksaan osoittaa (kuva 2).

Saantoon vaikuttavista vioista tärkein oli lenkous: mitä lengompi tukki oli, sen alhaisempi oli saanto. Koska tukin tilavuus mitattiin todellisena (kapeneminen otettiin huomioon), myös kapeneminen vaikutti saan-



Kuva 1. Karsittujen mäntyjen saanto kuoretoman latvaläpimitan mukaan.

Fig. 1. Sawn timber yield of pruned pine logs according to the top diameter under bark.

toon. Mitä enemmän tukki kapeni, sitä pienempi osa siitä saatiin sahatavaraksi. Riippuvuus olisi luonnollisesti päinvastainen, jos tarkasteltaisiin tavanomaista yksikkötilavuuslukujen mukaista tilavuutta.

Kun karsittuja ja karsimattomia puita tarkasteltiin yhdessä, saatiin regressioyhtälö (I) kuvaamaan em. tekijöiden sekä kuoretoman latvaläpimitan vaikutusta saantoon.

$$(I) y = 46,8 - 1,17x_1 + 0,0143x_2^2 - 0,0202x_2x_3$$

jossa

y = sahatavaran saanto tukin kuorellisesta tilavuudesta, %

x_1 = kapeneminen $d_{1,3} - d_6$, cm

x_2 = kuoretoman latvaläpimita, cm

x_3 = lenkous, cm

Teoriassa voidaan olettaa, että karsinta parantaa raaka-aineen homogeenisuutta niin, että erityisesti lautojen lyhentämiseltä laadun tasaamiseksi vältytään. Pienehkö karsittujen mäntyjen saantoero karsimattomiin verrattuna viittaa tähän ilmiöön. Asiaa lähemmin tutkittaessa paljastui, että saantoero johtui pikemminkin soiroista kuin laudoista. Tämä ilmenee seuraavasta jaotelmasta, jossa on esitetty tukkien ja soirojen

keskipituudet sekä lautojen niiden tilavuudella painotetut keskipituudet. Painottamat lautojen pituudet olivat olennaisesti alhaisempia, koska lyhyitä ja kapeita lautoja tulee luonnollisesti lähinnä tukin pinnasta.

	Karsimattomat	Karsitut
Tukin pituus, cm	507	556
Soirojen pituus, cm	491	544
Ero, cm	16	12
Ero, %	3,2	2,2
Lautojen pain. pituus, cm	438	479
Ero tukkiin, cm	69	77
Ero, %	13,6	13,8

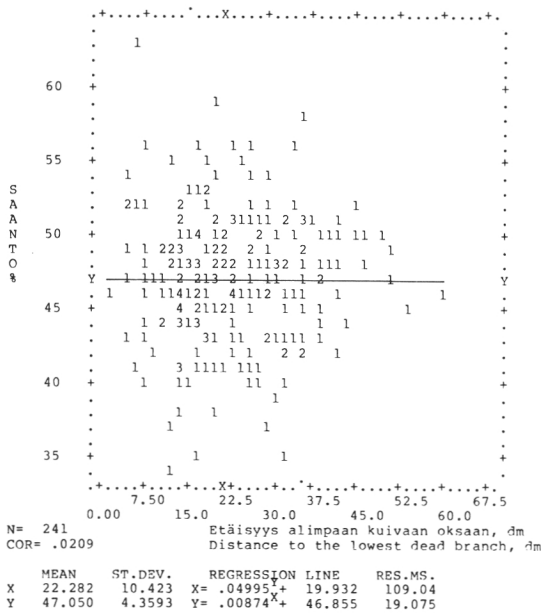
32. Sahatavaran laatujaakauma

Kuten asetteista ilmenee, lautoja sahattiin tavanomaista enemmän soirojen kustannuksella. Karsimattomista männyistä saatiin soiroja 17,754 m³ ja lautoja 12,439 m³. Vastavat luvut karsituista männyistä olivat 19,068 m³ ja 12,756 m³. Nämä sahatavaramäärät ovat jo niin suuria, että niiden jakautumista eri laatuluokkiin voidaan perustellusti tutkia tavanomaista tarkemmin, ts. jakamalla u/s-sahatavara alaluokkiinsa.

Soiroilla jakauma oli seuraava, kun hylkykappaleet ajateltiin haketetuiksi ja näin ollen jäävän sahatavarasaannon ulkopuolelle.

Laatu	Osuus tilavuudesta, %	
	Karsimattomat	Karsitut
I	0,8	10,2
II	7,6	24,7
III	9,9	23,5
IV	24,6	21,1
V	47,5	18,3
VI	9,6	2,2
Yht.	100,0	100,0

Karsimattomilla männyillä u/s-sahatavaran osuus oli yhteensä 42,9 %, mikä on tavanomainen arvo puuston laatu huomioon ottaen. Karsituilla männyillä sama summa-arvo oli peräti 79,5 %, mikä on poikkeuksellisen korkea sahatavaran tuotantoa ajatellen. Jo näistä luvuista ilmenee, että karsinta kohotti sahatavaran laatua olennaisesti. Vielä selvemmäksi ero käy, kun tarkastellaan u/s-laadun sisäistä jakaumaa: esimerkiksi priimasoiroja saatiin karsituista männyistä yli 10 kertaa enemmän kuin karsimattomista.



Kuva 2. Karsimattomien mäntyjen saanto alimpaan kuivaan oksaan mitatun etäisyyden mukaan.

Fig. 2. Yield of sawn timber according to the distance to the lowest dead branch.

Laudoilla laatujaakauma oli seuraava.

Laatu	Osuus tilavuudesta, %	
	Karsimattomat	Karsitut
I	1,5	15,7
II	2,2	19,4
III	2,4	9,6
IV	7,7	12,0
V	27,6	8,8
VI	21,0	0,9
Oksaton vs.	3,1	21,1
Höylävs.	9,7	7,6
VI/pl	16,3	1,9
KI/pl	8,5	3,0
Yht.	100,0	100,0

Karsimattomista puista u/s-lautoja saatiin kaikkiaan vain 13,8 %, mitä on pidettävä tavanomaista alhaisempana lukuna. Karsituilla männyillä vastaava osuus oli 56,7 %. Tämäkään ei ole korkea luku, mutta sen lisäksi on otettava huomioon, että oksatonta pintalautaa oli peräti 21,1 % ja höylävajaa-särmää 7,6 % eli kaikki nämä laadut yhteensä 85,3 %. Täyssärmäisistä laudoista oli u/s-laatu 22 % karsimattomilla puilla ja 85 % karsituilla.

Parhaita lautalaatuja oli olennaisesti vain karsituissa männyissä. Esimerkiksi priimalautoja saatiin karsituista puista kymmenkertaisesti karsimattomiin verrattuna.

Kuten aineiston selostamisen yhteydessä mainittiin, vajasärmäisistä pintalautoista todettiin myös niiden pinnan laatu soveltaen tavanomaista ventiluokitusta sahapintaan. Näin luokiteltua lautatavaraa saatiin karsimattomista männyistä 4,674 m³ ja karsituista 4,318 m³. Tulokset muodostuivat seuraaviksi.

Laatu	Osuus tilavuudesta, %	
	Karsimattomat	Karsitut
I	10,3	71,2
II	19,2	16,2
III	18,9	9,5
IV	16,6	2,9
V	17,1	0,0
VI	17,9	0,2
Yht.	100,0	100,0

Edellä esitetty tulos merkitsee mm. sitä, että jos metsikön kasvatusta olisi jatkettu edelleen, karsimattomasta puustosta saatu lautatavara olisi ollut korkeintaan keskilaatuista. Karsitun puuston lisälaudat olisivat olleet valtaosaltaan priimaa, ja u/s-laatu heikompina lautojen osuus olisi ollut vain 0,2 %. Tältä osin tulos on vakuuttava. Mai-

nittakoon, että jo tarkasteltuna korjuuajan-kohtana hyvien täyssärmäisten lautojen osuus olisi kasvanut, mikäli talteen olisi otettu myös 75 mm levyistä tavaraa. Hyvästä laadusta johtuen näinkin kapean laudan hyödyntäminen olisi ollut mahdollisesti perusteltua.

33. Sahatavaran yksikköhinnat

Vaikka karsinta oli tehty niin myöhäisessä puuston kehitysvaiheessa, että karsinnan jälkeinen sädekasvu oli latvaleikkauksessa keskimäärin alle 50 mm, aiemmin todetun mukaisesti jo soiroissa oli havaittavissa karsinnan vaikutus. Tämä ilmenee myös seuraavasta jaotelmasta, jossa on esitetty suhteelliset yksikköhinnat (u/s-soiro = 72, u/s-lauta = 100) sekä tarkastelemalla u/s-laatu yhtenä ryhmänä (yhtenäishinnoittelu) että jakamalla se alaluokkiinsa (erillishinnoittelu).

