

FOLIA FORESTALIA⁴⁷¹

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

OLLI EERONHEIMO

METSÄHAKKEEN HANKINTA JA
KÄYTTÖ METSÄTEOLLISUUDESSA
TILANNE KEVÄÄLLÄ 1980

DELIVERY AND USE OF FOREST
CHIPS IN FOREST INDUSTRY
SITUATION IN SPRING 1980



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

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

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

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

FOLIA FORESTALIA 471

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Olli Eeronheimo

METSÄHAKKEEN HANKINTA JA KÄYTTÖ
METSÄTEOLLISUUDESSA

TILANNE KEVÄÄLLÄ 1980

Delivery and use of forest chips in forest industry
Situation in spring 1980

ODC 861.0:331
ISBN 951-40-0517-1
ISSN 0015-5543

EERONHEIMO, O. 1981. Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980. Summary: Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980. *Folia For.* 471:1—24.

Tutkimuksessa kartoitetaan metsähakkeen hankintaa ja käyttöä metsäteollisuudessa. Vuoden 1979 aikana metsähaketta käytettiin seitsemän metsäteollisuusyrityksen kahdeksassa jalostuslaitoksessa 232 000 m³, josta kotimaasta korjattiin 186 600 m³. Vuonna 1979 kotimaasta hakkeena korjatusta puumäärästä haketettiin välivarastolla 92 %, palstalla 5 % ja tehdasvarastolla 2 %. Keskimääräinen tuotos siirtelykaadossa on 10 m³/pv ja lähikuljetuksessa 5,5 m³/h. Hakkureiden tuotos oli välivarastolla 12...25 m³/h ja palstalla 7 m³/h.

Metsähakkeen työmittauksesta 89 % suoritettiin koealamittauksiin perustuvalla pystymittausmenetelmällä. Tehdasmittaus suoritettiin miltei yksinomaan hakekuorman tilavuuden perusteella. Palkkausmenetelmä hakkuussa, haketuksessa ja kaukokuljetuksessa on suora urakka. Lähikuljetus on tähän asti tapahtunut pääasiassa aikapalkalla, mutta siinäkin siirryttäen lähiaikoina urakkapalkkaukseen.

Metsähaketta käytetään seosraaka-aineena massa- ja levyteollisuudessa sekä polttoaineena. Vuonna 1979 metsähakkeesta poltettiin 45 %, 31 % käytettiin sellun ja 24 % lastulevyjen valmistukseen.

Metsähakkeen keskimääräinen tehdashinta oli 113 mk/m³, josta kantohinta muodosti 16 %, hakkuu 20 %, lähikuljetus 19 %, haketus 14 %, kaukokuljetus keskimäärin 76 km:n matkalta 20 % sekä yleiskustannukset 11 %.

This study examines delivery and use of forest chips by forest industries in Finland. In 1979 eight processing plants used 232 000 m³ of forest chips, of which 186 600 m³ were harvested in Finland. 92 % of the domestic chips were produced at the upper landing, 5 % at the strip road and 2 % at the mill. The average output for manual felling-bunching was 10 m³/man-day and the rate of short-distance forwarding was 5,5 m³/hour. Chipping outputs were 12...25 m³/h at the upper landing and 7 m³/h at the strip road. Average truck transport distance was 76 km in 1979.

89 % of work measurement was done by standing measurement using a special sampling method. Measurement at the mill was almost always of piled chip volume.

Piecework wages were used for felling, chipping and truck transport. Until now, time wages have been used in forwarding but a shift to piecework wages will occur in the near future.

Forest chips were used as an additional raw-material in the pulp and board industries as well as for fuel. In 1979, 45 % of forest chips were burned, 31 % were pulped and 24 % were used in board manufacture.

In 1979, the average total cost of forest chips at the mill was 113 FIM/m³, of which stumpage price represented 16 %, felling 20 %, forwarding 19 %, chipping 14 %, truck transport 20 % and general costs 11 %.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. HAKEMENETELMÄLLÄ KORJATTAVAT METSIKKÖKOHTEET	6
3. KORJUU	7
31. Kaadon, kasauksen ja lähikuljetuksen erityiskalusto	7
32. Hakkurit	8
33. Kaukokuljetus	9
34. Korjuuketjut	9
35. Tuotokset	11
4. MITTAUS	13
5. PALKKAUS	14
6. KUSTANNUKSET	16
7. KÄYTTÖKOHTEET	17
71. Yleistä	17
72. Vastaanotto ja hakkeen käsittely	17
73. Metsähake poltto- ja raaka-aineena	18
8. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ	19
YHDISTELMÄ	20
LÄHTEET — SOURCES	21
SUMMARY	22
LIITE	23

1. JOHDANTO

Viime vuosikymmenen alussa markkina-kelpoinen runkopuu oli lähes kokonaan käytön piirissä. Varsinkin sulfaattimassa-teollisuutta uhkaavan raaka-ainepulan torjumiseksi metsäteollisuus alkoi kiinnittää entistä laajempaa huomiota puunkorjuussa ja metsänhoitotöissä metsään jäävien tähteiden käyttöön. Vuonna 1969 pantiin alulle Metsäntutkimuslaitoksen johtama yhteis-pohjoismainen hakkuutähdeprojekti, ja Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto käynnisti vuosina 1970 ja 1973 kolme projektia, joista kaksi suuntautui kantojen ja yksi hakkuutähteiden käytön lisäämiseen. Projektit vauhdittivat merkittävästi alan laite- ja menetelmäkehittelyä.

Tutkimusten painottuessa avohakkuu-alojen metsätähteitten hyödyntämiseen selvitysten ulkopuolelle jäivät alkuvaiheessa taimistojen, nuorten ensiharvennusmetsien sekä vajaatuottoisten lehtipuuvältaisten metsien pienpuustot. Näitten hyödyntämistä alettiin tutkia järjestelmällisesti Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastossa SITRAN rahoittamassa lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektissa, joka päättyi vuonna 1978. Sen jälkeen kehitystyö on jatkunut Metsäntutkimuslaitoksen PERA-projektin puitteissa ennen kaikkea pienpuun polttoainekäyttöä silmällä pitäen.

Metsätähteiden ja pienpuuston biomassasisältö on mittava. Taulukossa 1 on esitetty arvio korjattavissa olevan pienpuuston biomassasisällöstä (H a k k i l a ym. 1978). Laskelmien lähtökohtana on ollut hakkuusuunnitteitten ja niitä vastaavien metsänhoito-ohjelmien toteutuminen, jolloin vajaatuottoisista lehtipuuvältaisista metsistä saataava pienpuun määrä alkaisi supistua ja ensiharvennusmetsien pienpuun määrä vastaavasti taas kasvaa vuosisadan loppua kohti.

Puutavaran työstäminen hakkeeksi siirrettävillä hakkureilla on osoittautunut käyttökelpoiseksi menetelmäksi varsinkin hakkuutähteiden ja pienpuuston korjuussa. Alan sanastoon vakiintuneella metsähakkeella tarkoitetaan ennen kaukokuljetusvaihetta

pölkystä, rangoista, kokopuusta, hakkuutähteistä tai muusta puutavarasta tehtyä haketta. Mukaan voitaneen lukea myös tehdasvarastolla kuorimattomista rangoista tai kokopuusta siirrettävällä hakkurilla valmistettu hake.

Energian hinnan nousun myötä metsähakkeen käyttäjäkunta on laajentumassa, kun myös lämpö- ja voimalaitokset ovat tulossa metsäteollisuusyritysten rinnalle hyödyntämään suurta puureserviä. Tästä syystä on osoittautunut tarpeelliseksi kartoittaa

Taulukko 1. Kokopuuhaketusten menetelmällä korjattavissa oleva pienpuuston biomassa (H a k k i l a ym. 1978).

Table 1. Biomass of small trees that could be harvested with whole-tree chipping method.

Biomassan lähde <i>Source of biomass</i>	Biomassa, milj. m ³ /a <i>Biomass, mill. m³/a</i>	
	1980	2000
Vajaatuottoiset metsät: <i>Under-productive forests:</i>		
Kokopuuhake kaikkiaan <i>Whole-tree chips total</i>	8,3	1,4
Kuitupuun mitat täyttävää <i>Pulpwood sized</i>	2,8	0,3
Lisäraaka-ainetta <i>Additional raw-material</i>	5,5	1,1
Ensiharvennusmetsät: <i>First thinning forests:</i>		
Kokopuuhake kaikkiaan <i>Whole-tree chips total</i>	2,0	7,2
Kuitupuun mitat täyttävää <i>Pulpwood sized</i>	1,0	4,1
Lisäraaka-ainetta <i>Additional raw-material</i>	1,0	3,1
Taimistot: <i>Young stands:</i>		
Kokopuuhake kaikkiaan <i>Whole-tree chips total</i>	3,3	3,1
Yhteensä: <i>Total:</i>		
Kokopuuhake kaikkiaan <i>Whole-tree chips total</i>	13,6	11,7
Kuitupuun mitat täyttävää <i>Pulpwood sized</i>	3,8	4,4
Lisäraaka-ainetta <i>Additional raw-material</i>	9,8	7,3

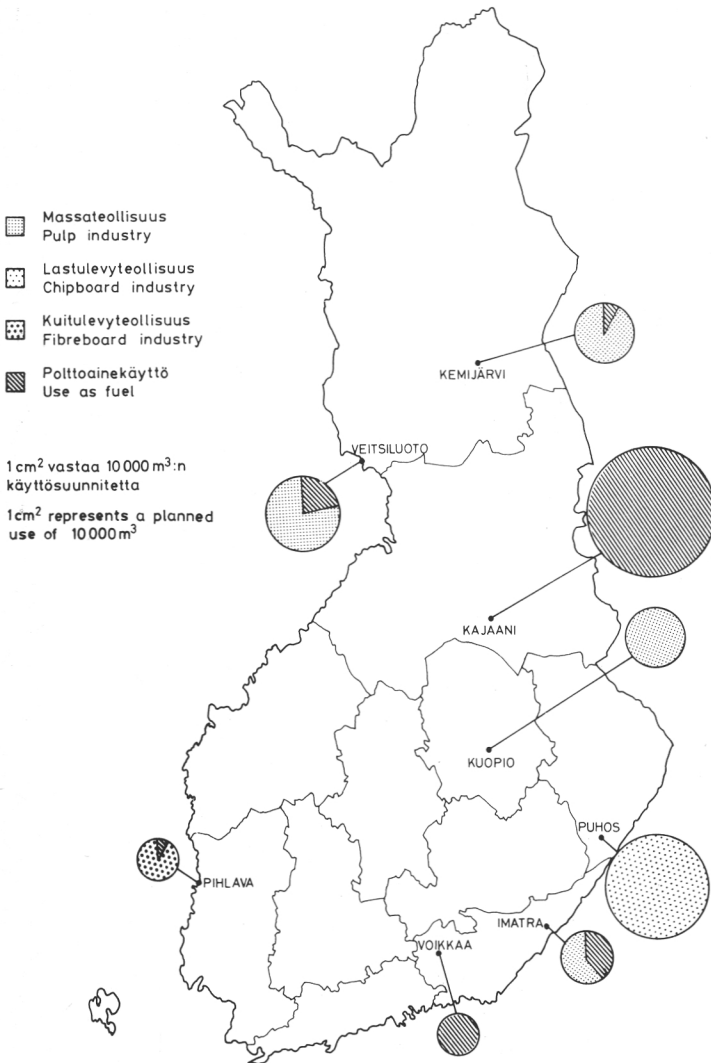
metsähakkeen käytön nykytila maassamme. Tähän selvitykseen liittyen tarkastellaan seuraavassa metsäteollisuuden metsähakkeen hankintaa ja käyttöä. Toisessa, rinnakkaisessa työssä selvitetään samanaikaisesti metsähakkeen polttoainekäyttöä keskiuurissa kulutuspisteissä.

Metsähaketta käytettiin keväällä 1980 seitsemän metsäteollisuusyrityksen kahdeksassa jalostuslaitoksessa. Tutkimuksen rungon muodostavat näiden yritysten edustajien haastattelut sekä käynnit työmailla ja käyttöpaikoilla. Puhelimitse keskusteltiin lisäksi 18 muun metsäteollisuusyrityksen edustajien kanssa tulevaisuuden näkymistä. Kirjallista materiaalia on myös käytetty hyväksi.

