

# FOLIA FORESTALIA 316

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1977

---

---

MARKKU MÄKELÄ

LEIMIKOITTAINEN METSÄTÄHDEMAÄRÄ

THE AMOUNTS OF LOGGING RESIDUES  
AND STUMP AND ROOT WOOD AT  
CERTAIN WORK SITES

- 1975
- No 241 Victor Ipatiev ja Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä.  
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cuttongrass pine swamp.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.  
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood.
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.  
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods.
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.  
Learning of grapple loading.
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.  
Stump Crusher.
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.  
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response.
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.  
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production.
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesienen (*Lophobacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa.  
Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophobacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland.
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.  
Pallari Bushharvester.
- No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it.
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974—1975.  
Value calculations for softwood sawlogs in 1974—1975.
- 1976
- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälkönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla.  
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil.
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta.  
Work Study of the Lamu Seeding Machine.
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.  
A control method for the measurement of pine and spruce logs.
- No 255 Metsätalastollinen vuosikirja 1974.  
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.  
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiproveniensiensien puuaineen tiheyden vaihtelusta.  
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.  
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.  
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.  
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.  
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkonen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.  
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.  
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmio istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.  
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.  
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.  
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.  
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.

Markku Mäkelä

LEIMIKOITTAINEN METSÄTÄHDEMÄÄRÄ

The amounts of logging residues and stump and root wood at  
certain work sites

ALKUSANAT

Tutkimus kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla yhteistyössä Metsätehon kanssa suoritettaviin Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n hakkuutähdeprojektin metsäryhmän tutkimuksiin.

Aineisto kerättiin kesällä 1975 Tehdaspuu Oy:n ja kesällä 1976 Enso-Gutzeit Oy:n, Riihimäen Saha Oy:n ja Veitsiluoto Oy:n hakkuutähdeyömailta. Tutkimukseen ovat osallistuneet Esa Juurikkala ja Yrjö Schildt Enso-Gutzeit Osakeyhtiöstä, Taisto Metelinen, Toivo Mikkonen ja Kalevi Pullinen Riihimäen Saha Oy:stä, Raimo Aholainen, Aulis Innanen, Juhani Järvinen, Keijo Karjalainen ja Olli Pesonen Tehdaspuu Oy:stä, Leo Karvonen ja Kauko Parviainen Veit-

siluoto Oy:stä (kohteiden etsintä ja aineiston keruu) sekä Tuomo Kotimäki Helsingin Yliopistosta (laskentamenetelmä). Metsäntutkimuslaitoksesta on työssä ollut mukana Eero Lehtonen (laskentamenetelmä), Tapio Järvinen (aineiston keruu ja käsittely), Kaija Kanninen, Helena Merisaari ja Raili Voipio (aineiston käsittely), Leena Kunari (piirroket) sekä Aune Rytönen ja Leena Turunen (konekirjoitus). Englanninkielisen tekstin on tarkastanut John Derome. Käsikirjoituksen ovat lukuineet Pertti Harstela, Matti Kärkkäinen ja Markku Melkko. Kiitän avusta.

Helsingissä kesäkuussa 1977

*Markku Mäkelä*

ODC 331  
ISBN 951-40-0284-9  
ISSN 0015-5543

MÄKELÄ, M. 1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia For.* 316: 1—20.

Tutkimuksessa pyrittiin kartoittamaan metsätähteen kokonaismääriä sekä korjuussa talteensaattavia määriä. Hakkuutähteen osalta kokonaismäärät sekä mitattiin että määritettiin laskennallisesti. Kanto- ja juuripuulla kokonaismäärät selvitettiin vain laskennallisesti. Talteensaattavat määrät mitattiin hakkuutähteellä, kun taas kanto- ja juuripuulla ne arvioitiin käytettävissä olevien tutkimustulosten avulla. Seuraavassa esitettävät vertailut on laskettu kuivista massoista.

Hakkuutähdettä saatiin talteen keskimäärin 37 % mitatusta hakkuutähteen kokonaismäärästä. Talteensaatu hakemäärä oli keskimäärin 16 % hakatusta kuorellisesta runkopuusta ja kuoreton puuainemäärä vastaavasti 10 % kuorettomasta runkopuusta.

Tutkimustyömailla oli mitatun ja lasketun hakkuutähteen kokonaismäärän ero keskimäärin 2 %, puuaineella vastaava ero oli sen sijaan 11 %. Näin ollen kokonaishakkuutähdemäärät voidaan tämän tutkimusten tulosten mukaan määrittää laskennallisesti ainakin kun kyseessä on useita leimikoita. Puuaineen määrän laskemiseen on syytä suhtautua tietyllä varauksella.

Kun kanto- ja juuripuulla oletettiin korjuutappioksi 20 %, päädyttiin seuraaviin tuloksiin: Keskimäärin olisi kanto- ja juuripuuta talteensaattavissa määrä, joka vastaa 17 % hakatusta kuorellisesta runkopuusta ja vastaavasti kuoretonta puuainetta 18 % kuorettomasta runkopuusta.

The aim of this study was to determine the total amounts of logging residues and the actual amounts harvested, as well as the amounts of stump and root wood. The total amount of logging residues was both measured and calculated, the stump and root wood amounts being calculated only. The actual amount of logging residues harvested was measured while the amounts of harvested stump and root wood were estimated with the help of research results from other sources. The following comparisons have been made on a dry weight basis.

The average amount of harvested logging residues was 37 % of the total amount of logging residues. The average amount of logging residue chips harvested was 16 % of the total amount of unbarked stemwood and the corresponding wood amount (without bark and needles) was 10 % of the barked stemwood.

The difference between measured and calculated total amounts of logging residues was 2 %. The corresponding difference for the wood was 11 %. According to this study the total amounts of logging residues can be calculated especially when dealing a great number of work site. The calculated results for the wood from logging residues are not reliable.

When taking the harvesting loss of stump and root wood in this study as 20 %, the results were following: The average amount of harvested stump and root wood from unbarked stemwood would be 17 % and the average amount of barked wood from barked stemwood would be 18 %.

Helsinki 1977. Valtion painatuskeskus

ISBN 951-40-0284-9

ISSN 0015-5543

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO .....	4
3. TUTKIMUSMENETELMÄ .....	6
4. TUTKIMUSTULOKSET .....	7
41. Hakkuutähde .....	7
Talteensaatu hakkuutähdemäärä .....	7
Keräämättä jäänyt hakkuutähdemäärä .....	8
Neulasten korjuutappio .....	9
Hakkuutähdehakkeen raaka-ainejakauma ja hakkuutähteen muuttuminen hakkuun jälkeen ...	10
Yhdistelmä määrätuloksista .....	10
Hakkuutähdemäärän selvittäminen laskemalla .....	11
42. Kanto- ja juuripuu .....	11
Kanto- ja juuripuun kokonaismäärä .....	11
Talteensaatavissa oleva kanto- ja juuripuumäärä .....	12
5. TULOSTEN TARKASTELU .....	12
KIRJALLISUUS .....	13
TAULUKOT .....	14
LIITE .....	20

## 1. JOHDANTO

Seuraavassa määritellään jatkossa käytettävät käsitteet:

- *metsätähde* sisältää kaiken puustosta peräisin olevan biomassan, joka jää korjuussa ja metsänhoitotöiden yhteydessä käyttämättömänä metsään. Termi sisältää myös kanto- ja juuripuun. Siis metsätähde = hakkuutähde + kanto- ja juuripuun + metsänhoitotöissä metsään jäävä puu
- *hakkuutähde* sisältää korjuussa metsään käyttämättömänä jäävät oksat, latvukset, ainespuun sekä raivauspuun. Siis hakkuutähde = oksat + latvukset + korjaamatta jäänyt ainespuu + raivauspuu
- *kanto- ja juuripuun* on kannoista ja juurista koostuva raaka-aine, johon luetaan juurakon kaikki puu-aines siltä osin kun sen läpimitta juuren paksuimmalta puolen mitattuna täyttää 5 cm.

Puun korjuu ja hyväksikäyttö on vähitellen laajentumassa perinteisestä runkokuun korjuusta kanto- ja juuripuun sekä hakkuutähtien talteenottoon. Tällä hetkellä käyttää maas-

samme yksi sellutehdas kantopuuta raaka-aineenaan. Hakkuutähtien korjuu ja käyttö on sen sijaan vasta tutkimus- ja kokeiluvaiheessa.

Suomessa jää vuotuisista hakkuista mat-siimme hakkuutähdettä noin 8,8 miljoonaa tonnia kuiva-ainetta (H a k k i l a 1972 a). Korjattavissa olevan hakkuutähteen määrää ei ole toistaiseksi luotettavasti kartoitettu. Metsään vuosittain jäävän kanto- ja juuripuun kiintotilavuus on 10—13 Mm<sup>3</sup>. Arvioiden mukaan (H a k k i l a 1974, 1976) on tästä määrästä korjattavissa 1,0—2,1 Mm<sup>3</sup>.

Uusien raaka-aineiden korjuu- ja käyttö-suunnitelmat edellyttävät kuitenkin verraten tarkkoja määrätietoja, ei vain potentiaalisista, vaan nimenomaan leimikkokohtaisista kokonais- sekä talteensaataavista määristä.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineisto koostui vuosina 1975 ja 1976 korjatusta hakkuutähdetyömaista. Vuoden 1975 aineisto käsitti kuusi Tehdaspuu Oy:n työmaata. Vuoden 1976 aineisto muodostui kolmesta Enso-Gutzeit Oy:n, kahdesta Riihimäen Saha Oy:n sekä yhdestä Veitsiluoto Oy:n hakkuutähdetyömaasta.

