

TEKNISESTI KORJATTAVISSA OLEVA HAKKUUTÄHDE SEKÄ KANTO- JA JUURIPUU KAAKKOIS-SUOMESSA

MARKKU MÄKELÄ

SUMMARY:

THE AMOUNT OF LOGGING RESIDUES AND STUMP AND ROOT WOOD TECHNICALLY HARVESTABLE IN SOUTH-EAST FINLAND

Saapunut toimitukselle 1977-07-08

Tutkimuksessa selvitettiin Tehdaspuu Oy:n erästä Kaakkois-Suomessa sijaitsevasta piiristä teknisesti korjattavissa olevat hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuumäärät.

Tutkimuspiiristä oli Tehdaspuu Oy:lle hakattu vuonna 1975 100 000 m³ runkopuuta. Hakkuutähden korjuuseen kelvollisten leimikoiden hakkuumäärä oli 35 000 m³. Tästä määrästä syntyi hakkuutähdettä 5 400 t kuiva-ainetta. Hakkuutähdettä korjattaessa olisi saatu talteen tutkimusten mukaan 37 % eli 2 000 t. Määrässä olisi kuoretonta puuainetta 1 200 t eli 2 400 m³. Hakkuutähteestä saatavissa ollut kuoreton puuainelisäys oli 2,4 % piiristä korjatusta kuorellisesta runkopuumäärästä. Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien leimikoiden hakkuumäärä oli 38 000 m³. Kanto- ja juuripuuta oli näillä leimikoilla 2 900 t kuiva-ainetta. Mikäli korjuutappio olisi ollut 5...20 %, olisi määrästä saatu talteen 2 400...2 800 t. Kuoretonta puuainetta määrässä olisi 2 200...2 600 t eli 5 000...5 800 m³. Kanto- ja juuripuusta saatavissa ollut lisäpuuainetta oli 5,0...5,8 % korjatusta kuorellisesta runkopuusta.

1. JOHDANTO

Aluksi on paikallaan määritellä jatkossa käytettävät termit:

- *hakkuutähde* sisältää korjuussa metsään käyttämättömänä jäävät oksat, latvukset, ainespuun sekä raivauspuun
- *kanto- ja juuripuu* on kannoista ja juurista koostuva raaka-aine, johon luetaan juurakon kaikki puuaines siltä osin, kun sen läpimitta juuren paksummalta puolen mitattuna täyttää 5 cm.

Suomessa hakkuutähden sekä kanto- ja juuripuun korjuu- ja käyttömahdollisuuksien selvittäminen aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksessa 1960-luvun loppupuolella. Sittemmin kiinnostus niiden hyväksikäyttömahdollisuuksiin on virinnyt myös muissa tutkimuslaitoksissa. Tällä hetkellä ollaan jo niin pitkällä, että kanto- ja juuripuuta käytetään sulfaattisellun raaka-aineena. Hakkuutähkeitä tulee toistaiseksi käyttöön pienikokoisten puiden kokopuukorjuussa.

Hakkuutähneiden sekä kanto- ja juuripuun

laajeneva hyväksikäyttö tarvitsee tuekseen tietoja korjattavissa olevista raaka-ainemääristä. Tähän mennessä tutkimukset ovat pääasiassa kartoittaneet potentiaalista raaka-ainereserviä. Tällä hetkellä on tietoa yksittäisten puiden hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun määristä. Niiden avulla voidaan laskea valtakunnalliset potentiaaliset metsätähdemäärät.

Tutkimusten mukaan oksien ja latvusten keskimääräinen kuiva massa on männyllä 25 % ja kuusella 50 % vastaavan runkopuun kuivasta massasta (HAKKILA 1971). Kanto- ja juuripuulla on vastaava prosentti männyllä ja kuusella 23 (HAKKILA 1972 a).

Vuotuinen potentiaalinen hakkuutähdemäärä on edellä esitettyjen prosenttien avulla arvioitu 8,8 miljoonaksi tonniksi kuiva-ainetta (HAKKILA 1972 b). Korjattavissa olevaksi hakkuutähdemääräksi on arvioitu 4,1...5,0 Mm³ (Puuvaraselvitys 1976). Hakkuutähneiden korjuukokeissa on saatu talteen leimikoittaisesta potentiaalisesta määrästä keskimäärin 37 %. Hakkuutähteen puuainetta on vastaavasti saatu talteen keskimäärin 10 prosenttia leimikoilta hakatusta kuorettomasta puukuitumäärästä (MÄKELÄ 1977).

Kanto- ja juuripuuta jää vuotuisissa hak-

kuissa metsimme kiintotilavuutena mitaten 10...13 Mm³. Arvioiden mukaan (HAKKILA 1974, 1976) tästä määrästä on korjattavissa 1,0...2,1 Mm³. Kanto- ja juuripuun talteenotossa ei ole korjuutappiota tietävästi selvitetty kuin eräässä suokantojen korjuukokeessa. Tällöin Pallarin kantoharvesterilla saatiin kanto- ja juuripuun kokonaismäärästä (HAKKILA ja MÄKELÄ 1973).

Todellinen korjattavissa oleva raaka-ainemäärä ei kuitenkaan selviä suoritettujen tutkimusten perusteella. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään erään tietyn alueen teknisesti korjattavissa ja talteen saatavissa oleva hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuumäärä.

Tutkimusaineiston on kerännyt Eino Raassina Tehdaspuu Oy:stä. Tutkimuksessa ovat avustaneet Eero Lehtonen (laskelmamenetelmä), Tapio Järvinen ja Helena Merisaari (aineiston käsittely), Aune Rytönen ja Leena Turunen (konekirjoitustyöt) sekä Tarja Björklund ja Leena Kunnari (piirroksat). Englanninkielisen tekstin on tarkastanut John Derome. Käsikirjoituksen ovat lukee Pertti Harstela, Juhani Järvinen, Matti Kärkäinen ja Eino Raassina. Kiitän tuesta.

2. TUTKIMUSAINIESTO

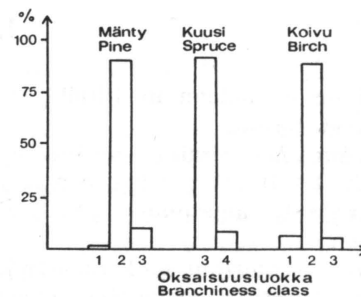
21. Aineiston jaottelu

Tutkimuksen aineistoksi kerättiin tiedot Tehdaspuu Oy:n eräästä Kaakkois-Suomessa sijaitsevasta piiristä vuoden 1975 aikana hakatusta puutavarasta. Aineisto käsitti pysty-, hankinta- ja käteiskaupat. Hakkuutavan perusteella oli pystymitatut leimikot jaoteltu avohakkuuseen, ensiharvennukseen, suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuuseen sekä ylispuiden poistoon. Pystymittaamattomat leimikot oli jaoteltu vain avo- ja kasvatushakkuuseen.