Metsähaketta käyttävien jalostuslaitosten sijainti ilmenee kuvasta 1.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla on tekeillä kaksiosainen tutkimus, jonka tavoitteena on kartoittaa metsähakkeen korjuun ja käytön tila vuonna 1980 ja kehitysnäkymät Suomessa. Käsillä oleva julkaisu kohdistuu metsähakkeen käyttöön metsäteollisuudessa, ja toisessa osatutkimuksessa kartoitetaan metsähakkeen polttoainekäyttöä keskiuurissa lämpölaitoksissa.

Metsäteollisuusyritysten edustajia tahdon kiittää mielenkiinnosta työhöni. Erityisesti MH Seppo J u k k o l a A. Ahlström Osakeyhtiöstä, MH Ilkka K a l l i o ja metsätyönjohtaja Reijo R i i v a r i Enso-Gutzeit Osakeyhtiöstä, MH Turka J ä m s e n ja DI Toivo L a i n e Kajaani Oy:stä, MH Jussi S e p p ä - l ä ja ins. Kurt M a l m b e r g Kymi Kymmene Oy:stä, MH Antti O k s a n e n, MH Uuno K a u h a n e n ja mt Jouko S a v o l a i n e n Osuuskunta Metsäliitosta, MH Pertti L i p s a n e n Pellos Oy:stä,



Kuva 1. Metsähaketta käyttävät metsäteollisuusyritykset vuonna 1980.
Fig. 1. Industrial forest companies using forest chips in 1980.

DI Matti Mäkeläinen Savon Sellu Oy:stä, ins. Hannu Airavaara Tehdaspuu Oy:stä sekä MH:t Markku Hovi, Kauko Parviainen ja Juha Vartiainen Veitsiluoto Osakeyhtiöstä ovat antaneet aikaansa selvityksen onnistumiseksi.

Auto- ja kuljetusteknikko Pertti Vasiko Metsäalan Kuljetuksenantajista, suunnittelija Jouko Örn Metsäteollisuuden työnantajaliitosta ja DI Unto Vilja Työväline Oy:stä ovat antaneet käyttööni materiaalia.

Konekirjoituksesta vastaavat Aune Rytkönen ja Raija Siekkinen. Kuvat ovat Leena Murrannan käsialaa. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut B.Sc.For.(Hons.) Mark Werren.

Käsitteilyä ovat lukeneet professorit Pentti Hakki ja Matti Karckäinen. Professori Kalle Putkisto on tarkastanut samasta aiheesta laaditun metsäteknologian laudaturtyön.

Lausun parhaat kiitokseni kaikille työssä mukana olleille.

2. HAKEMENETELMÄLLÄ KORJATTAVAT METSIKKÖKOHTTEET

Vuonna 1979 Suomen metsäteollisuus käytti 232 000 m³ metsähaketta, jonka lisäksi metsähaketta on käytetty muutamia satoja kuutiometrejä koetarkoituksiin. Tähän määrään sisältyy 117 400 m³ kuitupuun mitat täyttävää puuta, joten varsinaista lisäraaka-ainetta on saatu vajaat 115 000 m³. Verrattaessa tätä lukua seuraavaan Hakkilan (1978) esittämään arvioon vuosittain teknisesti korjattavissa olevasta lisäraaka-ainemäärästä havaitaan, että pienpuun ja metsätähteen raaka-ainereservit ovat käytön verrattuna huomattavat.

	Teknisesti korjattavissa oleva lisäraaka-aine, milj. m ³ /a
Hakkuutähdehake viheraineetta	3,0
Kanto- ja juuripuu	2,4
Kokopuuhake taimistoista	3,3
Lisäraaka-aine ensiharvennuksista	1,0
Lisäraaka-aine vajaatuottoisista metsistä	5,5
Yhteensä	15,2

Vaikka raaka-aineen talteenoton tehostuminen on merkittävä etu, metsäteollisuusyritysten metsähakkeen käytön ensisijaisena lähtökohtana ei tällä hetkellä ole kuitenkaan ensisijaisesti lisäraaka-aineen saanti, vaan kyseessä on uuden korjuutekniikan tarjoamien etujen hyödyntäminen pienpuuvaltaisissa leimikoissa. Ihmistyön kustannusten kohoaminen pakottaa siirtymään konevaltaisiin korjuuketjuihin, joissa työn tuottavuus on suurempi. Puun työstäminen massa-artikkelin muotoon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa helpottaa puutavaran käsittelyä ja parantaa automatisointimahdollisuuksia sekä metsä- että laitospäässä. Hakemenetelmä tarjoaa taloudellisen vaihtoehdon monien metsänhoidollisten toimenpiteiden suorittamiselle.

Hakemenetelmällä tapahtuva pienpuun korjuu suoritetaan suurelta osin sulan maan aikana. Kun perinteisiin korjuumenetelmiin perustuvat hakkuut ovat silloin pienimmillään, metsureille ja metsäkoneurakoitsijoille tarjoutuvat työtilaisuudet ovat tervetulleita.

Hakkuutähteen väheneminen on suotavaa myös maisemanhoidon, retkeilyn ja paloturvallisuuden kannalta. Mahdollisten metsänviljelytyöitten suorittaminen samalla helpottuu.

Puun koko maanpäällisen osan hyväksikäyttö merkitsee metsämaalle eneneviä ravinnetappioita. Havupuu uusii neulasensa kuitenkin 3...4 vuoden välein ja lehtipuun lehdet varisevat joka vuosi, joten suurin osa lehtien ravinteista jää metsään. Rasiinkaadolla ja tuhkan palauttamisella voidaan ravinnetalouden muutoksia lieventää.

Korjuuolot vaihtelevat hakemenetelmällä korjattavissa leimikoissa suuresti. Taulukossa 2 esitetään keskimääräisiä leimikkotietoja käytännön metsähaketustyömailta vuonna 1979. Hakemenetelmää käytetään ensisijaisesti seuraavien toimenpiteitten yhteydessä:

- 1) Taimistonhoito. Yleensä varttuneita, ns. karanneita taimistoja.
- 2) Verhopuiden poisto. Etelä- ja Itä-Suomessa koivun ja lepän korjuuta kuusentaimikoista.
- 3) Ensiharvennus. Männikoissä, Itä-Suomessa myös koivikoissa.
- 4) Harvennus. Pohjois-Suomessa.
- 5) Vajaatuottoisten alueiden avohakkuu. Puusto yleensä pienikokoista lehtipuuta.
- 6) Avohakkuu yhdistettyä tavaralaji- ja hakemenetelmää käyttäen. Latvahaketus ja monitoimikoneleimikoiden saneeraus korjaamalla pienet puut karsimattomina hakemenetelmällä.
- 7) Hakkuutähteen haketus lähinnä monitoimikoneella korjatuilta kuusivaltaisilta avohakkuualoilta.
- 8) Erikoistapaukset. Pellon, polttoturvesuon sekä rakennus- ja allasalueen raivaus.

Taulukko 2. Keskimääräiset leimikkotiedot metsäteollisuuden vuonna 1979 hakemenetelmällä korjaamista leimikoista. Keskiarvot painotettu korjuumäärillä.

Table 2. Average conditions in cutting sites harvested with the chipping method in 1979. Mean values weighted according to harvested volumes.

Leimikkotekijä Factor	Vaihteluväli Range	Keskiarvo Mean	Keskihajonta St. deviation
Pinta-ala, ha Area, ha.	3...30	11,2	7,5
Kuutiomäärä, m ³ /ha Timber volume, m ³ /ha.	15...60	27,0	9,9
Rungon keskimääräinen Average stem volume, dm ³	10...87	36,0	10,2
Kuitupuun osuus, % Proportion of pulpwood, %	25...70	48,0	16,6

Korjattavien puiden vähimmäisläpimittavaatimus rinnankorkeudelta oli kahdella yhtiöllä 5 cm ja muilla 4 cm. Hakkuutähdehaketta korjattiin vuonna 1979 vain yhden yhtiön toimesta 30...40 ha:n suuruisilta avohakkuualoilta yhtiön omista metsistä. Kertymä oli keskimäärin 30...35 m³/ha eli noin 20 % ainespuun määrästä. Metsähaketta valmistettiin eri raaka-aineista taulukon 3 mukaisesti.

Puun myyjien mukaan ryhmiteltynä metsähakemäärä jakaantuu seuraavan asetelman mukaisesti. Tuonti käsittää lähinnä ran-goista ja karsituista latvoista valmistettua haketta.

	Osuus, %
Omat metsät	35
Yksityiset metsänomistajat	34
Tuonti Neuvostoliitosta	20
Metsähallitus	9
Yhteisöt ja yhtiöt	2
Yhteensä	100

Hakemenetelmällä suoritettavaan puunkorjuuseen on metsänomistajien taholla suhtauduttu myönteisesti. Varsinkin pystykauppoihin on kiinnostusta. Eräissä yhtiöissä on kehitystä pyritty ohjaamaan hankintakauppojen suuntaan erityisesti verhopuita poistettaessa ja taimikonhoitotehtävissä, joissa jäävän puuston vaurioitumisriski vaikeuttaa korjuutyötä.

Taulukko 3. Metsähakkeen raaka-aineet vuonna 1979.
Table 3. Raw-materials for forest chips in 1979.

Raaka-aine Raw-material	Määrä, m ³ Amount, m ³	Osuus, % Proportion, %
Kokopuut Whole-trees	161 100	69
Karsitut rangat ja latvat Delimbed tops and stems	68 900	29
Hakkuutähteet Logging residues	2 000	1
Yhteensä Total	232 000	100

3. KORJUU

31. Kaadon, kasauksen ja lähikuljetuksen erityiskalusto

Kaatokahva on putkirakenteinen turvaliipasimella ja pikakiinnityksellä varustettu moottorisahan lisälaitte, jolla siirtelykaatotekniikkaa käyttäen pyritään parantamaan pienikokoisten puiden kaadon ergonomiia sekä helpottamaan ja nopeuttamaan työkentelyä. Laitetta käytettäessä voidaan kaato suorittaa suorana seisten ja kaatuvan

puun liike-energia käyttäen hyväksi kasauksessa. Metsäteollisuusyrityksillä on kaatokahvoja n. 200 kappaletta, ja kokemukset ovat olleet myönteisiä: Vakiovarusteisen moottorisahan käyttöön verrattuna tuotokset ovat jonkin verran parantuneet ja tapaturmat vähentyneet. Siirtelykaadon käyttö on edullista lähinnä lumettomana aikana.

Orion Yhtymä Oy:n valmistaman Normet N-151 -kasauslaitteen teleskooppipuomilla voidaan puutavara vetää ajouran varteen.

Teleskooppipuomiston pidentäminen tapahtuu hydraulimoottorin, ketjutangon ja ketjujen avulla ja puomiston lyhentämiseen käytetään siirtorunkoon sijoitettua hydraulivintturia. Puomiston suurin ulottuvuus kääntökeskiöstä on 15 m ja kääntökulma vaakatasossa 360°. Metsähakkeen korjuuketjuissa on käytössä vain yksi kone, joka on asennettu Valmet 462 -kuormatraktorin lyhennettyyn kuormatilaan.

Kokopuiden, rankojen ja hakkuutähteiden lähikuljetus poikkeaa perinteisten puutavara-lajien lähikuljetuksesta. Ongelmana on lähinnä kuormatilan epätydyttävä hyväksikäyttö. Metsätraktoriin voidaan asentaa lisävarusteita, jotka helpottavat työskentelyä ja lisäävät tuotosta.

- Kouran oikea muotoilu nopeuttaa kuormaamista ja on edellytyksenä varsinkin hakkuutähteiden tehokkaalle talteenotolle.
- Jatkopuomi mahdollistaa ajouravälin pidentämisen 25...30 m:iin ja vähentää jäävälle puustolle aiheutuvia vaurioita. Metsurin työ helpottuu kausamatkojen lyhentyessä. Kuljetuksen tuotos kuitenkin alenee jonkin verran vakiorakenteiseen nivelpuomikuormaimen nähden.
- Suurennettu kuormatila lisää kuljetuksen tuotosta. Kuormatila voidaan pidentää ja korottaa. Avo-hakkuualoilla tulee kysymykseen myös leventäminen.

32. Hakkurit

Korjattaessa puuta hakemenetelmällä on hakkuri keskeisessä asemassa. Seuraavassa esitellään lyhyesti keväällä 1980 käytössä olleet hakkurit.

