

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Metsäteknologian tutkimusosasto

8/1976

TEKNISESTI KORJATTAVISSA OLEVA METSÄTÄHDE  
KAAKKOIS-SUOMESSA

Ennakkotietoja

Markku Mäkelä ja Eino Raassina

Helsinki 1976



## ALKUSANAT

Tämä tutkimus kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyössä Metsätehon kanssa suorittamiin Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n hakkuutähdeprojektin metsäryhmän tutkimuksiin.

Tutkimuksen suoritus ei olisi ollut mahdollista ilman Tehdaspuu Oy:n myönteistä suhtautumista. Erityisen suuri merkitys oli metsänhoitaja JUHANI JÄRVISEN antamalla avulla tutkimuksen suunnittelu- ja aineiston käsittelyvaiheessa.

Metsäntutkimuslaitoksesta ovat aineiston käsittelyyn osallistuneet ylioppilaat TAPIO JÄRVINEN ja HELENA MERISAARI. Metsänhoitaja EERO LEHTONEN on kehittänyt metsätähdemäärien laskemisessa käytetyn menetelmän. Konekirjoitustyön on suorittanut neiti RAIJA SIEKKINEN ja piirrookset laatinut neiti TARJA BJÖRKLUND. Lausumme kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille henkilöille.

Helsingissä toukokuussa 1976

Markku Mäkelä

Eino Raassina

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. JOHDANTO .....	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ .....	6
3. TUTKIMUSAINEISTO .....	8
31. Puusto .....	9
32. Kauppa/hakkuutapa .....	12
33. Leimikon puumäärä .....	12
34. Leimikon tiheys .....	15
35. Korjuuolosuhteet .....	17
4. TULOKSIA .....	17
41. Hakkuutähde .....	17
411. Korjattavissa olevat kohteet .....	19
412. Hakkuutähteen kokonaismäärä .....	23
413. Teknisesti korjattavissa ja talteenotet- tavissa oleva hakkuutähdemäärä .....	24
42. Kanto- ja juuripuu .....	27
421. Korjattavissa olevat kohteet .....	28
422. Kanto- ja juuripuun kokonaismäärä .....	29
423. Teknisesti korjattavissa ja talteenotet- tavissa oleva kanto- ja juuripuumäärä ....	30
5. PÄÄTELMIÄ .....	33
KIRJALLISUUTTA .....	35

## 1. JOHDANTO

Aluksi on paikallaan määritellä jatkossa käytettävät termit:

- h a k k u u t ä h d e sisältää korjuussa metsään käyttämättömänä jäävän runkohukkapuun ja oksat. Siis hakkuutähde = runkohukkapuu + oksat
- k a n t o - j a j u u r i p u u on kannoista ja juurista koostuva raaka-aine, johon luetaan juurakon kaikki puuaines siltä osin, kun sen läpimitta juuren paksuimmalta puolen mitattuna täyttää 5 cm
- m e t s ä t ä h d e sisältää kaiken puustosta peräisin olevan biomassan, joka jää korjuussa ja metsänhoitotöiden yhteydessä käyttämättömänä metsään.

Suomessa metsätähteen korjuu- ja käyttömahdollisuuksien selvitys aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksessa 1960-luvun loppupuolella. Sittemmin kiinnostus metsätähteen hyväksikäyttömahdollisuuksiin on virinnyt myös muissa tutkimuslaitoksissa. Tällä hetkellä ollaan jo niin pitkällä, että kanto- ja juuripuuta käytetään sulfaattisellun raaka-aineena. Hakkuutähteitä tulee toistaiseksi hieman käyttöön pienikokoisten puiden kokopuu-korjuussa.

Metsätähteiden laajeneva hyväksikäyttö tarvitsee tuekseen tarkkoja tietoja korjattavissa olevista raaka-ainemääristä. Tähän mennessä tutkimukset ovat pääasiassa kartoittaneet potentiaalista raaka-ainereserviä. Tällä hetkellä tunnetaan yksittäisten puiden hakkuutähteen sekä kanto- ja juuripuun määrät, kuin myös niiden avulla lasketut valtakunnalliset potentiaaliset metsätähdemäärät.

Tutkimusten mukaan hakkuutähteen keskimääräinen kuivapaino on männyllä 25 % ja kuusella 50 % verrattuna vastaavaan runkopuun kuivapainoon (HAKKILA 1971). Kanto- ja juuripuulla ovat vastaavat prosentit männyllä sekä kuusella 23 (HAKKILA 1972 a).

Vuotuiseksi potentiaaliseksi hakkuutähdemääräksi on edellä esitettyjen prosenttien avulla arvioitu 8.8 miljoonaa kuivatonna (HAKKILA 1972 b). Hakkuutähteiden korjuukokeissa on saatu talteen leimikoittaisesta potentiaalisesta määrästä keskimäärin 30 %. Hakkuutähteistä saatu puuaineksen lisäys on ollut 7 - 10 prosenttia leimikosta hakattuun puukuitumäärään verrattuna (LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976).

Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien potentiaalisten kohteiden vuotuinen runkopuun hakkuumäärä on erään arvion mukaan 14.1 miljoonaa kiintokuutiometriä (HAKKILA 1974). Näiden kohteiden kanto- ja juuripuumäärä on 3.2 miljoonaa kiintokuutiometriä. Korjattavissa olevaksi kantopuumääräksi on arvioitu 1.8 miljoonaa mäntykuitupuun kiintokuutiometriä vastaava raaka-ainemäärä (HAKKILA 1974). Kanto- ja juuripuun talteenotossa ei ole korjuutappiota tiettävästi selvitetty kuin eräässä suokantojen korjuukokeessa, jolloin Pallarin kantoharvesterilla saatiin kantopuuta talteen noin 95 prosenttia kokonaismäärästä (HAKKILA ja MÄKELÄ 1973).

Todellinen korjattavissa oleva raaka-ainemäärä ei kuitenkaan selviä suoritetujen tutkimusten perusteella. Lisätietoja etsitään tässä tutkimuksessa, jossa selvitetään erään tietyn alueen teknisesti korjattavissa ja talteen saatavissa oleva metsätähdemäärä.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ

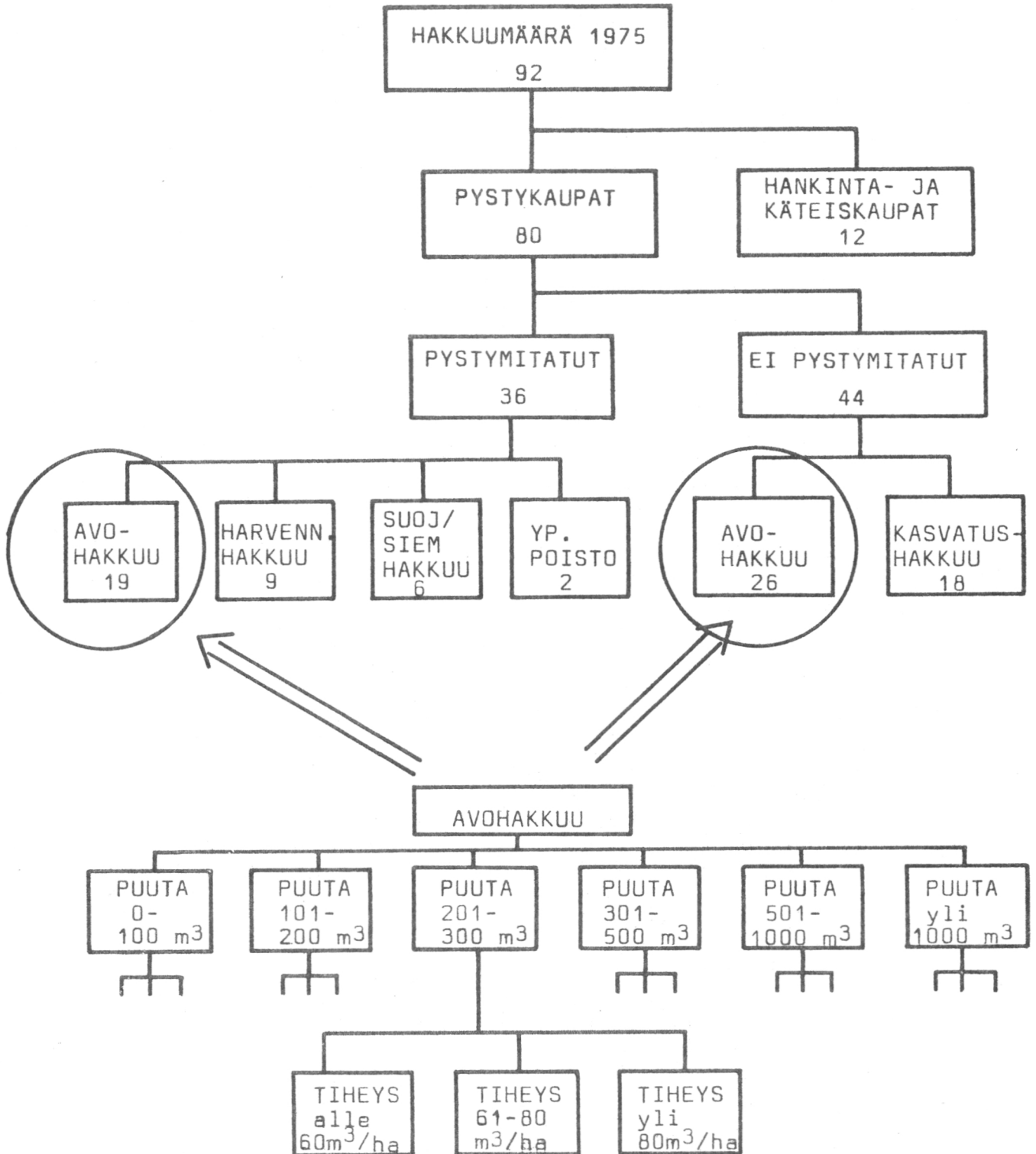
Tutkimuksen aineistoksi kerättiin tiedot Tehdaspuu Oy:n erään Kaakkois-Suomessa sijaitsevan piirin vuoden 1975 aikana hakatusta puutavarasta. Aineisto käsitti pystykaupat, joista osa oli pystymitattu sekä hankinta- ja käteiskaupat. Hakkuutavan perusteella oli pystymitatut leimikot jaoteltu avohakkuuseen, ensiharvennukseen, muuhun harvennukseen, suojus- tai siemenpuu-asentoon hakkuuseen sekä ylispuiden poistoon. Sen sijaan pystymittaamattomat leimikot oli jaoteltu vain avo- ja kasvatushakkuuseen.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kyseisen piirin vuoden 1975 hakkuista jäänyt potentiaalinen metsätähdemäärä sekä teknisesti korjattavissa oleva sekä korjuussa talteensaatava metsätähdemäärä. Ensiksi määritettiin kokonaismetsätähdemäärät.