22. Puusto

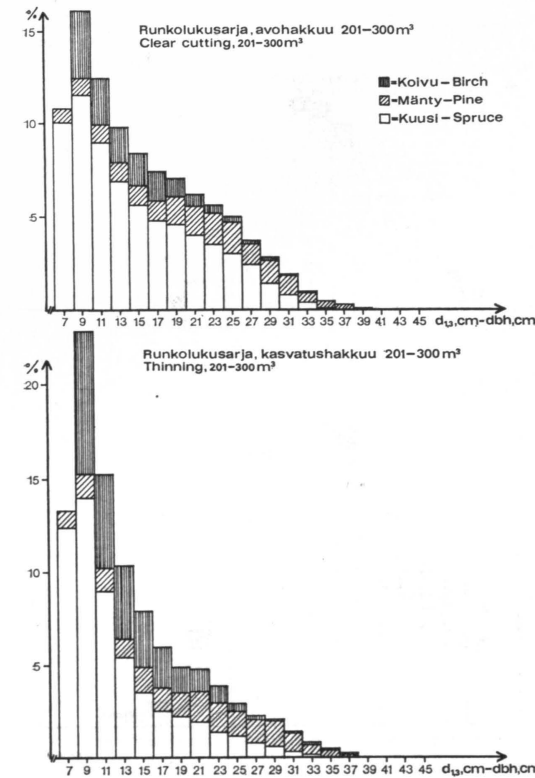
Tutkimuspiirin puusto edustanee kaakkoissuomalaisista normaalipuustoa. Puulajisuhteet olivat puumäärinä mäntyä 30 %,

kuusta 54 % ja koivua 16 %. Pystymittattujen runkojen lukumäärästä oli mäntyä 16 %, kuusta 65 % ja koivua 19 %.



Kuva 1. Tutkimuspiirin leimikoiden oksaluokkajakauma.

Fig. 1. The distribution of branchiness class.



Kuva 2. Esimerkkejä leimikoiden runkolukusarjoista.

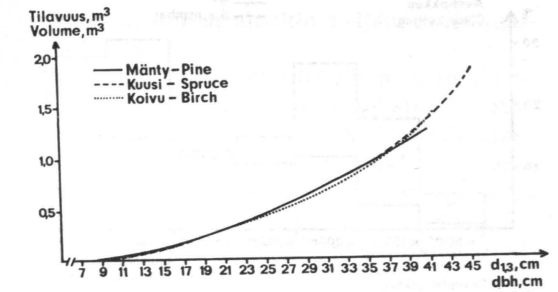
Fig. 2. Some examples of dbh distributions of work sites.

Yleisin metsäalan työehtosopimuksen mukainen oksaisuusluokka oli männyllä ja koivulla 2 sekä kuusella 3. — Kuvassa 1 on esitetty eri oksaisuusluokkien osuudet puulajeittain.

Leimikoiden runkolukusarjoista on esitetty esimerkkejä avohakkuun ja harvennushakkuun osalta kuvassa 2. Tutkimusaineiston yksittäisten puiden käyttökuutiomäärät (kuva 3) vastaavat Tehdaspuu Oy:n toimialueen kaakkoisosan keskimääräisiä kuutiomääriä.

23. Kauppa/hakkuutapa

Tutkitun piirin alueelta hakattiin tutkimusvuonna 1975 noin 100 000 m³ puutavaraa Tehdaspuu Oy:lle. Määrästä oli pystykauppojen osuus 87 %, hankinta- ja käteis-



Kuva 3. Tutkimusaineiston puulajittaiset käyttöosan keskiukuutiot.

Fig. 3. The mean volumes of harvested stemwood.

kauppojen muodostaessa loput 13 %. Pystykaupoista oli pystymitatut 45 %. Ne jakautuivat puumäärältään hakkuutavan mukaan seuraavasti:

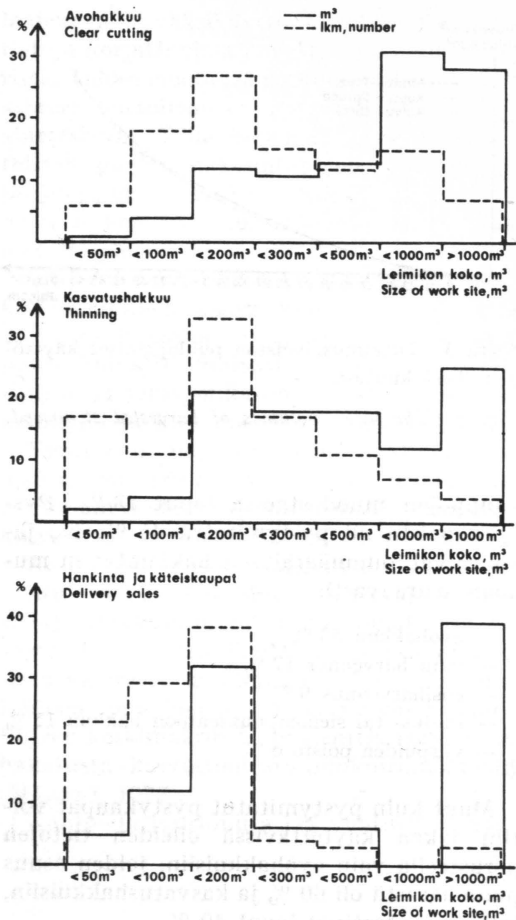
- avohakkuu 53 %
- muu harvennus 17 %
- ensiharvennus 9 %
- suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu 15 %
- ylispuiden poisto 6 %

Muut kuin pystymitatut pystykaupat voitiin jakaa käytettävissä olleiden tietojen perusteella vain avohakkuisiin, joiden osuus puumäärästä oli 60 % ja kasvatushakkuisiin, jotka muodostivat loput 40 %.

24. Leimikon puumäärä

Leimikoiden kokojakaumat on esitetty pystykauppojen avohakkuun ja kasvatushakkuun sekä hankintakauppojen osalta kuvassa 4. Avohakkuuleimikoiden lukumäärä painottui alle 500 m³:n leimikoihin, kun taas kuutiomäärästä oli suurin osa yli 500 m³:n leimikoissa. Kasvatushakkuuleimikoista oli lukumäärältään suurin osa myös alle 500 m³:n kokoluokissa. Kuutiomäärä oli sen sijaan jakautunut käytettyä luokitusta sovellettaessa tasaisesti kaikkiin luokkiin alkaen yli 200 m³:sta. Hankintakaupoista oli suurin osa alle 300 m³:n kohteita. Yli 1000 m³:n kauppojen puumäärän suuri osuus johtui muutamasta suuresta hankintana ostetusta latvatavaraerästä.