	Soirojen yksikköhinta			
	Yhtenäishinta		Erillishinta	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Karsimattomat männyt	62,5	7,8	64,7	15,6
Karsitut männyt	69,1	4,9	85,4	25,0

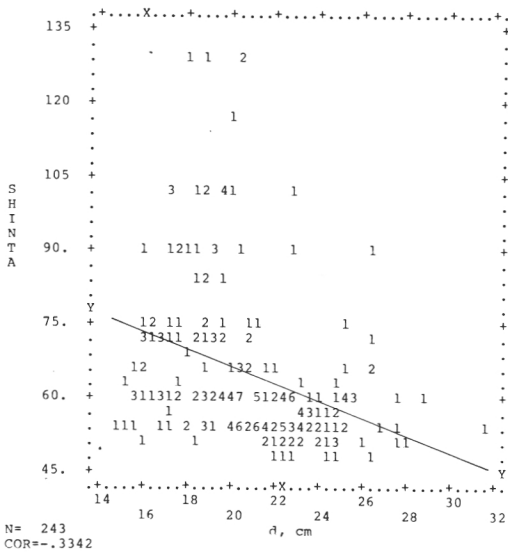
Karsinta vaikutti luonnollisesti enemmän lautojen kuin soirojen laatuun. Erityisen selvästi tämä oli havaittavissa jaettaessa u/s-laatu alaluokkiinsa: parhaita lautalaatuja oli olennaisesti vain karsituissa männyissä.

	Lautojen yksikköhinta			
	Yhtenäishinta		Erillishinta	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Karsimattomat männyt	54,8	15,5	57,0	23,2
Karsitut männyt	88,7	14,0	112,7	34,3

Soiroja oli karsimattomien mäntyjen sahausesta 58,9 % ja karsittujen 59,9 %. Näin ollen kaikkea sahatavaraa koskevat tulokset painottuivat hieman enemmän soiroihin kuin lautoihin päin.

	Sahatavaran yksikköhinta			
	Yhtenäishinta		Erillishinta	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Karsimattomat männyt	59,5	8,7	61,6	15,9
Karsitut männyt	76,8	7,2	95,5	24,3

Soirojen keskimääräinen yksikköhinta aleni selvästi tukin järeytyessä sekä karsimattomilla että karsituilla puilla. Esimerkki



Kuva 3. Karsimattomista männyistä saatujen soirojen yksikköhinnan riippuvuus tukin järeydestä. U/s-laatu jaettiin alaluokkiinsa I...IV.

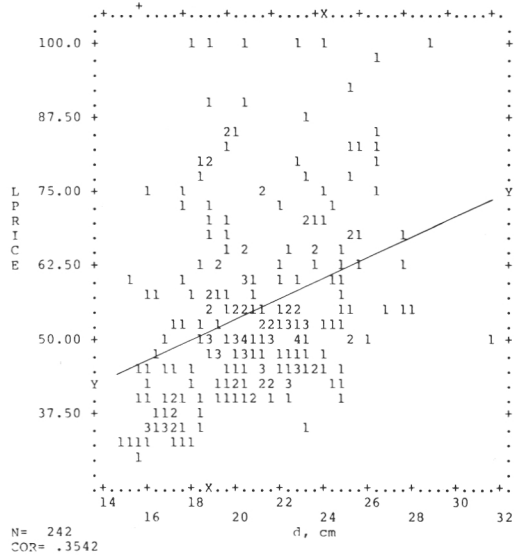
Fig. 3. Unit price of battens sawn from unpruned pine stems according to the top diameter. U/s quality was divided into groups I...IV.

tästä on kuvassa 3. Riippuvuus saattaa vaikuttaa yllättävältä. Kun kuitenkin otetaan huomioon, että kyseessä oli yksi leimikko, tulos on sopusoinnussa aikaisemman tutkimustoiminnan avulla saadun kuvan kanssa. On nimittäin todettu, että metsikön etukasvuiset puut ovat usein heikkolaatuisempia kuin keskikokoiset puut (esim. Heiskanen 1965b).

Soirojen osoittamasta läpimitariippuvuudesta poiketen lautojen yksikköhinta kohosi selvästi tukin järeytyessä. Ilmiö oli selvä myös karsimattomissa männyissä (kuva 4), mutta vielä korostuneempi karsituissa (kuva 5).

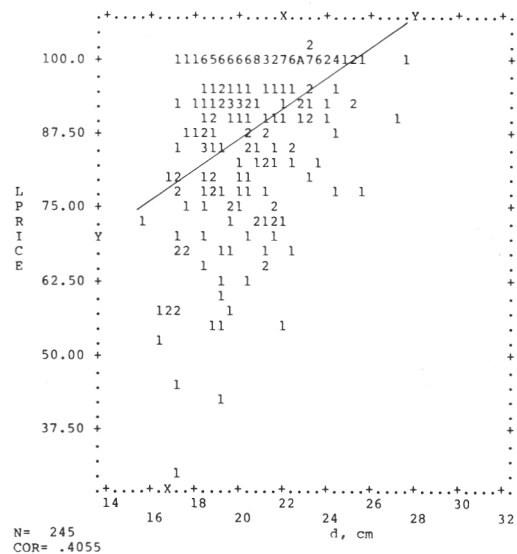
Kun soirojen ja lautojen yksikköhinnan riippuvuus läpimitarista oli erisuuntainen, kaiken sahatavaran keskimääräisen yksikköhinnan riippuvuus tukin järeydestä oli olematon ja vailla tilastollista merkittävyyttä.

Karsinnan vaikutuksen täsmällisemmäksi selvittämiseksi tarkasteltiin myös sisempien ja ulompien sivulautojen yksikköhintoja. Yleensä voitiin havaita, että käytetyillä aseteilla ulomman laudan hinta oli alhaisempi. Syynä ei kuitenkaan ollut puuaineen laadun heikkeneminen sinänsä, vaan se, ettei suh-



Kuva 4. Karsimattomista männyistä sahattujen lautojen yksikköhinnan riippuvuus tukin järeydestä. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä.

Fig. 4. Unit price of boards sawn from unpruned pine stems according to the top diameter. U/s quality was undivided.



Kuva 5. Karsituista männyistä sahattujen lautojen yksikköhinnan riippuvuus tukin järeydestä. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä.

Fig. 5. Unit price of boards sawn from pruned pine stems. U/s quality was undivided.

teellisen pienikokoisista tukeista saatu toista täyssärmäistä sivulautaa. Näin ollen se jouduttiin ottamaan vajaasärmäisenä. Tukin suuressa tilanne tosin jonkin verran parani, kuten seuraavasta jaotelmasta ilmenee.

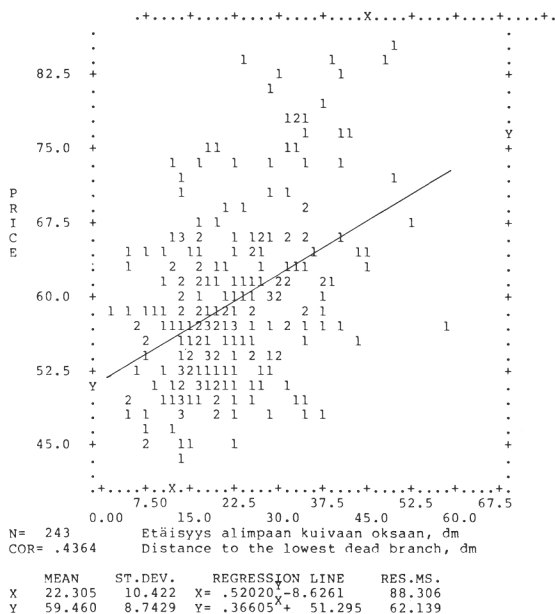
Läpimitta- luokka mm	Kehä	Lauta	Yhtenäis- hintaa	Erillishintaa
Karsimattomat männyt				
170...189	Pelkka	Sisempi	59,4	62,5
		Ulompi	42,6	42,6
	Jako	Sisempi	56,6	59,0
		Ulompi	54,6	54,6
190...209	Pelkka	Sisempi	53,4	56,4
		Ulompi	53,5	53,5
	Jako	Sisempi	59,4	62,0
		Ulompi	46,8	47,3
210...229	Pelkka	Sisempi	55,9	56,0
		Ulompi	47,7	49,5
	Jako	Sisempi	53,8	55,2
		Ulompi	48,7	51,2
230...249	Pelkka	Sisempi	59,5	62,3
		Ulompi	56,5	59,0
	Jako	Sisempi	56,0	58,1
		Ulompi	39,9	39,9

Karsitut männyt

170...189	Pelkka	Sisempi	83,3	95,0
		Ulompi	54,2	54,2
	Jako	Sisempi	90,7	111,4
		Ulompi	83,7	84,4
190...209	Pelkka	Sisempi	87,3	114,1
		Ulompi	91,7	94,4
	Jako	Sisempi	92,2	117,6
		Ulompi	86,0	87,7
210...229	Pelkka	Sisempi	91,8	121,5
		Ulompi	93,6	103,7
	Jako	Sisempi	89,2	125,2
		Ulompi	91,9	95,7
230...249	Pelkka	Sisempi	97,4	162,6
		Ulompi	84,0	85,4
	Jako	Sisempi	99,0	146,9
		Ulompi	90,8	90,8

Edellä olevasta jaotelmasta ilmenee myös karsittujen ja karsimattomien puiden suuri ero, joka oli erityisen korkea erillishinnoittelua käytettäessä.