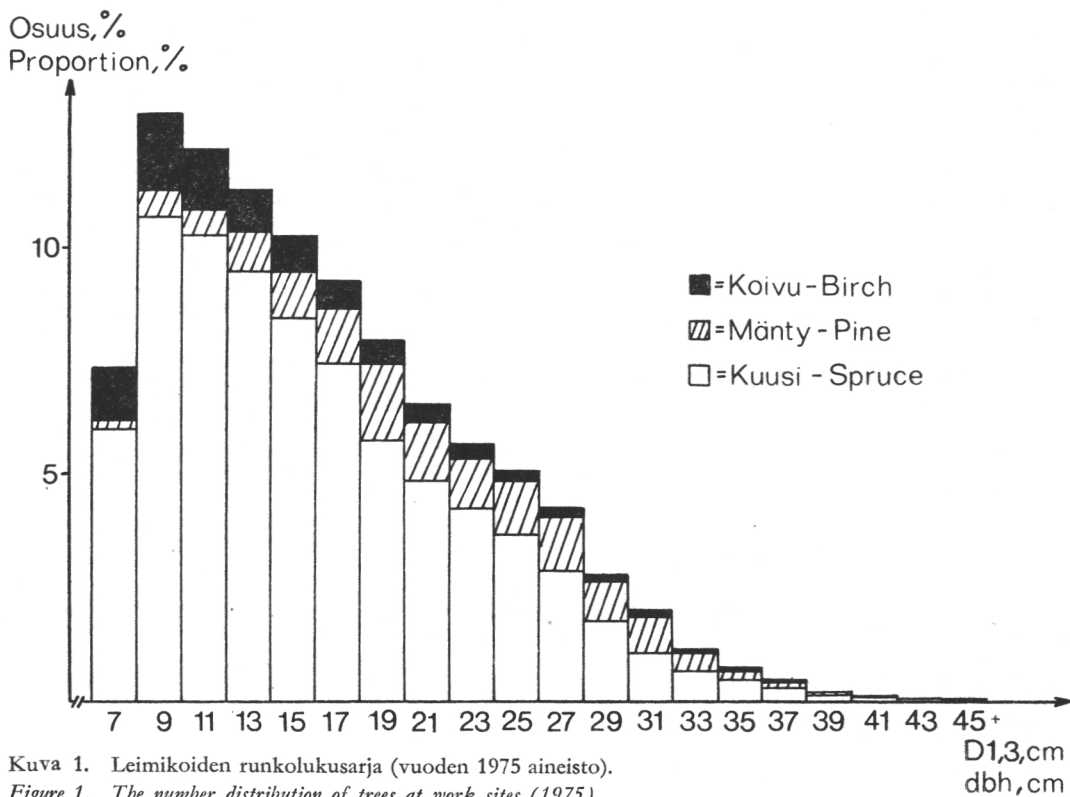
Käytetyn laskentaohjelman perustana on vuosina 1968—71 eri puolilta Suomea kerätty 500 kannon ja 485 kokopuun aineisto (H a k k i l a 1969, 1971 ja 1972 b). Hakkuutähdaineisto käsiteltiin uudelleen, jotta se vastaisi paremmin tämän tutkimuksen tarpeita.

Hakkuutähteen määrä pinta-alayksikköä kohti riippuu mm. hakatun runkokuun määrästä ja puulajisuhteista. Tutkitut leimikot olivat selvästi kuusi-voittoisia kuten monitoimikoneleimikot yleensä. Tutkimuksen manuaalisesti (= miestyövaltais-in menetelmin) hakatut työmaat oli valittu myös kuusi-valtaisiksi lähinnä hakkuutähteen suurempaa kertymää ajatellen. Tutkimustyömailta hakatun runkokuun hehtaariohtainen määrä oli 60—292 m<sup>3</sup>/ha. Puulajisuhteet ja hakatut puumäärät on esitetty taulukossa 1.

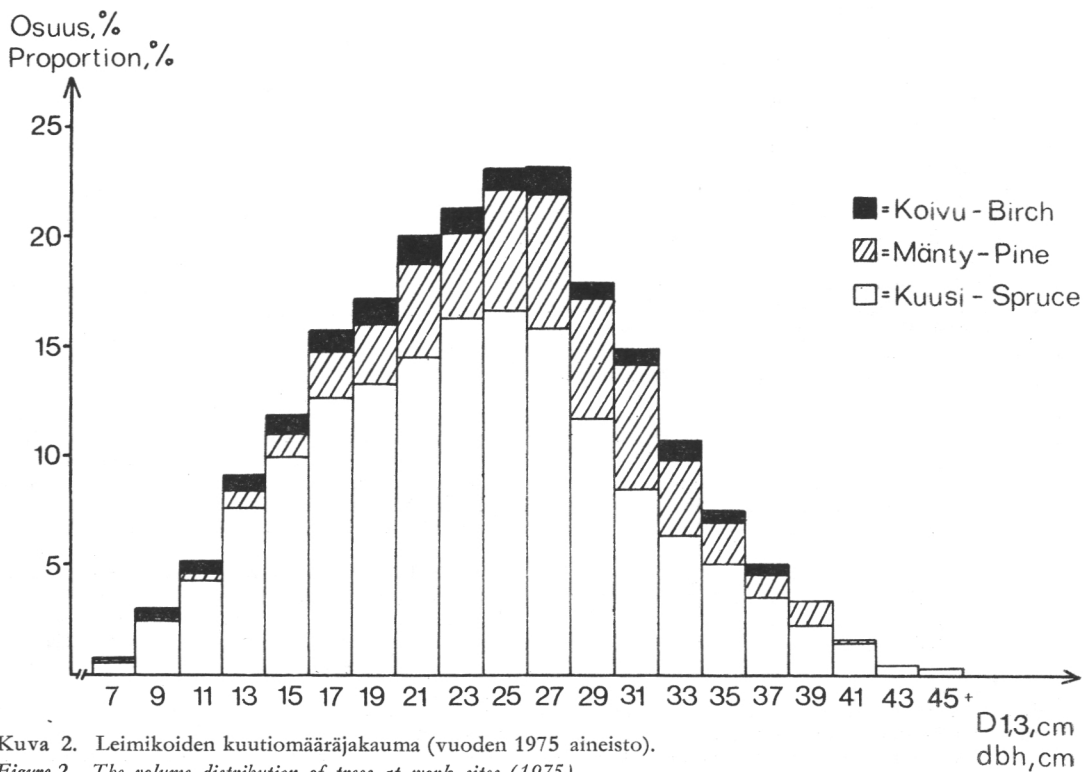
Metsäalan työehtosopimuksen mukainen oksaisuusluokka oli suurimmassa osassa työmaita männyllä ja koivulla 2 sekä kuusella 3. Poikkeamat tästä olivat hyvin harvinaisia.

Vuoden 1975 aineiston runkoluku- ja kuutiomääräjakamat sekä eri puulajien yksittäisten puiden käyttöosan kuutiomäärät on esitetty kuvissa 1, 2 ja 3. Niiden mukaan lukumäärältään eniten puita oli pienimmissä läpimittaluokissa, kun taas kuutiomäärien mukaan tarkasteltuna huippu sattui läpimittaluokkien 25—27 cm välille.

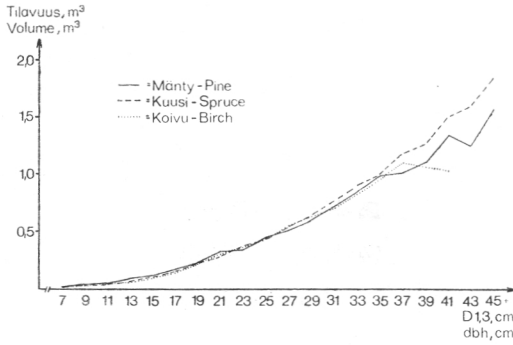
Tutkimustyömaista oli kymmenen korjattu monitoimikoneilla, lopuilla kahdelta puut oli hakattu manuaalisesti. Runkopuu oli yleensä hakattu talvella tai keväällä. Hakkuutähteet oli kuljetettu välivarastolle ja hakatettu yleensä seuraavan kesän tai syksyn kuluessa. Poikkeuksen muodostivat työmaat 7 ja 8, joissa syyskesällä tapahtuneen hakkuun jälkeen hakkuutähde kerättiin syksyn aikana välivarastokasaan, missä se oli seuraavaan kesään asti. Työmaalla 10 hakkuutähde oli maastossa levällään vuoden ennen keräystä. — Taulukossa 1 on esitetty leimikkokohtaisia korjuutietoja.



Kuva 1. Leimikoiden runkolukusarja (vuoden 1975 aineisto).  
Figure 1. The number distribution of trees at work sites (1975).



Kuva 2. Leimikoiden kuutiomääräjakauma (vuoden 1975 aineisto).  
Figure 2. The volume distribution of trees at work sites (1975).



Kuva 3. Yksittäisten runkopuiden kuutiomäärät (vuoden 1975 aineisto).

Figure 3. The solid volumes of stemwood (1975).

### 3. TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimustyömailta mitattiin talteensaadun hakkuutähdehakkeen määrät sekä analysoitiin hakkeen raaka-ainesisältö. Lisäksi mitattiin maastoon ja varastolle jääneen hakkuutähteen sekä raivauspuun määrät. Näin saadut osatekijät summattiin ja tulosta verrattiin pystymittaustietojen perusteella laskettuun kokonaismäärään.

Kanto- ja juuripuun määrät selvitetiin laskennallisesti. Koska tutkimustyömailta ei korjattu kanto- ja juuripuuta, ei tulosten luotettavuutta voitu varmentaa mittauksilla.

Hakkuutähdehake mitattiin haketuksen jälkeen kuorma-autossa metsässä. Kuormat pyrittiin punnitsemaan aina silloin kun se oli mahdollista. Jokaiselta tutkimustyömaalta otettiin haketta kaksi näytesäkkiä, joista määritettiin kosteus sekä tehtiin puu-kuori-neulasanalyysit.