Leimikoittaisista kuutiomääräjakaumista on esitetty esimerkkejä kuvassa 5. Jakauma



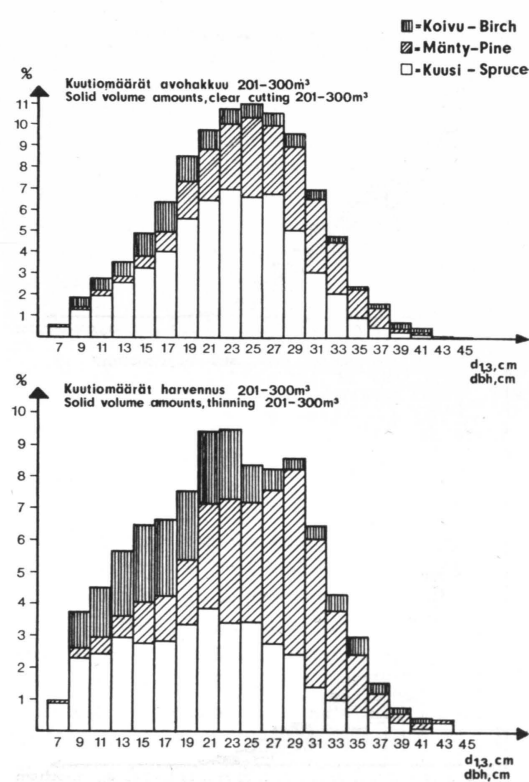
Kuva 4. Leimikoiden kokojakauma.

Fig. 4. The distribution of cut stemwood amounts on the different work sites.

on suhteellisen vakio leimikon koon muuttuessa. Koivun kuutiomäärät painottuivat varsin suurelta osin pieniin läpimittaluokkiin. Männyn määrä oli prosentuaalista osuuttaan suurempi isoissa läpimittaluokissa.

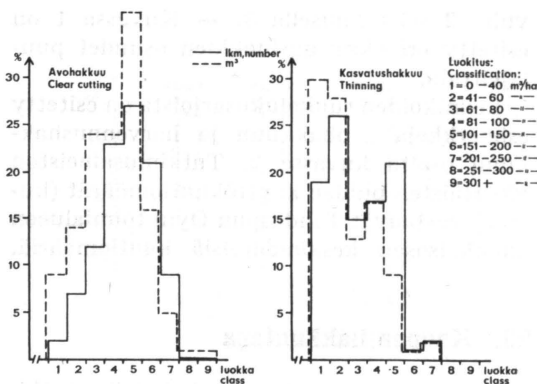
25. Leimikon tiheys

Leimikon tiheydellä tarkoitetaan tässä hakatun puumäärän ja hakkuualueen pinta-alan osamäärää. Pystykauppojen tiheysjakaumat avohakkuissa ja kasvatushakkuissa on esitetty kuvassa 6.



Kuva 5. Esimerkkejä leimikoiden kuutiomääräjakaumista.

Fig. 5. Some examples of the distributions of solid volume amounts of trees.



Kuva 6. Leimikoiden tiheysjakauma.

Fig. 6. The distribution of cut stemwood per hectare.

Avohakkuiden kuutiomäärällä painotettu keskimääräinen tiheys oli 122 m³/ha. Vastaava tiheys kasvatushakkuissa oli 79 m³/ha. Hankintakaupoista ei ollut käytettävissä hakattujen alueiden pinta-aloja, joten niiden tiheyttä ei pystytty laskemaan.

26. Korjuuolosuhteet

Metsätähteiden korjuussa saattaa maaston vaikeus pudottaa pois osan muutoin sopivista kohteista. Maaston vaikutus on otettava huomioon puutavaran ajon mukaista luokitusta käytettäessä jo mahdollisesti kol-

mannessa, mutta ainakin neljännessä maastoluokassa.

Tutkitun piirin alueella oli maasto puunkorjuun kannalta varsin edullista. Kuutiomäärästä oli suurin osa eli 84 % ensimmäistä maastoluokkaa. Toiseen luokkaan kuului hakkuumäärästä 15 % ja kolmanteen 1 %.

Metsätähteiden talteenotossa saattaa kesäkorjuumahdollisuuden puuttuminen osoittautua korjuuta rajoittavaksi tekijäksi. Tutkitussa piirissä ei kesäkorjuu olisi ollut mahdollista leimikoilla, joista hakattu puumäärä oli 12 % pystykauppojen hakkuumäärästä. Kesäkorjuun toteutettavuus oli määritetty puutavaran lähikuljetuksen mukaan.

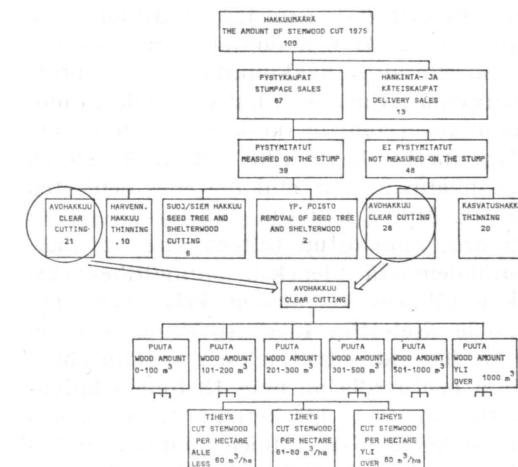
3. LASKENTAMENETELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tutkitun piirin vuoden 1975 hakkuista jäänyt potentiaalinen, teknisesti korjattavissa oleva ja korjuussa talteensaattava hakkuutähde sekä kanto- ja juuripuumäärä. Metsätutkimuslaitoksella on kehitetty laskentaohjelma, joka laskee leimikon pystymittaustietojen perusteella hakkuutähden sekä kanto- ja juuripuun määrät (vrt. MÄKELÄ 1977). Koska kaikista leimikoista ei ollut käytettävissä laskennassa tarvittavia lähtötietoja, laskettiin määrät vain pystymitatuille lei-

mikoille, joista saatuja hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuuprosentteja käytettiin myös pystymittaamattomille leimikoille. Tästä yleistyksessä ei syntyne mainittavaa virhettä, sillä leimikoiden puustot lienevät varsin samankaltaisia.

Laskentaa varten pystymitatuista leimikoista jaoteltiin ryhmiin ensin hakkuutavan mukaan. Jokainen näin saatu ryhmä jaettiin vielä kuutiomäärän perusteella alaryhmiin (kuva 7), joiden puustotiedoista muodostettiin uudet »keskimääräisleimikot» hakkuutähden sekä kanto- ja juuripuun laskemista varten. Saatut määrät muunnettiin prosenteiksi, joiden avulla laskettiin myös muiden leimikoiden hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuumäärät, jotka sitten summattiin kokonaismääräksi.

Kun potentiaalinen hakkuutähde- sekä kanto- ja juuripuumäärä oli saatu selville, alettiin siitä määrittää teknisesti korjattavissa olevaa osaa. Koska käytännössä uusien raaka-aineiden korjuutyön suunnittelussa kelvolliset kohteet määritetään hakatun puuston eikä kyseisen raaka-aineen perusteella, sovellettiin tässä tutkimuksessa samaa periaatetta. Ensin jaoteltiin leimikot hakatun puukuutiomäärän mukaan luokkiin (ks. kuva 7). Luokittelua tarvitaan selvitettyä leimikon minimikoon vaikutusta korjattavissa oleviin määriin. Seuraavaksi leimikot lajiteltiin hakatun puuston tiheyden perusteella (ks. kuva 7). Tiheydellä on suuri merkitys talteenoton kannattavuuteen,



Kuva 7. Tutkimusaineiston jaottelu.