Sekä soirojen että lautojen yksikköhinta kohosi selvästi maasta alimpaan kuivaan oksaan mitatun etäisyyden kasvaessa. Soiroilla riippuvuus oli ymmärrettävistä syistä heikompi kuin laudoilla, mutta kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Luonnollisesti myös kaiken sahatavaran keskimääräinen yksikköhinta kohosi etäisyyden kasvaessa, kuten karsimattomia puita koskeva kuva 6 osoittaa. Vahva riippuvuus tukee aiemmin esitettyjä tutkimustuloksia samasta asiasta (Kärkkäinen 1980a, b).



Kuva 6. Karsimattomien mäntyjen sahatavaran keskimääräinen yksikköhinta alimpaan kuivaan oksaan mitatun etäisyyden mukaan. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä (erikseen soivot ja laudat).

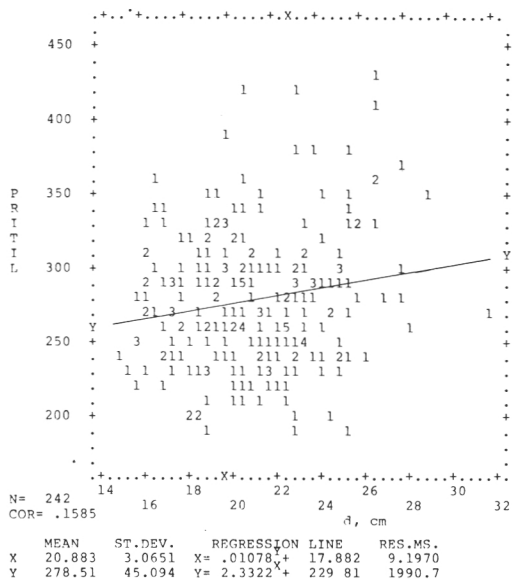
Fig. 6. Average unit price of sawn goods of unpruned stems according to the distance to the lowest dead branch. U/s quality was undivided.

34. Sahatavaran arvo tukin tilavuusyksikköä kohti

Kun u/s-soirojen yksikköhintaa merkittiin luvulla 720 ja u/s-lautojen luvulla 1 000, karsituilla ja karsimattomilla männyillä oli sahatavaran hinta tukin kuorellista tilavuutta kohti seuraavan jaotelman mukainen.

	Sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti			
	Yhtenäishinta \bar{x}		Erillishinta \bar{x}	
Karsimattomat männyt	280,6	55,4	290,1	78,5
Karsitut männyt	366,8	45,3	456,7	122,5

Karsimattomilla puilla sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti riippui vain vähän tukin järeydestä (kuva 7). Tämä merkitsee sitä, että lievä yksikköhinnan aleneminen tukin järeytyessä eliminoi osin sen hyödyn, joka saatiin samansuuntaisesta saannon kohoamisesta. Karsituilla puilla oli sitä vastoin havaittavissa kohtalaisen selvä sahatavaran tilavuutta kohti lasketun hinnan kohoaminen järeytymisen myötä (kuva 8).



Kuva 7. Karsimattomista männyistä sahtavan sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti tukin latvaläpimitan mukaan. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä (erikseen soirot ja laudat).

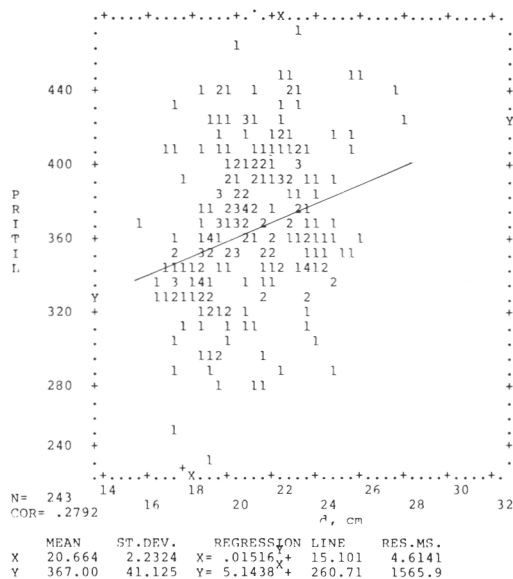
Fig. 7. Price of sawn goods per log volume of unpruned pines according to the top diameter. U/s quality was undivided.

Koska sahatavaran yksikköhinta kohosi selvästi alimpaan kuivaan oksaan mitatun etäisyyden kasvaessa, sama tulos saatiin luonnollisesti myös sahatavaran hinnasta tukin tilavuutta kohti. Tästä on esimerkki kuvassa 9 karsimattomien mäntyjen ollessa kyseessä.

Karsituilla männyillä vaikutti sahatavaran hintaan huomattavasti se, kuinka paljon likimain oksatonta puuta oli syntynyt karsinnan jälkeen. Kun oksattoman puun määrää kuvattiin tukin latvaleikkauksesta mitatulla 45 viimeisen vuoden sädekasvulla, saatiin kuvan 10 esittämä tulos riippuvuudesta. Selvää on, että valtaosaltaan riippuvuus johtui lautojen laadun paranemisesta oksattoman vaipan kasvun myötä.

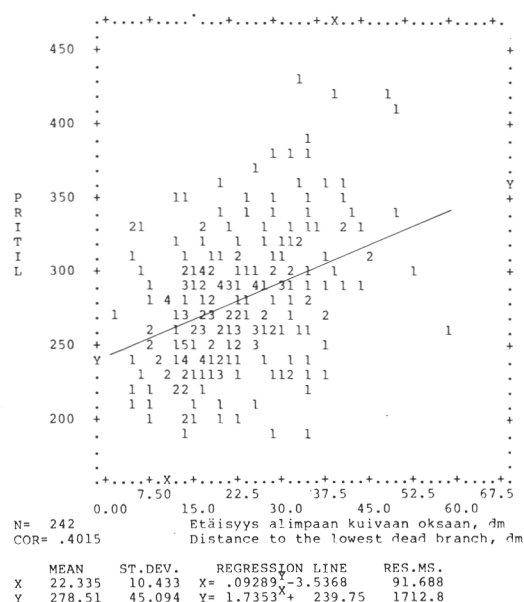
Mikäli u/s-sahatavara jaettiin alaluokkiinsa, hinnan riippuvuus oksattomasta sädekasvusta oli jyrkempi, koska laudoista oli tällöin osa korkealle hinnoiteltuja parhaita laatuja.

Kuten aiemmin mainittiin, sahatavaran yksikköhinta yleensä aleni tukin järeytyessä, ilmeisesti suurempien puiden etukasvuudesta ja siitä aiheutuneesta oksaisuudesta johtuen. Tähän nähden oli kiintoisaa



Kuva 8. Sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti karsituilla männyillä latvaläpimitan mukaan. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä (erikseen soirot ja laudat).

Fig. 8. Price of sawn goods per log volume of pruned pines according to the top diameter. U/s quality was undivided.