Algol

Osakeyhtiö Algol Aktiebolagin rakentama Algolmonikäyttöhakkuri soveltuu mm. kokopuiden, hakkuutähteiden ja jätepuun haketukseen. Alustakoneena on järeä Valmet 882K -kuormatraktori, jonka kuormatilaan 270° kääntyvälle kehälle haketusosa on asetettu. Hakkuria syötetään traktorin ohjaamon katolle asennetulla kourakuormaimella. Syöttölaitteen muodostavat 3,5 m pitkä kiinteä alakuljetin, 1,5 m:n pituinen pystysuunnassa säädettävä yläkuljetin sekä syöttöruulla. Syöttöaukon koko on 300×1000 mm.

Rumpuhakkurissa on 20 terää ja rummun läpimitta on 60 cm. Pyörimisnopeus on 810 rpm. Haketusosa on varustettu seulalla ja jälkimurskaimella, joten ylisuuren jakeen osuus on pieni. Hakkeen poisto tapahtuu kahden puhaltimen ja hydraulisesti suunnattavan hakeputken avulla.

Voimanlähteenä on erillismoottori, jonka teho on 257 kW. Koko yksikön pituus kuljetusasennossa on 14,1 m ja työskentelyasennossa 10,2 m. Leveys on 2,5 m, korkeus 4,2 m ja kokonaisuudessa 26,0 tonnia. Prototyyppikoneita käytetään pääasiassa hakkuutähteiden haketukseen.

TT 1000 F

TT-hakkureita valmistaa Perusyhtymä Oy:n Hämeenlinnan konepaja. TT 1000 F on suunniteltu palstalla tapahtuvaan kokopuiden ja rankojen haketukseen. Kotimaassa on käytössä yksi tämänmerkkinen hakkuri, ja sen alustakoneena on järeä Lokomo 928 -metsätraktori. Hakkureita on rakennettu myös Valmet 872 K -metsätraktoreiden päälle, mutta näitä on toistaiseksi käytössä vain ulkomailla. Läpimitaltaan 980 mm:n laikkahakkuri, syöttölaitteet, 110 kW:n erillismoottori ja kipattava 17 m³:n hakekontti on sijoitettu traktorin kuormatilaan. Liukupuomikuormain sijaitsee ohjaamon ja haketusosan välissä.

Hakkurin kaksiteräinen laikka pyörii 1000 kierrosta minuutissa ja sen takana olevat siivet puhaltavat hakkeen hydraulisesti ohjattavan hakeputken kautta konttiin. Syöttöaukon koko on 250×250 mm. Syöttölaitteina ovat 1 600 mm:n alakuljetin ja pakkosyöttöruulla. Hakkuriosaa voidaan kääntää 15° eteen ja 10° taakse. Syöttö tapahtuu kuitenkin aina oikealta puolelta. Yksikön pituus on 9,8 m, leveys 2,5 m, korkeus 3,8 m ja paino 18,5 t.

TT 1000 TS

TT 1000 TS on maataloustraktorikäyttöinen teliperävaunualustalle rakennettu hakkuri. Vetokoneena ainoassa käytössä olevassa kappaleessa on Valmet 1502 -maataloustraktori. Perusrakenne on sama kuin TT 1000 F:ssä: haketusosa käsittää hakkurin syöttölaitteen ja hakeputkineen sekä kipattavan 15 m³:n hakesäiliön, jonka päällä on saranoitu, kipattaessa automaattisesti avautuva verkkokansi. Haketusosa on tässä mallissa kiinteä, laikan läpimitta 1 070 mm, alakuljetin pituus 1 250 mm ja syöttöaukon koko 260×315 mm. TT 1000 TS on erittäin alueellisten lämpölaistosten hakehuollossa käytetyt TT 1000 TU:n palstahaketusversio.

TT 1500 L

TT 1500 L on kuorma-autoalustainen välivarastohakkuri. Hakkuriosan muodostavat syöttölaitteet, 1500 mm:n laikkahakkuri hydraulisesti liikuteltavine hakeputkineen, Fiskars F 6000 -kourakuormain ja hydraulisesti työskentelyasentoon nostettava erillinen ohjaamo. Syöttölaitteisiin kuuluu 6 m:n pituinen alakuljetin ja kaksi syöttöruulaa, syöttöaukon koko on 400×445 mm. Teriä on 3 kappaletta ja laikan pyörimisnopeus on 625 rpm. Hakkuria ja kuormainta käytetään peruskoneen moottorilla, jonka kooksi suositellaan 260 kW. Yksikön pituus on 11,7 m, leveys 2,5 m ja massa 22,0 t. Keväällä 1980 Suomessa oli käytössä viisi tämäntyyppistä hakkuria.

TT 1500 T

TT 1500 T -välivarastohakkuri on puoliperävaunualustainen 220 kW:n erillismoottorilla, Fiskars F 6000 -kuormaimella ja ohjaamalla varustettu yksikkö. Syöttölaitteina ovat 2,5 m:n kuljetin ja kaksi syöttöruulaa. Syöttöaukon koko ja hakkuri ovat kaikissa 1500-malleissa samanlaiset. Haketusosaa voidaan kääntää kuljetusasennosta 120° oikealle ja 90° vasemmalle syötön nopeuttamiseksi. Yhdistelmän pituus on 14,3 m, leveys 2,3 m, korkeus 4,0 m ja paino ilman vetoautoa 15,5 t. Käytössä on yksi prototyyppihakkuri.

TT 1500 LP

TT 1500 LP -hakkuria on valmistettu kaksi prototyypinluonteista kappaletta keväällä 1980. Hakkuria syötetään kulkusuuntaan katsoen oikealta puolelta. Syöttöpöytä 2 500 mm:n alakuljettimiseen käännetään kuljetuksen ajaksi taakse. Voimanlähteenä on 257 kW:n erillismoottori, peruskoneen moottori käyttää Fiskars F 7000 -kuormainta. Vakaajina on kolme tukijalkaa, joista kaksi koneen oikealla ja yksi vasemmalla puolella. Ohjaamo nostetaan hydraulisesti työskentelyasentoon. Kokonaisuudessa käyttökunnossa on 23 500 kg.

Trelan D 60

Hakkurin on valmistanut Strong Manufacturing Co. Yhdysvalloissa. Alkuperäinen malli on rakennettu teliperävaunuustalalle ilman omaa kuormainta, joten se vaatii erillisen syöttökoneen. Suomeen tuoduista kolmesta hakkurista yksi on muunnettu kuorma-autoalustaiseksi. Läpimitaltaan 1 524 mm:n laikkaa, alakuljetinta ja syöttörullaa käytetään omalla 136 kW:n moottorilla. Kaksiteräisen laikan pyörimisnopeus on 630 rpm. Hakkuri pystyy hakettamaan läpimitaltaan 43 cm:n puun. Hakkurin pituus on 6,4 m, leveys 2,4 m ja massa 8,1 t. Keväällä 1980 oli käytössä kaksi Trelan D 60 -hakkuria.

Kaikissa esitellyissä hakkurimalleissa on hakkeen pituuden säätömahdollisuus. Kaikkiaan metsäteollisuusyrityksillä on käytössä 14 hakkuria. Näistä kolme on yritysten ja 11 urakoitsijoiden omistuksessa.

33. Kaukokuljetus

Metsähakkeen kaukokuljetus suoritetaan pääasiassa irto- tai kiinteälavaisilla täysperävaunuautoilla, joita on käytössä 28 kappaletta. Haketta kuljetetaan myös yhdellä perävaunuttomalla kuorma-autolla, jossa on vaihtolavalaitteet. Kokopuiden ja rankojen lähikuljetusta varten on rakennettu myös yksi Jykin puristuspankkoperävaunu, jossa kuorma kiristetään vaijereiden ja hydraulimoottorin avulla.

Multilift CL- tai ML- vaihtolavalaitteet on varustettu 20 yhdistelmää, joista kymmenellä on metsähakkeen kuljetuksen lisäksi ajoittain muutakin käyttöä. Multilift CL-järjestelmässä lavan nosto ja lasku tapahtuu vinnin ja vaijereiden avulla. Lisäksi laite toimii takakippinä. Vaijereiden päissä on lenkit, jotka kiinnitetään lavassa oleviin koukkuihin.

Multilift ML- vaihtolavalaite edustaa edellisestä kehittyneempää teknologiaa. Nosto ja lasku tapahtuu pakko-ohjatulla veto-työntöketjulla, johon on kiinnitetty koukku.

Koukku tarttuu lavassa olevaan nostopakkiin automaattisesti. Lavaa voidaan siirtää vaakatasossa taaksepäin esimerkiksi perävaunuun ja se lukitaan paikoilleen paineilmaohjatuilla lukoilla.

Multiliftin uusi HL-laitteisto on tarkoitettu lähinnä pieniin kuorma-autoihin. Siinä vaihtolavaa siirretään koukkumaisen tartuntaelimen ja nostovarsien avulla. Vaihtolavat on varustettava erityisillä nostokehikoilla.

Ajoneuvoyhdistelmistä kolmesta puretaan kippaamalla perästä, kolmesta on varustettu sivukippauslaitteet ja kaksi Närköh hakelavoilla, joiden purkaminen tapahtuu lavan pohjalla olevan kuljettimen avulla.

34. Korjuuketjut

Metsähakkeen hankinnasta vastaavat yleensä yhtiöiden metsäosastot tai niiden omistamat puunhankintayhtiöt. Savon Sellu Oy:n puun saannin turvaa samaan yhtymään kuuluva Osuuskunta Metsäliitto. Perusluonteeltaan metsähakkeen hankinta ei poikkea perinteisten puutavaralajien hankinnasta, mutta korjuutekniikassa on luonnollisesti eroja.

Puutavaran valmistaminen on ensimmäisenä lenkinä kaikissa korjuuketjuissa. Vuonna 1979 pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan hakuussa käytettiin kokeilusopimusta, jonka metsä- ja uittoalan työehtosopimusosapuolet yhteisesti laativat ja hyväksyivät. Vastaava sopimus on solmittu ajalle 21.4.1980—28.2.1982 pienin lisäyksiin. Sopimusta sovelletaan korjattavan puuston keskiläpimitan ollessa alle 10 cm rinnankorkeudelta mitattuna. Työnantaja on velvollinen luovuttamaan hakkuumiehen käyttöön kahvakehikon tai suorittamaan määrätyn summan työpäivää kohden korvauksena oman kahvakehikon käyttämisestä. Sopimuksessa määritellään käytettävät työmenetelmät seuraavasti (Pieniläpimittaisen... 1980):

Siirtelykaato 1 sisältää seuraavat työvaiheet:

- suunnattu kaato kahvakehikolla varustetulla moottorisahalla,
- puiden siirtely kasoihin,
- ajouralla olevien rinnankorkeusläpimittaluokkiin 5...13 cm kuuluvien puiden siirtely ajouran varteen kasoihin,
- ajouralta kaadettujen rinnankorkeusläpimittaluokkiin 15+ cm kuuluvien puiden tyvien kattaus noin 2,5 m:n pituisiksi ja kääntely ajouran varteen.

Siirtelykaato 2 sisältää lisäksi seuraavat työvaiheet:

- 7...10 m pituisten puiden katkaisu n. 7 m:n kohdalta, latvaosa jää metsään,
- yli 10 m pituisten puiden katkaisu kahteen osaan ja latvaosan siirtely kourakasoihin.

Noin 13 % kotimaasta saatavasta metsähakkeesta korjataan yhdistetyllä tavaralaji- ja hakemenetelmällä, jolloin pienet puut sekä latvat siirrellään kasoihin ja järeämmästä puutavarasta valmistetaan perinteisiä puutavaralajeja. Menetelmän valinta riippuu leimikko-oloista, esimerkiksi harvennushakkuissa käytetään yleensä siirtelykaato 2:ta. Miltei kaikilla yhtiöillä on lisäksi omia erityisohjeita eri leimikko-oloihin ja korjuuketjuihin.

Rasiinkaatoa eli karsimattoman puun kuivattamista palstalla käytetään kolmessa yrityksessä: kahdessa pyritään rasikuivatuksella parantamaan hakkeen polttoarvoa ja yhdessä on tarkoituksena ehkäistä tikkujen ja viheraineen pääsy lastulevyn valmistusprosessiin sekä alentaa lastujen kuivatuksen energiantarvetta. Rasiinkaadetusta puusta tehdyn hakkeen osuus korjatusta metsähakemäärästä on 56 %.