Metsäntutkimuslaitoksella on kehitetty laskentaohjelma, joka laskee leimikon pystymittatietojen perusteella metsätähdemäärät (LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976). Koska kaikista leimikoista ei ollut käytettävissä tarvittavia tietoja, laskettiin metsätähdemäärät vain pystymitatuille leimikoille, joista saatuja metsätähdeprosentteja käytettiin myös pystymittaamattomille leimikoille. Tästä yleistyksestä ei syntyne mainittavaa virhettä, sillä leimikoiden puustot lienevät varsin samankaltaisia.

Metsätähdemäärien laskemista varten pystymitatut leimikot jaoteltiin ryhmiin ensin hakkuutavan mukaan. Jokainen näin saatu ryhmä jaettiin vielä kuutiomäärän perusteella alaryhmiin (kuva 1),

Kuva 1. Tutkimusaineiston jaottelu (yksikkö 1000 m<sup>3</sup>)





joiden puustotiedoista muodostettiin uudet "keskimääräisleimikot" metsätähteen laskemista varten. Saadut metsätähdemäärät muunnettiin prosenteiksi, joiden avulla laskettiin myös muiden leimikoiden metsätähdemäärät, jotka sitten summattiin kokonaismääräksi.

Kun potentiaalinen metsätähdemäärä oli saatu selville, alettiin siitä määrittää teknisesti korjattavissa olevaa osaa. Koska käytännössä metsätähteen korjuutyön suunnittelussa kelvolliset kohteet määritetään hakatun puuston, eikä metsätähteen perusteella, sovellettiin tässä tutkimuksessa samaa periaatetta. Ensin jaoteltiin leimikot hakatun puukuutiomäärän mukaan luokkiin (ks. kuva 1), joita tarvitaan selvitellessä leimikon minimikoon vaikutusta korjattavissa olevan metsätähteen määrään. Seuraavaksi leimikot lajiteltiin hakatun puuston tiheyden perusteella (ks. kuva 1). Tiheydellä on suuri merkitys metsätähteen talteenoton kannattavuuteen, 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 saatiin alueelta korjattavissa olevat metsätähdemäärät. Metsätähteen korjuututkimuksissa saatuja talteensaantoprosentteja käyttäen päästiin lopulliseen talteensaantomäärään.

### 3. TUTKIMUSAINEISTO

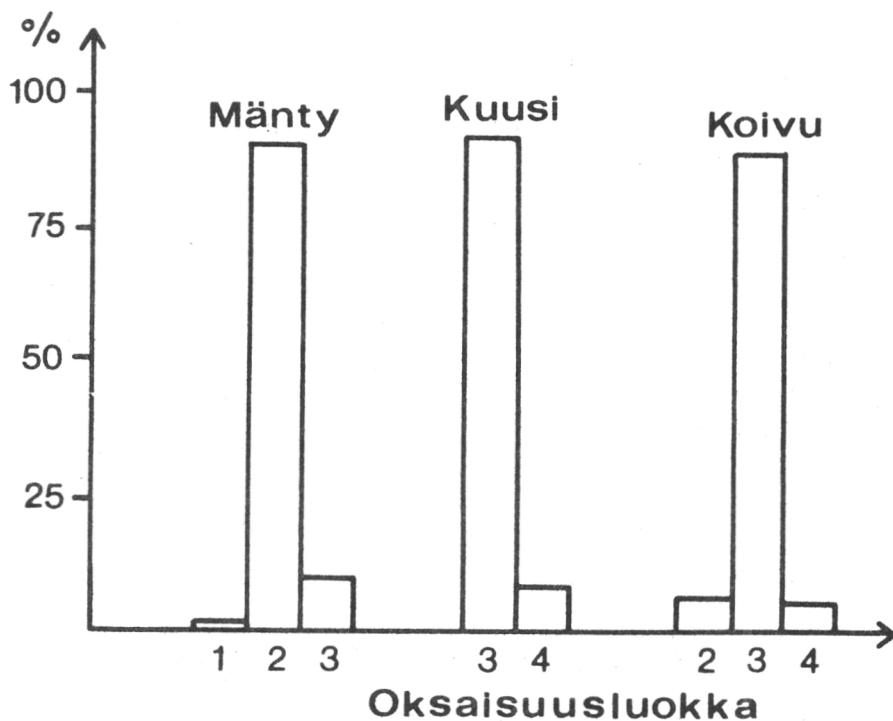
Seuraavassa esitetään eräitä tutkimusaineistoa kuvaavia tunnuksia. Vertaamalla niitä muiden alueiden vastaaviin tunnuksiin, voi jokainen asiasta kiinnostunut todeta aineiston yleistettävyyden.

### 31. Puusto

Tutkimuspiirin puusto edustanee varsin hyvin Kaakkois-Suomen normaalipuustoa. Puulajisuhteet olivat puumäärinä mäntyä 30 %, kuusta 54 % ja koivua 16 %. Pystymitattujen runkojen lukumäärästä oli mäntyä 16 %, kuusta 65 % ja koivua 19 %.

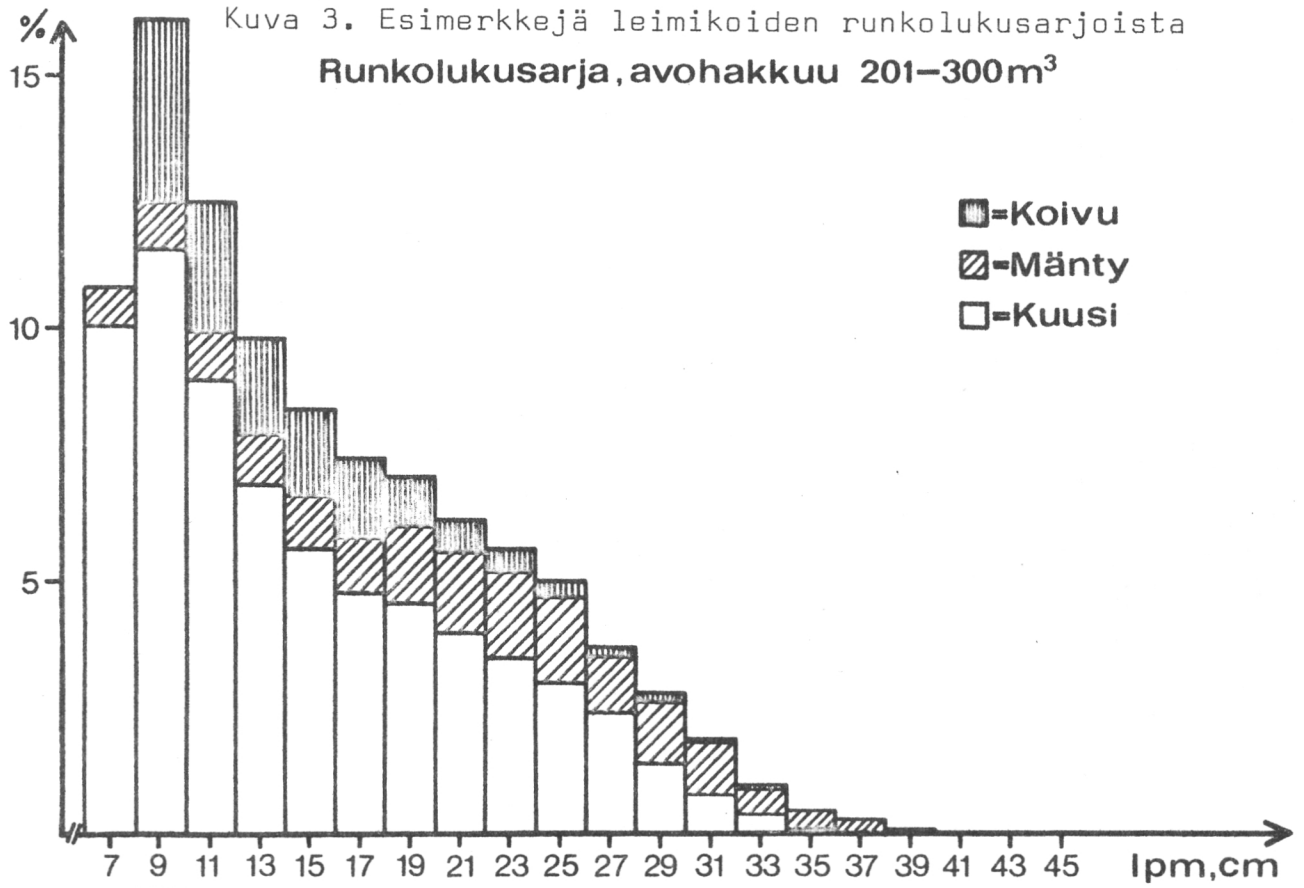
Yleisin oksaisuusluokka oli männyllä 2, kuusella 3 ja koivulla 2. Kuvassa 2 on esitetty eri oksaisuusluokkien osuudet puulajeittain.