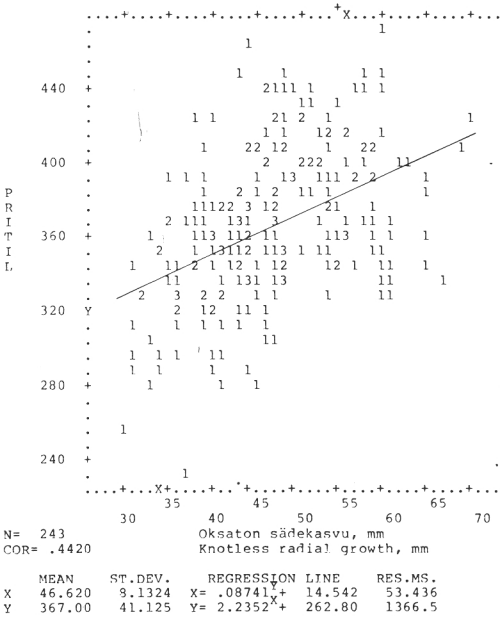


Kuva 9. Sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti karsimattomilla männyillä latvaläpimitan mukaan. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä (erikseen soirot ja laudat).

Fig. 9. Price of sawn goods per log volume of unpruned pines according to the top diameter. U/s quality was undivided.

tarkastella, riippuiko sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti myös nuoruudenaikaisesta kasvusta.

Kun tarkasteltiin tukin tilavuutta kohti lasketun sahatavaran hinnan riippuvuutta eri etäisyyksillä ytimestä mitatusta keskimääräisestä vuosiluston vahvuudesta, voitiin havaita, että ytimen läheisyydessä paksut lustot indikoivat hinnan heikkenemistä, mutta jo noin 20 vuosiluston päässä ytimestä hinnan paranemista. Korrelaatiot olivat kaikissa tapauksissa alhaiset, mutta ilmiön suunta oli selvä: heikko kasvu on edullista vain aivan nuoruusvaiheessa, mutta myöhemmin on tärkeää hyvä kasvu, joka turvaa rungon järeyden ja sitä kautta muodostuvan hyvän saannon, leveyslisien saamisen jne. Myös Uusvaara (1981, s. 62) havaitsi luonnonmännystä saatujen lautojen laadun paranevan kasvunopeuden kohotessa.



Kuva 10. Sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti karsituilla männyllä karsinnan jälkeen tapahtuneen sädekasvun mukaan. U/s-laatu hinnoiteltiin yhtenäisenä (erikseen soirot ja laudat).

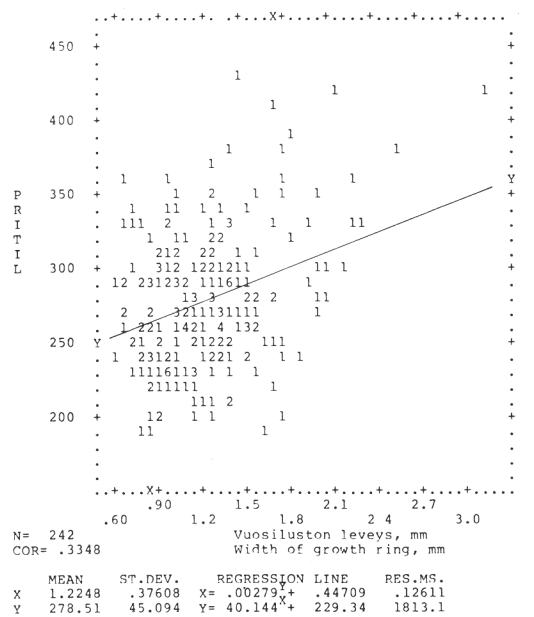
Fig. 10. Price of sawn goods per log volume of pruned pines according to the radial growth after pruning. U/s quality was undivided.

Korrelaatiokertoimet olivat seuraavat.

Vuosislusto ytimestä, a	Tukin tilavuutta kohti lasketun sahatavaran hinnan ja vuosiluston keskileveyden korrelaatiokerroin	
	Yhtenäishinta	Erillishinta
1...5	-0,067	-0,172
6...10	-0,143	-0,302
11...15	-0,084	-0,189
16...20	0,058	-0,066
21...25	0,158	0,126
26...30	0,335	0,374

Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon, että kyseessä olivat tukin latvaleikkauksesta tehdyt havainnot. Kantoleikkauksessa riippuvuudet lienevät numeerillisesti toiset, joskin riippuvuuden suunnat lienevät samat.

Kuvassa 11 on esitetty esimerkki vuosiluston leveyden ja tukin tilavuutta kohti lasketun sahatavaran hinnan välisestä positiivisesta riippuvuudesta.



Kuva 11. Tukin tilavuutta kohti lasketun sahatavaran hinta karsimattomilla männyllä latvaleikkauksesta 26...30 luston päässä ytimestä mitatun keskimääräisen vuosiluston leveyden mukaan.

Fig. 11. Price of sawn goods per log volume of unpruned logs according to the average ring width measured from the top section 26...30 years from the pith.

4. TALOUDELLISIA LASKELMIA

Edellä on tarkasteltu sahatavaran yksikköhintaa ja tukin tilavuutta kohti laskettua sahatavaran hintaa sekä karsittujen että karsimattomien mäntyjen ollessa kyseessä. Lisäksi tarkasteltiin hintatunnuksiin vaikuttavia tekijöitä. Yksinkertaisimmat taloudelliset laskelmat voidaan tehdä vertailemalla pelkästään karsittujen ja karsimattomien puiden keskiarvoja, koska vertailuryhmien puusto ja siitä tehdyt tukit olivat likimain samankokoisia. Tarkemmissa taloudellisissa laskelmissa voidaan lisäksi ottaa huomioon puuston sisäinen vaihtelu ja siitä aiheutuva karsinnan edullisuuden vaihtelu puittain ja puuryhmittäin. Tuotoissa voidaan keskittyä pelkästään sahatavaraan, koska sivutuotteista saatava hinta ei olennaisesti riipu siitä, oliko kyseessä karsittu vai karsimaton puusto. Tarkasti ottaen oksaton pintahake on luonnollisesti arvokkaampaa kuin karsimattomista puista saatava hake.

Taloudellisissa laskelmissa voidaan lähteä liikkeelle tukin tilavuutta kohti lasketusta sahatavaran hinnasta. Merkitään symbolilla H_1 karsituista puista saadun sahatavaran hintaa (mk/m^3) ja symbolilla H_2 vastaavaa karsimattomien puiden hintaa. Jos tyvitukin keskikoko on V , saadaan karsinnan aiheuttamaksi rungon arvon lisäykseksi K (mk/runko) kaavan (2) mukainen tulos.

$$(2) K = V(H_1 - H_2)$$

Merkitään karsintakustannusta symbolilla k . Jos karsintakustannukselle halutaan saada korkoa korolle p prosentin verran siten, että investoinnin nykyarvoksi tulee rungon arvon lisäys K , saadaan kaava (3).

$$(3) K = ka^t$$

jossa $a = 1 + p/100$ ja t on karsinta-ajasta puuston hyödyntämishetkeen kuluva aika.

Käsillä olevan tutkimuksen aineistossa yhtenäishinnoittelun mukainen karsitun ja karsimattoman puuston ero oli 86,206, kun u/s-soiron hintaa merkittiin luvulla 720 ja

u/s-laudan hintaa luvulla 1000. Jos realistiseksi sahatavaran hinnaksi oletetaan 900 mk/m^3 u/s-soirojen ollessa kyseessä, kertomaksi saadaan 1,25. Näin ollen em. ero olisi 107,76 mk/m^3 .

Tukin keskikoko oli 0,2640 m^3 . Näin ollen karsinnan aiheuttama arvon lisäys K olisi tukkia kohti 28,45 mk.

Jos karsintakustannukseksi k otetaan 2 mk runkoa kohti, sisäiseksi koroksi muodostuu 45 vuoden aikana 6,1 %. Jos karsintakustannus olisi 3 mk, vastaava sisäinen korko olisi 5,1 %.

Sisäinen korko on suhteellisen tunnoton parametrien muutoksille. Sahatavaran hinnan kaksinkertaistuminen antaisi sisäiseksi koroksi 7,7 %. Toisaalta hinnan alentuminen puoleen antaisi vielä 4,5 % sisäisen koron. Samoin vaikuttavat vastaavat muutokset karsintakustannuksissa. — Realistista onkin laskea karsinnalle nykytasoa korkeampi kustannus, koska kaikki karsitut puut eivät varmaankaan säily lopulliseen sadonkorjuuseen saakka.

Edellä esitetyt sisäiset korot ovat siinä mielessä reaalisia, että karsintakustannus otettiin nykyhintojen mukaisena. Tähän nähden näitä sisäisiä korkoja voi pitää metsätaloudellisesti tyydyttävinä, joskaan ei huippua edustavina.