Hakkuutähteen korjuutyössä ei ole mahdollista saada kaikkea raaka-ainetta kerätyksi maastosta. Tämän keräystappion määrä inventoitiin tutkimustyömailla hakkuutähteiden keräyksen jälkeen linjoittaista koeala-arviointia käyttäen. Sitä varten määritettiin etukäteen koealalinjat, joille määrävälein sijoitettiin 1,6 metrin säteinen ympyräkoela. Koealojen lukumäärä riippui leimikoiden koosta seuraavasti:

Leimikon pinta-ala, ha	Koealoja, kpl/ha
— 1,0 .....	20
1,1— 2,0 .....	15
2,1— 3,0 .....	13
3,1— 5,0 .....	10
5,1— 7,0 .....	9
7,1—10,0 .....	8
10,1—15,0 .....	7
15,1— .....	6

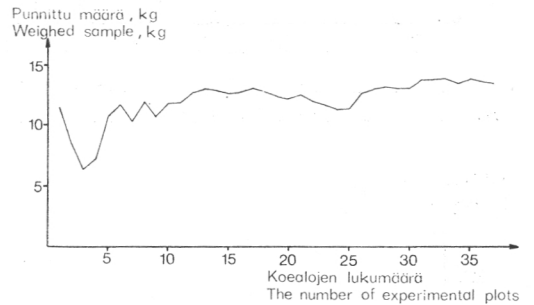
Jokaiselta koealalta kerättiin ja punnittiin kaikki niillä ollut hakkuutähde ja raivauspuu. Kuivan määräämistä varten otettiin kultakin leimikoilta kaksi kosteusnäytettä, jotka käsiteltiin metsäntutkimuslaitoksessa.

Mittausten jälkeen testattiin koealojen määrän riittävyys laskemalla aineistolle liukuva keskiarvo. Tarkastelut osoittivat, että mitausten lukumäärät olivat ilmeisesti olleet riittäviä (esimerkki kuvassa 4).

Välivarastolle jäänyt hakkuutähde ja hakkuutähdehake mitattiin seuraavasti: Vuoden 1975 aineistosta valittiin kaksi ja vuoden 1976 kolme tyypillisintä työmaata, joissa suoritettiin varastoinventointi. Vuoden 1975 kohteilla kerättiin kaikki välivarastolle jäänyt tavara kuorma-autoon ja kuljetettiin punnitettavaksi autovaa'alla. Kuormien kuivat massat määritettiin kosteusnäytteiden avulla. Vuoden 1976 kohteissa mitattiin välivarastolle jäänyt raaka-aine koealamittausten ja kosteuden määritysten avulla.

Kun neulasia ei saatu mitatuksi yhtä helposti kuin muuta hakkuutähdettä, neulasten kokonaismääräksi otettiin laskennallisesti saatu määrä (ks. jäljempänä). Hakkeen analysissa mitattiin hakkeen sisältämä neulasmäärä. Tämän ja laskennallisen määrän eron katsottiin jääneen maastoon tai välivarastolle korjuun aikana.

Hakkuutähteen mukana haketettun raivauspuun määrä vaikuttaa hakemäärän suuruuteen. Raivauspuun määrät arvioitiin työmaakohtaisesti korjuuhenkilöstön toimesta.



Kuva 4. Keräämättä jääneen hakkuutähteen koealamittausten liukuvan keskiarvon kehittyminen.

Figure 4. The development of floating mean in experiment plot measurements of the amount of uncollected logging residues.

Keräyspuulla tarkoitetaan tässä isäntien tms. suorittamaa polttopuutarkeoituksiin tapahtunutta latvuspuun keräystä. Työmailta, joista latvuspuu kerättiin, oletettiin kerätyn puumäärän olleen 70 % kaikesta työmaan latvuspuusta.

Hakkuutähteen määrän laskennassa käytettiin Eero Lehtosen laatimaa atk-ohjelmaa. Sen perustana oli Hakkilan (1971) tutkimuksen aineisto, josta Tuomo Kotimäki oli laatinut uudet regressiomallit hakkuutähteelle, kuorettomalle latvus- ja oksapuulle, neulasille, hakkuutähteelle ilman kuivia oksia sekä latvus- ja oksapuulle ilman kuivia oksia. Kuoren määrä perustuu Hakkilan (1971) esittämiin kuoren kuivapainoprosentteihin. Uudet mallit jouduttiin laatimaan mm. siksi, että Hakkilan (1971) esittämät yhtälöt sisälsivät selittävänä muuttujana latvus-suhteen, jota pystymittauksessa ei mitata.



Selitettävänä muuttujina malleissa olivat:

- rinnankorkeusläpimitta
- puutavaralajin oksaisuusluokka
- puun pituus
- kapeneminen
- lämpösomma

Muuttujien arvot lämpösommaa lukuunottamatta saadaan PMP-tulostuksesta. Laskennassa oletetaan minimiläpimitaksi 6 cm.

Hakkilan (1971) aineisto sisälsi vain havu-

puita. Lehtipuulle on tässä tutkimuksessa käytetty männyn yhtälöitä (vrt. Hakkila 1972 a). Liitteenä on esitetty esimerkki ohjelman tulostuksesta.

Kanto- ja juuripuun määrän laskennassa käytetty atk-ohjelma oli niin ikään Eero Lehtosen laatima. Siinä rajoitetaan kantoläpimitaltaan yli 20 cm kivennäismaan havupuukantoihin. Laskennan perustana olevat yhtälöt ovat Hakkilan (1972 b) esittämiä. Regressiomalleissa kanto- ja juuripuun kuorellisen kuivapainon ainoana selittäjänä on kantoläpimitta. Koska tämä tunnus ei ole PMP-systeemin tulostuksessa ollen se estimoitava rinnankorkeusläpimittaa käyttäen.

## 4. TUTKIMUSTULOKSET

### 41. Hakkuutähde

#### Talteen saatu hakkuutähdemäärä

Kaikki jatkossa esitettävät määräluvut ovat tonneja kuiva-ainetta ellei toisin mainita. Esitettävät puuaine-, kuori- ja neulasosuudet sekä muut vertailut on myös laskettu kuivista massoista.

Eri komponenttien kohdalle ei käsitellä lukuarvoja leimikkokohtaisina. Nämä on esitetty yhdistelmässä (taulukot 3 ja 4) asian tarkastelun helpottamiseksi.

Mitatun hakkuutähteen leimikoittainen kokonaisuus oli keskimäärin 41 % hakatusta kuorellisesta runkopuumäärästä. Vaihteluväli oli 32—52 % ja keskihajonta 6,4 %. — Jäljempänä keskihajontaa (standardipoikkeamaa) sanotaan lyhyesti hajonnaksi.

Hakkuutähde saatiin talteen hakemuodossa. Talteen saantoa käsitellään jatkossa sekä koko hakkuutähdettä että puuainetta koskien.

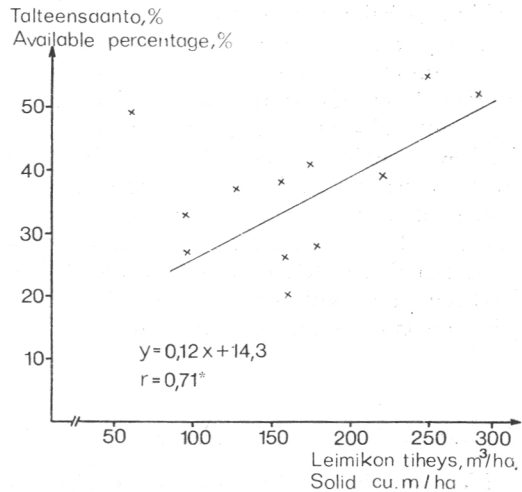
Talteen saatu hakkuutähdehake oli keskimäärin 37 % mitatusta hakkuutähteen kokonaisuudesta. Hajonta oli 6,1 % ja vaihteluväli 20—57 %. Talteen saatu hakemäärä oli keskimäärin 16 % hakatusta kuorellisesta runkopuumäärästä hajonnan ollessa 5,9 % ja vaihteluvälin 7—25 %.

Hakkuutähdettä saatiin talteen keskimäärin 10,2 t/ha. Kun hakkuutähdehakkeen keskimääräinen irtotilavuusyksikön massa oli 185 kg/m<sup>3</sup>, saatiin siis hehtaarilta näillä luvuilla laskien irtotilavuutena mitaten haketta 54 m<sup>3</sup>.

Hakkuutähdehakkeen puuainetta saatiin talteen keskimäärin 54 % mitatusta puuaine-

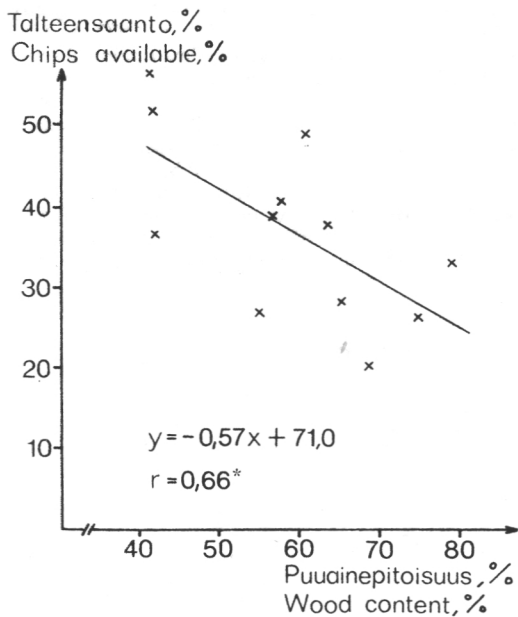
määrästä. Hajonta oli 11,8 % ja vaihteluväli 36—78 %. Talteen saatu puuainemäärä oli keskimäärin 10 % hakatusta kuorettomasta runkopuumäärästä. Hajonta oli 3,5 % ja vaihteluväli 6—17 %.

Kuvassa 5 on tarkasteltu hakkeen talteen saantoprosentin riippuvuutta hakatun leimikon tiheydestä (m<sup>3</sup>/ha). Talteen saantopro-



Kuva 5. Hakkuutähdehakkeen talteen saantoprosentin riippuvuus hakatun leimikon tiheydestä.