Kuva 2. Tutkimusalueen leimikoiden oksaisuusluokkajakautuma

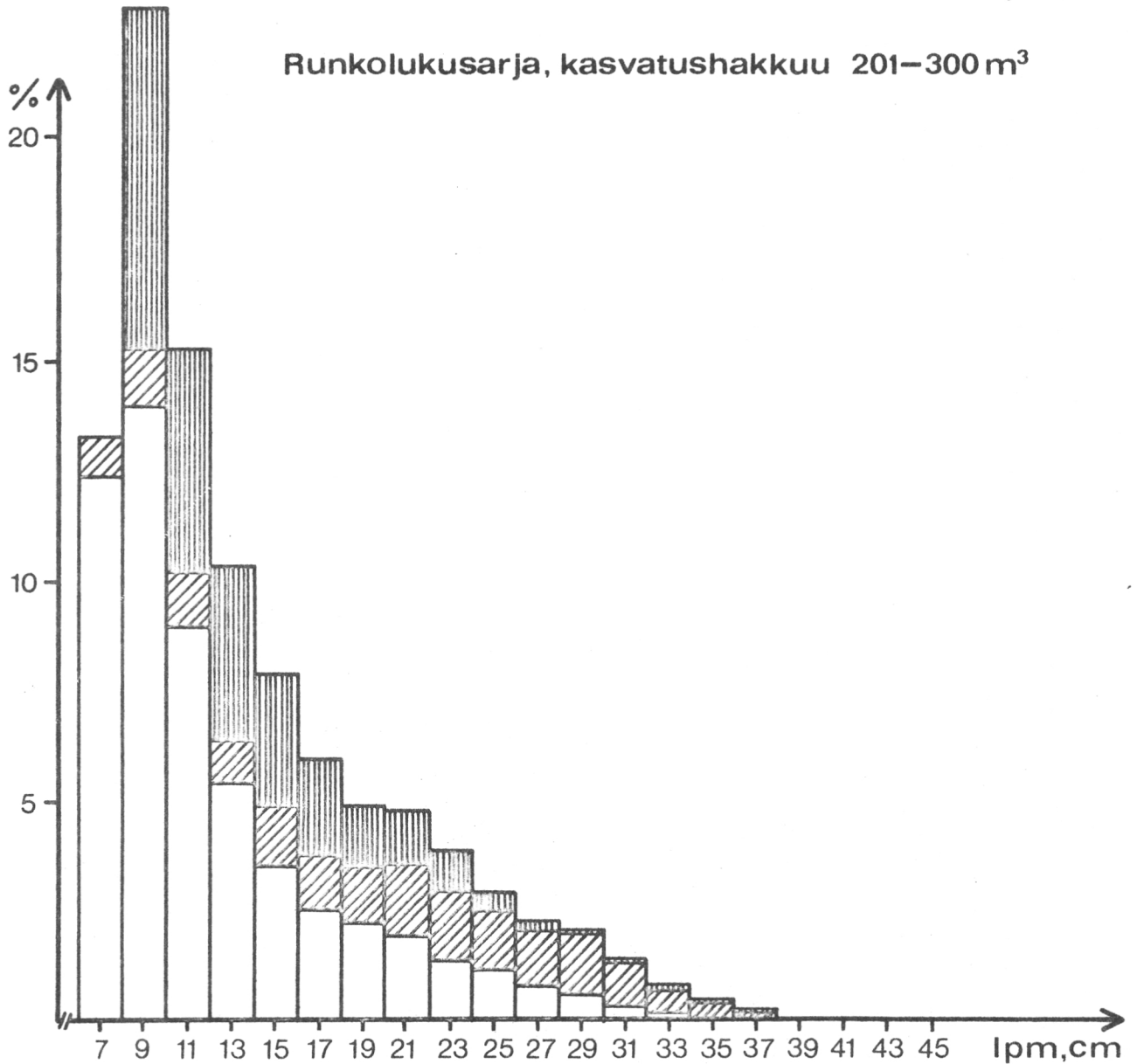


Kuva 3. Esimerkkejä leimikoiden runkolukusarjoista

**Runkolukusarja, avohakkuu 201–300m<sup>3</sup>**



**Runkolukusarja, kasvatushakkuu 201–300m<sup>3</sup>**



Kuva 4. Tutkimusaineiston puulajittaiset käyttöosan keski-  
kuutiot

tilavuus,l

**Mänty**

2000

1500

1000

500

tilavuus,l

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

27

29

31

33

35

37

39

41

43

45

lpm,cm

2000

**Kuusi**

1500

1000

500

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

27

29

31

33

35

37

39

41

43

45

lpm,cm

tilavuus,l

**Koivu**

2000

1500

1000

500

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

27

29

31

33

35

37

39

41

43

45

lpm,cm

Leimikoiden runkolukusarjoista on esitetty esimerkkejä avohakkuun ja harvennushakkuun osalta kuvassa 3. Tutkimusaineiston yksittäisten puiden käyttökuutiomäärät (kuva 4) vastustavat varsin tarkkaan Tehdaspuu Oy:n toimialueen kaakkoisosan keskimääräisiä kuutiomääriä.

### 32. Kauppa/hakkuutapa

Tutkitun piirin alueelta hakattiin tutkimusvuonna 1975 91 500 m<sup>3</sup> puutavaraa Tehdaspuu Oy:lle. Määrästä oli pystykauppojen osuus 87 %, hankinta- ja käteiskauppojen muodostaessa loput 13 %. Pystykaupoista oli pystymitattu 45 %. Ne jakoutuivat hakkuutavan mukaan seuraavasti:

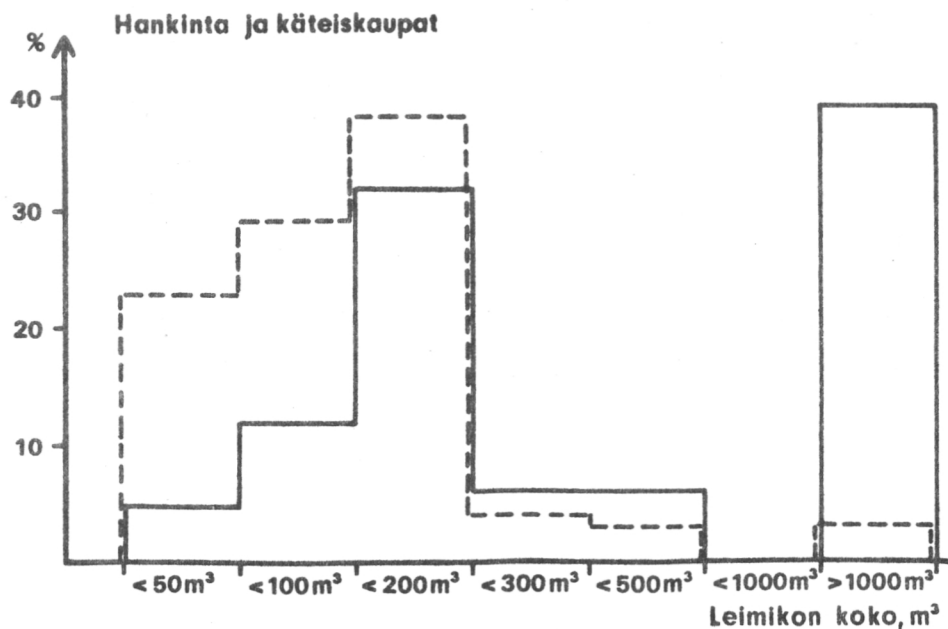
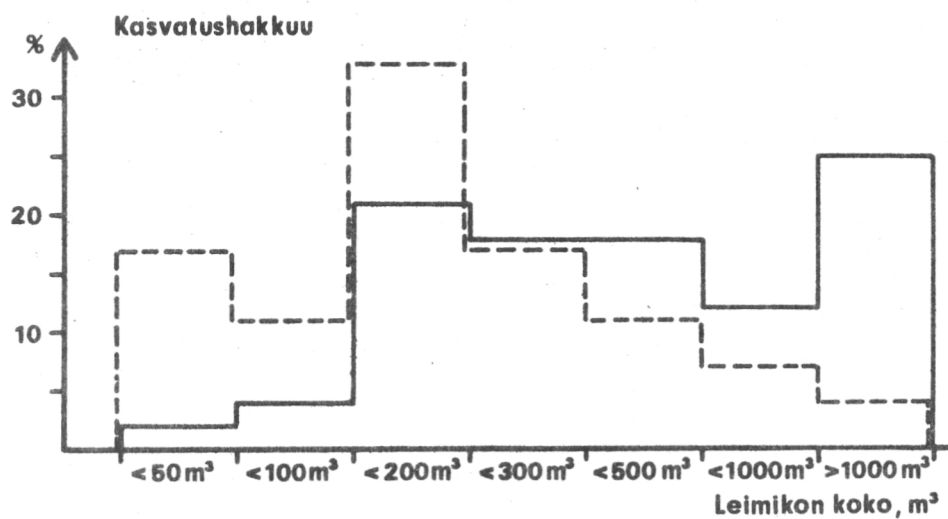
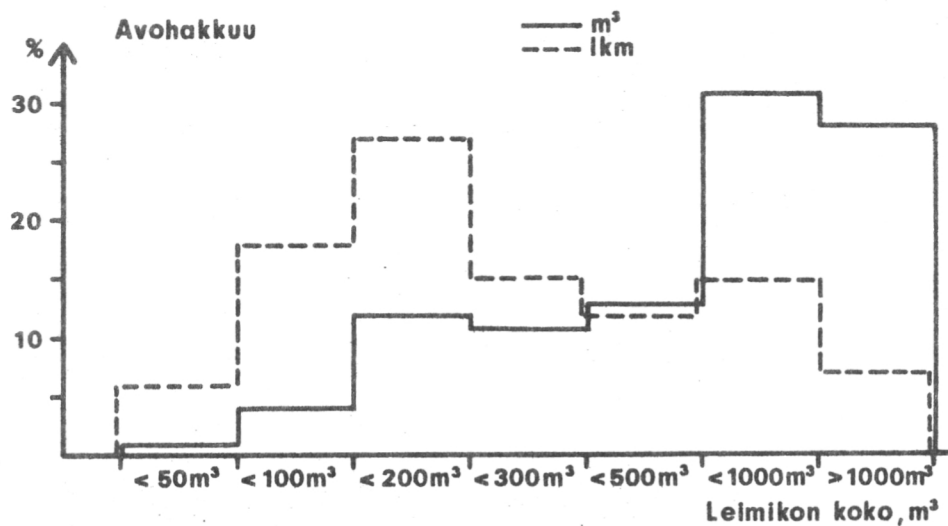
- avohakkuu 53 %
- muu harvennus 17 %
- ensiharvennus 9 %
- suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu 15 %
- ylispuiden poisto 6 %