Karsinnan keskimääräisen edullisuuden lisäksi tarkasteltiin runkojen välistä vaihtelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Aluksi laskettiin erikseen karsituille ja karsimattomille puille, kuinka tukin tilavuutta kohti laskettu sahatavaran hinta riippui tukin latvaläpimitasta ja karsinta-ajankohdan jälkeen syntyneestä tukin latvaleikkauksen sädekasvusta. Laskennassa käytettiin sekä yhtenäisettä erillishinnoittelua. Tämän jälkeen laskettiin jokaiselle tukille em. sahatavaran hinta sekä karsituille että karsimattomille tukeille tarkoitetuilla yhtälöillä riippumatta siitä, oliko kyseinen tukki karsimaton vai karsittu. Lopuksi hintaeroa tarkasteltiin eri tekijöiden mukaan mm. tukin järeyden ja sädekasvun vaikutuksen selvittämiseksi.

Kun tarkasteltavana oli u/s-laadun yhtenäishinnoittelun mukainen sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti (u/s-soiro = 720, u/s-lauta = 1 000), saatiin seuraavat regressioyhtälöt.

Muuttuja	Regressiokerroin	
	Karsitut	Karsimattomat
Vakio	3,49	228,87
Sädekasvu 45 a aikana, mm	13,55	0,0
Latvaläpimitan (cm) neliö	-0,00821	-0,1459
Sädekasvun neliö	-0,1183	-0,01740
Sädekasvu · läpimitta	0,0	0,1567

Kun tarkasteltavana oli erillishinnoittelun mukainen hinta, kertoimet muodostuivat seuraaviksi.

Muuttuja	Regressiokerroin	
	Karsitut	Karsimattomat
Vakio	-444,64	64,65
Sädekasvu 45 a aikana, mm	33,72	7,085
Latvaläpimitan (cm) neliö	0,0	-0,00973
Sädekasvun neliö	-0,1945	-0,04542
Sädekasvu · läpimitta	-0,2406	0,0

Aiemmin selostettuja yhtälöitä käyttäen laskettiin karsituista ja karsimattomista tukeista saatavan sahatavaran hinnanero tukin tilavuutta kohti. Tarkasteltaessa tulosta läpimitan suhteen havaittiin, että ero oli likimain sama tukin koosta riippumatta. Yhtenäishinnoittelua käytettäessä latvaläpimitan (cm) regressiokerroin oli 0,181 ja erillishinnoittelulla -2,68. Toisin sanoen hinnanero tukin tilavuutta kohti kohosi 0,18 mk/m³ latvaläpimitan kasvaessa 1 cm tai aleni 2,68 mk/m³. Näin pienillä arvoilla ei luonnollisestikaan ole mitään käytännöllistä merkitystä.

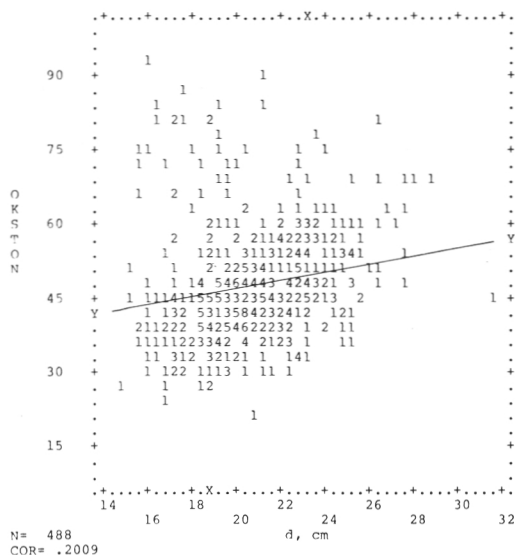
Vastaavalla tavalla tarkasteltiin tukkikohtaista eroa. Tällöin havaittiin, että sahatavaran hinnanero tukkia kohti kasvoi suoraviivaisesti tukin latvaläpimitan suuretessa. Yhtenäishintaa käytettäessä regressiokerroin oli latvaläpimitan (cm) suhteen 1,82 ja erillishinnoittelulla 3,12. Toisin sanoen karsitun ja karsimattoman puun arvoero lisääntyi 1,82 tai 3,12 mk latvaläpimitan yhtä senttimetriä kohti.

Esitettyjen riippuvuuksien tulkinta on selvä: vaikka karsituista ja karsimattomista tukeista saadun sahatavaran hinnanero tukin tilavuutta kohti olikin lähes riippumaton tukin koosta, tukkia kohti tuleva markkamääräinen ero lisääntyi tukin koon suuretessa. Vastaavasti karsinnan edullisuus oli

sitä suurempi, mitä kookkaammista leimikon puista oli kyse.

Eroja tarkasteltiin myös sen mukaan, kuinka paljon sädekasvua oli syntynyt karsinta-ajankohdan jälkeen. Tällöin havaittiin yllättäen, että oli olemassa tietty optimaalinen karsinnan jälkeinen sädekasvu, jolloin ero oli suurimmillaan. Kun tarkastelun kohteena oli sahatavaran hinta tukin tilavuutta kohti yhtenäishintaa käytettäessä, maksimaalinen ero saavutettiin sädekasvun arvolla 51 mm. Erillishinnoittelulla maksimiero vastasi sädekasvu 82 mm. Tukkia kohti lasketun eron maksimi saavutettiin yhtenäishinnoittelulla sädekasvulla 53 mm ja erillishinnoittelulla kasvulla 70 mm.

Yllättävyydestään huolimatta saadut tulokset eivät ilmeisestikään ole sattumalta syntyneitä, vaan kuvastavat oksien kyljestymisen biologiaa. Jos sädekasvu on pieni, karsitun ja karsimattoman puun ero on vähäinen, koska karsitussakaan puussa ei ole saatu hyödynnetyksi ohutta oksatonta vaippaa. Sen paksutessa ero lisääntyy aina siihen saakka, kunnes myös karsimattomissa puussa alkaa tapahtua olennaista oksien kyljestymistä. Tällöin ero alkaa pienetä tai ainakin eron suureneminen lakkaa. Näin



Kuva 12. Oksaton sädekasvu 45 a aikana tukin latvaläpimitan mukaan.

Fig. 12. Knotless radial growth in 45 years according to the top diameter.

päätellen havaittu tulos vaikuttaa loogiselta. Myös se, että erillishinnoittelun mukaisen eron maksimi saavutettiin suuremman sädekasvun avulla kuin käytettäessä yhtenäishinnoittelua, sopii hyvin edellä esitettyyn malliin.

Edellä on tarkasteltu erikseen tukin järeyden ja sädekasvun vaikutusta. Jossain mää-

rin ne kuvasivat toisiaan keskinäisestä korrelaatiosta johtuen (kuva 12), mutta kuitenkin suhteellisen vähän. Näin ollen ei ole välttämätöntä tarkastella esitettyjen tekijöiden taloudellista yhdysvaikutusta, vaan voidaan tyytyä erillistarkastelun mukaiseen tulokseen.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Käytetty tutkimusaineisto oli määrältään hyvin riittävä kuvaamaan kyseistä 1935... 1936 karsittua männikköä. Sitä vastoin tulosten yleistäminen muihin metsiköihin ei ole mahdollista. Kyseessä on yksittäistapaus, olkoonkin että Suomessa ensimmäinen esimerkki, joka on aineistoltaan riittävä antamaan perusteltua mielikuvaa karsinnan mahdollisuuksista ja rajoituksista.

Vertailupari muodostui saman metsikön karsituista ja karsimattomista puista. Jos eri käsittelyn saaneilla rungoilla oli alunperin eroa, voidaan olettaa, että karsitut puut olivat korkealaatuisempia. Tältä osin karsittujen ja karsimattomien puiden ero muodostui ehkä liian suureksi. Yliarvioinnin määrää on mahdoton arvioida, koska jo soiroissa oli havaittavissa karsinnan vaikutusta. Luultavaa kuitenkin on, ettei alkupuuston erilaisuudesta johtuva virhe voi olla kokonaisuuteen nähden suuri. Tähän viittaa se, ettei mm. nuoruudenaikainen kasvunopeus poikennut karsituissa puissa olennaisesti karsimattomista puista.

Karsinnan vaikutuksen yliarviointia on saattanut aiheutua myös käytetyistä asetteista. Ne valittiin siten, että mahdollisimman suuri osa karsinnan edullisesta vaikutuksesta saataisiin lautoihin. Kun samoja asetteita käytettiin myös karsimattomiin tukkeihin, aiheutettiin tahallista tappiota normaaliahaukseen verrattuna: olisi saatu parempi taloudellinen tulos, jos suurempi osa sahatavarasta olisi otettu soiroina ja lankkuina. Tämä on tosin jälkiviisautta: etukäteen on vaikea arvioida, millaiset asetteet antaisivat laadullisesti parhaan tuloksen. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että lautavoittoisten asetteiden käyttö kannattaa vain poikkeuksellisen korkealuokkaisten tukkien ollessa kyseessä (ks. myös Asikainen 1968).