Figure 5. The correlation between the available percentage of logging residue chips and the solid cu. m with bark per hectare.



Kuva 6. Hakkuutähdehakkeen talteen-saannon riippu-  
vuus hakkeen puuainepitoisuudesta.

Figure 6. The correlation between the available percentage  
and the wood content of logging residue chips.

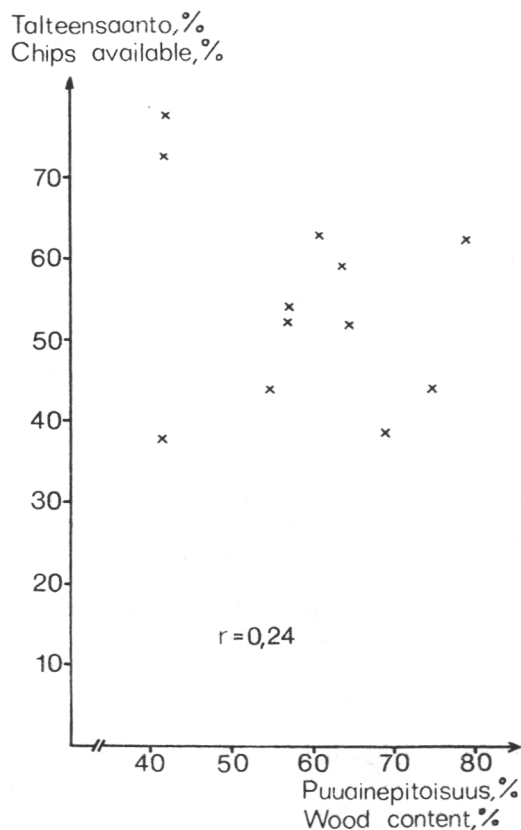
sentti nousee leimikon tiheyden suurentuessa. Poikkeuksellisesti käyttäytyy leimikko 9, jonka suurta talteen-saantoprosenttia voi osittain selittää lumen aikana tapahtuneet runkopuun hakkuu ja hakkuutähteen metsäkuljetus. Kuvissa 6 ja 7 on tarkasteltu hakkuutähteen talteen-saannon riippuvuutta hakkeen puuainepitoisuudesta. Hakkuutähdehakkeella on talteen-saanto sitä pienempi, mitä suurempi on hakkeen puuainepitoisuus (kuva 6). Tämä on seurausta hakkuutähdehakkeen kuoren ja neulasten talteen-saantoa parantavasta vaikutuksesta. Tarkasteltaessa vain hakkuutähdehakkeen puuainen talteen-saantoa (kuva 7), ei hakkeen puuainepitoisuus näytä vaikuttavan talteen-saatavan puuaineen määrään.

#### Keräämättä jäänyt hakkuutähdemäärä

Maastoon keräämättä jääneestä hakkuutäh-teestä käsitellään tässä yhteydessä vain puu-aine ja kuori. Neulasten korjuutappio esite-tään myöhemmin.

Manuaalisen hakkuun jäljiltä hakkuutähde esikasattiin molemmilla tutkimustyömailla

kultivaattorilla ennen kuormatraktorilla suor-ritettua metsäkuljetusta. Maastoon jäi toisella työmaalla 3,4 t/ha ja toisella 4,4 t/ha. Moni-toimikonetyömailla kuormatraktori keräsi hakkuutähteen ilman esikasausta. Tässä men-  
telmässä oli keskimääräinen keräystappio 5,8 t/ha, hajonta 2,0 t/ha ja vaihteluväli 3,3—8,7 t/ha. Erot keräystappioissa olivat eri-



Kuva 7. Hakkuutähteen puuainen talteen-saannon riippu-  
vuus hakkeen puuainepitoisuudesta.

Figure 7. The correlation between the available percentage  
of wood in logging residues and the wood content  
of logging residue chips.

merkkisillä monitoimikoneilla korjatuilla työ-  
mailla selvästi havaittavissa. Lokomo-Ösa-  
työmaalla keräystappio oli 3,3 t/ha, molem-  
milla Kockum-työmailla 4,5 t/ha, Volvo-työ-  
mailla keskimäärin 6,0 t/ha (vaihtelu 3,9—8,5  
t/ha) sekä Pika 75-työmailla keskimäärin 8,0

t/ha (vaihtelu 7,6—8,7 t/ha). Suureen vaihteluun koneiden välillä vaikuttaa paitsi koneiden tekemät erimuotoiset hakkuutähdekasat myös hakkuutähdettä keräävän kuormatraktorin kuljettajan taito ja tarkkuus. Tämä selittää osaltaan myös suurta vaihtelua samalla konetyypillä.

Eräällä työmaalla pyrittiin suppealla kokeella selvittämään kuormatraktorin kuljettajan normaalia tarkemmin suorittaman keräyksen vaikutusta keräystappion määrään sekä keruun ajanmenekkiin. Tulos oli, ettei keräystappion suuruudessa ollut olennaista eroa normaalityöskentelyyn, sen sijaan aikaa kului huomattavasti normaalia enemmän.

Kuvassa 8 on tarkasteltu hakatun hehtaarikohtaisen runkopuumäärän ja maastoon keräämättä jääneen hakkuutähdemäärän välistä riippuvuutta. Keräämättä jääneen hakkuutähteen määrä ei näytä suuresti riippuvan hakatun leimikon tiheydestä. Sen suuruutta on siis pidettävä lähinnä pinta-alakohtaisena arvona. — Tiheissä leimikoissa hakkuutähdettä jäi sen sijaan *suhteellisesti* vähemmän keräämättä kuin harvoissa leimikoissa.

Tarkka hakkuutähteen keräys ei ole sitä paitsi edullisinta kokonaisuuden kannalta. Siinä nimittäin tulee helposti hakkuutähteen mukaan hiekkaa, kiviä yms. epäpuhtauksia, jotka haketusvaiheessa aiheuttavat hakkurissa terävaurioita tai ainakin terien nopeaa tylsyt-

mistä. Hakkuutähteen mukana olleiden hiekan, kivien yms. määrää ei tässä tutkimuksessa seurattu.

Varastolla jäi hakkuutähdettä oksakasojen pohjille. On nimittäin parempi jättää hakkuutähdettä hieman maahan kuin saada kasojen pohjilta kiviä hakkurin teriin. Haketuksessa lensi haketta myös hakekontin ohitse maahan.

Tutkimustyömailla laikkahakkureilla haketettaessa oli varastolle jäänyt raaka-aine suurimmaksi osaksi hakkurin syöttölaitteesta tipuneita pieniä oksia. Rumpuhakkurityömailla puolestaan varastotappio muodostui suurimmaksi osaksi hakekontin ohitse lentäneestä hakkeesta.

Tutkimustyömailla jäi varastolle hakkuutähteen puuainetta ja kuorta keskimäärin 5 % mitatusta kokonaisuudesta. Varastotappion hajonta oli 1,9 % ja vaihteluväli 2—8 %.

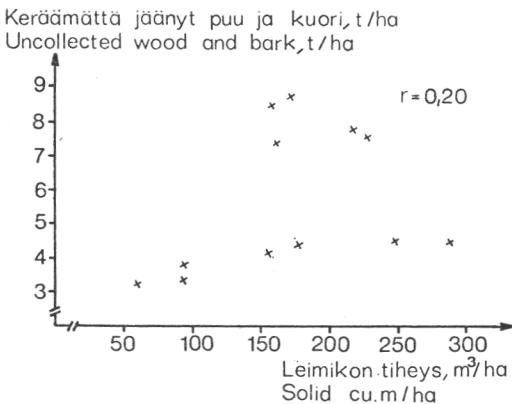
### Neulasten korjuutappio

Tutkimustyömailla oli neulasten keskimääräinen korjuutappio 89 % hajonnan ollessa 8,9 % ja vaihteluvälin 74—100 %. Mitatun hakkuutähteen kokonaisuudesta oli neulasten korjuutappio keskimäärin 35 %. Hajonta oli 7,7 % ja vaihteluväli 21—46 %.

Neulasten korjuutappion vaihtelu johtuu suurimmaksi osaksi hakkuutähteen kosteusvaihtelusta haketusaikana. Tuoreessa hakkuutähteessä pysyvät neulaset varsin sitkeästi kiinni haketuksessa, mikä nostaa hakkeen neulaspitoisuutta ja vähentää samalla neulasten korjuutappiota. Kuivalla hakkuutähteellä puolestaan lähes kaikki neulaset karisevat pois viimeistään haketusvaiheessa.

Pinta-alakohtainen neulasten korjuutappio oli keskimäärin 9 t/ha, hajonnan ollessa 3,3 t/ha ja vaihteluväli 3—16 t/ha. Suurta vaihtelua selittää parhaiten hakkuutähteen erilaiset pinta-alakohtaiset määrät.

Neulasten mahdollisimman suuri korjuutappio hakkuutähdettä korjattaessa on katsottava eduksi hakkeen tulevalle käytölle, sillä neulaset saattavat aiheuttaa erilaisia häiriöitä prosessissa. Toisaalta on korjuualueiden ravinnetasapainoa ajatellen myös edullista, että runsaasti ravinteita sisältävät neulaset jäävät mahdollisimman suurena määränä korjuualueelle.



Kuva 8. Keräämättä jääneen hakkuutähteen puuaineen ja kuoren määrän riippuvuus leimikon tiheydestä.

Figure 8. The correlation between the uncollected wood and bark amount and the solid cu.m per hectare.

*Hakkuutähteen raaka-ainejakauma ja hakkuutähteen muuttuminen hakkuun jälkeen*

Taulukossa 2 on esitetty hakkeen raaka-ainejakaumat tutkimustyömailla. Hakkuutähteen puuainepitoisuus vaihteli tutkimustyömailla 42—79% keskiarvon ollessa 59%. Hakkeen keskimääräinen kuoripitoisuus oli 30% ja neulaspitoisuus 11%. Vaihteluväli oli kuorella 21—37% ja neulasilla 0—20%.