Lähikuljetuksessa käytetään pääosin normaalivarusteisia keveitä ja keskiraskaita metsätraktoreita, joista muutamissa on luvussa 31 esiteltyjä erikoisvarusteita. Lähikuljetuksen suorittavat pääosin urakoitsijat. Kokopuun lähikuljetus on urakoitsijoilla toistaiseksi kuitenkin vain satunnainen lisätyö perinteisten puutavaralajien metsäkuljetuksen ohella, joten erityiskaluston hankkiminen ei ole aina perusteltua. Vuonna 1979 yhtiöiden omilla metsätraktoreilla kuljetettiin 9 % metsähakkeen raaka-aineeksi korjatusta puusta. Metsätähteiden lähikuljetus suoritetaan kesäaikaan, ja täksi ajaksi kuormatraktoreihin asennetaan erikoiskourat sekä jatkosivutuet kuormatilan suurentamiseksi.

Metsäkuljetus suoritetaan Suomessa aina loppuun ennen välivarastolla tapahtuvaa haketusta. Varastointiaika välivarastolla vaihtelee muutamasta viikosta vuoteen. Haketus tapahtuu välivarastolla suoraan kiinteille tai vaihdettaville lavoille lukuun ottamatta TT 1000 TS -hakkuria, joka hakettaa omaan konttiinsa ja kippaa sen vaihtolavalle.

Korjuuketju, jossa haketus ja lähikuljetus suoritetaan TT 1000 F -palstahakkurilla, on käytössä yhdellä yrityksellä. Hakkurin kontti tyhjennetään kippaamalla vaihtolavalle. Puuta korjataan miltei yksinomaan mäntyvaltaisista ensiharvennusleimikoista hyvissä maasto-oloissa, joissa menetelmä on osoittautunut tehokkaaksi.

Hankintakauppojen osuus korjatusta puumäärästä vaihtelee yhtiöittäin 0...80 %:iin ja on koko maassa keskimäärin 20 %. Käytössä on ollut sekä varsinainen hankinta, jolloin puu luovutetaan kaukokuljetusreitit varressa välivarastolla, sekä ns. puolihankinta, jolloin isäntä suorittaa vain kaadon ja kasauksen ajouran varteen. Molemmissa tapauksissa korjuuketjut etenevät samoin kuin pystykaupoissa. Savon Sellu Oy:ssä kokopuut ja rangat kuljetetaan kokonaisina puutavara-autoilla tehdasvarastoalueelle, jossa ne haketetaan TT 1500 T -hakkurilla suoraan kekovarastoon.

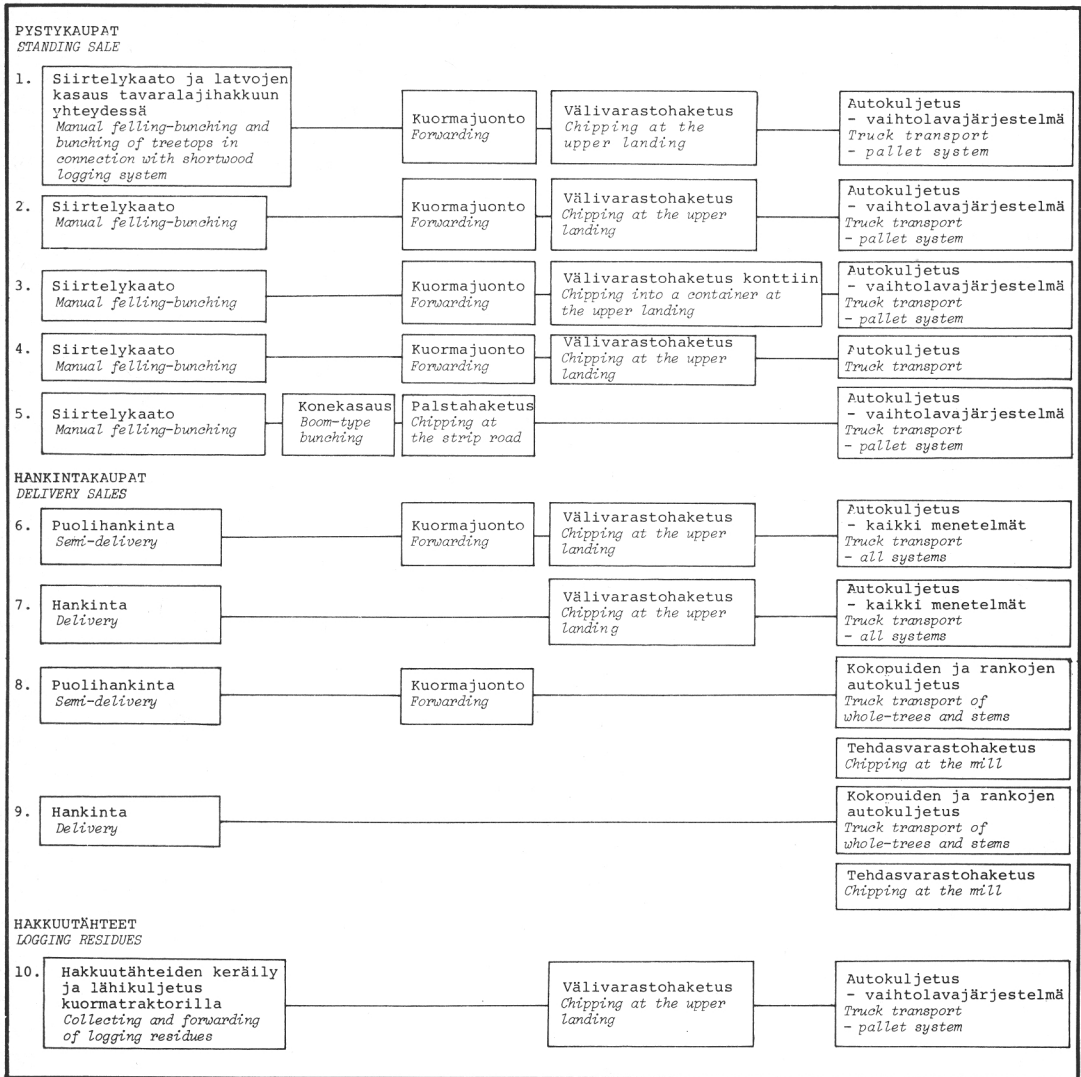
Metsähakkeen korjuussa käytetyt työketit sekä niiden osuudet kotimaasta korjatusta metsähakemäärästä ilmenevät kuvista 2 ja 3.

Hakemenetelmällä suoritettava puunkorjuu tapahtuu siirtelykaadon ja lähikuljetuksen osalta etupäässä lumettomana aikana. Yhdistettyä tavaralaji-hakemenetelmää käytetään koko vuoden. Välivarastohaketus ja hakkeen kaukokuljetus ovat samoin käynnissä vuoden ympäri, mutta palstahaketus korvataan sydäntalvella ja kelirikkoaikana kokopuiden lähikuljetuksella ja välivarastohaketuksella.

Eri yhtiöissä käytettävät korjuuajankohdat selviävät siirtelykaadon ja lähikuljetuksen osalta kuvasta 4. Kaukokuljetusmatkan keskimääräinen pituus vaihteli yhtiöittäin vuonna 1979 välillä 60...150 km painotetun keskiarvon ollessa 76 km. Enimmäismatka oli vastaavasti 90...150 km.

Korjuuketjun kriittisin vaihe on haketuksen ja kaukokuljetuksen niveltäminen toisiinsa. Merkittävänä etuna on pidetty sitä, että hakkuri ja kaukokuljetuskalusto ovat saman urakoitsijan omistuksessa. Tällainen järjestely onkin käytössä miltei kaikissa tapauksissa. Mikäli haketus tapahtuu tehdasvarastolla ei vastaavaa tarvetta luonnollisestikaan ole.

Kelirikoista aiheutuu haittaa kaikelle puutavaran autokuljetukselle. Erityisongelman



Kuva 2. Metsähakkeen korjuuketjut vuonna 1979.
Fig. 2. Harvesting systems for forest chipping in 1979.

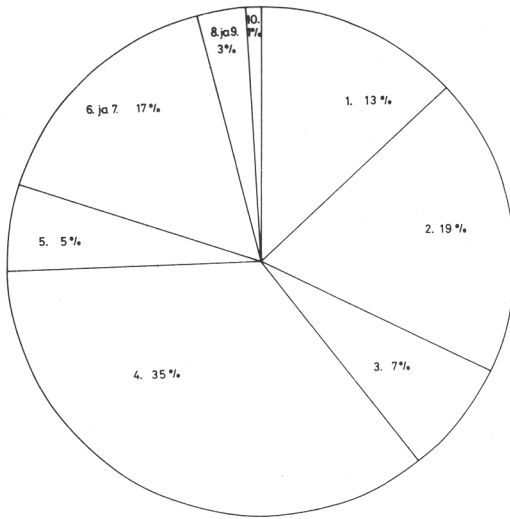
hakkeen kuljetuksessa on se, että kuormaa ei välillä voida purkaa. Kelirikko-ongelmaa helpottaa vaihtolavajärjestelmä, jossa perävaunu voidaan jättää päätien varteen vetovaunun hakiessa vaihtolavat välivarastolta. Varastoalueiden pienuuden aiheuttama haitta samalla lieventyy.

Tällä hetkellä hakemenetelmällä tapahtuvan puunkorjuun ongelmia ovat edellä mainittujen lisäksi mittaus, lähikuljetuksen alhainen tuotos, kivet ja muut vieraat ainekset haketuksessa sekä erikoiskoneiden ja uuden korjuumenetelmän suunnittelulle asettamat vaatimukset. Hyönteistuhovaara

on kuorellisen puutavaran varastoinnista annettavan lain astuessa voimaan otettava suunnittelussa entistä tarkemmin huomioon. Ravinnetappioita ei pidetä merkittävänä ongelmana.

35. Tuotokset

Työnantajien ilmoittama metsurien keskituotos siirtelykaatomenetelmällä suoritettavassa hakkuutyössä vaihteli välillä 6...16 m³ päivässä painotetun keskiarvon ollessa 9,9 m³/pv. Vertailuna mainittakoon, että n.



Kuva 3. Korjuuketjujen osuudet kotimaasta vuonna 1979 korjatusta 186 600 m³:n metsähakemäärästä. Numerot viittaavat kuvaan 2.
 Fig. 3. Proportional uses of different harvesting systems for the 186 600 m³ of forest chips harvested in Finland in 1979. Numbers refer to figure 2.

3 m:n kuitupuun hakkuussa keskituotos on n. 10 m³/pv, mutta kysymyksessä ovat luonnollisesti järeämmät puut.

Kokopuun lähikuljetuksessa keskimääräi-

nen tuotos työmaatunnissa oli 5,5 m³. Vaihteluväli oli 3,5...7,0 m³/h. Keskimääräisissä oloissa kuormatraktorin vastaava tuotos kuitupuun lähikuljetuksessa on 11 m³/h. Hakkuutähteiden lähikuljetuksessa erikoisvarusteisten kuormatraktoreiden keskituotokseksi ilmoitettiin 5,0 m³/h.

Hakkureiden kapasiteetit ja tuotokset vaihtelevat mallista ja puutavarasta riippuen. Uudempien autoalustaisten hakkureiden keskituntituotokset vaihtelevat urakanantajien mukaan 18...25 m³:iin ja muiden väli-varastohakkureiden tuotos 12...15 m³:iin. TT 1000 F -palstahakkurin tuotokseksi on todettu 7 m³/h, mihin sisältyy myös kuljetus tienvarteen. Palstahakkurille soveltuviissa oloissa yhdistetyn haketuksen ja kuljetuksen tuotos on siten korkeampi kuin lähikuljetuksen keskimääräinen tuntituotos.

Tällä hetkellä metsäteollisuuden käytössä olevien siirrettävien hakkureiden yhteenlaskettu kapasiteetti on kaksivuorotyössä noin 370 000 m³ vuodessa, joten keskimääräiseksi käyttöasteeksi muodostuu 186 600 m³:n haketusmäärällä 50 %. On kuitenkin otettava huomioon, että eräät urakoitsijat tekevät metsäteollisuudelle toimitettavan hakkeen lisäksi polttohaketta muille käyttäjille.

	TAMMI JAN.	HELMI FEB.	MAALIS MARCH	HUHTI APRIL	TOUKO MAY	KESÄ JUNE	HEINÄ JULY	ELO AUGUST	SYYS SEPT.	LOKA OCT.	MARRAS NOV.	JOULU DEC.
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ												
ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ												
KAJAANI OY												
OSUUSKUNTA METSKLIITTO Kuopion piiri Kuopio region												
PELLOS OY												
TEHDASPUU OY												
VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ Kemin hankinta-alue Kemi delivery area												
Kemijärven ha Kemijärvi delivery area												

Kuva 4. Siirtelykaadon (yhtenäinen viiva) ja kokopuiden lähikuljetuksen (katkoviiva) ajoittuminen.
 Fig. 4. Timing of manual felling-bunching (solid line) and forest transport of whole trees (dotted line).