Tässä nimenomaisessa tapauksessa epäedullisiin asetteisiin viittaa karsimattomien tukkien alhainen u/s-sahatavaran osuus, 13,8 %. Osa heikommista laudoista olisi epäilemättä kannattanut ottaa soirojen mukana.

Toisaalta on huomattava, että karsinta kohdistui puustoon, joka ei juuri karsintaa kaivannut. Laatu oli erinomainen myös karsimattomissa tukeissa. Tämä merkitsi sitä, ettei karsinnan taloudellinen hyöty voinut muodostua kovin suureksi ainakaan yhtenäishinnoittelua käytettäessä, koska myös vertailusahatavara oli korkealuokkaista. Tältä osin voidaan käytännössä odottaa karsinnalle nyt tarkasteltua esimerkkiä korkeampaa taloudellista merkitystä.

On myös ilmeistä, että puusto karsittiin liian myöhäisellä iällä, jolloin kasvu oli jo alentunut. Lisäksi puusto kasvoi liian tiheässä: latvukset olivat lyhyitä (taulukko 1) ja kasvu alhainen. Tukkien latvasta mitattu 45 vuoden aikana syntynyt sädekasvu oli keskimäärin 48 mm, ts. keskimääräinen vuosiluston vahvuus oli tukin pintaosassa vain 1 mm luokkaa. Karsinta olisi ollut ilmeisesti taloudellisesti edullisempaa, jos se olisi tehty aiemmin, korkeamman sädekasvun aikana, ja jos olisi tähdätty korkeamman runkokohtaisen kasvuun ehkä pintaalamääräisen kasvun kustannuksellakin.

Käsitystä myöhästyneestä karsinnasta tukee se, että tukin pään korkeudella kuoreton läpimitta oli karsintahetkellä keskimäärin 112 mm. Puuston korkealaatuisuuteen nähden karsinta-ajankohta ei ehkä ollut kovin paljoa myöhässä, mutta epäilemättä vielä enemmän soiroista olisi saatu korkealaatuisemmiksi, jos karsinta olisi tehty aiemmin.

Puuston hidaskasvuudesta aiheutui,

että karsintahetkestä jouduttiin odottamaan peräti 45 vuotta, ennen kuin päästiin hyödyntämään tehtyä investointia. Sisäisen koron laskennassa aikatekijällä on tunnetusti suuri vaikutus. Jos haluttu järeys olisi saavutettu 35 vuoden aikana, sisäiseksi koroksi olisi muodostunut 7,9 %.

Eri suuntiin vaikuttavien tekijöiden merkitystä punnittaessa tullaan päätelmään, että käytännössä on suhteellisen helposti saavutettavissa parempi taloudellinen tulos kuin nyt tarkastellussa esimerkissä. Tulos ei ollut huono — onhan metsätaloudessa yleisesti käytetty koron taso 3...4 % — mutta lukuisista tekijöistä aiheutui, että parempaan karsintatulokseen on ilmeisiä mahdollisuuksia.

Tuottomahdollisuuksia parantaa myös karsituista puista saadun sahatavaran korkea laatu. Kaikki laskelmat tehtiin varovaisuussyistä yhtenäishinnoittelua käyttäen.

Selvää kuitenkin on, että karsittujen puiden tapauksessa kannattaa harkita sahatavaran suoramyyntiä erityisen korkealaatuisen sahatavaran tarvitsijoille, koska tuottomahdollisuudet ovat tällöin suuremmat. Erityisin markkinatutkimuksin on kuitenkin selvitettävä, onko puusepänlaatujen maksukykyinen kysyntä riittävä kattamaan erillisestä myyntitoiminnasta aiheutuvat kustannukset.

Toisaalta on korostettava, ettei tuloksia voi yleistää lainkaan paksuoksaisiin, harvassa kasvaneisiin mäntyihin ja niiden karsintaan. Erillisin tutkimuksin on selvitettävä karsinnan käyttömahdollisuudet alkupuuston laadun ollessa heikko. Nyt käsitellyssä aineistossa ongelmia ei tullut lenkoudesta ja muista runkovioista, jotka saattavat muodostua ongelmallisiksi viljavilla mailla harvassa kasvaneiden mäntyjen ollessa kyseessä. Tutkimustoimintaa onkin syytä pyrkiä jatkamaan monipuolisemman kuvan saamiseksi.

KIRJALLISUUTTA

- AHOLA, V.K. 1955. Silmukarsinta. Metsät. Aikakaust. (3—4):85—86.
- ASIKAINEN, K. 1968. Lautasahauksesta ja sen edullisuudesta. Suomen Puutalous 50(11):324—335.
- BJÖRKLUND, H.L. 1938. Kvistning kan höja stammarnas värde 100 %. Lantmän och andelsfolk (1938):307—308.
- BLOMQUIST, A.G. 1879a. Puiden karsimisesta ja hirsipuiden kasvattamisesta. Suomen Metsäyh. Kirjasia II:1—16.
- 1879b. Om uppvistning af träd. Finska Forstfören. Medd. 1:167—214.
- 1881. Replik till Herr A. Sivén i uppvistningsfrågan. Finska Forstfören. Medd. 2:81—87.
- BORENIUS, E. 1933. Uppkvisting av björk. Skogsbruket 3:125—128.
- BORG, L.E.T. 1947. Laatumuiden kasvatukselta. Metsät. Aikakaust. 64 (5—6):137—138.
- CAJANDER, A.K. 1949. Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56:1—71.
- CRONSTRÖM, E. 1935. Om uppvistning av tallbestånd. Yksityismetsänhoitajyhdistyksen vuosikirja VIII, s. 39—44.
- 1936. Karsimisesta. Metsälehti 4 (13—14):16—17, (16):4.
- FINNE, B. & HEDEMÄKI, M. 1979. Ennakkotietoja laatumuiden karsintakokeilusta. Metsähallituksen kehittämisjaosto, koeselostus 133:1—8.
- FINNE, B. & HEDEMÄKI, M. 1980. Laatumuiden karsintakokeilut 1979. Metsähallitus, kehittämisjaosto, koeselostus 152:1—16.
- GRÖNVALL, A. 1908. Vähän näreitten karsimisesta. Tapio 1(9):378—379.
- HALLA, T. 1981. Karvian puuseppä toivoo karsintaa. Metsälehti (48)36:3.
- HARSTELA, P. 1980. Suomalainen karsintateknikka kiinnostaa maailmalla. Koneviesti 28(20):33.
- HEIKINHEIMO, O. 1935a. Metsäpuiden karsimisesta. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja V, s. 73—85.
- 1935b. Uusia puun karsimisvälineitä. Metsälehti 3(23):4.
- 1936. Puiden karsimisesta. Metsät. Aikakaust. (1936):153—154.
- 1938. Metsäpuiden karsimisesta. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 25:1—16.
- 1953. Puiden keinollisesta karsimisesta. Metsät. Aikakaust. 70(12):399—402.
- HEISKANEN, V. 1958. Tutkimuksia koivun karsimisesta. Summary: Studies on pruning of birch. Commun. Inst. For. Fenn. 49(3):1—68.
- 1959. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Aikatutkimuksia karsimistyöstä. Studies on pruning of pine. Time studies concerned with the pruning work. Commun. Inst. For. Fenn. 51(3):1—47.
- 1962. Karsiminen vanerikoivujen kasvatustoimenpiteenä. Teho (8/9):320—322, 346. Myös: Työteho-seuran Metsätied. 46:1—4.
- 1964. Aikatutkimuksia koivun karsimisesta. Summary: Time studies on the pruning of birch. Silva Fenn. 115(6):1—24.
- 1965a. Koivikon karsiminen. Metsät. Aikakaust. 82 (6/7):244—248.
- 1965b. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta For. Fenn. 80(2):1—62.
- 1966. Tutkimuksia rauduskoivikon karsimisen kan-