Teollisuudessa seulotaan usein käytettävästä hakkeesta pois alle 6 mm jakeet (purujae). Prosessiin menee siis vain yli 6 mm pituiset jakeet. Hakkuutähdehakkeesta käsiteltiin tästä syystä erikseen yli 6 mm pituiset jakeet. Niiden puuainepitoisuus oli selvästi suurempi kuin koko hakkeessa. Keskimääräinen puuainepitoisuus oli 74% ja vaihteluväli 64—81%. Kuorta oli keskimäärin 26% vaihteluvälin ollessa 16—34%. Suurimmassa osassa työmaista neulasia oli alle 1% maksimissaan ollessa 2%.

Hakkuutähdehakkeen raaka-ainejakauma riippuu oleellisesti varastointiajan pituudesta. Tällöin varastointiajalla tarkoitetaan runkopuun hakkuun ja hakkuutähteen metsäkuljetuksen välistä aikaa. Osittain tämän tutkimuksen aineistosta on tehty erillinen selvitys hakkuutähteen muuttumisesta hakkuun jälkeen (Mäkelä 1977).

Yleissuuntauksena havaittiin tällöin hakkeen puuainepitoisuuden nousevan varastointiajan kasvaessa. Kun varastointiaika oli 0—1 kuukautta, oli puuainepitoisuus 45—55%. Kuorta oli tällöin noin 30% ja neulasia 20—25%. Yli 2 kuukauden varastointiajalla nousi hakkuutähdehakkeen puuainepitoisuus yli 60%:iin. Kuoren osuus oli tällöin alle 30% ja neulasten osuus alle 10%. Yli 6 mm pituisilla hakepaloilla jo yhden kuukauden varastointi nosti puuainepitoisuuden 70—80%:iin kuoren osuuden ollessa 20—30%. Neulasia oli tällöin hakkeessa hyvin vähän.

*Yhdistelmä määrätuloksista*

Taulukossa 3 on esitetty yhdistelmä hakkuutähteen määrätuloksista leimikkokohtaisina. Hakkuutähteen puuaineen osalta on tärkeimmät tulokset esitetty taulukossa 4.

Koska eri komponenttien määrät on käsitelty aiemmin, keskitytään tässä kohdassa tarkastelemaan hakkuutähteen talteensaannossa tärkeintä tekijää, puuaineen määrää.

Talteensaatavan puuaineen määrä on myös paras talteensaantoa selittävä tekijä, sillä siinä eliminoiduu mm. hakkuutähteen kosteuden ja raaka-ainejakauman vaikutukset, koska hakkeessa mukana olevien neulasten määrän vaihtelu ei vaikuta sen suuruuteen. Seuraavassa on tarkasteltu talteensaadun hakkuutähdehakkeen puuaineen prosentista osuutta leimikoilta hakatusta kuorettomasta runkopuusta.

Tutkimustyömaat voitiin jaotella monella eri tavalla korjuu- yms. tekijöiden mukaan. Ensiksi on tarkasteltu leimikoilla olleen raivauspuun sekä leimikoilta kerätyn latvuspuun vaikutuksia puuaineen saantoprosenttiin. Tutkimuksessa ei mitattu latvuksen katkaisuläpimittoja, joten niiden vaihtelu on saattanut vaikuttaa osuukien suuruuteen.

	Talteensaatu puuaine % hakatusta kuorettomasta runkopuusta	
	Keskiarvo	Hajonta
Latvuksia kerätty . . . . .	7	0,5
Ei raivauspuuta . . . . .	10	3,8
Raivauspuuta . . . . .	12	2,4

Asetelman perusteella havaitaan latvusten keräyksen pienentäneen talteensaantoprosenttia. Leimikoilla oleva raivauspuu näyttää puolestaan parantaneen talteensaantoa. Raivauspuu vaikuttaa puuaineen määrään enemmän kuin sitä vastaava määrä hakkuutähdettä, sillä raivauspuulla puuainepitoisuus on selvästi suurempi kuin hakkuutähteellä.

Seuraavaksi tarkastellaan runkopuun korjuun vaikutusta puuaineen talteensaantoon. Hakkuun suorittaneet monitoimikoneet on jaoteltu sen perusteella, minkälaiseen muotoon ne jättävät hakkuutähteet maastoon. Pika 75:n ja Volvon jäljiltä hakkuutähde jää lähinnä mataliin, pitkänomaisiin aumoihin. Kockum ja Lokomo-Ösa jättää puolestaan hakkuutähteet verraten suuriin, kekomaisiin kasoihin.

Runkopuun hakkuu	Talteensaatu puuaine % hakatusta kuorettomasta runkopuusta	
	Keskiarvo	Hajonta
Manuaalinen . . . . .	11	4,0
Pika 75-, Volvo-moni- toimikone . . . . .	8	2,4
Kockum-, Lokomo-Ösa -monitoimikone . . . . .	13	2,9

Suoritettu tarkastelu osoitti, että monitoimikoneryhmillä oli selvät erot puuaineen

talteensaantoprosenteissa. Manuaalisesti hakatut työmaat sijoittuivat niiden väliin.

Kaikki edellä esitetyt määrät ja osuudet on laskettu kuivista massoista. Käytännön työssä käsitellään määriä kuitenkin tilavuuksina. Runko- ja oksapuun kuivat massat ja tilavuudet eivät ole suoraan verrannollisia, sillä oksapuun puuaineen tiheys on erityisesti kuusella korkeampi kuin runkopuulla eli tilavuutena mitaten oksapuuta on vähemmän kuin kuivina massoina laskettujen osuuskien mukaan pitäisi olla. Tutkimusaineistossa oksapuun kuivat massat voidaan muuttaa tilavuudeksi käyttämällä oksapuun puuaineen tiheytenä  $507 \text{ kg/m}^3$ . Tämä merkitsee käytännössä sitä, että esimerkiksi hakkutähteen puuainetta saatiin talteen keskimäärin  $10,8 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Irto-tilavuutena mitattuna hakkeena tämä määrä oli noin  $28 \text{ m}^3$ . Kun verrattiin talteensaattua puuainemäärää hakattuun kuorelliseen runkopuumäärään saatiin jokaista sataa hakattua runkopuukuutiometriä kohti talteen  $6,8 \text{ m}^3$  hakkutähteen puuainetta hajonnan ollessa  $2,4 \text{ m}^3$ .

Talteensaattavan hakkutähdehakeen ja hakatun kuorellisen runkopuumäärän suhde oli keskimäärin  $33 \%$  hajonnan ollessa  $11,1 \%$  ja vaihteluvälin  $17\text{—}57 \%$ . Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että  $1\,000 \text{ m}^3$  runkopuuleimikolta saatiin korjattua keskimäärin  $330 \text{ m}^3$  (irtotilavuutena mitattua) haketta. Puuainetta tässä hakkutähdemäärässä oli keskimäärin  $68 \text{ m}^3$ .

#### *Hakkuutähdemäärän arvioiminen laskemalla*

Mikäli hakkutähteen määrien laskemiseksi olisi olemassa luotettava menetelmä, mahdollistaisi tämä laajojen määräselvitysten teon ilman työläitä maastomittauksia.

Tutkimuksen yhteydessä selvitettiin laskennallisesti saatujen hakkutähdemäärien luotettavuutta. Laskentamenetelmä on esitetty luvussa 3.

Taulukossa 5 on vertailtu tutkimustyömaiden laskettuja ja mitattuja hakkutähdemääriä sekä hakkutähteen puuainemääriä. Lasketuihin määriin on huomioitu raivaus- ja keräyspuun vaikutus ennen mitattua määrään vertaamista.

Hakkuutähteen kokonaismäärässä on lasketun ja mitatun määrän erotuksen prosentuaa-

linen osuus mitatusta määrästä aritmeettisena keskiarvona  $+2 \%$  eli laskenta antoi keskimäärin  $2 \%$  suuremman määrän kuin mittaus. Ääriarvot olivat  $+31 \%$ — $-24 \%$  ja hajonta  $13,8 \%$ . Leimikoittaiset erot eivät poikenneet merkittävästi nolasta t-testin mukaan ( $p = 0,05$ ). Tulosten perusteella voitaneen hakkutähteen kokonaismäärää koskevaa laskentamenetelmää pitää varsin luotettavana ainakin useita leimikoita koskevissa tarkasteluissa.

Hakkuutähteen puuainetta koskevia laskelmissa ja mittauksissa saatiin lasketun ja mitatun puuainemäärän keskimääräiseksi eroksi  $+11 \%$ , eli laskemalla saatiin keskimäärin  $11 \%$  suurempi tulos kuin mittaamalla. Vaihteluväli oli  $+56 \%$ — $-24 \%$  ja hajonta  $23,7 \%$ . Leimikoittaiset erot poikkesivat merkittävästi nolasta t-testin mukaan ( $p = 0,05$ ). Hakkuutähteen puuaineen määrästä oli leimikkokohtainen poikkeama lasketun ja mitatun määrän välillä sitä suuruusluokkaa, ettei laskentamenetelmää ole syytä käyttää yksittäisten leimikoiden kyseessä ollen. Useiden leimikoiden hakkutähteen puuainemääriä laskettaessa on tämän tutkimuksen tulosten perusteella syytä tehdä laskettuihin määriin  $10 \%$  vähennys.