Ei pystymitattut pystykaupat voitiin jakaa käytettävissä olevien tietojen perusteella vain avohakkuisiin, joiden osuus puumäärästä oli 60 % ja kasvatushakkuisiin, joiden määrä muodosti loput 40 %.

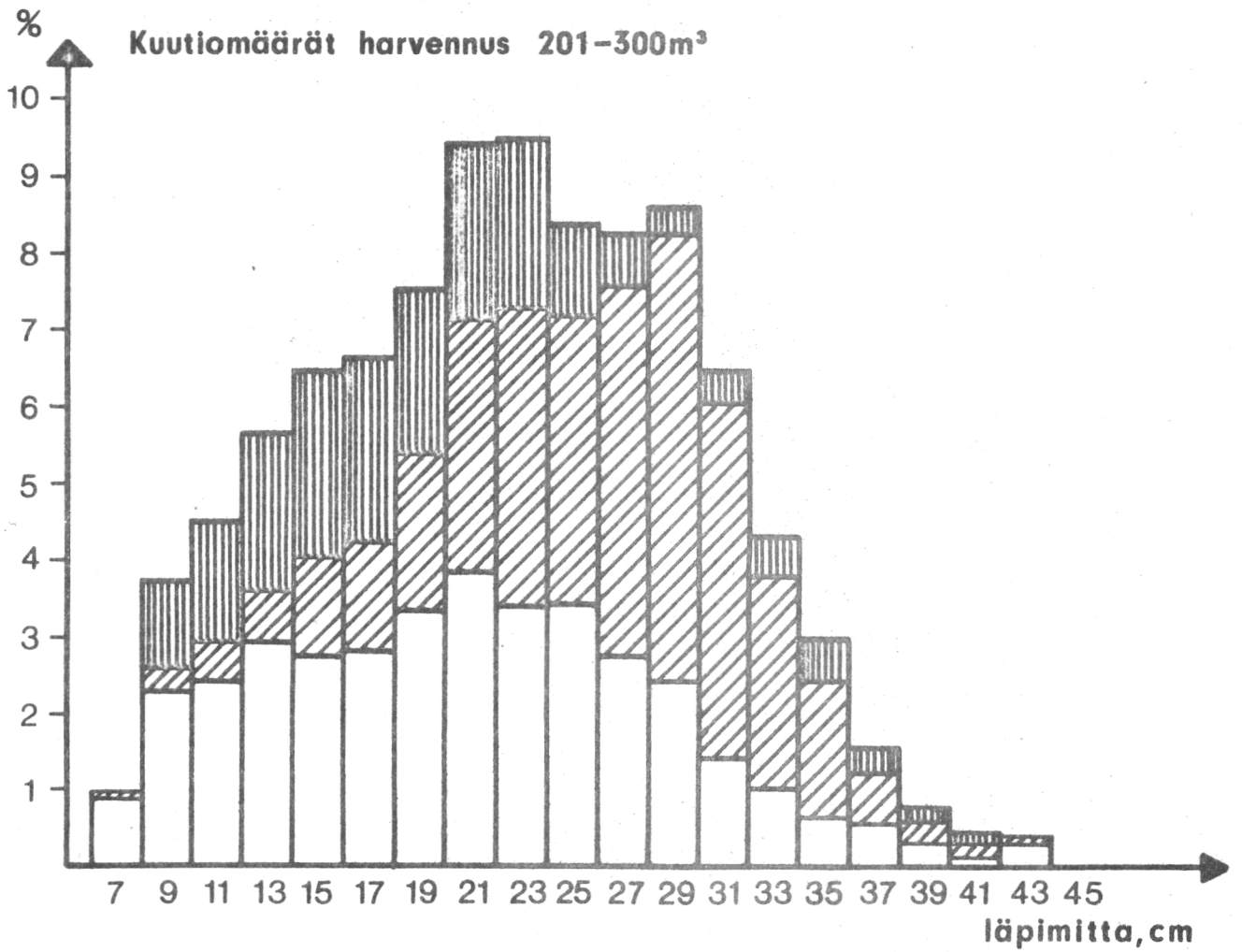
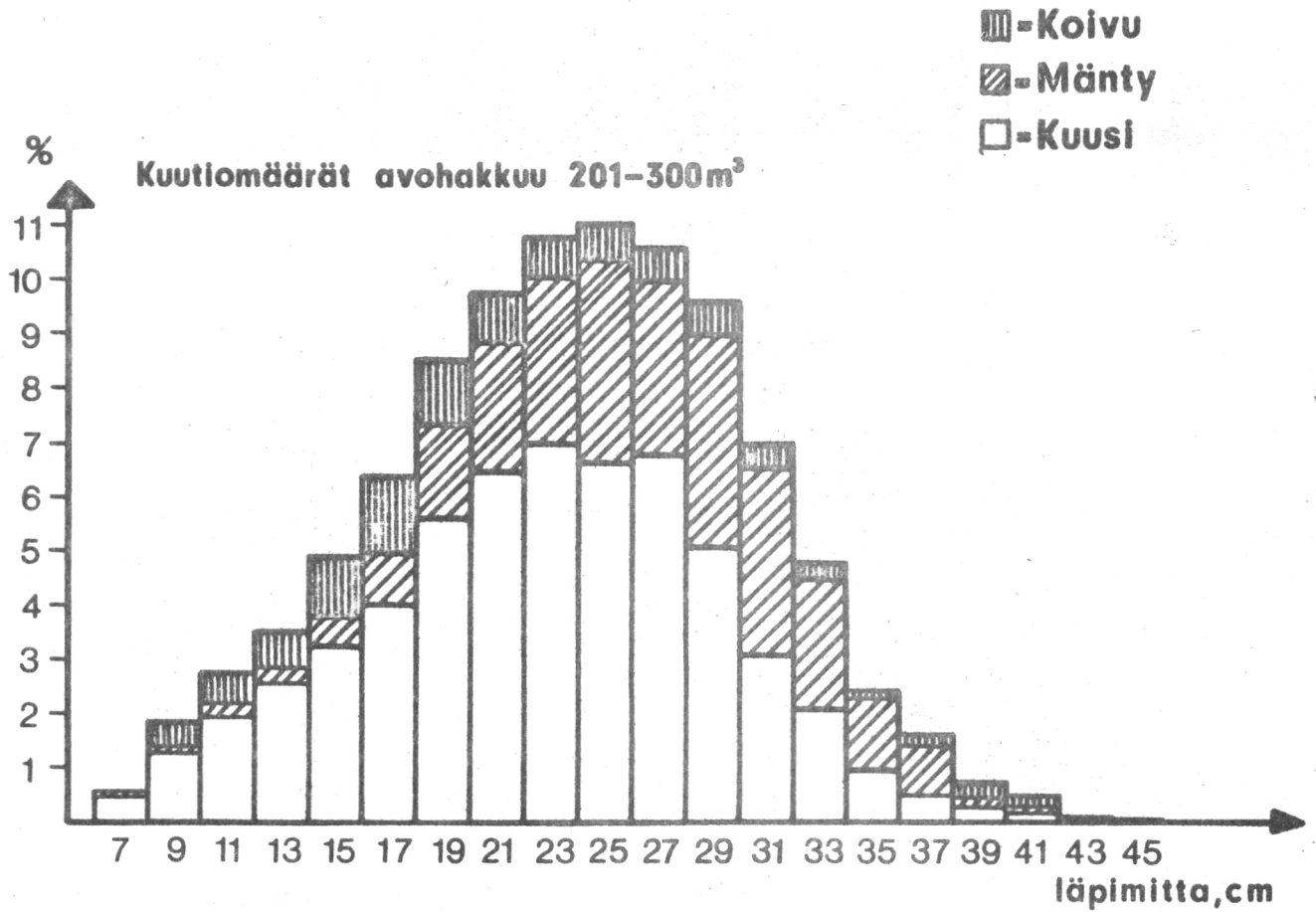
### 33. Leimikon puumäärä

Leimikoiden kokojakautumat on esitetty pystykauppojen avohakkuun ja kasvatushakuun sekä hankintakauppojen osalta kuvassa 5. Avohakkuuleimikoiden lukumäärä painottuu alle 500 m<sup>3</sup>:n leimikoihin, kun taas kuutiomäärästä on suurin osa yli 500 m<sup>3</sup>:n leimikoissa.