- nattavuudesta. Studies on the profitability of pruning of common birch (*Betula verrucosa*) stands. *Acta For. Fenn.* 81(2):1—32.
- HEISKANEN, V. & SIIMES, F.E. 1959. Tutkimus mäntysahatukkien laatuoluokituksista. Paperi ja Puu 41(8):359—368.
- HEISKANEN, V. & TAIPALE, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Summary: Studies on the pruning of pines. *Commun. Inst. For. Fenn.* 57(1):1—66.
- HOLLGREN, C.A. 1906. Om grenkapningen hos tallar och granar. *Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julk.* 23(1):1—16.
- HOLOPAINEN, V.E. 1947. Valiokoivujen karsiminen. *Metsämies* 38(7—8):144.
- 1949. Karsimisen vaikutuksesta vanerikoivun kantohintaan. *Metsät. Aikakausl.* 66(12):415—416.
- HONKANEN, T. 1978. Karsintakokemuksia. *Metsälehti* 45(28):5.
- ITKONEN, V. 1979. Sahatavaran markkinointi. Akh, metsäopetusosasto ja Valtion painatuskeskus. Helsinki. 312 s.
- JALAVA, M. 1937. Parantaako karsiminen puiden laatua? *Suomen Puu* 12 (Erikoinennumero):54—57.
- 1945. Milloin kasvavia puuta on karsittava. *Metsämies* 36(9):250—251.
- 1948. Karsitut koivut kantakirjaan. *Metsälehti* 16(2):5.
- Karsimakone Saksasta. 1966. *Metsälehti* 34(46):7.
- Karsintavälineet kehittyneet. 1981. *Metsälehti* 49(19):9.
- Karsittujen puiden koesahaus. 1981. *Suomen Sahanomistajayhdistyksen retkeily* 12.—13.5.1981, s. 27—37. Moniste.
- KARVONEN, I. 1929. Faneerikoivujen kasvattamisesta. *Tapio* 22:161—164.
- KAUTTU, K. 1950. Karsiminen kannattaa. *Metsälehti* 18(30):4.
- KELLOMÄKI, S. 1981. Karsiminenkin edellyttää riittävää viljelytiheyttä. *Metsä ja Puu* (2):21—23.
- Kiipeävien karsimakoneiden kokeiluista. 1968. *Koneviesti* (11):27.
- KILPINEN, L. 1947. Laatu puuta kasvattamaan. *Metsämies* 38(3—4):64.
- KÄRKI, L. 1979. Tukkien laatua voidaan parantaa karsimisella. *Puumies* 25(9):188—189.
- KÄRKKÄINEN, M. 1980a. Mäntytukkirunkojen laatuoluokitus. Summary: Grading of pine sawlogs stems. *Commun. Inst. For. Fenn.* 96(5):1—152.
- 1980b. Tuloksia Rauman alueen mäntytukkien sahaustuksesta. Summary: Results of sawing pine logs in Rauma region, western Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 96(7):1—43.
- 1981a. Onko männyn pystykarsinnalla tulevaisuutta? *Teho* (1):20—22.
- 1981b. Karsinta ja tukkien laatu. *Metsänhoitaja* 31(2):32.
- LAAKSO, P. & SAIKKU, O. 1979. Havaintoja karsituista männystä sorvatun viulun laadusta. Summary: Observations on the quality of veneer from pruned pine stems. *Silva Fenn.* 13(1):87—93.
- Laatu on päivän tunnus. 1979. *Metsä ja Puu* (8):24.
- Laatupuuta karsimalla kasvattamaan. 1948. *Metsälehti* 16(36):1, 3.
- LAITAKARI, E. 1935. Karsimisesta ja sen vaiheista maassamme. *Metsät. Aikakausl.* 52:31—33.
- LAKARI, O.J. 1920. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. Referat: Untersuchungen über die Ästung der Fichte. *Commun. Inst. For. Fenn.* 2(4):1—39.
- LAMMINPÄÄ, L.V. 1953. Koivumetsien hoito vaneripuun tuotantoa silmällä pitäen. *Metsälehti* 21(30—31):8.
- LAPPI—SEPPÄLÄ, M. 1933. Karsimisesta ja sen merkityksestä nykyhetken metsätaloudessa. *Metsät. Aikakausl.* (1933):67—71.
- 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ästung und ihre waldbauliche Bedeutung. *Acta For. Fenn.* 40:605—618.
- 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fenn.* 42:120—136, 207—208.
- LASSILA, I. 1916. Puiden karsimisesta. *Suomen Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia* 11:1—34.
- NILSON, K. 1966. Kiipeävä karsimakone. *Koneviesti* (24):27.
- NORDMAN, S. 1981. Männyn pystykarsinnasta. *Teho* (3):18—20.
- Nya kvistningsredskap. 1980. *Skogsbruket* 50(11):308—309.
- Ohjekirje pystypuiden karsinnasta. 1980. *Metsähallitus* 9.1.1980/Mh. 301:1—6.
- OKSANEN, M. 1970. Koivukoiden karsiminen kuntaan. *Metsälehti* 38(29):6.
- Oksatonta laatu koivua kasvattamaan. 1935. *Metsälehti* 3(36):5.
- PAAVONEN, T.W. 1907. Metsäpuiden karsimisesta. *Tapio* 1:7—12.
- POHJAKALLIO, A. & TERTTI, M. 1945. Karsiminen. Teoksessa: Maamiehen metsäoppi. 2. painos. Pystykarsinta parantaa sahatavaran laatua. 1981. *Koneviesti* (9):23.
- RAINIO, Y. 1907. Mietteitä puiden karsimisesta. *Tapio* 1:151—160.
- RANTALA, W. 1918. Puiden karsimisesta. *Pellervo* (1918):501—503.
- RAULO, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- RAULO, J., SAARNIO, R. & YLITALO, T. 1978. Visakoivun karsittujen oksien kyljestyminen ja värivian leviäminen niistä runkoon. Summary: Sealing-off of pruned branch stumps in curly birch and subsequent spread of discoloration into the stemwood. *Silva Fenn.* 12(4):257—263.
- RUMMUKAINEN, U. 1962. Oksat ja lahon leviäminen. *Metsälehti* 30(13):9.
- SAARNIJOKI, S. 1961. Visakoivun karsimisella kahdenlainen tarkoitus. *Maaseudun Tulevaisuus* (42):13.
- Sahatavaraopas 4. 1975. Helsinki. 34 s.
- SALMINEN, J. 1965. Sveitsiläinen pystypuunkarsija. *Metsätehon Kats.* 45:12.
- SIIMES, F.E. 1957. Tukkien lenkouden vaikutus sahaustulokseen. Paperi ja Puu 39(3):93—98.
- Silmukarsintakokeissa saatu lupaavia tuloksia. 1955. *Metsälehti* 23(21):3.
- SIRÉN, G. 1949. Oksatonta puuta silmuja poistamalla. *Metsälehti* 17(2):4—5.
- SIVÉN, A. 1881. Några betraktelser med anledning af Herr A. Blomqvist uti första bandet af Finska Forstföreningens meddelanden... *Finska Forstfören. Medd.* 2:71—80.
- SJÖSTRÖM, H. 1944. Grönkvistning av växande träd. *Skogsbruket* 14(2):39—41.
- SOHLMAN, S.A. 1908. Vastaus herra Leinolle karsimiskysymyksessä. *Tapio* 1:55—61.