4. MITTAUS

Mittaus suoritetaan korjuun eri osavaiheissa tehdyn työn palkanlaskentaa varten (työmittaus), kokonaisuusmäärän ja tavaralajiosuuksien määrittämiseksi kauppahinnan laskemista varten (luovutusmittaus) sekä vastaanotettujen puumäärien rekisteröimiseksi tehdaspäässä (tehdasmittaus). Työ- ja luovutusmittaus ovat lakisääteisiä. Mittaus voidaan suorittaa pystypuista, varastopinos- tai hakekuormasta.

Pystymittaus

Totaalinen pystymittaus suoritetaan mittaamalla kaikkien poistettavien puiden rinnankorkeusläpimitta sekä eri läpimittaluokkia edustavista koepuista lisäksi kapeneminen ja pituus. Mikäli puun runkomuoto poikkeaa normaalista vikojen tai muiden syiden vuoksi, apteerataan koepuu pystyyn mittaamalla eri tavaralajien päättymiskorkeudet. Koepuista laskettujen keskimääräisten kuutiomäärien ja tavaralajiosuuksien sekä puuston läpimittaluokajakauaman avulla selvitetään kokonaiskuutiomäärä.

Totaalisella pystymittauksella mitattiin vuonna 1979 n. 8 % hakemenetelmällä korjatusta puumäärästä. Menetelmä on hyväksytty käytettäväksi sekä palkanmaksun perustana että kauppahintaa määrättäessä. Oksien määrä on kyseisissä olosuhteissa arvioitu 20 %:iksi runkopuun määrästä.

Pienpuun hakkuun urakkapalkkausta varten on kehitetty koelamittauksiin perustuva pystymittaussovellutus, jota voidaan käyttää myös kuutiomäärän selvittämiseen. Poistettavan puuston läpimittaluokkakajakauma sekä läpimittaluokittaiset pituushavainnot selvitetään puulajeittain linjoittaisilta ympyräkoaloilta. Hakkuun yhteydessä rungot luetaan, ja sen jälkeen lasketaan kokonaiskuutiomäärä puulajeittain runkoluvun, läpimittaluokkakajakauman ja läpimittaluokittaisten muuntolukujen avulla. Vuonna 1979 työmittauksesta suoritettiin tällä menetelmällä 89 %. Eräissä tapauksissa mittaustuloksia käytettiin myös luovutusmittana yhtiön sisäisissä kaupoissa.

Pinomittaus

Rankojen ja kokopuiden pinomittaus perustuu pinon kehystilavuuden ja pinotiiviysluvun määrittämiseen. Kehystilavuuden selvittämiseksi mitataan pinon etu- ja takakorkeus, pituus sekä leveys. Korkeuden mittaus suoritetaan kahden — alle 10 metrin pituisissa pinoissa yhden — metrin pituisissa pätkissä arvioiden ylipitkien latvojen, pinon takapituuden sekä ylä- ja alareunan taosituksen vaikutus mittauskohtaan.

Pinon kiintotilavuus saadaan kertomalla kehysmitta pinotiiviysluvulla, jona käytetään tarkkuusvaatimuksista riippuen kokemusperäisiä tai tarkempiin selvityksiin perustuvia lukuarvoja.

Pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan pinomittauksista on käytetty kahdessa yrityksessä. Toisessa on sen perusteella maksettu urakkapalkalla suoritettavan lähikuljetuksen ennakkomaksu. Toisessa yrityksessä tehtaalla autokuormasta tapahtuva pinomittaus on ainoa mittausmenetelmä muodostaen pohjan myös työmäärän ja kauppahinnan selvittämiseksi. Kotimaasta korjatusta hakemäärästä ensiksi mainitun käytännön osuus on 27 ja jälkimmäisen 3 %. Rankojen pinotiiviyslukuna on yleensä ollut 0,40, mutta jälkimmäisessä yrityksessä ollaan siirtymässä soveltuvin osin K a n n i s e n (1980) ilmoittamiin tiiviyslukuihin:

Leppäranka	0,445
Leppävaltainen lehtipuuranka	0,375
Leppävaltainen lehtikokopuu	0,195

Ero leppärangan ja leppävaltaisen lehtipuurangan muuntoluvuissa johtuu tutkimuksen mukaan puiden kokoeroista. Leppärankojen keskimääräinen tyvilleikkausläpimitta oli 30 % suurempi kuin leppävaltaisten lehtipuurankojen.

Hakemittaus

Hakemittauksessa kiintotilavuus määritetään muuntolukujen avulla kuorman irtotilavuudesta tai hakkeen kuivamassasta. Irto-

tilavuus selvitetään lavan sisämittojen perusteella ottaen huomioon vajaukset ja kohoumat lavan reunasta, muuntokertoimina on eri yhtyiössä käytetty lukuja 0,38, 0,40 ja 0,45. Hakkurimallista riippuen hake pakkautuu kuorma-auton lavalle eri tavalla, mikä on tärkein syy kertoimien välillä oleviin eroihin. Hakemäärästä 90 % on muunnettu kiintotilavuusyksiköiksi kertoimella 0,40.

Hakekuorman massa saadaan punnitsemalla auto ensin kuormattuna ja sitten tyhjänä. Kosteusnäytteen avulla lasketaan kuivamassa, joka muunnetaan kiintotilavuudeksi muuntolukujen avulla. Kuivamassan mittaukseen perustuva menetelmä on käytössä vain yhdessä yrityksessä, ja sielläkin käyttö rajoittuu tällä hetkellä n. 80 vuotiaasta koivusta tehtyyn hakkeeseen. Muuntolukuna on tällöin 487 kg/m³.

Eräässä yrityksessä kuorman irtotilavuus saadaan selville hakkeen massan avulla: kaikki hakekuormat punnitaan ja kuormien irtotilavuudet selvitetään leimikoittain 10 %:n otannalla. Käytössä on myös menetelmä,

jossa hake on jaettu puulajisuhteiden ja kosteuden avulla neljään ryhmään. Hakekuormat mitataan ryhmittäin edellä kuvatulla tavalla paino-otantana. Tarkoituksena on kehittää menetelmää siten, että hakekuorman kiintotilavuus saadaan hakkeen massan ja ryhmäkohtaisen muuntoluvun avulla. Tehtaille vastaanotetusta metsähakemäärästä 98 % mitataan käyttäen hakemittausmenetelmiä.

Tehdasmittausta käytetään myös kauppahintaa määrättäessä lukuun ottamatta sellaisia kauppia, joissa puumäärä on selvitetty totaalisella pystymittauksella. Urakalla suoritettavan haketuksen, lähi- sekä kaukokuljetuksen palkanlaskennassa käytetään tehdasmittaustietoja niinkään. Mittausta pyritään kehittämään siten, että kauppahinta ja työpalkat olisivat viiveittä maksettavissa ja jalostukseen tulevan metsähakkeen tehdasmittauksessa noudatettaisiin samoja periaatteita kuin perinteisten puutavaralajien mittauksessa.

5. PALKKAUS

Metsä- ja uittoalan työehtosopimusosapuolet ovat hyväksyneet pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan mittaushjeen ja hakkuupalkat kokeilukäyttöön työehtosopimuskaudeksi eli 28.2.1982 asti kuitenkin siten, että hakkuun yksikköpalkat tarkistetaan tarvittaessa.

Koelamittausten perusteella selvitetään poistettavan puuston rinnankorkeusläpimitajakauma ja läpimittaluokittaiset keskipituudet sekä tehdään työvaikeusluokitus. Kaikki mittaukset tehdään puulajeittain. Sopimukseen sisältyvistä taulukoista saadaan läpimittaluokittaiset yksikköpalkat hakkuumenetelmän, puulajin, leimikkotyypin ja poistettavien puiden tiheyden perusteella. Taulukoissa ovat mukana rinnankorkeusläpimittaluokat 5...19 cm, luokan 3 cm yksikköpalkat saadaan kertomalla luokan 5 cm yksikköpalkat kertoimella 0,9. Esimerkkejä yksikköpalkoista ja niiden perusteella laskeutuista hakkuukustannuksista on taulukossa 4.

Perustaksaa korotetaan työvaikeuslisillä maaston, kaatovaikeuden, lumen vahvuuden

ja puuston pituushaitan niin vaatiessa. Mikäli puuston mittausta on suoritettu ennen kasvukauden puoliväliä ja hakkuu tapahtuu kasvukauden jälkeen, suoritetaan korvaus läpimitan kasvusta. Samoin korvataan hakkuun lisätyöt kuten puiden luku, raivauspuun kaato ja puulajien erottelu.

Sopimuksessa on myös maininta yritysten velvollisuudesta ilmoittaa palkkausmenetelmän käytöstä liittotoimistolle ansioseurantaa varten. Sopimuksen mukaan sellaiselle työntekijälle, joka ei ole aikaisemmin tätä menetelmää käyttänyt, maksetaan urakatyössä ensimmäiseltä kahdelta viikolta koulutusopimuksen mukainen palkka. Palkkauksen taso muodostuu samaksi kuin perinteisessä hakkuutyössä urakkapalkalla.

Edellä selostettua palkkausmenetelmää käytetään kuudessa yrityksessä. Yhdessä hakkuu teetetään urakkapäiväpalkalla ja sahan käytöstä suoritetaan erillinen korvaus. Tämän käytännön osuus on kuitenkin vain vajaat kolme prosenttia kotimaasta hakemennelmällä korjattavasta puusta.

Lähikuljetus teetettiin vuonna 1979 pää-

Taulukko 4. Esimerkkejä siirtelykaadon perustaksoista sekä niiden perusteella lasketuista hakkuukustannuksista ilman sosiaaliskustannuksia joulukuussa 1980* (Pieniläpimittaisen... 1980 ja Työryhmän... 1980).

Table 4. Examples of basic rates for manual felling-bunching and cutting costs based on these rates (excluding social expenses — December 1980).*

D _{1,3} DBH cm	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce		Koivu — Birch	
	mk/puu FIM/tree	mk/m ³ ** FIM/m ³	mk/puu FIM/tree	mk/m ³ FIM/m ³	mk/puu FIM/tree	mk/m ³ FIM/m ³
5	0,331	44,49	0,365	41,95	0,245	30,86
7	0,380	23,11	0,416	21,89	0,264	13,58
9	0,414	13,69	0,456	13,05	0,281	7,91
11	0,446	8,91	0,486	8,42	0,294	5,10
13	0,477	5,69	0,521	5,32	0,306	3,26
15	0,504	4,17	0,552	3,94	0,315	2,20
17	0,531	2,97	0,578	2,75	0,325	1,67
19	0,557	2,34	0,608	2,19	0,335	1,31

* Oletukset: Pohjois-Suomi, ensiharvennus, poistuma 1300 puuta/ha, oksaisuusluokka ku 3, mä ja ko 2.

** Presumptions: Northern Finland, first thinning, drain 1300 trees/ha., branchiness class: spruce 3, pine and birch 2.

** Hakkuukustannukset on kaikissa tapauksissa kohdistettu koko poistettavalla biomassalle.

** Costs of manual felling-bunching refer to total removed biomass.

osin aikatyönä metsätraktorikuljetusmaksujen mukaisilla ohjetuntipalkoilla käyttäen kevyen ja keskiraskaan työn taksaa. 31.1.1981 päättyvällä sopimuskautella ohjemaksut ovat metsätraktorin järeydestä riippuen 87...116 mk/h (Puutavaran... 1980). Yhdessä yrityksessä oli päästy maastoluokittusta soveltamalla sopimukseen urakkataksista, joiden perustana oli n. 3 m:n puutavaran kuljetusmaksu. Urakkapalkka on kuitenkin se palkkausmuoto, jota lähitulevaisuudessa käytetään kaikissa yrityksissä.