Kuva 5. Leimikoiden kokojakautuma



Kuva 6. Esimerkkejä leimikoiden kuutiomääräjakautumista



Kasvatushakkuuleimikoita on lukumäärältään suurin osa myöskin alle 500 m<sup>3</sup>:n kokoluokissa, kuutiomäärä on sen sijaan jakautunut käytettyä luokitusta sovellettaessa tasaisesti kaikkiin luokkiin alkaen yli 200 m<sup>3</sup>:sta. Hankintakaupoista on suurin osa alle 300 m<sup>3</sup>:n kohteita. Yli 1000 m<sup>3</sup>:n kauppojen puumäärän suuri osuus johtuu kahdesta suuresta hankintana ostetusta latvatavaraerästä.

Leimikoittaisista kuutiomääräjakautumista on esitetty esimerkkejä kuvassa 6. Jakautuma on suhteellisen vakio leimikon koon muuttuessa.

Koivun kuutiomäärät painottuvat varsin suurelta osin pieniin läpimittaluokkiin. Männyn määrä on prosentuaalista osuuttaan suurempi isoissa läpimittaluokissa.

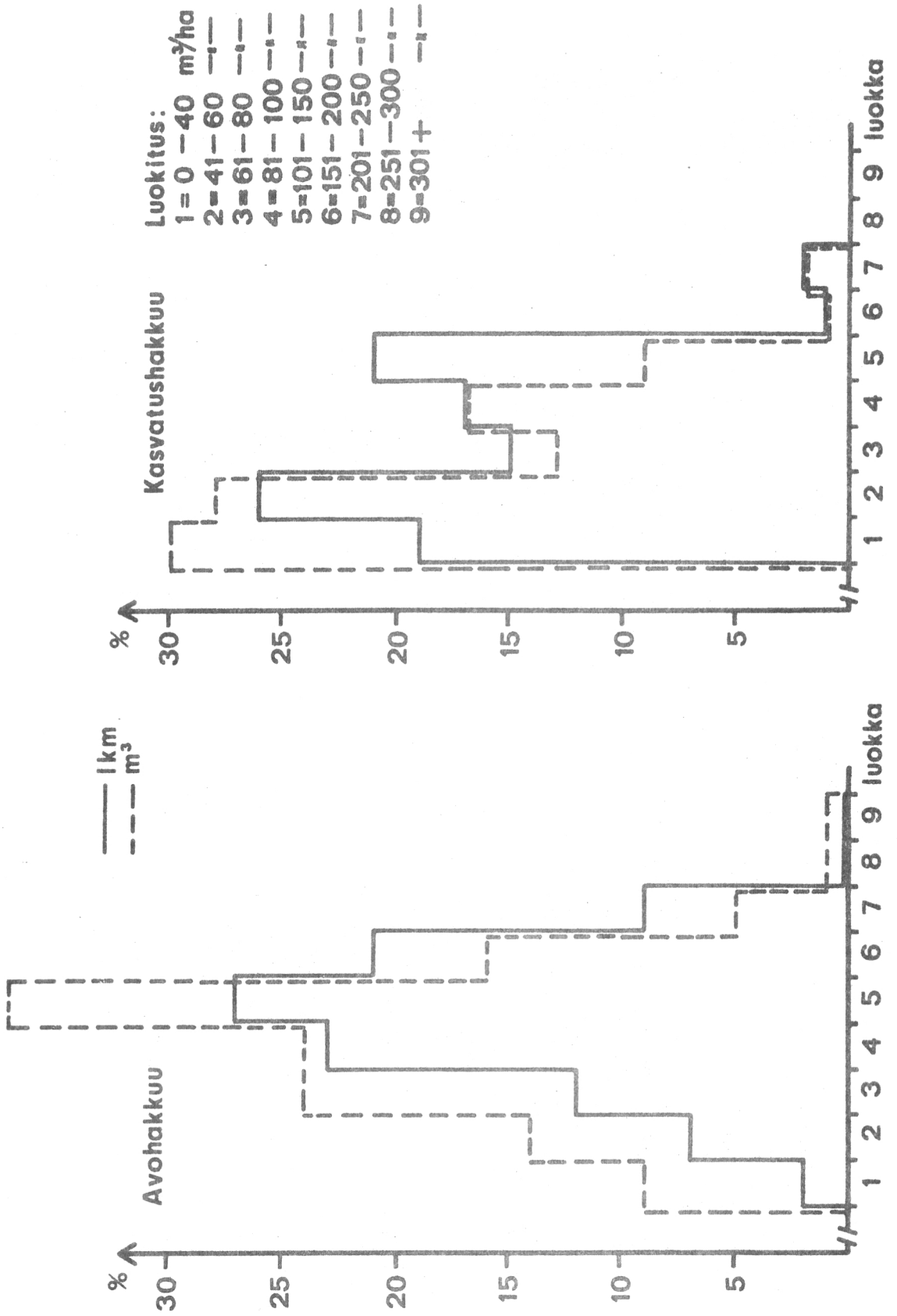
#### 34. Leimikon tiheys

Leimikon tiheydellä tarkoitetaan tässä hakatun puumäärän ja hakkuualueen pinta-alan osamäärää. Pystykauppojen tiheysjakautumat avohakkuissa ja kasvatushakkuissa on esitetty kuvassa 7.

Avohakkuiden kuutiomäärällä painotettu keskimääräinen tiheys oli 122 m<sup>3</sup>/ha. Vastaava tiheys kasvatushakkuissa oli 79 m<sup>3</sup>/ha. Hankintakaupoista ei ollut käytettävissä hakattujen alueiden pinta-aloja, joten niiden tiheyttä ei pystytty laskemaan.



Kuva 7. Leimikoiden tiheysjakautuma



### 35. Korjuuolosuhteet

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

## 4. TULOKSIA

### 41. Hakkuutähde

Hakkuutähdemäärien selvittämiseksi laskettiin ensin hakkuutähdeprosentit, joita käyttäen päästiin leimikkokohtaisiin hakkuutähdemääriin. Keskimääräisiksi, korjatun runkopuun kuivapainoon verratuiksi kuivapainoprosenteiksi saatiin männyllä 22, kuusella 56 ja koivulla 23. Hakkuutähdeprosentit hakkuutavoittain ja leimikon kokoluokittain on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Hakkuutähdeprosentit

Leimikkotiedot		Hakkuutähdeprosentti			
Hakkuutapa	Hakkuumäärä	Mänty	Kuusi	Koivu	Leimikko yhteensä
Avohakkuu	alle 100 m <sup>3</sup>	22	54	21	41
- " -	101-200 m <sup>3</sup>	22	54	22	46
- " -	201-300 m <sup>3</sup>	21	59	22	42
- " -	301-500 m <sup>3</sup>	21	54	19	41
- " -	yli 501 m <sup>3</sup>	21	52	23	42
- " -	$\bar{x}$	21	55	21	42
Muu harvennus	alle 100 m <sup>3</sup>	32	71	28	54
- " -	101-200 m <sup>3</sup>	21	60	25	36
- " -	201-300 m <sup>3</sup>	21	74	23	40
- " -	301-500 m <sup>3</sup>	22	55	27	42
- " -	yli 501 m <sup>3</sup>	23	56	18	45
- " -	$\bar{x}$	24	63	24	43
Ensiharvennus		27	70	30	48
Suojus- tai sie-	alle 200 m <sup>3</sup>	21	53	27	41
menpuuasentoon	201-500 m <sup>3</sup>	22	50	18	42
hakkuu	yli 501 m <sup>3</sup>	21	50	23	38
- " -	$\bar{x}$	21	51	23	40
Ylispuiden poisto	alle 200 m <sup>3</sup>	24	61	22	48
- " -	201-500 m <sup>3</sup>	20	51	23	34
- " -	$\bar{x}$	22	56	22	41

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

Harvennushakkuiden puulajittaiset hakkuutähdeprosentit ovat hieman suurempia kuin muissa hakkuutavoissa. Tämä selvittyy 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 ole harvennushakkuita lukuunottamatta huomattavaa vaikutusta puulajittaisten hakkuutähdeprosenttien suuruuteen. Pienissä harvennushakkuuleimikoissa ovat hakkuutähdeprosentit suurempia kuin harvennushakkuissa keskimäärin. Tämä johtuu 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.