Fig. 7. The distribution of research work sites.

joka on varsin tärkeä leimikoiden valintaan vaikuttava tekijä. Edellä mainittujen luokitusten lisäksi huomioitiin vielä kohteiden maastoluokka ja kesäkorjuukelpoisuus. Tämän jälkeen määriteltiin hakkuutähteen tai kanto- ja juuripuun talteenottoon

soveltuvat luokat ja niistä saatavat raaka-ainemäärät. Hakkuutähteiden sekä kanto- ja juuripuun korjuututkimuksissa saatuja talteensaantoprosentteja käyttäen päästiin lopullisiin talteensaantomääriin.

4. TULOKSIA

41. Hakkuutähde

411. Hakkuutähdeprosentit

Hakkuutähdemäärien selvittämiseksi laskettiin ensin hakkuutähdeprosentit, joita käyttäen päästiin leimikkokohtaisiin hakkuutähdemääriin. Keskimääräisiksi, korjatun runkopuun kuivapainoon verratuksi kuivapainoprosenteiksi saatiin männällä 20, kuusella 53 ja koivulla 21. Hakkuutähdeprosentit hakkuutavoittain ja leimikon kokoluokittain on esitetty taulukossa 1.

Taulukon lukuja toisiinsa vertailtaessa ovat puulajikohtaiset hakkuutähdeprosentit parempia vertailukohteita kuin yhteisprosentit, jotka antavat tietoa vain leimikon kokonaishakkuutähdemäärästä. Yhteisprosenttien suuruuteen vaikuttavat leimikoiden puulajisuhteet varsin huomattavasti.

Harvennushakkuiden puulajittaiset hakkuutähdeprosentit ovat hieman suurempia kuin muissa hakkuutavoissa. Tämä selittyy suurelta osalta harvennushakkuiden pienikokoisemmalla puustolla. Pieniä puita korjattaessa jää runkopuusta suhteellisesti suurempi osa käyttämättä kuin isommilla puilla. Kun hakkuutähdeprosentteja laskettaessa käytetään korjatun runkopuun eikä koko runkopuun määrää, tulee latvakappaleen koon vaikutus korostetusti esille.

Leimikon koolla ei ollut harvennushakkuita lukuunottamatta huomattavaa vaikutusta puulajittaisten hakkuutähdeprosenttien suuruuteen. Pienissä harvennushakkuuleimikoissa olivat hakkuutähdeprosentit suurempia kuin harvennushakkuissa keskimäärin. Tämä johtui pienikokoisten puiden keskimääräistä runsaammasta mukanaolosta.

Yleisesti ottaen voidaan tutkittavan piirin puulajittaisia hakkuutähdeprosentteja pitää varsin vakioina. Erityisen hyvin tämä pitää paikkansa hakkuutähteen talteenottoon kokonsa puolesta soveltuvilla leimikoilla.

412. Korjattavissa olevat kohteet

Hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvien kohteiden määrää rajoittavat seuraavat tekijät:

- liian pieni leimikon koko
- alhainen hakatun puuston tiheys
- hakkuutapa
- vaikea maasto
- kauppatapa

Ensimmäinen tutkimuksessa käytetty karsintakriteeri oli liian pieni leimikolta hakattu puumäärä. Hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvilta leimikolta tulisi saada haketta vähintään yksi täysperävaunuormia eli irtotilavuutena 70...80 m³. MÄKELÄN (1977) tutkimuksen mukaan on tällöin korjuukelpoisen leimikon minimikoko 250...300 m³ runkopuuta. Tässä tutkimuksessa pidettiin hakkuutähteen korjuuseen kelpaavan leimikon minimikokona 300 m³.

Seuraava leimikoiden lukumäärää karsiva tekijä oli hakatun puuston tiheys. Hakkuutähteiden keruussa jää maastoon aina varsin runsaasti keräämätöntä raaka-ainetta. Suoritetuissa hakkuutähteen korjuututkimuksissa jäi maastoon hakkuutähdettä monitoimikonetyömälle keskimäärin 6 tonnia kuiva-ainetta hehtaarille (MÄKELÄ 1977), eikä määrässä ollut mukana edes neulasten osuutta. Mikäli hakatun puuston tiheys on alhainen, muodostuu talteen saatava hakkuutähdemäärä pieneksi. Minimitiheydeksi hakkuutähteen korjuuseen kelpoisille leimikoille asetettiin tässä tutkimuksessa 80 m³/ha. Tällöin potentiaalinen hakkuutähdemäärä hehtaarilla on noin 13 tonnia kuiva-ainetta. Jos tästä jää keruun jälkeen maastoon 6 tonnia, on talteen saatava määrä 7 tonnia, joka lienee mahdollisen talteenoton rajoilla. Leimikkokoon vaikutus valitun minimitiheyden ylittäviin kohteisiin on nähtävissä taulukossa 2.

Taulukko 1. Hakkuutähdeprosentit.

Table 1. The percentages of logging residues (from stemwood).

Hakkuutapa Cutting method	Leimikkotiedot Information from work sites		Hakkuutähdeprosentti Percentage of logging residues			
	Hakkuumäärä Amount of cut stemwood		Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Leimikko yhteensä Work site, total
Avohakkuu	alle 100 m ³		20	51	19	38
Clear cutting;	less					
»	101...200 m ³		21	51	21	42
»	201...300 m ³		19	55	20	39
»	301...500 m ³		20	50	18	38
»	yli 501 m ³		19	48	21	39
»	over					
»	\bar{x}		20	51	20	39
Muu harvennus	alle 100 m ³		29	66	28	50
Other thinning	less					
»	101...200 m ³		20	55	23	34
»	201...300 m ³		19	69	22	37
»	301...500 m ³		20	51	25	39
»	yli 501 m ³		22	52	17	42
»	over					
»	\bar{x}		22	59	23	40
Ensiharvennus			25	65	27	44
First thinning						
Suojus- tai siemenpuu- asentoon hakkuu	alle 200 m ³		20	50	25	39
Seed tree and shelterwood cutting	less					
»	201...500 m ³		20	46	16	39
»	yli 501 m ³		19	47	21	36
»	over					
»	\bar{x}		20	48	21	38
Ylispuiden poisto	alle 200 m ³		22	56	20	44
Removal of seed tree and shelterwood	less					
»	201...500 m ³		18	48	22	32
»	\bar{x}		20	52	21	38

Taulukon 2 perusteella voidaan todeta, että leimikon minimikoon ollessa 50...100 m³, on hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvilta kohteilta hakattu puumäärä noin 25 % enemmän kuin vertailussa peruskokona käy-

tetyiltä 300 m³:n minimikokoisilta leimikoilta. Mikäli mukaan hyväksyttäisiin vain yli 500 m³:n leimikot, olisi kohteiden hakkuumäärä vastaavasti noin 25 % vähemmän. Hakkuutähteiden korjuu riippuu käy-

Taulukko 2. Leimikon minimikoon vaikutus hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvien leimikoiden (tiheys yli 80 m³/ha) hakkuumäärään. Leimikon minimikoon ollessa 300 m³ on hakkuumäärän suhdeluku 100.