## 42. Kanto- ja juuripuu

### *Kanto- ja juuripuun kokonaismäärä*

Kanto- ja juuripuun korjuussa ei nyky-näkymillä tule kyseeseen lehtipuukantojen eikä läpimitaltaan alle  $20 \text{ cm:n}$  havupuukantojen talteenotto, joten ne on jätetty pois laskelmista. Kokonaismäärät on laskettu kohdassa 3 selostetulla tavalla leimikoiden pystymittaustiedoista. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Männyllä oli korjattavaksi kelvollisen kanto- ja juuripuun määrä korjattuun runkopuuhun verrattuna keskimäärin  $20 \%$  hajonnan ollessa  $2,3 \%$ . Kuusella vastaavat luvut olivat  $24 \%$  ja  $1,5 \%$ . Vastaava leimikoittainen prosentti, jossa runkopuussa on mukana myös hakattu lehtipuu oli  $22 \%$ . Hehtaarikohtaiset kanto- ja juuripuumäärät olivat männyllä  $2,5 \text{ t}$  ja kuusella  $12,4 \text{ t}$ . Leimikoittainen kokonaismäärä oli siten keskimäärin  $14,9 \text{ t/ha}$  hajonnan ollessa  $6,4 \text{ t/ha}$  ja vaihteluvälin  $3,8\text{—}27,7 \text{ t}$ . Suuret erot johtuvat leimikkokohtaisesta hakatun runkopuumäärän vaihtelusta.

Kanto- ja juuripuun kokonaismäärässä oli puuainetta keskimäärin 13,2 t/ha eli 30,2 m<sup>3</sup>/ha. Tästä varsinaisissa kanto-osissa oli puuainetta 5,2 t/ha eli 11,8 m<sup>3</sup>/ha. Kuorta oli hehtaarilla keskimäärin 1,6 t.

#### *Talteenfaatavissa oleva kanto- ja juuripuumäärä*

Kanto- ja juuripuun korjuussa talteenfaatavan puuaineen määrä riippuu olennaisesti korjuumenetelmästä. Nostovaiheessa on mahdollista saada ylös lähes kaikki kanto- ja juuripuu. Suurin vajuus syntyy maastopaloittelun ja palojen lähikuljetuksen yhteydessä. Tämä korjuutappio voidaan saada varsin pieneksi kytkemällä paloittelu kiinteästi lähikuljetukseen. Tämä on mahdollista esimerkiksi varustamalla paloittelukone peräkärillä tai kontilla johon kannot suoraan paloittellaan.

Koska tutkimustyömailla ei voitu mitata korjuutappioita, laskettiin talteenfaatavat kanto- ja juuripuumäärät oletetuilla korjuutappioprosenteilla, jotka olivat 5, 10 ja 20 %. Vertailuksi voidaan mainita, että H a k k i l a n ja M ä k e l ä n (1973) laajassa kantojen

korjuututkimuksessa oli korjuutappio 5—6 % kokonaismäärästä. Taulukossa 6 on esitetty talteenfaatavat kanto- ja juuripuumäärät eri korjuutappiovaihtoehdoilla.

Kun verrattiin talteen saatavaa kanto- ja juuripuumäärää hakattuun kuorelliseen runkopuuhun, vaihteli tämän keskimääräinen osuus korjuutappiosta riippuen 17—20 %. Hajonta oli 2,6—3,1 % ja vaihteluväli 12—25 %. Kanto- ja juuripuun puuaineen osuus hakatusta kuorettomasta runkopuusta vaihteli vastaavasti 18—21 %. Hajonta oli 2,5—2,9 % ja vaihteluväli 13—26 %.

Korjuutappion ollessa 5 % olisi tutkimustyömailta saatu talteen kuorellista kanto- ja juuripuuta keskimäärin 14,1 t/ha eli 32,1 m<sup>3</sup>/ha. Korjuutappiolla 10 % olisivat vastaavat luvut olleet 13,4 t/ha ja 30,5 m<sup>3</sup>/ha ja korjuutappiolla 20 % 11,9 t/ha eli 27,1 m<sup>3</sup>/ha.

Esitetyt tilavuusmäärät ovat todellisia tilavuuksia. Kanto- ja juuripuun runkopuuta suuremmasta tiheydestä johtuen on tietyn tilavuusyksikön jalostusarvo esimerkiksi selluteollisuudessa kuitenkin suurempi kuin vastaavalla määrällä runkopuuta. Männyllä tämä ero on keskimäärin 19 % ja kuusella 14 % kanto- ja juuripuun eduksi.

## 5. TULOSTEN TARKASTELU

Aluksi tarkastellaan mahdollisia tuloksiin vaikuttavia virhelähteitä. Koetyömaiksi valittiin kaikki vuosien 1975 ja 1976 hakkuutähteen korjuutyömaat, joilta oli saatavissa pystymittaustiedot ja joita ei oltu ehditty laikuttaa metsänviljelyä varten ennen maastoon jääneen hakkuutähteen inventointia. On oletettavaa, että korjuutyön suorittaneet metsäteollisuusyhtiöt olivat valinneet työmaiksi keskimääräistä paremmat kohteet. Tämän vaikutusta keskimääräisiin prosentuaalisiin tuloksiin on vaikea arvioida.

Mitatussa hakkuutähdemäärässä on suurin virhemahdollisuus neulasten määrässä. Koska neulasten kokonaismäärää ei voitu mitata, jouduttiin se määrittämään laskennallisesti ja näin saadusta määrästä tekemään mitatut vähennykset. Koska neulaset muodostavat noin kolmanneksen koko raaka-ainemäärästä, voi virheellä olla huomattava vaikutus.

Virheitä on saattanut syntyä myös maastoon jääneen hakkuutähteen inventoinnissa sekä seulonta- ja kosteusnäytteiden otossa ja käsittelyssä. Maastoon jääneen hakkuutähteen inventoinnissa jää helposti osa koealalla olevasta hakkuutähteestä mittaamatta. Näin ollen voidaan olettaa, että maastoinventointi on antanut hieman todellista pienemmän määrän.

Laskennallisesti saatua hakkuutähdemäärään on voinut aiheuttaa virhettä tämän tutkimuksen työmaiden ja laskennan perustana käytetyn tutkimuksen puiden erilaisuus. Virhettä on voinut syntyä myös tutkimusleimikoiden mittausta- tai luokitusvirheistä. Laskennassa on oletettu, että latvan katkaisukohdan paksuus on 6 cm. Mikäli se on tästä poikkeava, eivät lasketut määrät täysin täsmää. Mikäli esimerkiksi latvan katkaisukohdan paksuus olisi 8 cm (vrt. M e l k k o 1975), nostaisi tämä laskettua kokonaismäärää keskimäärin

7 %, josta lisäksi olisi suurin osa puuainetta. Eräs lasketun ja mitatun määrän väliseen eroon vaikuttava tekijä on monitoimikonaiden suorittama epätäydellinen karsinta. Karsittuun runkopuuhun jää joko oksantynkiä tai jopa kokonaisia oksia, jotka laskennan mukaan pitäisi jäädä hakkuutähteeksi. Oksantynkillä on määrään selvästi tilavuuttaan suurempi vaikutus, sillä oksapuu on tiheintä rungon läheisyydessä.

Kanto- ja juuripuun määriin on saattanut aiheuttaa virhettä tutkimustyömaiden ja laskennan perustana käytetyn tutkimuksen puiden ja kaatoleikkauskohtien erilaisuus. Korjuutappion arviointi on saattanut myös olla virheellinen.

Vertailtaessa hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun talteensaataavissa olevia puuainemääriä, oli kanto- ja juuripuuta tutkimustyömailta saatavissa talteen keskimäärin 106 % enemmän hehtaarilta kuin hakkuutähteen puuainetta. Työmaakohtainen vaihtelu oli -24—+206 %. Suuret erot johtuivat hakatun puuston määrän ja rakenteen vaihtelusta.

Taulukkoon 7 on laskettu keskiarvotulosten perusteella runkopuumäärältään erisuuruisilta leimikoilta saatavat hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuumäärät. Keskiarvotulosten käyttämisestä johtuen on saatuja määriä pidettävä vain suuntaa-antavina, sillä aiemmin to-

detun mukaisesti suurenee hakkuutähteen talteensaantoprosentti hakatun puuston tiheyden kasvaessa.

Taulukko 7 osoittaa, että keskimääräisolosuhteissa 200 m<sup>3</sup>:n leimikosta saataisiin hakkuutähdehaketta 63 irtotilavuutena mitattua kuutiometriä. Tässä hakemäärässä olisi kuoretonta puuainetta 12 m<sup>3</sup> (kiintotilavuus). Kanto- ja juuripuuta saataisiin samalta leimikolta irtotilavuutena mitattuja kantopaloja 101 m<sup>3</sup>. Määrässä olisi kuoretonta puuainetta 28 m<sup>3</sup> (kiintotilavuus).

Lasketuista määristä voidaan todeta, että jos leimikolta halutaan vähintään yksi täysperävaunukuorma (n. 70—80 m<sup>3</sup>) raaka-ainetta, asettuu korjuuseen hyväksyttävän leimikon alaraja hakkuutähteellä 250—300 m<sup>3</sup>:iin sekä kanto- ja juuripuulla 150—200 m<sup>3</sup>:iin. Tällöin saatava puuainemäärä on hakkuutähteellä 17—20 m<sup>3</sup> sekä kanto- ja juuripuulla 21—28 m<sup>3</sup>.

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan arvioida leimikoilta talteensaataavissa olevan metsätähdemäärän suuruusluokka. Lisäselvityksiä lienee kuitenkin tarpeen suorittaa ainakin kanto- ja juuripuun korjuutappiosta. Jotta lopulta päästäisiin alueellisiin talteensaataavissa oleviin metsätähdemääriin, on selvitettävä metsätähteen korjuuta teknisesti ja operatiivisesti rajoittavat tekijät sekä niiden vaikutus talteensaantomääriin.