#### 411. Korjattavissa olevat kohteet

Hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvien kohteiden määrää rajoittavat seuraavat tekijät:

- liian pieni leimikkokoko
- alhainen hakatun puuston tiheys
- hakkuutapa
- vaikea maasto
- kauppatapa

Ensimmäinen tutkimuksessa käytetty karsintakriteeri oli liian pieni leimikosta hakattu puumäärä. Hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvalta leimikolta tulisi saada haketta vähintään yksi täysperävaunukuorma (60-80 i-m<sup>3</sup>). Hakemäärävaatimus asettaa korjuukelpoisen leimikon minimikooksi 300 m<sup>3</sup>:n hakatun runkopuumäärän.

Seuraava leimikoiden lukumäärää karsiva tekijä on hakatun puuston tiheys. Hakkuutähteiden keruussa jää maastoon aina varsin runsaasti keräämätöntä raaka-ainetta. Kesällä 1975 suoritetuissa tutkimuksissa jäi maastoon hakkuutähdettä hehtaarille keskimäärin 6 kuivatonna (LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976), eikä määrässä ollut mukana edes neulasten osuutta. Mikäli hakatun puuston tiheys on alhainen, muodostuu talteen saatava hakkuutähdemäärä varsin pieneksi. Minimitiheudeksi hakkuutähteen korjuuseen kelvollisille leimikoille asetettiin tässä tutkimuksessa 80 m<sup>3</sup>/ha. Tällöin potentiaalinen hakkuutähdemäärä hehtaarilla on noin 13 kuivatonna. Jos tästä jää keruun jälkeen maastoon 6 kuivatonna, on talteen saatava määrä 7 tonnia, joka lienee mahdollisen talteenoton rajoilla. Leimikkokoon vaikutus valitun minimitiheyden ylittäviin kohteisiin on nähtävissä taulukossa 2.

Taulukko 2. Leimikon minimikoon vaikutus hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvien leimikoiden (tiheys yli 80 m<sup>3</sup>/ha) hakkuumäärään. Leimikon minimikoon ollessa 300 m<sup>3</sup> on hakkuumäärän suhdeluku 100

Hakkuutapa	Leimikolta hakattu puutavaraa vähintään				
	50 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>
	%				
Avohakkuu	87	85	78	69	56
Harvennus	13	13	12	11	7
Suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu	22	22	20	16	12
Ylispuiden poisto	6	5	5	4	-
Yhteensä	128	125	115	100	75

Taulukon perusteella voidaan todeta, että leimikon minimikoon ollessa 50-100 m<sup>3</sup>, on hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvilta kohteilta hakattu puumäärä noin 25 % enemmän kuin vertailussa peruskokona käytetyiltä 300 m<sup>3</sup>:n minimikokoisilta leimikoilta. Mikäli mukaan hyväksyttäisiin vain yli 500 m<sup>3</sup>:n leimikot, olisi kohteiden hakkuumäärä vastaavasti noin 25 % vähemmän.

Hakkuutähteiden korjuu on riippuvainen käytetystä runkopuun hakkuutavasta. Avohakkuuleimikoissa katsottiin hakkuutähteiden korjuun olevan aina mahdollista, mikäli kohteet täyttävät muut edellytykset. Suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuussa on hakkuutähteiden korjuu oletettu olevan mahdollista 70 prosentissa muuten kelvollisista tapauksista, kun taas ylispuiden poistossa on vastaavana prosenttina käytetty 20:ntä. Nämä prosentit liittyvät varsin läheisesti hakkuiden 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 5200 m<sup>3</sup>. Tästä koostui 4400 m<sup>3</sup> kahdesta hankinnalla ostetusta latvatavaraerästä (tiheys todennäköisesti alle 80 m<sup>3</sup>/ha). Hankintakauppojen puolelta 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, 91 500 m<sup>3</sup>:stä jäljellä olevien leimikoiden hakkuumäärä 32 200 m<sup>3</sup> eli 35 %. Seuraavassa taulukossa on esitetty hakkuumäärän tarkempi jakautuminen.

Taulukko 3. Teknisesti hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvat kohteet

Hakkuutapa	Hakattu puumäärä, m <sup>3</sup>
Avohakkuu	27 500
Suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuu (70 % kokonaismäärästä)	4 400
Ylispuiden poisto 20 % kokonaismäärästä	300
Yhteensä	32 200

Hakatusta puumäärästä putosi siis karsinnassa 65 %.

Määrä väheni seuraavasti:

	<u>Jäljellä</u>
- Koko hakkuumäärä	100 %
- Pystykaupat	87 %
- Leimikon hakkuumäärä vähintään 300 m <sup>3</sup>	64 %
- Tiheys vähintään 80 m <sup>3</sup> /ha	44 %
- Hakkuutapa sovelias talteenotolle	35 %

#### 412. Hakkuutähteen kokonaismäärä

Tutkittavan piirin vuonna 1975 hakatusta 91 500 m<sup>3</sup>:n puumäärästä laskettiin jäävän potentiaalista hakkuutähdettä 14 500 kuivatonna. Männyn hakkuutähteen osuus oli 17 %, kuusen 73 % ja koivun 10 %. Kokonaismäärä on 40 % hakatun runkopuun määrästä. Hakkuutähteen määrät kauppa- ja hakkuutavoittain on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Hakkuutähteen potentiaaliset määrät tutkittavassa piirissä

Kauppa/hakkuutapa	Hakkuutähteen määrä, kuivatonna			
	Mänty	Kuusi	Koivu	Yhteensä
Hankintakaupat	500	900	300	1700
Pystykaupat				
- avohakkuu	1100	5400	600	7100
- harvennushakkuu	500	2400	300	3200
- suojus- tai siemenpuu- asentoon hakkuu	200	1600	100	1900
- ylispuiden poisto	100	400	100	600
Yhteensä	2400	10700	1400	14500



Kokonaishakkuutähdemäärä jakaantuu eri raaka-aineisiin seuraavasti:

- Puuainesta on männyllä 54 % eli 1300 kuivatonna. Määrä vastaa tilavuusmitoiksi runkopuun tiheydellä muunnettuna 3000 m<sup>3</sup> (= kiintokuutiometriä kuoretta). Kuusella on puuainesta 41 %, mikä on 4300 kuivatonna eli 11700 m<sup>3</sup>. Koivun puuainesprosentti on 54. Puuna se on 800 kuivatonna eli 2000 m<sup>3</sup>. Puuaineksen kokonaismäärä on siis 6400 kuivatonna eli 16700 kiintokuutiometriä kuoretta.
- Kuoren osuus koko määrästä oli männyllä 22 %, kuusella 23 % ja koivulla 22 %. Kuoren kokonaismäärä on 3300 kuivatonna.
- Neulasten määrä oli männyllä 24 % ja kuusella 36 %. Koivun lehtien osuus oli 24 %. Neulasten ja lehtien kokonaismäärä kesäaikaan oli niin ollen 4800 kuivatonna.

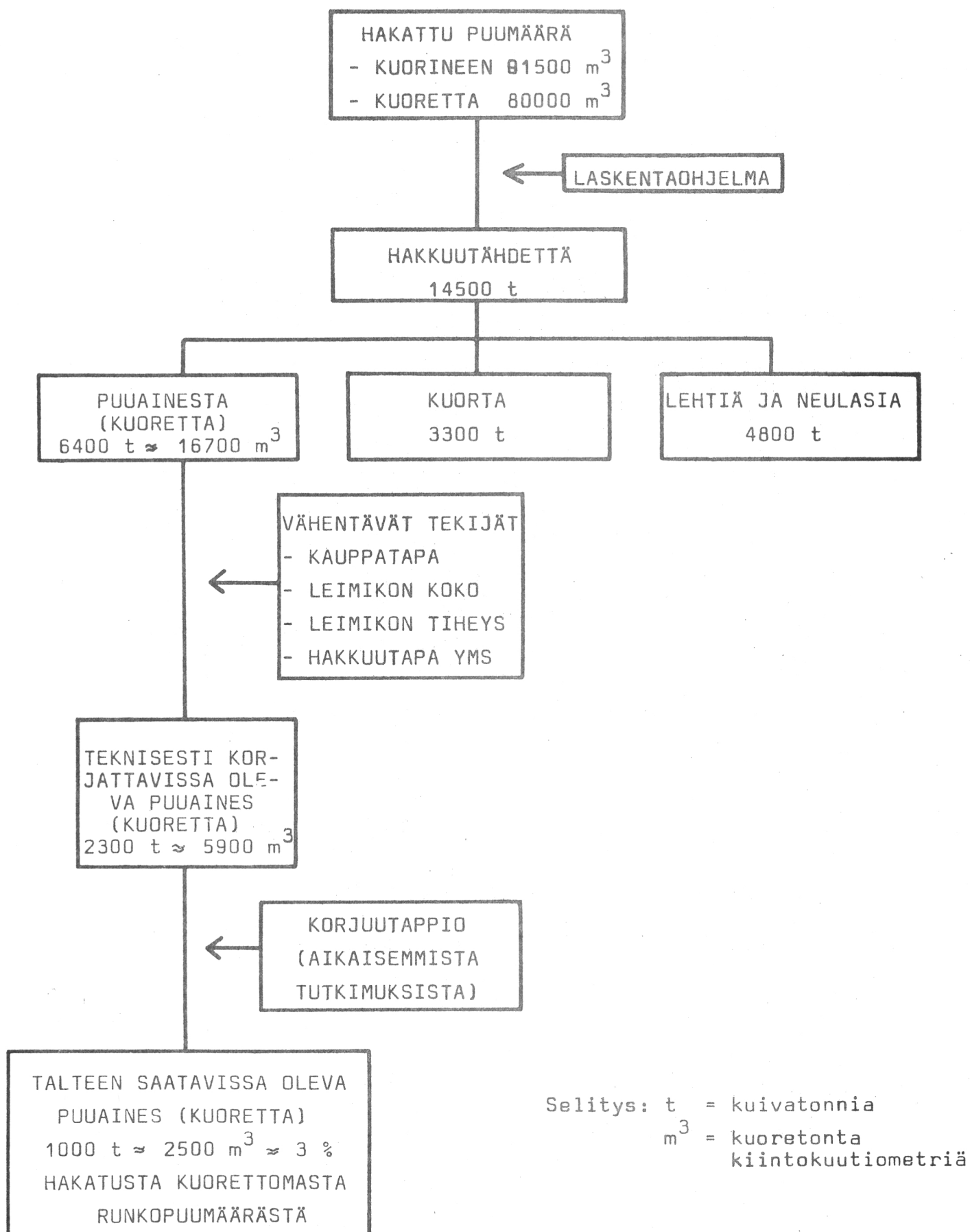
413. Teknisesti korjattavissa ja talteen saatavissa oleva hakkuutähdemäärä