- SUNDQVIST, B. 1961. Uppkvistning av träd — en bortglömd åtgärd. Skogsbruket 31(7—8):184—185.
- TAKALO, S. 1979. Pystypuiden karsintalaitteet. Metsä ja Puu (8):25.
- 1980a. Kannattaako karsinta. Metsä ja Puu (1):29—30.
 - 1980b. Karsinta tehtävä ajoissa. Maaseudun Tulevaisuus (62).
 - 1981a. Uusia ja vanhoja pystypuiden karsintavälineitä vertailtavina. Teho (1):27.
 - 1981b. Moottorisahakäyttöinen puukkosaha. Metsä ja Puu (12):23.
- TUIMALA, A. 1981a. Karsintako kansanliikkeeksi. Metsäliiton Viesti 32(5):14—15.
- 1981b. Karsinnan ajankohdasta. Metsäliiton Viesti (6):11.
- Uppkvistningsfrågan. 1935. Forstlig Tidskr. 52(1):14—18.
- UUSVAARA, O. 1980a. Karsimallako puun laatua parantamaan. Metsä ja Puu (1):28—29.
- 1980b. Karsiminen parantaa puun laatua. Maaseudun Tulevaisuus (23).
 - 1981. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: The quality and value of sawn goods obtained from plantation-grown Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 27:1—108.
- VALLEN, E.J. 1929. Puiden karsimisesta. Pellervo (1929):90—91.
- VENHO, BR. 1915. Havaintoja karsimisen aiheuttamista lahovioista kuusessa. Metsät. Aikakausk. 2(11):332—339.
- VUOKILA, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. Summary: The effect of green pruning on the growth of Scots pine. Commun. Inst. For. Fenn. 52(1):1—27.
- 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. Commun. Inst. For. Fenn. 66(5):1—61.
 - 1976a. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. Folia For. 281:1—13.
 - 1976b. Laatu puun kasvattamisesta. Metsä ja Puu (2):12—14.
 - 1977. Stamkvistning — en kvalitetsbefrämjande åtgärd. Skogsbruket 47(3):52—55.
 - 1979a. Karsinta tulee taas. Metsänhoitaja 29(6):6—8.
 - 1979b. Stamkvistning på kommande. Skogsbruket 49(7/8):156—158.
 - 1979c. Laatu — metsänkasvatuksen uusin ongelma. Suomen Puutalous 61(8):16—17.
 - 1979d. Moraalinen velvollisuutemme: metsien terveydentilasta ja laadusta huolehtiminen. Metsä ja Puu (10):28—29.
 - 1979e. Karsien laatua parantamaan. Ei painop. 4 s.
 - 1979f. Laatumäkökohdat metsänkasvatuksessa. Metsä ja Puu (6—7):8—9.
 - 1980a. Karsinnalla on kiire. Metsälehti 48(6):4.
 - 1980b. Metsien laatua parannettava. Metsämies 71(3):16—17.
 - 1980c. Metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutus sahapuun laatuun. Valtakunnalliset sahapuupäivät, Ellivuori 31.1.1980. Moniste. 6 s.
 - 1980d. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo. 256 s.
 - 1981a. Eräs tarkastelukulma männyn karsimisen kannattavuuteen. Suomen Metsäyhdistyksen Kesäretkeily 15—16.6.1981, s. 7(26).
 - 1981b. Teknisestä laadusta tullut männynkasvatuksen pääongelma. Metsälehti 49(19):9.
 - 1981c. Tekninen laatu — männynkasvatuksen pääongelma 1980-luvulla. Sahamies (5):128—129.
 - 1981d. Teknisk kvalitet 80-talets problem. Skogsbruket (1):18.
 - 1981e. Taimistojen laatu vaatii nopeita toimenpiteitä. Pellervo (7):38.
 - 1981f. Alle 15 millin paksuisena parhaaseen tulokseen. Maaseudun tulevaisuus (51):18.
 - 1981g. Karsiminen kannattaa. Sahapuumme laadusta. Aamulehti (1.10.):20.
- ZILLIACUS, C-G. 1979. Reflexioner kring kvalitetsklassificeringen av sågtimmer. Skogsbruket 49(1):9—11.

SUMMARY

Although much has been written of pruning in Finland since the first longer report was published in 1879, there are only few results concerning the quality of sawn goods made of pruned logs. Therefore, a test sawing was made of pine butt logs which had been pruned 45 years earlier. The stand, aged 90 years, was located in central Finland on *Vaccinium* forest type (see Cajander 1949).

The number of stems was originally 500 of which a half were pruned and the others unpruned. The unpruned stems were grown in the same stand.

Numerous measurements were made of each stem and butt log made of the stem (Table 1). For each top diameter class appropriate set-ups were selected (p. 5). The pruned and unpruned logs were sawn using the same set-ups. The sawn goods were graded according to the Finnish export rules with the exception that u/s quality was divided into subclasses I to IV. The sawn goods were priced using two methods. In one the u/s quality was undivided and in the other divided into subclasses.

The average sawn goods yield of log volume with bark was 48 % for pruned and 47 % for unpruned logs. The yield increased with the top diameter (Fig. 1). The yield was not affected by the log quality measured by the distance to the lowest dead branch (Fig. 2).

The grades of battens and boards were much better in pruned than in unpruned logs. In battens, the volume of u/s quality of all sawn goods was 79 % in pruned and 43 % in unpruned logs. The values for full-edged boards were 85 % and 22 %, respectively. Even the waney boards from pruned logs were much better than those of unpruned logs.

When the basic price for u/s board was 100 and that for u/s battens 72, the average price for battens from pruned logs was 69,1 and that for unpruned 62,5. If the u/s quality was divided into subclasses the values were 85,4 and 64,7, respectively. These figures show that the u/s battens from pruned logs were better than those from unpruned logs.

The difference was greater for boards. When the u/s quality was priced undivided, the average value for boards from pruned logs was 88,7 and that from unpruned logs 54,8. Using the subdivision the values were 112,7 and 57,0, respectively.

For all sawn goods the values were 76,8 and 59,5 (without subdivision), and 95,5 and 61,6 (u/s quality

divided), respectively for pruned and unpruned logs.

The average unit price of battens was decreased with the log diameter (Fig. 3). As all the logs were from the same stand, this reflects the fact that the quality of logs decreases with the increasing growth rate. In contrast, the unit price of boards increased in the same direction (Figs. 4 and 5) due to the healing of dead branches.

The unit price of sawn goods was predicted rather well in unpruned stems by the distance to the lowest dead branch (Fig. 6). This result confirms the earlier findings that the distance to the lowest dead branch is a good predictor of the quality of sawn goods (Kärkkäinen 1980a, b).

When the price of sawn goods per log volume was computed using the index u/s board = 1000 and u/s batten = 720, the results were comparable with the results of the unit price. However, the effect of log size was more marked as the yield increased with the log size. The effect of log size was greater in pruned (Fig. 8) than in unpruned logs (Fig. 7). Even with this price index the effect of the distance to the lowest dead branch was marked (Fig. 9) although the variation in log size led to a weaker correlation than that obtained with the unit price of sawn goods as an index.

Especially in pruned logs the radial growth after pruning had a marked effect on the price of sawn goods per log volume (Fig. 10). The radial growth before pruning had an effect, too. In the early years good growth correlated negatively with the quality. However, after about 15 to 20 years measured from the pith in the log top section the average width of the growth rings had a positive effect on the quality of the sawn goods (Fig. 11). The reason could be the faster overgrowing of knots due to better growth.

For the assessment of the profitability of pruning, economic calculations were made using current pruning costs and sawn goods prices. The average internal rate of interest was of the magnitude 5 to 6 per cent. In the stand the larger trees showed a better profitability than the small ones. The effect of radial growth was more complicated. The greatest difference between pruned and unpruned logs was obtained with average radial growth. If the growth was small, the pruned and unpruned logs did not differ much, and if the radial growth was very good, the knots were overgrown even in unpruned logs.

ODC 815.4 + 651.73 + 174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0572-4
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. Folia For. 520:1-19.

A pine stand about 90 years old in central Finland was pruned 45 years earlier. Totally 500 butt logs were sawn, a half of which were pruned and the others unpruned. The sawn goods were graded according to the Finnish export rules. The u/s percentage of battens was 79 in pruned and 43 in unpruned logs. For full-edged boards the percentages were 85 and 22, respectively. Even waney boards were better from pruned than from unpruned logs. Using current pruning costs and sawn goods prices, the internal rate of return was about 5 to 6 per cent. The pruning profitability increased with the log size and radial growth after pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 815.4 + 651.73 + 174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0572-4
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. Folia For. 520:1-19.

A pine stand about 90 years old in central Finland was pruned 45 years earlier. Totally 500 butt logs were sawn, a half of which were pruned and the others unpruned. The sawn goods were graded according to the Finnish export rules. The u/s percentage of battens was 79 in pruned and 43 in unpruned logs. For full-edged boards the percentages were 85 and 22, respectively. Even waney boards were better from pruned than from unpruned logs. Using current pruning costs and sawn goods prices, the internal rate of return was about 5 to 6 per cent. The pruning profitability increased with the log size and radial growth after pruning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

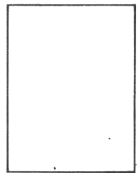
Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoelasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoelasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoelasema
Kannus Energy Forestry Experiment Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

1982

- No 500 Puu energiaraaka-aineena. Kokoussesitelmät.
Wood as a raw material for energy production. Symposium papers.
- No 501 Kärkkäinen, Matti: Pölykittäinen kuitupuun mittausta.
Measurement of pulpwood by the bolt.
- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus.
Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löyttyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirtävahingot 1950-luvun alussa.
Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu.
Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla.
Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa.
Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa.
Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa.
Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus.
Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätalastollinen vuosikirja 1981.
Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella.
Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annala, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehintäin tuhoilta.
Lindane treatment against Hylobius damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamäki, Jari: Junkkari laikkahakkurit.
Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen.
Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä.
Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen.
The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus.
The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista.
Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä.
Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarstittujen mäntyjen sahauksesta.
Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia.
On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0572-4
ISSN 0015-5543