## KIRJALLISUUS

- HAKKILA, P. 1969. Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. Seloste: Järeitten mänty- ja kuusipuitten oksien paino ja koostumus. Commun. Inst. For. Fenn. 67 (6): 1—37.
- 1971. Coniferous branches as a raw material source. Seloste: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Commun. Inst. For. Fenn. 75 (1): 1—60.
- 1972 a. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Summary: Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. Folia For. 159: 1—19.
- 1972 b. Mechanized harvesting of stumps and roots. Seloste: Kanto- ja juuripuun koneellinen korjuu. Commun. Inst. For. Fenn. 77 (1): 1—71.
- 1974. Kanto- ja juuripuun korjuu. Summary: Harvesting of stump and root wood. Metsäteho Tied. 332: 1—19.
- 1976. Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena. Summary: Stumpwood as industrial raw material. Folia For. 292: 1—39.
- & MÄKELÄ, M. 1973. Harvesting of stump and root wood by the Pallari Stumparvester. Seloste: Kanto- ja juuripuun korjuu Pallarin kantoharvesterilla. Commun. Inst. For. Fenn. 77 (5): 1—57.
- MELKKO, M. 1975. Hakkuutähteen koostumus moottorisaha- ja monitoimikonetyömailla. Summary: Composition of logging residues at power-saw and processor work sites. Metsäteho Kats. 5: 1—4.
- MÄKELÄ, M. 1977. Hakkuutähteen ominaisuuk-sien muuttuminen. Summary: Changes in the quality of logging residues. Folia For. 309: 1—16.

Taulukko 1. Tietoja tutkimusleimikoista  
Table 1. Information about the study work sites

Leimikko Work site	Pinta- ala, Area, ha	Hakattu puumäärä Cut stemwood		Puulajisuhteet Species			Runkopuun hakkuu Harvesting of stemwood		Hakkuutähteiden korjuu Harvesting of logging residues	
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehti- puu Hard- wood	Aika Date	Menetelmä/ Monitoimi- kone Method/ Multipurpose logging machine	Keräyslaite Machine used in piling *)	Hakkuri Chipper
1....	1,8	320	178	14	78	8	4.—74	Manuaalinen - Manual	K + Ktr	Karhula
2....	3,2	495	155	36	57	7	11.—74	Volvo	Ktr	Trelan
3....	12,5	1 200	96	13	85	2	5.—75	Volvo	Ktr	Trelan
4....	8,2	1 300	159	29	60	11	2.—75	Volvo	Ktr	Trelan
5....	2,2	352	160	27	69	4	4.—75	Volvo	Ktr	Karhula
6....	5,7	544	95	13	83	4	4.—75	Manuaalinen - Manual	K + Ktr	Trelan
7....	2,5	624	250	2	98	—	8.—75	Kockum	Ktr	Algol I
8....	1,0	292	292	4	96	—	8.—75	Kockum	Ktr	Algol I
9....	4,5	272	60	15	62	23	4.—76	Lokomo-Ösa	Ktr	Algol I
10....	1,7	387	226	24	75	1	4.—75	Pika 75	Ktr	Algol II
11....	6,0	774	129	34	66	—	2.—76	Pika 75	Ktr	Algol II
12....	6,5	1 107	172	12	86	2	2.—76	Pika 75	Ktr	Algol II

\*) Ktr = Kuormatraktori = Forwarder  
K = Kultivaattori = Cultivator

Taulukko 2. Hakkuutähdehакkeen raaka-ainejakauma.  
Table 2. The raw material distribution of logging residue chips

Työmaa Work site	Raaka-ainejakauma % Raw material distribution %					
	Koko hakkeessa All chips			Yli 6 mm jakeissa Chips length over 6 mm		
	Puuta Wood	Kuorta Bark	Neulasia Needles	Puuta Wood	Kuorta Bark	Neulasia Needles
1.....	65	33	2	73	27	△
2.....	64	30	6	74	25	1
3.....	55	25	20	72	28	△
4.....	75	23	2	81	19	△
5.....	69	30	1	73	27	△
6.....	79	21	△	84	16	△
7.....	42	37	21	71	29	△
8.....	42	37	21	71	29	△
9.....	61	29	10	78	22	△
10.....	57	32	11	79	21	△
11.....	42	32	26	64	34	2
12.....	58	29	13	71	29	△
Keskiarvo— Mean .....	59	30	11	74	26	△
*) Keskihajonta Standard deviation .	11,3	4,8	8,8	5,2	4,9	△

\*) myöhemmin hajonta = later deviation



Taulukko 3. Mitattu hakkuutähdemäärä  
Table 3. The measured amount of logging residues

Leimikko Work site	Mitattu hakkuutähdemäärä Measured amount of logging residues		Talteen saatu hakemäärä Amount of logging residues harvested				Korjuutappio Harvesting loss					
	t	t/ha	% mitatusta kokonais- määrästä % of total amount	m <sup>3</sup> (irtotilavuus)/ runkopuu m <sup>3</sup> % m <sup>3</sup> (chips) / m <sup>3</sup> stemwood, %	% hakatusta runkopuu- määrästä % of stemwood amount	Puu + kuori maastoon Wood and bark in the terrain		Puu + kuori varastolle Wood and bark at the landing site		Neulaset ja lehdet Needles and leaves	Yhteensä Total	% mitatusta määrästä % measured amount
						t	t/ha	t	t/ha			
1	40,4	11,3	6,3	23	9	7,9	4,4	2,5	18,7	29,1	72	
2	73,5	28,0	8,8	35	13	13,5	4,2	5,9	26,1	45,5	62	
3	202,7	55,1	4,4	25	11	48,6	3,9	11,6	87,4	147,6	73	
4	207,0	54,3	6,6	21	10	69,8	8,5	11,4	71,5	152,7	74	
5	50,0	10,2	4,6	20	7	16,0	7,3	2,2	21,6	39,8	80	
6	109,1	35,5	6,2	34	17	19,2	3,4	7,8	46,6	73,6	67	
7	108,0	59,7	23,9	57	25	11,3	4,5	3,3	33,7	48,3	45	
8	44,7	23,4	23,4	45	21	4,5	4,5	1,3	15,5	21,3	48	
9	56,1	27,5	6,1	43	25	14,8	3,3	0,9	12,9	28,6	51	
10	51,4	20,2	11,9	26	13	12,9	7,6	3,5	18,3	31,2	61	
11	120,5	44,8	7,5	29	15	46,5	7,8	4,3	24,9	75,7	63	
12	206,7	84,2	13,1	38	20	56,4	8,7	8,4	57,5	122,3	59	
Keskiarvo — Mean		10,2	37	33	16		5,7				63	
Hajonta — Deviation		6,5	6,1	11,1	5,9		2,0				10,5	

Taulukko 4. Mitattu hakkuutähteen puuainemäärä  
 Table 4. The measured amount of wood in logging residues

Leimikko <i>Work site</i>	Mitattu hakkuutähteen puuainemäärä <i>Total wood amount of logging residues measured</i>	Talteen saatu puumäärä <i>Harvested wood amount</i>				Korjuutappio <i>Harvesting loss</i>	
		t	t/ha	% mitatusta kokonaisu- määrästä <i>% of measured total wood amount</i>	% hakatusta kuorettomasta runkopuusta <i>% of barked stemwood</i>	Maastoon ja varastolle <i>To the terrain and landing sites</i>	% mitatusta kokonaisu- määrästä <i>% of total amount</i>
1.....	14,1	7,3	4,1	52	7	6,8	48
2.....	30,5	17,9	5,6	59	10	12,6	41
3.....	68,2	30,3	2,4	44	7	37,9	56
4.....	93,5	40,7	5,0	44	9	52,8	58
5.....	18,6	7,0	3,2	38	6	11,6	62
6.....	45,3	28,0	4,9	62	15	17,3	38
7.....	34,4	25,1	10,0	73	12	9,3	27
8.....	13,5	9,8	9,8	73	10	3,7	27
9.....	26,8	16,8	3,7	63	17	10,0	37
10.....	22,0	11,5	6,8	52	6	10,5	48
11.....	51,8	18,8	3,1	36	7	33,0	64
12.....	88,8	48,0	7,4	54	13	40,8	46
Keskiarvo — <i>Mean .....</i>			5,5	54	10		46
Hajonta — <i>Deviation ..</i>			2,4	11,8	3,5		11,8

Taulukko 5. Tutkimustyömaiden mitatut ja lasketut hakkuutähdemäärät  
Table 5. The measured and calculated amounts of logging residues at the study work sites

	Koko hakkuutähde Whole logging residue			Hakkuutähteen puuaine Wood from logging residues					
	Mitatettu hakkuutähdemäärä Measured amount of logging residues	Raivaus- puu Clearing wood	Kerätty (poltto)- puu (latvuksia) Collected (fire) wood (tops)	Laskettu hakkuutähdemäärä Calculated amount of logging residues	*) Lasketun ja mitatun ero % — vähemmän + enemmän Difference between calculated and measured amount, % of measured, — less, + more	Raivaus- puu Clearing wood	Kerätty (poltto)- puu (latvuksia) Collected (fire) wood (tops)	Laskettu hakkuutähdemäärä Calculated amount of logging residues	*) Lasketun ja mitatun ero % — vähemmän + enemmän Difference between calculated and measured amount, % of measured, — less, + more
1.....	40,4	—	3,1	48,1	+11	—	2,2	20,1	+26
2.....	73,5	4,0	—	78,5	+12	—	—	34,4	+23
3.....	202,7	—	—	265,5	+31	—	—	106,2	+56
4.....	207,0	6,0	—	189,6	— 6	—	—	80,4	— 9
5.....	50,0	—	6,3	54,0	— 5	—	4,4	22,2	— 6
6.....	109,1	3,2	—	115,3	+ 9	—	—	46,9	+ 9
7.....	108,0	—	—	107,7	— 0	—	—	43,9	+28
8.....	44,7	—	—	48,4	+ 8	—	—	19,5	+44
9.....	56,1	—	—	49,8	—11	—	—	23,3	—13
10.....	51,4	—	—	56,9	+10	—	—	23,5	+ 7
11.....	120,5	—	—	91,3	—24	—	—	39,6	—24
12.....	206,5	—	—	185,3	—10	—	—	78,9	—11
Yhteensä — Total .....	1 269,4	—	—	1 290,4	+ 2	—	—	538,9	+11

\*) Raivaus- ja keräyspuu huomioitu lasketussa määrässä ennen prosentin laskemista.