Seuraavassa keskitytään kohdassa 411 (taulukko 3) esitettyjen hakkuutähteiden korjuuseen soveltuvien kohteiden hakkuutähdemääriin. Teknisesti korjattavissa olevien leimikoiden 32200 m<sup>3</sup>:n hakkuumäärässä laskettiin olevan 5300 kuivatonna hakkuutähdettä. Määrästä koostuu 4500 kuivatonna avohakkuuleimikoista, runsas 700 kuivatonna suojus- tai siemenpuuasentoon hakkuista ja vajaa 100 kuivatonna ylispuiden poistoleimikoilta. Hakkuutähdemäärässä on puuainesta 2300 kuivatonna eli 5900 m<sup>3</sup>. Kuoren määrä on 1200 kuivatonna ja neulasten sekä lehtien määrä kesäaikana 1800 kuivatonna.

Kesällä 1975 suoritetuissa hakkuutähteen korjuututkimuksissa oli hakkuutähteen keskimääräinen talteensaantoprosentti kokonaismäärästä laskettuna 30. Vastaava puuaineksen talteensaantoprosentti oli keskimäärin 42 puuaineksen kokonaismäärästä ja 9 hakatun runkopuun kuorettomasta puuainesmäärästä laskettuna (LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976).

Kun korjuututkimuksen talteensaantoprosentteja sovelletaan tähän tutkimukseen, tulee teknisesti talteen saatavaksi hakkuutähdemääräksi 1600 kuivatonna. Vastaava puuaines määrä on 1000 kuivatonna eli 2500 m<sup>3</sup>. Näin ollen hakkuutähteistä saatavissa oleva puuaineslisäys tutkimuspiirissä vuonna 1975 olisi ollut 3 % korjattuun runkopuumäärään verrattuna. Hakkuutähteiden korjuun kehittymisen myötä saattaa talteensaantoprosentti nousta, mutta mitään oleellista talteen saatavan määrän lisääntymistä ei liene odotettavissa. Esitetyissä määrissä ei ole huomioitu hakkuutähteiden korjuun yhteydessä monessa tapauksessa mukaan tulevan raivauspuun määrää. Kuvassa 8 on esitetty hakkuutähteen puuaines määrän laskeminen.

Kuva 8. Hakkuutähteen puuainesmäärän laskeminen



## 42. Kanto- ja juuripuu

Kanto- ja juuripuun korjuussa tulevat kysymykseen tämänhetkisen käyttö- ja korjuukokemuksen mukaan vain kantoläpimitaltaan yli 20 cm:n männyn ja kuusen kannot. Kanto- ja juuripuun määriä laskettaessa on edellä mainitut rajoitukset otettu huomioon. Korjatusta runkokuusta lasketuiksi kanto- ja juuripuun kuivapainoprosenteiksi saatiin keskimäärin männyllä 20 ja kuusella 23. Leimikoittainen keskimääräinen prosentti oli hakatusta havupuumäärästä laskettuna 22 % ja koko hakatusta puumäärästä laskettuna 19 %. Kanto- ja juuripuuprosentit hakkuutavoittain ja leimikkoittain on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kanto- ja juuripuuprosentit

Leimikkotiedot		Kanto- ja juuripuuprosentti			
Hakkuutapa	Hakkuumäärä	Mänty	Kuusi	Yhteensä mä + ku määrästä	Yhteensä koko hakkuu- määrästä
Avohakkuu	alle 100 m <sup>3</sup>	19	23	23	17
- " -	101-200 m <sup>3</sup>	19	23	22	20
- " -	201-300 m <sup>3</sup>	21	23	22	19
- " -	301-500 m <sup>3</sup>	19	23	22	18
- " -	yli 500 m <sup>3</sup>	20	23	22	20
- " -	$\bar{x}$	20	23	22	19
Muu harvennus	alle 100 m <sup>3</sup>	14	19	17	16
- " -	101-200 m <sup>3</sup>	21	23	22	17
- " -	201-300 m <sup>3</sup>	20	21	20	15
- " -	301-500 m <sup>3</sup>	21	23	22	19
- " -	yli 501 m <sup>3</sup>	19	23	23	17
- " -	$\bar{x}$	19	22	21	17
Ensiharvennus		17	21	19	14
Suojus- tai sie- menpuuasentoon hakkuu	alle 200 m <sup>3</sup>	21	25	24	23
- " -	201-500 m <sup>3</sup>	19	24	23	19
- " -	yli 501 m <sup>3</sup>	18	24	22	19
- " -	$\bar{x}$	19	24	23	20
Ylispuiden poisto	alle 200 m <sup>3</sup>	24	21	22	21
- " -	201-500 m <sup>3</sup>	21	25	23	20
- " -	$\bar{x}$	23	23	23	21

Puulajittaiset hakkuutähdeprosentit vaihtelivat eri kokoisissa leimikoissa varsin vähän. Harvennushakkuissa prosentit olivat hieman pienemmät kuin muissa hakkuutavoissa, johtuen lähinnä korjattaviksi kelpaamattomien alle 20 cm:n läpimittaisten kantojen suuremmasta määrästä.

#### 421. Korjattavissa olevat kohteet

Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien kohteiden määrää rajoittavat samat tekijät kuin hakkuutähteiden korjuuta. Ensimmäinen rajoitus on liian pieni leimikkokoko. Kun pidetään vaatimuksena, että paloitetua kanto- ja juuripuuta tulee korjuuseen kelvollisesta leimikosta saada vähintään yksi täysperävaunukuorma, asettuu leimikon minimikoko 200 m<sup>3</sup>:iin.

Seuraava karsiva tekijä on leimikon liian alhainen tiheys. Korjuuseen kelvollisten leimikoiden minimitiheytenä on tässä tutkimuksessa pidetty 60 m<sup>3</sup>/ha. Hakkuutähteitä alhaisempi minimitiheys selittyy kanto- ja juuripuun korjuun verraten pienellä korjuutappiolla.

Suurin kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvia leimikoita karsiva tekijä on hakkuutapa. Vain avohakkuuleimikoiden voidaan katsoa soveltuvan kantopuun korjuuseen. Tutkimusaineiston hankintakauppaleimikoiden ei ole katsottu soveltuvan korjuukohteiksi.

Kanto- ja juuripuun korjuu tulee tapahtumaan ainakin nostovaiheen osalta kesäaikana. Tämä asettaa vaatimuksen kesäkorjuumahdollisuudesta. 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.

	<u>Jäljellä</u>
- Koko hakkuumäärä	100 %
- Pystykaupat	87 %
- Leimikon hakkuumäärä vähintään 200 m <sup>3</sup>	74 %
- Tiheys vähintään 60 m <sup>3</sup> /ha	59 %
- Hakkuutapa sovelias talteenotolle	38 %

Kanto- ja juuripuun korjuu olisi tutkittavassa piirissä ollut mahdollista kohteilla, joilta hakattu puumäärä on 34900 m<sup>3</sup> eli 38 % kokonaishakkuumäärästä.

#### 422. Kanto- ja juuripuun kokonaismäärä

Vuonna 1975 tutkimuspiiristä hakatusta 91500 m<sup>3</sup>:stä laskettiin jäävän havupuiden kanto- ja juuripuuta 6500 kuiva-tonnia. Männyn osuus määrästä on 32 % ja kuusen 68 %. Kanto- ja juuripuun määrä on 21 % hakatusta havupuumäärästä ja 18 % kokonaishakkuumäärästä. Kauppa- ja hakkuutavoittainen määräerottelu on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Kanto- ja juuripuun potentiaaliset määrät tutkimuspiirissä

Kauppa/hakkuutapa	Kanto- ja juuripuun määrä, kuivatonna		
	Mänty	Kuusi	Yhteensä
Hankintakaupat	400	400	800
Pystykaupat			
- avohakkuu	1000	2400	3400
- harvennushakkuu	400	900	1300
- suojus- tai siemenpuu- asentoon hakkuu	200	600	800
- ylispuiden poisto	100	100	200
Yhteensä	2100	4400	6500

Kanto- ja juuripuu jakautui eri raaka-aineosasiin seuraavasti:

- Puuainesta oli männyn kanto- ja juuripuusta 90 % eli 1900 kuivatonna, mikä vastaa runkopuun tiheydellä tilavuusyksiköiksi muunnettuna 4500 m<sup>3</sup>:ä (= kiintokuutiometriä kuoretta). Kuusella vastaavat luvut olivat 89 %, 3900 kuivatonna ja 10500 m<sup>3</sup>. Kokonaispuuainesmäärä oli siis 5800 kuivatonna eli 15000 kiintokuutiometriä.
- Kuoren määrä oli männyllä 10 % ja kuusella 11 % eli yhteensä 700 kuivatonna.