Metsäalan Kuljetuksenantajien asettaman työryhmän ehdotus metsähakkeen kuljetus- ja valmistusmaksuiksi valmistui kesäkuussa 1980. Ehdotus sisältää kokopuiden lähikuljetusmaksut, välivarastohaketusmaksut ja hakkeen autokuljetusmaksut. Lähikuljetuksen työmäärä todetaan ehdotuksen mukaan seuraavalla tavalla (Työryhmän... 1980, vrt. Pieniläpimittaisen... 1980):

- Koelamittauksin selvitetään hakattavan puuston rinnankorkeusläpimittajakauma läpimittaluokittaisine pituushavaintoineen puulajeittain. Rungot lukee hakkuumies.
- Läpimittaluokittaiset, puulajeittaiset runkopuumäärät kuutioidaan kannosta latvan huippuun L a a s a s e n a h o n taulukoita apuna käyttäen.
- Kokonaispuumäärät saadaan kertomalla puulajeittain runkopuumäärät oksaisuusluokittaisilla kertoimilla.

Ehdotuksessa annetaan ohjeet hakkuun ja lähikuljetuksen suorittamisesta sekä esitetään yksikkömaksut avo- ja harvennushakkuissa maasto- ja tiheysluokittain eri maastokuljetusmatkoille. Taulukossa 5 on esimerkkejä yksikkömaksuista.

Välivarastohaketusmaksun määräämistä varten hakettava puutavara ryhmitellään kolmeen puutavararyhmään keskimääräisen rinnankorkeusläpimitan perusteella. Haketuksen yksikkömaksut saadaan puutavararyhmittäin vuotuisen haketusmäärän perusteella (taulukko 6). Yksikkömaksua alennetaan, mikäli urakoitsija vastaa teräkustannuksista, ja korotetaan, mikäli pinossa oleva kivisyys haittaa haketusta oleellisesti.

Taulukko 5. Esimerkkejä kokopuun lähikuljetuksen urakkataksista, kun maastoluokka on II ja tiheysluokka 3 (Työryhmän... 1980).

Table 5. Examples of piecework rates for forest transport of whole-trees.

Ajomatka Hauling distance m	Avohakkuu Clear cutting	Harvennushakkuu Thinning
	mk/m ³	
200	18,87	22,63
400	22,65	26,60
600	25,82	29,73
800	28,31	32,26

Taulukko 6. Välivarastohaketuksen yksikkömaksut (Työryhmän... 1980).

Table 6. Piecework payments for chipping at the landing site.

Vuotuinen haketusmäärä- Annual chipping amount	Keskimääräinen rinnankorkeus- läpimitta, cm Average DBH, cm		
	-5,0	5,0—9,9	10,0+
	mk/i—m ³		
—40 000	11,40	10,30	9,30
40 000—59 999	8,80	7,60	6,80
60 000—79 999	7,80	6,60	5,80
80 000—99 999	7,30	6,00	5,20
100 000+	7,00	5,60	4,90

* i—m³ = hakkeen irtotilavuus, m³

** i—m³ = Loose volume of chips, m³

Metsähakkeen autokuljetuksen osalta noudatetaan vastaavaa puutavararyhmitteilyä ja irtotilavuusyksikkökohtaiset kuljetusmaksut riippuvat lisäksi hakkeen kosteudesta ja matkasta (taulukko 7). Yksikkömaksuun voi tulla lisäyksiä tai vähennyksiä keskimääräisen vuosituotoksen, kuormauspaikaluokkien ja vaihtolavalaitteiden käytön johdosta.

Keväällä 1980 yrityksissä noudatettiin ehdotuksen mukaisia yksipuoleisia taksoja välivarastohaketuksessa ja autokuljetuksessa. Yritysten omien hakkureiden kuljettajat työskentelevät aikapalkalla, jolloin metsäosasto veloittaa käyttölaitosta haketustyöstä. Konekasaus suoritetaan tuntipalkalla ja palstahaketuksessa käytetään erikseen lasketua urakkataksaa.

Taulukko 7. Esimerkkejä metsähakkeen autokuljetuksen yksikkömaksuista (Työryhmän... 1980).

Table 7. Examples of piecework rates for truck transport of forest chips.

Kuljetusmatka Distance	Havupuu — <i>Softwood</i>		Koivu — <i>Birch</i>		Muut <i>Others</i>
	Tuore <i>Green</i>	Puolikuiva <i>Semi-dry</i>	Tuore <i>Green</i>	Puolikuiva <i>Semi-dry</i>	
km			mk/1—m ³		
10	5,23	4,94	4,33	4,20	4,12
30	6,72	6,35	5,61	5,40	5,29
50	8,36	7,90	6,91	6,71	6,58
70	9,91	9,31	8,19	7,96	7,80
90	11,48	10,85	9,58	9,22	9,04
110	13,26	12,53	11,07	10,65	10,44
130	14,86	14,04	12,40	11,93	11,70
150	16,47	15,56	13,75	13,23	12,97

6. KUSTANNUKSET

Metsähakkeen käytöstä aiheutuvia kustannuksia ovat kantohinta, korjuukustannukset ja käyttökustannukset.

Kantohinnan laskutavassa on suurta vaihtelua yritysten välillä. Yhteistä kuitenkin on se, että korjattaessa metsähaketta yhtiön omista metsistä kantohintaa muodostuu vain nimellisesti. Kuitupuun mitat täyttävästä rungon osasta maksetaan yleensä hintasuositussopimuksen mukainen kantohinta. Käytössä ovat seuraavat laskutavat lisäraaka-aineen kantohinnan määräämiseksi:

- latvarunkopuusta maksetaan 50 % kuitupuun hinnasta, rinnankorkeusläpimittaluokkaan 5 cm kuuluvista puista ja oksista ei makseta.
- lisäraaka-aineesta maksetaan kantohintana 1... 5 mk/m³.

Monilla yrityksillä on hakemenetelmällä korjattavien puiden kantohinnan laskutapaan tulossa muutoksia; eräs mahdollisuus on maksaa lisäraaka-aineesta määräprosentti kuitupuun hinnasta.

Korjuukustannuksiin sisältyvät leimikon suunnittelusta, puutavaran teosta, lähi- ja kaukokuljetuksesta, mittauksesta ja hake-

tuksesta aiheutuvat välittömät ja välilliset kustannukset. Välittömiin kustannuksiin kuuluvat palkat sosiaalikuluneen, urakoitsijoille maksettavat korvaukset sekä yhtiön omien koneiden käytöstä aiheutuvat kustannukset. Välillisillä kustannuksilla tarkoitetaan korjuuorganisaation toimintaan liittyviä seuranta-, valvonta- ja tietojenkäsittelykustannuksia.

Tehdaspäässä metsähakkeen käytöstä aiheutuvia kustannuksia on usein vaikea erottaa muun puutavaran käyttökustannuksista. Hakkeen mittauksen, mahdollisen puhdistuksen ja varastoinnin kustannukset jäänevät suhteellisen vaatimattomiksi: erään yhtiön selvityksen mukaan puunkäsittelykustannukset olivat kokopuuhakkeella n. 1,50 mk/m³ alhaisemmat kuin kuitupuulla.

Erilaiset korjuumenetelmät ja -olosuhteet sekä erot yritysten sisäisessä laskennassa heikentävät keskimääräisten kustannustietojen luotettavuutta. Seuraavassa asetelmassa esitetään keskimääräisen tehdashinnan muodostuminen.

Kustannuslaji	Kustannukset, mk/m ³
Kantohinta	18
Hakkuu	23
Lähikuljetus	21
Haketus	16
Autokuljetus	23
Yleiskustannukset	12
Tehdashinta	113

Palstahaketuksessa lähikuljetuksen ja haketuksen kustannukset olivat hyvissä olosuhteissa n. 7 mk/m³ edullisemmat kuin väliavarastohaketuksessa.

Hakkuutähdehaketta kerätään monitoimikonetyömailta yhtiön omista metsistä, eikä kantohintaa makseta. Toiminta rajoittuu eri-

tyisen edullisiin avohakkuualoihin, jolloin tehdashinta muodostuu ilman yleiskuluja seuraavaksi:

Kustannuslaji	Kustannukset, mk/m ³
Keräily	20
Haketus	20
Autokuljetus (20 km)	14
Tehdashinta	54

Litteessä on esimerkkilaskelman muodossa esitetty erään leimikon teoreettiset korjuukustannukset tavaralaji- ja kokopuunnetelmällä.

7. KÄYTTÖKOHTTEET

71. Yleistä

Metsähaketta käytetään metsäteollisuusyrityksissä energian lähteenä sekä massa- ja levyteollisuudessa raaka-aineena. Vuonna 1979 metsäteollisuuden piirissä käytettiin 232 000 m³ metsähaketta. Tästä määrästä 186 600 m³ korjattiin kotimaasta ja 45 400 m³ tuotiin Neuvostoliitosta. Taulukossa 8 on esitetty määrän jakautuminen käyttäjäryhmittäin. Koska useissa tehdaspisteissä vain paras osa jalostetaan muun osan joutuessa pääasiassa polttoon, on taulukossa 9 metsähake jaoteltu käyttötavoittain.

72. Vastaanotto ja hakkeen käsittely

Metsähakkeen tehdasmittauksen jälkeen kuorma puretaan kuljettimelle, varastotaskuihin tai asfalttikentälle. Yleensä varastoin-

Taulukko 8. Käyttäjäryhmien osuudet vuonna 1979.
Table 8. Proportions of user groups in 1979.

Käyttäjäryhmä User group	Käyttömäärä Amount used m ³	Osuus Proportion %
Massateollisuus Pulp industry	79 000	34
Levyteollisuus Board industry	56 000	24
Energiantuotanto Energy production	97 000	42
Yhteensä Total	232 000	100

tiaika tehtaalla on vain muutamia päiviä. Pisimmillään joillakin käyttöpaikoilla haketta varastoidaan muutamia kuukausia. Savon Sellu Oy:ssä rangat ja kokopuut tuodaan tehtaalle puutavara-autoilla, jotka mittauksen jälkeen puretaan kahmarilla maahan ja haketetaan suoraan kuoritusta puutavarasta valmistetun hakkeen joukkoon keko-varastoon. Seulonta ja tikkujakeen murskaus tapahtuvat prosessin yhteydessä.

Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Kaukopään tehtaalla on Kone Osakeyhtiön valmistama Taulukko 9. Metsähakkeen jakauma käyttötavoittain v. 1979.

Table 9. Distribution of forest chips according to types of use.

Käyttötapa Type of use	Käyttömäärä Amount m ³	Osuus Proportion %
Neutraalisulfiittisellä Neutral sulphite pulp	5 000	2
Sulfaattisella Sulphate pulp	66 560	29
Lastulevy Chipboard	55 000	24
Kuitulevy Fibreboard	920	Δ
Kuorike*	1 200	Δ
Energian lähde Energy source	103 320	45
Yhteensä Total	232 000	100

* Kuorikkeella tarkoitetaan hakkeen puhdistuksessa erotettavaa kuori- ja neulaspitoista ainesta, jota käytetään kompostointiaineena.

* "Kuorike" is a substance containing bark and needles, which is separated when cleaning chips and is used as a composting material.

metsähakkeen puhdistuslaitos, jonka kapasiteetti on n. 8 m³ tunnissa ja jolla saavutetaan 95 %:n puupitoisuus. Kuori irrotetaan hakkeesta kuulamylyllä, jonka jälkeen raaka-aine seulotaan. Pyörivistä tähtimäisistä levyistä muodostuvalla kiekko-seulalla erotetaan karkeajae, joka joutuu murskaimeen ja uudelleen kiekko-seulalle. Kiekko-seulan läpäissyt aines seulotaan reikäseulassa, jossa poistetaan runsaasti kuorta, neulasia ja epäorgaanisia aineita sisältävä hienojae. Puhdistettu hake kuljetetaan kuorma-autolla tehtaalle sulfaattimassaprosessiin ja jäte myydään kompostointiaineksi.

Veitsiluoto Osakeyhtiön Kemijärven sulfaattimassatehtaalla hakelinja muodostuu poikittaissuunnassa liikkuvasta ruuvikuljettimesta, hihnakuljettimista ja reikäseulasta. Ylisuuri ja hienojae poltetaan, muu osa käytetään sellun valmistukseen. Syöttöruuvien nopeutta muuttamalla voidaan metsähakkeen osuus raaka-aineesta säätää halutun suuruisiksi.

Saman yhtiön Veitsiluodon tehdaspisteessä hake kipataan taskuun, josta se ruuvi- ja hihnakuljettimilla siirretään seulontaan. Ylisuuri ja hienojae joutuvat polttoon. Seulotu sellun raaka-aineeksi käytettävä aines puhalletaan kekovarastoon. Seulonta-aseman muutostyöt ovat suunnitteilla ja mm. karkearottelua tullaan tehostamaan kiekko-seulan avulla.