Table 2. The effect of minimum size of work sites suitable for harvesting of logging residues on the cutting amount of stemwood. When the minimum size is 300 m³ the amount is 100.

Hakkuutapa Cutting method	Leimikolta hakattu puutavaraa vähintään Cutting amount more than				
	50 m ³	100 m ³	200 m ³	300 m ³	500 m ³
	%				
Avohakkuu — Clear cutting	87	85	78	69	56
Harvennus — Thinning	13	13	12	11	7
Suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu — Seed tree and shelterwood cutting	22	22	20	16	12
Ylispuiden poisto — Removal of seed tree and shelterwood	6	5	5	4	—
Yhteensä — Total	128	125	115	100	75

tystä runkopuun hakkuutavasta. Avohakkuuleimikoissa katsottiin hakkuutähteiden korjuun olevan aina mahdollista, mikäli kohteet täyttävät muut edellytykset. Suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuussa on hakkuutähteiden korjuu oletettu mahdolliseksi 70 prosentissa muuten kelpoista tapauksista, kun taas ylispuiden poistossa on vastaavaksi prosenttiluvuksi arvioitu 20. Nämä prosentit liittyvät varsin läheisesti hakkuuden koneellistamisasteeseen. — Harvennusleimikoilta ei sen sijaan ole katsottu voitavan kerätä hakkuutähteitä.

Hakkuutähteiden korjuun kannalta liian vaikeita maastoja eli puutavaran ajon mukaan luokiteltua neljättä maastoluokkaa ei tutkimusaineistossa esiintynyt. Näin ei maastovaikeuksien takia jouduttu poistamaan yhtään leimikkoa.

Tutkimusaineistossa oli leimikon kokovaatimukset täyttävien hankintakauppojen hakkuumäärä noin 6 000 m³. Tästä koostui 80 % muutamasta hankinnalla ostetusta latvatavaraerästä (tiheys todennäköisesti alle 80 m³/ha). Hankintakauppojen puolella ei siis voida olettaa olevan hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvia kohteita.

Kun edellä selostetun mukaisesti oli hakkuutähteiden korjuuseen soveltumattomat leimikot karsittu pois aineistosta, oli piirin

vuoden 1975 kokonaishankintamäärästä jäljellä olevien leimikoiden hakkuumäärä 35 % alkuperäisestä. Seuraavassa asetelmassa on esitetty hakkuumäärän väheneminen.

Karsiva tekijä	Jäljellä, %
— Koko hakkuumäärä	100
— Hankinta- ja käteiskaupat	87
— Leimikon hakkuumäärä alle 300 m ³	64
— Tiheys alle 80 m ³ /ha	44
— Hakkuutapa ei sovelias talteenotolle	35

413. Hakkuutähteen kokonaismäärä

Tutkitun piirin vuonna 1975 hakatusta 100 000 m³:n puumäärästä laskettiin jäävän potentiaalista hakkuutähdettä 14 900 tonnia kuiva-ainetta. Männyn hakkuutähteen osuus tästä oli 17 %, kuusen 73 % ja koivun 10 %. Kokonaismäärä oli 36 % hakatun runkopuun määrästä. Hakkuutähteen määrät kauppa- ja hakkuutavoittain on esitetty taulukossa 3.

Kokonaishakkuutähdemäärä jakaantui eri raaka-aineisiin seuraavasti:

- Puuainetta oli männnyllä 53 % eli 1 300 tonnia kuiva-ainetta. Määrä oli kuorettomina

Taulukko 3. Hakkuutähteen potentiaaliset määrät tutkittavassa piirissä.

Table 3. The potential amounts of logging residues in research area.

Kauppa/hakkuutapa Sale/cutting method	Hakkuutähteen määrä, % The amount of logging residues, %			
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Yhteensä Total
Hankintakaupat — Delivery sales	4	6	2	12
Pystykaupat — Stumpage sales				
— avohakkuu — clear cutting	7	37	4	48
— harvennushakkuu — thinning	3	17	2	22
— suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu — seed tree and shelterwood cutting	1	11	1	13
— ylispuiden poisto — removal of seed tree and shelterwood	1	3	1	5
Yhteensä — Total	16	74	10	100

kiintotilavuusyksikköinä 2 600 m³. Kuusella oli puuainetta 40 %, mikä oli 4 400 tonnia eli 8 900 m³. Koivun puuaineprosentti oli 53. Puuna se oli 800 tonnia eli 1 600 m³. Puuaineen kokonaismäärä oli siis 6 500 tonnia kuiva-ainetta eli 13 100 m³ kuorettomaa puuainetta.

- Kuoren osuus koko määrästä oli männnyllä 22 %, kuusella 23 % ja koivulla 22 %. Kuoren kokonaismäärä oli 3 400 tonnia kuiva-ainetta.
- Neulasten määrä oli männnyllä 24 % ja kuusella 36 %. Koivun lehtien osuus oli 24 %. Neulasten ja lehtien kokonaismäärä kesäaikaan oli 5 000 tonnia kuiva-ainetta.

414. Teknisesti korjattavissa ja talteen saatavissa oleva hakkuutähdemäärä

Teknisesti korjattavissa olevien leimikoiden 35 000 m³:n hakkuumäärästä laskettiin saatavan kuiva-aineena 5 400 tonnia hakkuutähdettä. Määrästä tuli 4 600 tonnia avohakkuuleimikoista, runsas 700 tonnia suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuista ja vajaa 100 tonnia ylispuiden poistoleimikoilta. Hakkuutähdemäärässä oli puuainetta 2 300 tonnia eli 4 700 m³. Kuoren määrä oli 1 200 tonnia kuiva-ainetta ja neulasten sekä lehtien määrä kesäaikaan 1 900 tonnia kuiva-ainetta.