The clearing wood and collected wood from cutting areas has been taken into account in calculated amount before counting percentages.

Taulukko 6. Lasketut kanto- ja juuripuun määrät  
Table 6. The calculated amounts of stump and root wood

Leimikko Work site	Laskettu kanto ja juuripuumäärä Calculated amounts of stump and root wood			Kanto- ja juuripuun koostumus The composition of stump and root wood			Talteen saatava kuorellinen kanto- ja juuripuumäärä, kun korjuutappio on: Harvested unbarbed stump and root wood when harvesting loss is:										
	t/ha			%			5 %		10 %		20 %						
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Yhteensä Total	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Yhteensä Total	t/ha	m <sup>3</sup> /ha	t/ha	m <sup>3</sup> /ha	t/ha	m <sup>3</sup> /ha					
1.....	3,9	23,3	27,2	2,2	12,9	15,1	13,4	30,6	5,2	11,9	1,7	14,3	32,6	13,6	31,1	12,1	27,6
2.....	15,7	27,2	42,9	4,9	8,5	13,4	12,0	26,8	5,3	11,9	1,4	12,7	28,4	12,1	27,1	10,7	23,9
3.....	14,7	105,5	120,2	1,2	8,4	9,6	8,6	19,7	3,3	7,6	1,0	9,1	20,8	8,6	19,7	7,7	17,6
4.....	31,0	64,3	95,3	3,8	7,8	11,6	10,4	23,3	4,5	10,1	1,2	11,0	24,7	10,7	24,0	9,3	20,9
5.....	8,0	20,8	28,8	3,6	9,5	13,1	11,7	26,4	4,9	11,1	1,4	12,4	28,0	11,8	26,6	10,5	23,7
6.....	6,1	36,4	42,5	1,5	9,1	10,6	9,5	21,7	3,7	8,4	1,1	10,1	23,1	9,5	21,7	8,5	19,4
7.....	1,0	60,9	61,9	0,4	24,3	24,7	22,0	50,9	8,0	18,5	2,7	23,5	54,4	22,2	51,4	19,8	45,8
8.....	0,9	26,8	27,7	0,9	26,8	27,7	24,7	57,2	9,0	20,8	3,0	26,3	60,9	24,9	57,6	22,2	51,4
9.....	2,4	14,7	17,1	0,5	3,3	3,8	3,4	7,8	1,2	2,7	0,4	3,6	8,2	3,4	7,8	3,0	6,9
10.....	8,3	27,5	35,8	4,9	16,2	21,1	18,8	42,6	7,6	17,2	2,3	20,0	45,4	19,0	43,1	16,9	38,3
11.....	22,3	47,5	69,8	3,7	7,9	11,6	10,4	23,4	4,4	9,9	1,3	11,0	24,7	10,4	23,4	9,3	20,9
12.....	11,4	89,5	100,9	1,8	13,9	15,7	13,9	31,8	5,3	12,1	1,7	14,9	34,1	14,1	32,3	12,6	28,8
Keskiarvo — Mean .....				2,5	12,4	14,3	13,2	30,2	5,2	11,8	1,6	14,1	32,1	13,4	30,5	11,9	27,1
Hajonta — Deviation ..				1,6	6,7	6,4	5,7	13,3	2,1	4,8	0,7	6,1	14,2	5,8	13,4	5,2	12,0

Taulukko 7. Talteensaatavat metsätähdemäärät

Table 7. The harvested amounts of logging residues and stump and root wood

Leimikon runkopuumäärä, m <sup>3</sup> <i>Stemwood amount of work site, m<sup>3</sup></i>	Hakkuutähde <i>Logging residues</i>		Kanto- ja juuripuu *) <i>Stump and root wood</i>	
	Haketta, m <sup>3</sup> (irto- tilavuus) <i>Chips, m<sup>3</sup> (loose volume)</i>	Puu- ainetta, m <sup>3</sup> (kiinto- tilavuus) <i>Wood, m<sup>3</sup> (solid volume)</i>	Kanto- paloja, m <sup>3</sup> (irto- tilavuus) <i>Splitted stump pieces, m<sup>3</sup> (loose volume)</i>	Puu- ainetta, m <sup>3</sup> (kiinto- tilavuus) <i>Wood, m<sup>3</sup> (solid volume)</i>
50 .....	16	3	25	7
100 .....	31	7	50	14
150 .....	47	10	75	21
200 .....	63	13	101	28
250 .....	78	17	126	35
300 .....	93	20	151	42

\*) korjuutappio 20 % ja kantopalojen kiintotilavuusprosentti 30.  
*harvesting loss 20 % and the solid volume content of stump pieces 30 %.*

LIITE. Esimerkki laskentaohjelman tulostuksesta

*Leimikoittainen oksa- ja kantoraaka-aine*

Leimikko 1

	Mänty	Kuusi	Lehtipuu	Yhteensä
Runkopuuta				
Kuutiometriä .....	43.0	250.0	27.0	320.0
Kuivatontia .....	18.1	93.8	13.4	125.2

	Kuiva t	Tuore t	Kuiva t	Tuore t	Kuiva t	Tuore t	Kuiva t	Tuore t
Oksaraaka-aine kuorineen .....	3.7	8.4	42.6	85.2	1.9	4.3	48.1	97.9
Latvus- ja oksapuu kuoretta ...	2.0	4.6	17.1	34.3	1.0	2.3	20.1	41.2
Neulas(lehti)massa .....	.9	2.2	17.5	38.4	.5	1.2	18.9	41.9
Kuori .....	.8	2.0	10.1	21.2	.4	1.0	11.3	24.2
Oksaraaka-aine kuorineen, ei kuivia oksia .....	3.5	8.0	39.4	78.8	1.8	4.1	44.7	90.9
Latvus- ja oksapuu kuoretta, ei kuivia oksia .....	1.7	4.0	14.7	29.4	.9	2.0	17.3	35.4
Kanto- ja juuripuu kuorineen..	3.9	8.8	23.3	66.2			27.2	75.0
Kantomurikka kuorineen .....	2.3	4.6	8.2	42.9			10.4	47.5
Yli 5 cm:n juuret kuorineen ..	1.6	4.3	15.2	23.3			16.8	47.1
Kanto- ja juuripuu kuoretta ...	3.5	8.0	20.7	60.1			24.2	68.1
Kantomurikka kuoretta .....	2.0	4.2	7.4	41.5			9.4	45.7
Juuret kuoretta .....	1.5	3.8	13.3	18.6			14.8	22.4
Kokonaiskuori .....	.4	.8	2.6	6.1			3.0	6.9
Murikan kuori .....	.2	.4	.7	1.4			1.0	1.8
Juurten kuori .....	.2	.4	1.8	4.7			2.0	5.2

ODC 331  
ISBN 951-40-0284-9  
ISSN 0015-5543

MÄKELÄ, MARKKU

1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia For.* 316: 1—20.

The average amount of harvested logging residues was 37 % of the total amount of logging residues. The average amount of residue chips harvested was 16 % of the total amount of unbarked stemwood and the corresponding wood amount (without bark and needles) was 10 % of the barked stemwood.

When taking the harvesting loss of stump and root wood as 20 % the average amount of harvested stump and root wood from unbarked stemwood would be 17 % and the average amount of barked wood from barked stemwood would be 18 %.

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

ODC 331  
ISBN 951-40-0284-9  
ISSN 0015-5543

MÄKELÄ, MARKKU

1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia For.* 316: 1—20.

The average amount of harvested logging residues was 37 % of the total amount of logging residues. The average amount of residue chips harvested was 16 % of the total amount of unbarked stemwood and the corresponding wood amount (without bark and needles) was 10 % of the barked stemwood.

When taking the harvesting loss of stump and root wood as 20 % the average amount of harvested stump and root wood from unbarked stemwood would be 17 % and the average amount of barked wood from barked stemwood would be 18 %.

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

MÄKELÄ, MARKKU

ODC 331  
ISBN 951-40-0284-9  
ISSN 0015-5543

1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia For.* 316: 1—20.

The average amount of harvested logging residues was 37 % of the total amount of logging residues. The average amount of residue chips harvested was 16 % of the total amount of unbarked stemwood and the corresponding wood amount (without bark and needles) was 10 % of the barked stemwood.

When taking the harvesting loss of stump and root wood as 20 % the average amount of harvested stump and root wood from unbarked stemwood would be 17 % and the average amount of barked wood from barked stemwood would be 18 %.

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

ODC 331  
ISBN 951-40-0284-9  
ISSN 0015-5543

MÄKELÄ, MARKKU

1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Abstract: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. *Folia For.* 316: 1—20.

The average amount of harvested logging residues was 37 % of the total amount of logging residues. The average amount of residue chips harvested was 16 % of the total amount of unbarked stemwood and the corresponding wood amount (without bark and needles) was 10 % of the barked stemwood.

When taking the harvesting loss of stump and root wood as 20 % the average amount of harvested stump and root wood from unbarked stemwood would be 17 % and the average amount of barked wood from barked stemwood would be 18 %.

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





- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.  
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.  
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.  
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.  
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.  
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningssskogar åren 1945—74.  
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Isalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menettelmä.  
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.  
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.  
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.  
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.  
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.  
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.  
Forest worker's equipment costs 1975—1976.
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.  
*Cicadella viridis* (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.  
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.  
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien larvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.  
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.  
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehkoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.  
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.  
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- 1977 No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.  
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.  
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.  
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.  
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.  
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.  
Effect of spreading method on forest fertilization results.

- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.  
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.  
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajan-  
kohdasta turvemaalla.  
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on  
peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka  
männnyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.  
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der  
Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.  
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.  
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.  
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.  
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.  
Step 1.  
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-  
Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä  
harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without  
bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävytydestä ja sen  
mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw  
workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki:  
Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.  
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon  
kasvuhäiriöalueella.  
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen  
männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.  
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätoissa.  
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.  
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10,

p. 611 022

Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

127706718J

ISBN 951-40-0284-9

ISSN 0015-5543