A. Ahlström Osakeyhtiön Pihlavan kuitulevytehtaalla ja Pellos Oy:n Puhoksen lastulevytehtaalla metsähakkeen seulonta ja karkeajakeen murskaus tapahtuvat prosessin yhteydessä. Puhoksella hienojae myydään polttoaineksi. Pihlavassa se poltetaan omassa voimalassa.

Kajaani Oy:ssä poltettava metsähake siirretään vastaanottotaskuista tankopurkaimien avulla kuljettimelle. Metsähake puhdistetaan 10 cm:n kiekko-seulan ja sähkömagneetin avulla.

Kymi Kymmene Oy:n Voikkaan höyryvoimalaitoksella metsähaketta on käytetty polttoaineena kuoreen sekoitettuna. Kola-kuljetin syöttää hakkeen hihnakuljettimille, jotka siirtävät sen kattilaan. Hake poltetaan puhdistamattomana.

73. Metsähake poltto- ja raaka-aineena

Massateollisuus

Puhdistettua metsähaketta käytetään valkaistun sulfaattisellun valmistukseen Imatralla, Kemijärvellä ja Veitsiluodossa. Kaikissa em. jalostuslaitoksissa metsähake on seosraaka-aineena. Seossuhde on Imatralla alle 1 %, Veitsiluodossa alle 10 % sekä Kemijärvellä koivukeitossa enintään 5 % ja mäntykeitossa enintään 15 %. Kuopiossa Savon Sellu Oy:n flutingtehtaassa valmistetaan neutraalisulfiittimassaa (NSSC), jonka raaka-aineena käytetään metsähaketta. Hyvälaatuista metsähaketta voidaan käyttää prosessissa jopa 50 %:n seoksena, mutta käytännössä seossuhde on melko alhainen.

Hakkila ym. (1978) ovat esitelleet eräitä kokopuun käytöstä aiheutuvia teknisiä ongelmia, joihin yhtiöiden edustajat viittasivat:

- Keittosaanto alenee kuoren ja viheraineen suuren osuuden vuoksi, jolloin soodakattilan kuormitus kasvaa ja massan tuotantomäärä laskee.
- Keitto- ja valkaisu-kemikaalien kulutus kasvaa.
- Hiekka ja muut epäorgaaniset aineet nopeuttavat prosessilaitteiden kulumista (mm. jauhimet, pyörrepuhdistimet ja pumput).
- Viheraineesta ja kuoresta peräisin oleva hieno kuituaines pidättää vettä massaa kuivatettaessa ja paperia valmistettaessa. Tämä saattaa johtaa koneitten ajonopeuden hidastumiseen.

Ongelmia ei kuitenkaan pidetty merkittävänä käytettäessä puhdistettua haketta ja alhaisia seossuhteita. Em. jalostuslaitosten puunkäytöstä metsähakkeen osuus oli vuonna 1979 vain n. 1,7 %.

Lastulevyteollisuus

Puhoksen tehtaalla metsähaketta käytetään kolmikerroksisten lastulevyjen keski-kerrokseen 0...50 %:n suhteessa. Pahimpina haittoina mainitaan laadun ja kosteuden vaihtelu, hienojakeen suuri liimankulutus sekä murtolujuuden aleneminen varsinkin leppähaketta käytettäessä. Metsähakkeen osuus tehtaan puuraaka-ainehuollossa oli vuonna 1979 noin 17 %.

Kuitulevyteollisuus

Kuitulevyteollisuuden raaka-aineatimukset ovat alhaiset. Metsähakkeen tikkuja purujae aiheuttavat jonkin verran tukkeumia kuljettimilla ja tekevät seulonnan

välttämättömäksi. Tehtaiden jätevesiongelmat lisääntyvät hieman: eloperäinen aines lisää jäteveden biologista hapenkulutusta. Pihlavan lastulevytehdas saa vuosittain n. 4,2 % raaka-aineestaan metsähakkeena, mutta vuonna 1979 osuus oli poikkeuksellisesti alle 1 %. Metsähaketta käytetään seosraaka-aineena, seossuhde on enintään 15 %.

Lämpölaitokset

Puun polttoarvon kohoamisen myötä on metsähakkeen polttoainekäyttö saavuttamassa jalansijaa myös metsäteollisuusyritysten energiahuollossa. Sellaisissa yrityksissä, joissa metsähakkeen raaka-ainekäyttö ei ole mahdollista prosessiteknisten tai muiden vaikeuksien vuoksi, metsähakkeen polttaminen antaa mahdollisuuden uuden korjuumenetelmän ja -teknologian hyödyntämiseen.

Metsähakkeen seulonnessa muodostuvan jätteen polttamisen kannattavuus on parantunut fossiilisten polttoaineiden hinnan kohoamisen myötä, ja siitä syystä seulonnessa voidaan nykyisin sallia entistä suurempi ”puunhukka”.

Metsäteollisuusyritysten energiataloudelle on tyypillistä laaja polttoainevalikoima: poltetaan sivutuotteita kuten kuorta, jätepuuta, mustalipeää, liimakaasua ja jätevesilietettä, mutta käytetään myös fossiilisia polttoaineita, turvetta ja sähköenergiaa. Metsähakkeen merkitys on yleensä sangen vähäinen, mutta esimerkiksi Kajaani Oy:ssä tuotetaan metsähakkeella n. 12 % energiasta. Vaikeudet keskittyvät usein hakkeen käytäytymiseen kuljettimilla. Polttoon liittyvät ongelmat on miltei kokonaan ratkaistu. Hake on hyvä polttoaine, ja se parantaa mm. turpeen ja kuoren palamista.

8. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Metsäteollisuus pyrkii vuonna 1980 työllistämään hakkurit mahdollisimman hyvin. Arvioidaan, että kotimaasta korjataan n. 262 000 m³ metsähaketta. Tästä määrästä 140 600 m³ (54 %) jalostetaan ja loput poltetaan. Neljässä jalostuslaitoksessa käytön uskotaan pysyvän jatkossa samana. Kolmen käyttöpisteen osalta pidetään mahdollisena voimakasta käytön lisäämistä, jolloin vuosikymmenen puolessa välissä korjattaisiin metsähaketta kaikkiaan 435 000 m³. Jalostettavan hakkeen osuus olisi tällöin 63 %. Mainituilla korjuumäärillä työvoiman tarve muodostuisi taulukon 10 mukaiseksi.

Maassamme on kaikkiaan seitsemän yritystä, joissa metsähaketta on aikaisemmin kokeiltu, mutta joissa sen huono soveltuvuus käytössä oleville laitteille, raaka-ainepulan helpottuminen tai hintakysymykset ovat tällä hetkellä käytön esteenä. Käyttäjäpiirin lisääntyminen lähiaikoina ainakin kahdella yrityksellä on kuitenkin mahdollista. Kyseessä olisi kummassakin tapauksessa metsähakkeen polttoainekäyttö. Lisäksi yhdeksän muuta yritystä on kiinnostunut metsähakkeen poltosta. Polttoaineiden hin-

takehitys saattaa lähivuosina johtaa ratkaisuihin, joiden ansiosta nykyiset käyttömäärät tuntuvat vähäisiltä.

Metsäteollisuusyritysten ja puunhankintayhtiöiden on vastaisuudessa otettava huomioon myös muut metsähakkeen potentiaaliset käyttäjät. Heikka (1980) arvioi metsäteollisuuden ulkopuolisen metsähak-

Taulukko 10. Työvoiman tarve korjattaessa metsähaketta vuosien 1980 ja 1985 korjuusuunnitteita vastaavat määrät.

Table 10. Required labour force for harvesting projected volumes in 1980 and 1985.

Työvaihe Work stage	Työvoiman tarve, mtv Required labour force, man—work—years	
	1980	1985
Hakkuu Cutting	132	220
Lähikuljetus Hauling	30	50
Haketus Chipping	9	15
Kaukokuljetus Truck transport	28	46
Yhteensä Total	199	331

keen polttoainekäytön kohoavan maatiloja lukuun ottamatta vuoteen 1981 mennessä 120 000 m³:iin. Mikäli pienpuun korjuuseen ei teollisuuden taholta osoiteta riittävästi kiinnostusta, on vaarana, että kuitupuuta alkaa ohjautua pien- ja jätepuun ohella muille käyttäjille.

Puunkorjuun tehostaminen yhdistettyä tavaralaji- ja hakemenetelmää käyttäen koetaan myönteisenä useimmissa yrityksissä.

YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa on haastattelujen ja tutustumiskäyntien pohjalta kartoitettu metsäteollisuuden suhtautumista hakemenetelmällä tapahtuvaan puunkorjuuseen sekä esitelty, mistä ja miten metsähaketta saadaan ja miten sitä käytetään.

Vuoden 1979 aikana metsäteollisuus käytti 232 000 m³ metsähaketta, josta kotimaasta korjattiin 186 600 m³. Metsäteollisuuden raaka-ainetilanteen kohennuttua ei enää ole kysymys niinkään lisäraaka-aineen saannista, mutta hakemenetelmän on havaittu soveltuvan ensiharvennusmetsien ja muiden pienipuustoisten leimikoiden puunkorjuuseen taloudellisista ja työvoimapoliittisista syistä. Metsähaketta valmistetaan taimistonhoitopuusta, vajaatuottoisten maiden pienikokoisesta lehtipuusta, kuitupuusta, hakkuutähteistä ja tukkipuiden latvoista.

Hakemenetelmällä tapahtuva puunkorjuu vaatii erikoiskoneita ja uusia työmenetelmiä, jotka esitellään kappaleessa 3. Vuonna 1979 kotimaasta metsähakkeena korjatusta puumäärästä hakettiin välivarastolla 92 %, palstalla 5 % ja tehdasvarastolla 2 %. Hankintakauppojen osuus korjatusta hakemäärästä oli 20 %.

Yhtiöiden kokemuksen mukaan metsurin keskimääräinen tuotos siirtelykaadossa on 10 m³/pv. Lähikuljetuksen tuotos kuorma-tractorilla on 5,5 m³/h. Hakkureiden tuotos oli välivarastolla 12...25 m³/h ja palstahaketuksessa 7 m³/h. Kaukokuljetusmatka oli keskimäärin 76 km.

Metsähakkeen puumäärä mitataan pystypuista, varastokasoista tai hakekuormista. Työmittauksesta 89 % suoritettiin koalamittauksiin perustuvalla pystymittaamennetelmällä. Tehdasmittaus tapahtui miltei yksinomaan hakekuorman irtotilavuuden pe-

Metsähakkeen käytön osalta pidetään mielekkäänä ratkaisua, jossa lajitteluasemalta ohjataan paras osa hakkeesta jalostukseen karkean ja purujakeen joutuessa polttoon. Tällaisessa järjestelmässä voidaan myös entistä suuremmat puut ja latvat korjata hakemenetelmällä, jolloin sekä pienpuun että tavaralajimenetelmällä korjattavaksi jäävien järeiden runkojen korjuukustannuksia voidaan alentaa.

rusteella.

Palkkausmenetelmänä hakkuussa, haketuksessa ja kaukokuljetuksessa on suora urakka. Lähikuljetus on tähän asti tapahtunut pääasiassa aikapalkalla, mutta siinäkin siirryttäneen lähiaikoina urakkapalkkaukseen. Metsäalan Kuljetuksenantajien asettaman työryhmän työn tuloksena valmistui kesäkuussa 1980 ehdotus metsähakkeen kuljetus- ja valmistusmaksuiksi. Tämä on merkittävä askel pyrittäessä yhdenmukaisuuteen rankojen ja kokopuiden lähikuljetuksen, välivarastohaketuksen ja hakkeen kaukokuljetuksen maksuissa.

Metsähaketta käytetään seosraaka-aineena massa- ja levyteollisuudessa sekä polttoaineena. Metsähakemäärästä 45 % poltettiin, 29 % käytettiin sulfaattimassan ja 24 % lastulevyjen raaka-aineena. Muita käyttökohteita olivat neutraalisulfiittisellu ja kuitulevyt sekä metsähakkeen puhdistuksessa muodostuvan jätteen käyttö kompostointiaineenä.

Tehtaalla hakekuormat puretaan kuljettimelle, varastotaskuihin tai asfalttikentälle. Kuljetinjärjestelmän alkupäässä on kola- ja ruuvikuljettimia sekä tankopurkaimia, jotka siirtävät hakkeen hihnakuljettimille.

Hakkeen puhdistuksessa käytetään reikä- ja kiekoseuloja. Yhdessä yrityksessä on sähkömagneetti rautaesineiden poistamiseksi ja yhdessä on Kone Osakeyhtiön valmistama puhdistusasema kuulamylyineen, murskaimineen sekä taso- ja kiekoseuloineen.