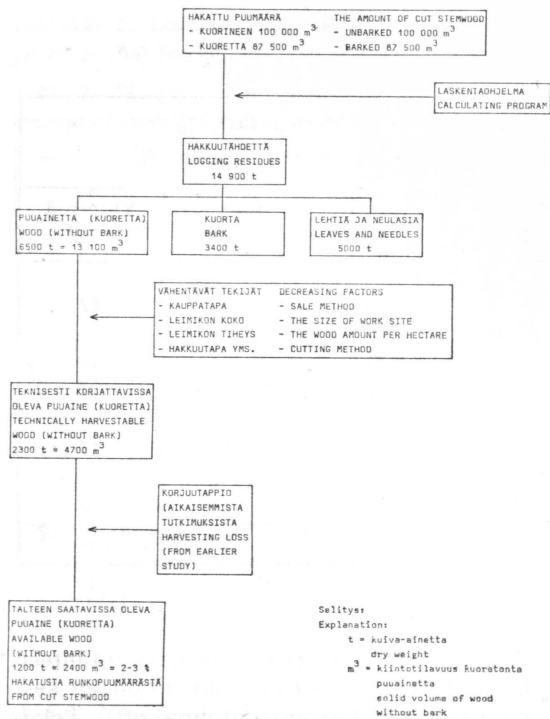
Kesällä 1975 suoritetuissa hakkuutähteen korjuututkimuksissa oli hakkuutähteen keskimääräinen talteensaantoprosentti kokonaismäärästä laskettuna 37. Vastaava puuaineen talteensaantoprosentti oli keskimäärin 54 hakkuutähteen kokonaismäärästä ja 10 hakatun runkopuun kuorettomasta puuainemäärästä laskettuna (MÄKELÄ 1977).

Kun korjuututkimuksen talteensaantoprosentteja sovellettiin tähän tutkimukseen, tuli teknisesti talteen saatavaksi hakkuutähdemääräksi 2 000 tonnia kuiva-ainetta. Vastaava puuainemäärä oli 1 200 tonnia eli 2 400 m³. Näin ollen hakkuutähteistä olisi ollut saatavissa puuainelisäys, joka oli 2,4 % piirin korjatusta kuorellisesta ja 2,7 % korjatusta kuorettomasta runkopuumäärästä. Hakkuutähteiden korjuun kehittyessä ei mitään oleellisia talteen saatavan määrän muutoksia liene odotettavissa. — Kuvassa 8 on esitetty hakkuutähteen puuainemäärän laskeminen.

42. Kanto- ja juuripuu

421. Kanto- ja juuripuuprosentit

Kanto- ja juuripuun korjuussa tulevat kysymykseen tämänhetkisen käyttö- ja korjuukokemuksen mukaan vain kantoläpimitään yli 20 cm:n männyn ja kuusen kannot.



Kuva 8. Hakkutähtteen puuainemäärän laskeminen.

Fig. 8. Calculating the wood amount in logging residues.

Määriä laskettaessa tämä on otettu huomioon. Korjatusta runkopuusta lasketuiksi kanto- ja juuripuun keskimääräisiksi kuivapainoprosenteiksi saatiin männyllä 20 ja kuusella 23. Kanto- ja juuripuuprosentit hakkuutavoittain ja leimikkokoottain on esitetty taulukossa 4.

Puulajittaiset kanto- ja juuripuuprosentit vaihtelivat erikokoisissa leimikoissa varsin vähän. Harvennushakkuissa prosentit olivat hieman pienemmät kuin muissa hakkuutavoissa, johtuen lähinnä korjattaviksi kelpaamattomien alle 20 cm:n läpimittaisten kantojen suuremmasta määrästä.

422. Korjattavissa olevat kohteet

Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien kohteiden määrää rajoittavat samat tekijät kuin hakkutähtteen korjuuta. En-

simmäinen rajoitus on liian pieni leimikkokoko. Kun pidetään vaatimuksena, että paloiteltua kanto- ja juuripuuta tulee korjuuseen kelvollisesta leimikosta saada vähintään yksi täysperävaunuormo, asettuu leimikon minimikoko 150...200 m³:iin (MÄKELÄ 1977). Tässä tutkimuksessa oli kanto- ja juuripuun korjuuseen kelpaavan leimikon minimikoko 200 m³.

Seuraava karsiva tekijä oli leimikon liian alhainen tiheys. Korjuuseen kelvollisten leimikoiden minimitiheytenä on tässä tutkimuksessa pidetty 60 m³/ha. Hakkutähteitä alhaisempi minimitiheys selittyi kanto- ja juuripuun korjuun pienemmällä korjuutapilla.

Suurin kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvia leimikoita karsiva tekijä oli hakkuutapa. Vain avohakkuuleimikoiden voitiin katsoa soveltuvan kanto- ja juuripuun korjuuseen. Tutkimusaineiston hankintakauppaleimikoiden ei ole katsottu soveltuvan korjuukohdeiksi.

Kanto- ja juuripuun korjuusta ainakin nosto on tehtävä kesäaikana. Koska tutkimusaineiston leimikoiden kesäkorjuukelpoisuus oli luokiteltu metsäkuljetuksen mukaan, ei tämän luokituksen perusteella ole katsottu voitavan määrittää kelvollisuutta kesällä tapahtuvaan kannonnostoon.

Seuraavassa asetelmassa on nähtävissä edellä esitettyjen rajoitusten vaikutus kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien kohteiden hakkuumääriin.

Karsiva tekijä	Jäljellä, %
- Koko hakkuumäärä	100 %
- Hankinta- ja käteiskaupat	87 %
- Leimikon hakkuumäärä alle 200 m ³	74 %
- Leimikon tiheys alle 60 m ³ /ha	59 %
- Hakkuutapa ei sovelias talteenotolle	38 %

Kanto- ja juuripuun korjuu olisi tutkimuspiirissä ollut mahdollista kohteilla, joilta hakattu puumäärä oli 38 % kokonaishakkuumäärästä.

423. Kanto- ja juuripuun kokonaismäärä

Vuonna 1975 tutkimuspiiristä hakatusta 100 000 m³:stä laskettiin jäävän havupuiden kanto- ja juuripuuta 7 100 tonnia kuiva-

Taulukko 4. Kanto- ja juuripuuprosentit.

Table 4. The percentages of logging residues (from stemwood).

Hakkuutapa Cutting method	Hakkuumäärä Amount of cut stemwood	Kanto- ja juuripuuprosentti Percentage of stump and root wood			
		Mänty Pine	Kuusi Spruce	Yhteensä mä + ku määrästä Total (pine + spruce)	Yhteensä koko hakkuu- määrästä Total from whole cutting amount
Avohakkuu Clear cutting	alle 100 m ³ less	19	23	23	17
»	101...200 m ³	19	23	22	20
»	201...300 m ³	21	23	22	19
»	301...500 m ³	19	23	22	18
»	yli 501 m ³ over	20	23	22	20
»	\bar{x}	20	23	22	19
Muu harvennus Other thinning	alle 100 m ³ less	14	19	17	16
»	101...200 m ³	21	23	22	17
»	201...300 m ³	20	21	20	15
»	301...500 m ³	21	23	22	19
»	yli 501 m ³ over	19	23	23	17
»	\bar{x}	19	22	21	17
Ensiharvennus First thinning		17	21	19	14
Suojus- tai siemenpuu- asentoon hakkuu Seed tree and shelterwood cutting	alle 200 m ³ less	21	25	24	23
»	201...500 m ³	19	24	23	19
»	yli 501 m ³ over	18	24	22	19
»	\bar{x}	19	24	23	20
Ylispuiden poisto Removed of seed tree and shelterwood	alle 200 m ³ less	24	21	22	21
»	201...500 m ³	21	25	23	20
»	\bar{x}	23	23	23	21

ainetta. Männyn osuus määrästä oli 32 % ja kuusen 68 %. Kanto- ja juuripuun määrä oli 21 % hakatusta havupuumäärästä ja 18

% kokonaishakkuumäärästä. Kauppa- ja hakkuutavoittainen määräerottelu on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kanto- ja juuripuun potentiaaliset määrät tutkimuspiirissä.