423. Teknisesti korjattavissa ja talteensaatavissa oleva kanto- ja juuripuumäärä

Kanto- ja juuripuun korjuuseen soveltuvien leimikoiden hakkuumäärä tutkimuspiirissä oli 34900 m<sup>3</sup>. Näissä leimikoissa olevaksi kanto- ja juuripuumääräksi laskettiin 2700 kuivatonna,

josta on mäntyä 27 % ja kuusta 73 %. Määrässä on puuainesta 2400 kuivatonna eli 6200 kiintokuutiometriä kuoretta, kuoren määrän ollessa 300 kuivatonna.

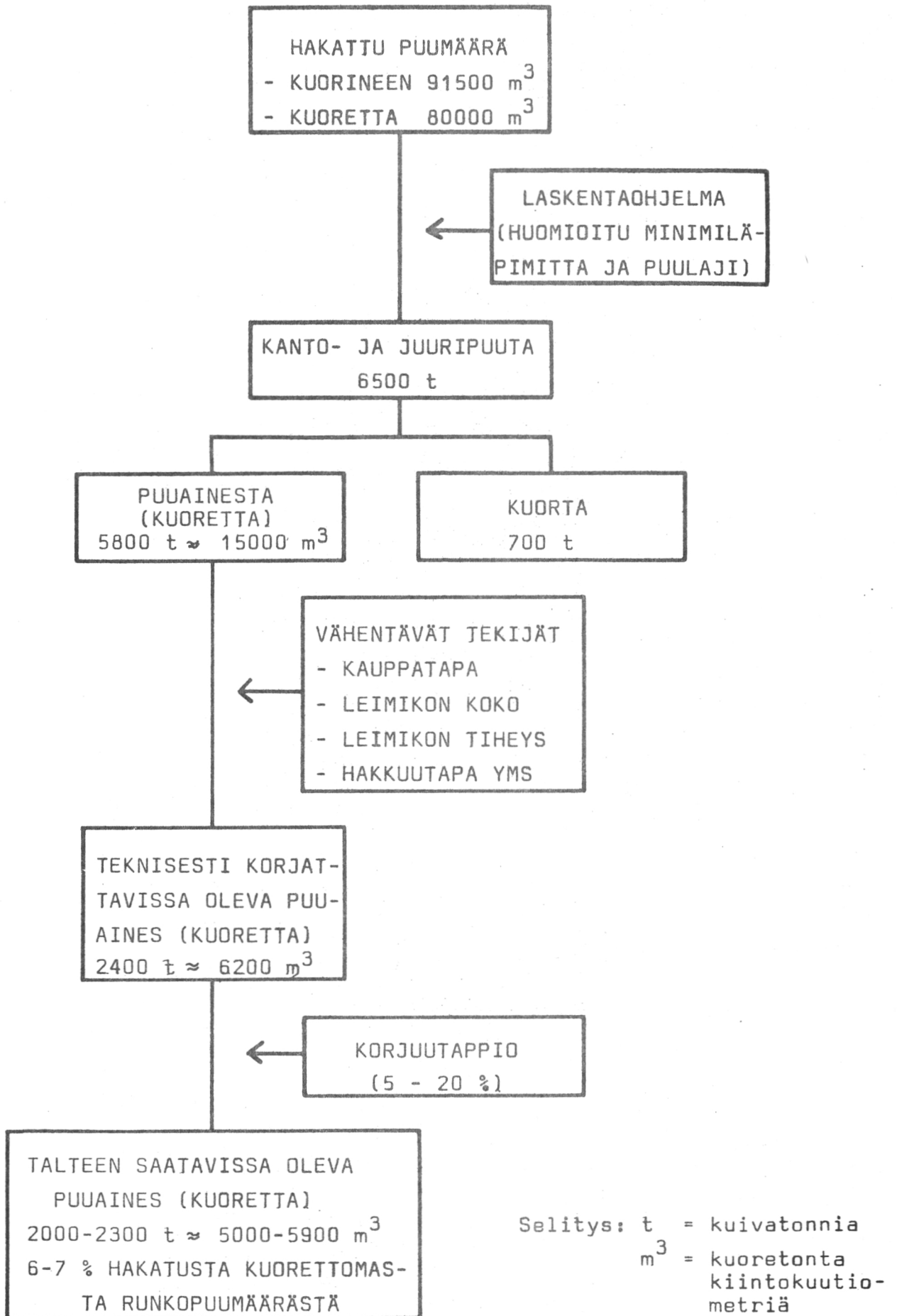
Kanto- ja juuripuun talteensaantoprosenteista on olemassa varsin niukalti tietoja. Kesällä 1972 Pallarin kanto- ja juuripuun talteensaantokokeessa oli korjuutappio esimerkiksi 5 % koko kanto- ja juuripuun määrästä (HAKKILA ja MÄKELÄ 1973). Koska tuloksen yleistettävyydestä ei ole tietoa, on seuraavassa asetelmassa esitetty teknisesti talteen saatavat kanto- ja juuripuumäärät erilaisilla korjuutappiomäärillä.

	Korjuutappio		
	5 %	10 %	20 %
Talteen saatavissa oleva			
- kanto- ja juuripuumäärä, kuivatonneja	2600	2500	2200
- puuainesta			
+ kuivatonneja	2300	2200	2000
+ kiintokuutiometrejä	5900	5600	5000

Kun verrataan talteen saatavissa olevan kanto- ja juuripuun puuainemäärää tutkittavasta piiristä hakatun runkopuun puuainemäärään, on kanto- ja juuripuusta tuleva lisäpuuainemäärä 5 ja 10 prosentin korjuutappiolla 7 %. Vastaava prosenttiluku 20 prosentin korjuutappiolla on 6 %. Kuvassa 9 on esitetty kanto- ja juuripuun puuainemäärän laskeminen.



Kuva 9. Kanto- ja juuripuun puuainesmäärän laskeminen



## 5. PÄÄTELMIÄ

Tämän tutkimuksen päätulokset ovat seuraavat: Hakkuutähteestä on saatavissa 3:n prosentin puuainelisäys ilman raivauspuuta ja vastaava lisäys kanto- ja juuripuusta on 6-7 prosenttia. Talteen saatavissa olevat kanto- ja juuripuumäärät vastaavat suuruusluokaltaan aikaisemmin julkaistuja tuloksia (HAKKILA 1974). Hakkuutähteen osalta ei ole esitetty arvioita talteen saatavista määristä. Nyt tulokseksi saatu puuainelisäys (ilman raivauspuuta) lienee kuitenkin pienempi mitä monella taholla on odotettu. Syynä tähän lienee keskimääräisten olosuhdetietojen soveltumattomuus laskelmien pohjaksi sekä hakkuutähteen varsin suuri korjuuhukka. Määriä tarkasteltaessa on syytä muistaa, että ne ovat teknisesti korjattavia määriä. Operatiiviset tekijät, kuten isäntien myyntihaluttomuus, korjuukaluston tasaisen käytön vaatimus, huonot korjuuajan säät ja kelit yms. vähentävät vielä määriä jonkin verran, tietyillä alueilla mahdollisesti huomattavastikin.

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

Tutkimuksen tulokset soveltuvat käytettäväksi noin prosenttiyksikön tarkkuudella (= keskivirheellä) Kaakkois-Suomessa ja tietyin varauksin myös koko Etelä-Suomessa. Mikäli halutaan saada tietää korjattavissa ja talteen saatavissa olevat metsätähdemäärät myös muissa osissa Suomea, on suoritettava tätä vastaava selvitys ainakin Pohjanmaalta ja Lapista. Kun nämä selvitykset ovat valmiit, tiedetään melko suurella tarkkuudella teknisesti korjattavissa ja talteen saatavissa olevat metsätähdemäärät maassamme.

KIRJALLISUUTTA

- HAKKILA 1971. Coniferous branches as a raw material source.  
Tiivistelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä.  
MTJ 75.1.
- HAKKILA 1972 a. Mechanized harvesting of stumps and roots.  
Tiivistelmä: Kanto- ja juuripuun koneellinen  
korjuu. MTJ 77.1.
- HAKKILA 1972 b. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.  
Summary: Possibilities of harvesting branch raw  
material in Finland. Folia Forestalia 159.
- HAKKILA 1974. Kanto- ja juuripuun korjuu. Summary: Harvesting of  
stump and root wood. Metsätehon Tiedotus 332.
- HAKKILA ja MÄKELÄ 1973. Harvesting of stump and root wood by  
the Pallari Stumparvester. Tiivistelmä: Kanto- ja  
juuripuun korjuu Pallarin kantoarvesterilla.  
MTJ 77.5.
- LEHTONEN ja MÄKELÄ 1976. Hakkuutähteen määrä. Metsäntutkimus-  
laitos. Moniste.