Table 5. The potential amounts of stump and root wood in the research area.

Kauppa/hakkuutapa Sale/cutting method	Kanto- ja juuripuun määrä. % The amount of stump- and root wood, %		
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Yhteensä Total
Hankintakaupat — Delivery sales	6	6	12
Pystykaupat — Stumpage sales			
— avohakkuu — clear cutting	15	37	52
— harvennushakkuu — thinning	6	14	20
— suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu — seed tree and shelterwood cutting	3	9	12
— ylispuiden poisto — removal of seed tree and shelterwood	2	2	4
Yhteensä — Total	32	68	100

Kanto- ja juuripuun jakautui eri raaka-aineisiin seuraavasti:

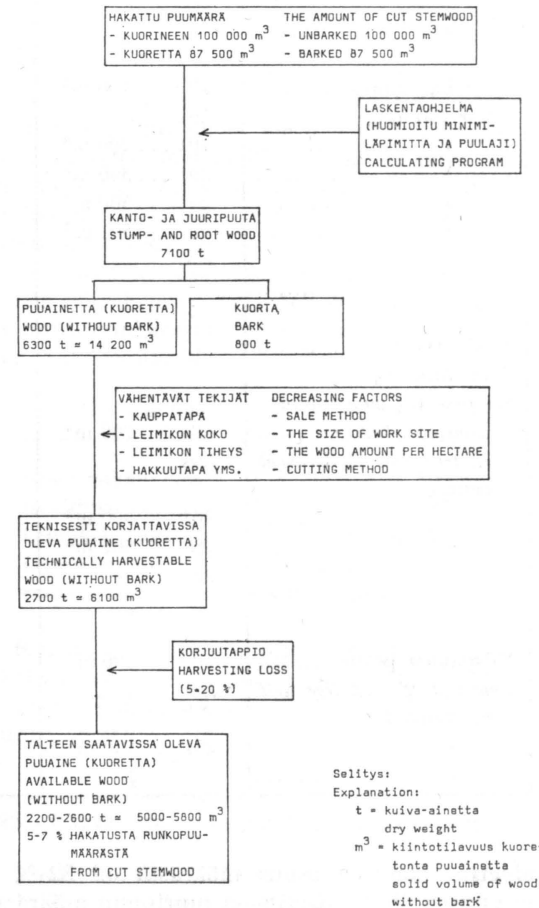
- Puuainetta oli männyn kanto- ja juuripuusta 90 % eli 2 100 tonnia kuiva-ainetta. Kuorettona kiintotilavuusyksikköinä tämä oli noin 4 400 m³, Kuusella vastaavat luvut olivat 89 %, 4 200 tonnia ja 9 800 m³. Kokonaispuuaine määrä oli siis 6 300 tonnia kuiva-ainetta eli 14 200 kuoretonta kuutiometriä.
- Kuoren määrä oli männyllä 10 % ja kuusella 11 % eli yhteensä 800 kuivatonna.

424. Teknisesti korjattavissa ja talteen-saatavissa oleva kanto- ja juuripuumäärä

Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien leimikoiden 38 000 m³:n hakkuumäärästä laskettiin saatavan kanto- ja juuripuuta 2 900 tonnia kuiva-ainetta.

Määrästä oli mäntyä 27 % ja kuusta 73 %. Puuainemäärä oli 2 700 tonnia eli 6 100 m³ kuoretonta puuainetta, kuoren määrän ollessa 200 tonnia.

Kanto- ja juuripuun talteensaantoprosenteista on olemassa varsin niukalti tietoja. Kesällä 1972 Pallarin kantoharvesterilla suoritettua suokantojen korjuukokeessa oli korjuutappio 5 % koko kanto- ja juuripuun määrästä (HAKKILA ja MÄKELÄ 1973). Koska tuloksen yleistettävyydestä ei ole tie-



Kuva 9. Kanto- ja juuripuun puuainemäärän laskeminen.
Fig. 9. Calculating the wood amount in logging stump- and root wood.

toa, on seuraavassa asetelmassa esitetty teknisesti talteen saatavat kanto- ja juuripuumäärät erilaisilla korjuutappioilla.

	Korjuutappio 5 % 10 % 20 %		
	Talteen saatavissa oleva		
— kanto- ja juuripuumäärä,			
— kuiva-ainetta, t	2 800	2 700	2 400
— puuaine			
— kuiva-ainetta, t	2 600	2 500	2 200
— kiintotilavuus, m ³	5 800	5 600	5 000

5. TULOSTEN TARKASTELU

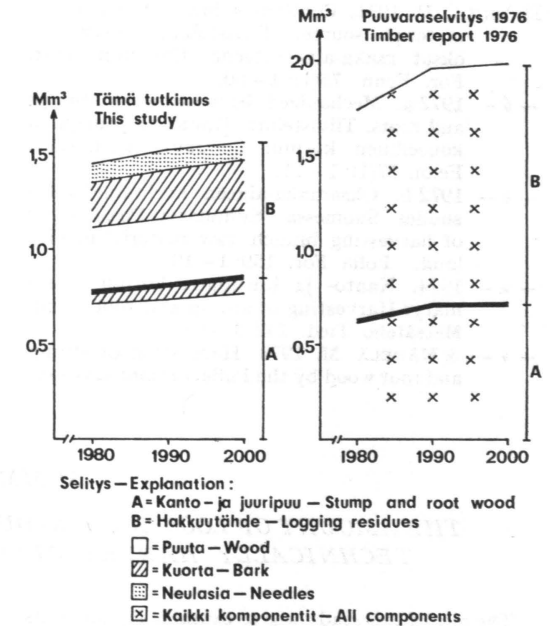
Tutkimuksessa saatuihin tuloksiin vaikuttaa mm. käytettyjen leimikoiden valintakriteerien oikeellisuus. Ne kuvastavat lähinnä tämän hetken, mutta osittain myös ennakoitua lähitulevaisuuden korjuutekniologiaa. Korjuumenetelmiin ei ole kuitenkaan oletettavissa sellaista muutosta, mikä olennaisesti muuttaisi esimerkiksi talteensaannon suuruutta. Korjuun koneellistumisen myötä voidaan sen sijaan olettaa hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien leimikoiden karsintakriteerien tiukkenevan.

Tutkimuksen tulokset soveltunevat käytettäväksi noin prosenttiyksikön tarkkuudella (= keskivirheellä) Kaakkois-Suomessa ja tietyin varauksin myös koko Etelä-Suomessa. Määriä tarkasteltaessa on syytä pitää mielessä, että ne ovat teknisesti korjattavissa olevia määriä. Liian pitkät kuljetusmatkat, metsänomistajien kiinnostumattomuus hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun korjuuseen, korjuukaluston tasaisen käytön vaatimus, huonot korjuuajan säät ja kelit yms. vähentävät vielä määriä jonkin verran, eräillä alueilla mahdollisesti huomattavastikin.

Seuraavassa esitetään tässä tutkimuksessa saatujen tulosten avulla laskettuja teknisesti korjattavissa olevia hakkuutähte- sekä kanto- ja juuripuumääriä Itä-Suomen hankinta-alueessa vuosina 1980...2000. Laskelman perustana on käytetty Perussuunnitteen mukaisia runkomääriä (vrt. Puuvaraselvitys 1976). Kanto- ja juuripuun korjuutappiona on käytetty 20 %.

Kanto- ja juuripuusta tuleva lisäpuuainemäärä oli 5 prosentin korjuutappiolla 5,8 %, vastaavasti 10 prosentilla 5,6 % ja 20 prosentilla 5,0 % korjatusta kuorellisesta runkopuumäärästä. Korjatusta kuorettonasta runkopuumäärästä oli talteensaatu puuainemäärä 5 prosentin korjuutappiolla 6,6 %, 10 prosentilla 6,4 % ja 20 prosentilla 5,7 %. Kuvassa 9 on esitetty kanto- ja juuripuun puuainemäärän laskeminen.

Laskelman mukaan olisi vuosittain teknisesti korjattavissa oleva hakkuutähteen kuoretton puuainemäärä 340...370 000 m³. Koko korjattava hakkuutähdemäärä (puu-



Kuva 10. Talteensaataavissa olevat hakkuutähte- sekä kanto- ja juuripuumäärät Itä-Suomen hankinta-alueella.

Fig. 10. The amounts of logging residues and stump- and root wood technically harvestable in Eastern Finland.

aine, kuori ja neulas) olisi vastaavasti 670...720 000 m³. Kanto- ja juuripuun kuoretonta puuainetta saataisiin korjatuksi 710...770 000 m³. Kuorellisena kanto- ja juuripuuna tämä määrä olisi 780...840 000 m³ (kuva 10). Kun verrataan tämän tutkimuksen tulosten perusteella laskettuja Itä-Suomen hankinta-alueen määriä Puuvaraselvityksessä esitettyihin vastaaviin määriin, voidaan todeta Puuvaraselvityksessä hakkuutähteen määrän olevan 440...540 000 m³ eli 66...78 % suuremman kuin tämän tutkimuksen perusteella saatu tulos. Kanto- ja juuripuumäärä oli tämän tutkimuksen mukaan puolestaan 90...150 000 m³ suurempi kuin Puuvaraselvityksessä. Prosentteina ero on 13...23 %. Korjuutappion ollessa 10 % prosentit olisivat 26...38 ja 5 % korjuutappiolla vastaavasti 31...43.

Käytännön kannalta tärkeimmät tulokset ovat kuitenkin talteensaataavissa olevat puuainemäärät. Hakkuutähteellä sekä kanto- ja juuripuulla olisi yhteinen vuotuinen puuainemäärä tämän tutkimuksen mukaan Itä-Suomen hankinta-alueella 1,1...1,2 Mm³.

On myös pidettävä mielessä, että esitetyt puuainemäärät eivät ole raaka-ainesisältönsä puolesta suoraan verrattavissa runkopuumääriin. Hakkuutähteessä on varsinaisen puuaineen mukana aina runsaasti kuorta ja jonkin verran neulasia. Hakkeen puuaineen erottaminen kuoresta ja neulasista ei ole toistaiseksi missään päässyt teollisen tuotannon asteelle. Sen sijaan kanto- ja juuripuun suhteellisen vähäinen kuori voitaneen kantopaloissa erottaa tarvittaessa rumpukuorinnalla tai vastaavalla menetelmällä.

work sites technically suitable for harvesting of logging residues was 35 000 m³. The amount of logging residues out of this amount was 5 400 t (dry weight). According to the research result the harvesting loss when harvesting logging residues is 37 %. The available amount of this case corresponds to 2 000 t. The corresponding amount of wood is 1 200 t or 2 400 m³. The increase in the yield of wood from logging residues compared with the cut unbarked stemwood was 2,4 %.

The cutting amount of stemwood from work

sites suitable for harvesting of stump- and root wood was 38 000 m³. The amount of stump- and root wood was in these work sites 2 900 t (dry weight). If the harvesting loss is taken as 5...20 %, the harvestable amount of logging residues would be 2 400...2 800 t.

The amount of wood without bark would be 2 200...2 600 t or 5 000...5 800 m³. The increase in wood yield from the stump- and root compared with the cut unbarked stemwood was 5,0...5,8 %.

KIRJALLISUUS

- HAKKILA, P. 1971. Coniferous branches as a raw material source. Tiivistelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Commun. Inst. For. Fenn. 75(1): 1-60.
- 1972 a. Mechanized harvesting of stumps and roots. Tiivistelmä: Kanto- ja juuripuun koneellinen korjuu. Commun. Inst. For. Fenn. 77(1): 1-71.
- 1972 b. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Summary: Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. Folia For. 159: 1-19.
- 1974. Kanto- ja juuripuun korjuu. Summary: Harvesting of stump and root wood. Metsäteho Tied. 332: 1-19.
- & MÄKELÄ, M. 1973. Harvesting of stump and root wood by the Pallari Stumparvester.

- Tiivistelmä: Kanto- ja juuripuun korjuu Pallarin kantoharvesterilla. Commun. Inst. For. Fenn. 77(5): 1-57.
- MÄKELÄ, M. 1977. Leimikoittainen metsätähdemäärä. Summary: The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites. Folia For. 316: 1-20.
- Puuvaraselvitys 1976. Suomen raakapuu-, teollisuusjätepuu- ja metsätähdetase vuoteen 1980 sekä metsäteollisuuden puuraaka-ainenäköymät vuoteen 2000. Summary. Timber report 1976 -- Finland's roundwood, industrial residue and forest residue balances by 1980 as well as the wood raw material situation of Finnish forest industries by the year 2000. Silva Fenn. 10(4): 314-330.

SUMMARY:

THE AMOUNT OF LOGGING RESIDUES AND STUMP- AND ROOT WOOD TECHNICALLY HARVESTABLE IN SOUTH-EAST FINLAND

The aim of this study was to examine the amounts of technically harvestable logging residues and stump- and root wood in south-east Finland.

All the work sites in the research area were initially examined and the ones not meeting the following requirements eliminated:

— logging residues:

— minimum size of work site, 300 m³

- minimum amount of cut stemwood (solid cu.m) with bark per hectare 80 m³
- stump- and root wood:
- minimum size of work site 200 m³
- minimum amount of cut stemwood (solid cu.m) with bark per hectare 60 m³

100 000 solid cu.m of stemwood was cut in the research area. The amounts of stemwood from the