Metsähakkeen raaka-ainekäytöstä aiheutuu tiettyjä teknisiä ongelmia, mutta pienien seossuhteiden ollessa kysymyksessä haitat ovat vähäisiä. Sulfaattimassaa valmistettaessa metsähakkeen osuus on korkeintaan 15 %.

Lastulevyteollisuudessa metsähake soveltuu kolmikerroksisen levyn keskikerrokseen ja sitä voidaan levyn paksuudesta riippuen käyttää 0...50 % suhteessa.

Lämpölaitoksissa metsähake saattaa aiheuttaa jonkin verran tukkeumia kuljettimilla. Toisaalta se palaa hyvin ja parantaa turpeen ja kuoren palamista seospolttoaineena käytettäessä.

Metsähakkeen keskimääräinen tehdashinta vuonna 1979 oli 113 mk/m³. Siitä oli kantohinnan osuus 16 %, hakkuun 20 %, lähikuljetuksen 19 % ja haketuksen 14 %. Kaukokuljetuskustannus keskimäärin 76 km matkalta muodosti 20 % tehdashinnasta. Yleiskustannusten osuus oli 11 %. Palstahaketuksessa lähikuljetuksen ja haketuksen kustannukset olivat suotuisissa olosuhteissa 7 mk/m³ edullisemmat kuin välivarastohaketuksessa.

Haastatellut yritykset aikovat yhtä lyhytaikaista käyttäjää lukuun ottamatta jatkaa metsähakkeen käyttöä ja pyrkivät työllistä-

mään hakkurit mahdollisimman hyvin. Suunnitelmien mukaan nykyiset käyttäjät korjaavat vuonna 1980 metsähaketta 262 000 m³ ja vuosikymmenen puolivälissä 435 000 m³ vuodessa. Käyttäjäpiirin lisääntyminen on myös mahdollista: polttoainekäyttöön oli kiinnostusta 11 yrityksessä. Erääksi tulevaisuuden korjuumenetelmäksi saattaa muodostua yhdistetty tavaralaji- ja hakemenetelmä, jossa vain erikoispuutavara (tukit yms.) korjataan perinteisinä tavaralajeina. Käyttöpäässä paras osa hakkeesta erotetaan puhdistus- ja lajitteluasemalla jalostuskäyttöön ja muu osa poltetaan.

Tarvittava teknologia puuston biomassan tarkempaan hyväksikäyttöön on jo olemassa, sillä korjuu- ja prosessimenetelmät ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi. Puunjalostuslaitoksia ja metsäteollisuuden voimaloita suunniteltaessa ja ajanmukaistettaessa tulisi ottaa huomioon metsähakkeen käytön laajentamismahdollisuus sekä prosessi- että energiapuolella.

LÄHTEET — SOURCES

- HAKKILA, P., LEIKOLA, M. & SALAKARI, M. 1978. Pienpuuston kasvatus, talteenotto ja käyttö. Lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektin loppuraportti. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. Sarja B, n:o 46, 139 s.
- HEIKKA, T. 1980. Metsähakkeen hankinta ja polttoainekäyttö keskisuurissa laitoksissa. Käsikirjoitus. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto.
- KANNINEN, K. 1980. Pienikokoisen lehtipuun pinomittaus rankana ja kokopuuna. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto 3/1980, 27 s.
- Pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan mitaus ja hakkuupalkat kokeilukäyttöön. 1980. Monisteita. Metsä- ja uittoalan TES-sopijapuolet.
- Puutavaran metsätraktorikuljetuksen ohjemaksut. 1980. Metsäalan Kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain Liitto ry.
- Työryhmän ehdotus metsähakkeen kuljetus- ja valmistusmaksuiksi. 1980. Moniste. Metsäalan Kuljetuksenantajat.

SUMMARY

This study examines the attitude of Finnish industrial forest companies to chip harvesting. The use of forest chips in Finland is explained, as well as how and where to obtain them.

In 1979, eight processing plants utilised 232 000 m³ forest chips, of which 186 600 m³ were harvested in Finland. Following the improvement of roundwood supplies there is no longer a need to increase the production of raw-material for the wood industries. However, chip harvesting is suitable for early thinnings and other small trees, both economically and for employment reasons. 92 % of domestic chips were produced at the upper landing, 5 % at the strip road and 2 % at the mill. The proportion of delivery sales was 20 %.

Companies had found that the average output for manual felling-bunching was 10 m³/man-day and for forwarding 5,5 m³/hour. Chipping outputs were 12... 25 m³/h at the upper landing and 7 m³/h at the strip road. The average truck transport distance was 76 km in 1979.

Wood volume was determined of standing trees, piles or chip loads. 89 % of forest work measurement was done by standing measurement using a special sampling method. Measurement at the mill was almost always of piled chip volume.

Piecework wages were used for felling, chipping and truck transport. Until now, time wages have been used in forwarding but a shift to piecework wages will occur in the near future.

Forest chips were used as an additional raw-material in the pulp and board industries as well as for fuel. In

1979, 45 % of forest chips were burned, 31 % were pulped and 24 % were used in board manufacture.

At the mill, trucks were unloaded onto conveyors or dumped onto the storage site. Screw feeders and conveyors passed the chips through perforated plate or disc screens.

The use of forest chips as a raw-material involved some technical difficulties, but these were minimised since chips were used in small proportions in mixture. In pulp, the maximum proportion of forest chips was 15 % and in the middle layer of sandwich chipboard the proportion was 0...50 %, depending on board thickness.

In power plants forest chips caused some clogging of conveyors but on the other hand they burned well and improved the combustion of bark when used in mixture.

In 1979, the average total cost of forest chips at the mill was 113 FIM/m³, of which stumpage price represented 16 %, felling 20 %, forwarding 19 %, chipping 14 %, truck transport 20 % and general costs 11 %. In good conditions, the joint cost of forest transport and chipping were 7 FIM/m³ cheaper when the chipping was done at the strip road, compared to chipping at the upper landing.

All except one of the companies studied intended to continue using forest chips. It is estimated that by the mid-1980's these companies will consume about 500 000 m³ of forest chips annually. Other companies were also interested in forest chips and the total consumption is likely to be higher than that given above.

LIITE

TAVARALAJI- JA KOKOPUUMENETELMÄN KUSTANNUSVERTAILUA

Esimerkilaskelma vuoden 1980 kustannustasolla

1. Yleistä

Korjattavana on ensiharvennumännikkö Pohjois-Suomessa. Poistuma (1300 r/ha) jakautuu taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Rinnankorkeusläpimittaluokkien ja puulajien osuudet esimerkkileimikon poistuman runkoluvusta.

Puulaji	Rinnankorkeusläpimittaluokka, cm				Yhteensä	
	5	7	9	11	kpl	%
	Puita, kpl					
Mänty	107	465	417	51	1040	80,0
Kuusi	17	36	9	3	65	5,0
Koivu	54	89	37	15	195	15,0
Yhteensä	178	590	463	69	1300	100,0
Osuus, %	13,7	45,4	35,6	5,3	100,0	—

Leimikon puiden keskipituus on 6 m. Kuitupuun määräksi on taulukoiden avulla arvioitu 13,8 m³/ha. Laskelmissa on oletettu, että kuitupuu saadaan talteen kokonaisuudessaan myös tavaralajimenetelmällä. Otettaessa latvarunkopuu ja oksat huomioon muodostuu kokonaispuumääräksi 26,3 m³/ha, kun oksaisuusluokka männyllä ja koivulla on 2 ja kuusella 3. Korjattavien puumäärien jakautuminen puulajeittain on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Tavaralaji- ja kokopuumenetelmällä korjattavien puumäärien jakautuminen puulajeittain.

Puulaji	Korjattava puumäärä, m ³ /ha	
	Tavaralajimenetelmä	Kokopuumenetelmä
Mänty	14,9	21,9
Kuusi	0,7	1,3
Koivu	2,2	3,1
Yhteensä	17,8	26,3

Taulukko 3. Kuitupuun kantohinnan muodostuminen esimerkkitapauksessa Pohjois-Suomen oloissa.

Hintatekijä	Hintasuositus, mk/m ³			
	Mänty	Kuusi	Koivu	
Hinta tehtaalla		125,50	131,00	115,00
Autokuljetus	20,90	20,90	24,90	
Perusleimikon korjuu	54,00	61,00	54,00	
Tiheysvähennys	5,00	5,00	5,00	
Järeysvähennys	6,00	6,00	6,00	
Vähennykset yhteensä	85,90	92,90	89,90	89,90
Kantohinta	39,60	38,10	25,10	

Lähikuljetuksen maastoluokka on 1 ja kuljetusmatka 270 m. Kuormaustaikaluokka väliavarastolla on I ja kaukokuljetusmatka on 76 km.

2. Kantohinta

Kuitupuun kantohinta muodostuu esimerkissä taulukon 3 mukaisesti. Koivukuitupuun kantohintana joudutaan kuitenkin maksamaan hintasuositusoppimuksen mukainen vähimmäishinta 26,00 mk/m³.

Hankittaessa puuta kokopuumenetelmällä hinnoitellaan kuituosa normaalisti ja lisäraaka-aine maksamalla latvarunkopuusta puolet kuitupuun kantohinnasta. Tässä tapauksessa lisäraaka-aineen keskimääräiseksi kantohinnaksi muodostuu 9,14 mk/m³. Kokopuun keskimääräinen kantohinta on esimerkkileimikossa 28,58 mk/m³.

3. Korjuukustannukset

3.1. Tavaralajimenetelmä

Hakkuussa käytetään tynkäkarsintaa. Pölkkyjen nimellisipituus on 2 m. Työ tehdään pölkky menetelmällä ja hakkuumies valitsee poistettavat puut. Ajouravalli on 30 m. Kustannukset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Esimerkkileimikon korjuukustannukset tavaralajimenetelmällä.

Kustannustekijä	Korjuukustannukset, mk/m ³			
	Mänty	Kuusi	Koivu	Keskimäärin
Hakkuu*	45,84	54,41	47,05	46,33
Lähikuljetus	15,82	20,81	21,74	16,75
Kaukokuljetus	21,61	21,61	25,46	22,09
Yhteensä	83,27	96,83	94,25	85,17

* Sisältää sosiaalikulannukset

32. Kokopuun menetelmä

Hakkuun työmenetelmä on siirtelykaato I. Hakkuumies lukee rungot ja sijoittaa kouraisutaakat 3...10 m:n etäisyydelle ajourasta (ajouraväli 30 m). Kokopuiden maastokuljetuksen hoitaa kuormatraktori urakkapalkalla. Välivarastolla puut haketetaan kiinteälavaisiin hakeautoihin. Hakkurin vuotuinen haketusmäärä on 25 000 m³ ja autoyhdistelmän vuosituotos on 12 500 m³. Kustannukset on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Esimerkkileimikon korjuukustannukset kokopuun menetelmällä.

Kustannustekijä	Korjuukustannukset, mk/m ³			
	Mänty	Kuusi	Koivu	Keskimäärin
Hakkuu*	26,09	34,18	27,89	26,71
Lähikuljetus	23,32	29,01	29,01	24,27
Haketus	16,50	16,50	16,50	16,50
Kaukokuljetus	28,00	28,00	28,00	28,00
Yhteensä	93,91	107,69	101,40	95,48

* Sisältää sosiaalikuljennuksia

4. Hankintakustannukset

Kustannusten muotoutuminen tavaralaji- ja kokopuun menetelmällä on esitetty taulukossa 6. Tavaralajimenetelmässä on kysymys teollisuuden laatuvaatimukset täyttävästä pinotavarasta, kun taas kokopuun menetelmän kustannukset on laskettu kokopuuhakkeen kiintotilavuutta kohti. Molempien menetelmien käytöstä aiheutuu lisäksi yleiskustannuksia, joita laskelmissa ei ole huomioitu.

Taulukko 6. Tavaralaji- ja kokopuun menetelmän käytöstä aiheutuvat keskimääräiset kustannukset esimerkkileimikossa (ilman yleiskustannuksia).

Kustannustekijä	Tavaralajimenetelmä		Kokopuun menetelmä	
	mk/m ³	Suhdeluku	mk/m ³	Suhdeluku
Kantohinta	37,86	100	28,58	75
Hakkuu + sos.	46,33	100	26,71	58
Lähikuljetus	16,75	100	24,27	145
Haketus	—	—	16,50	—
Kaukokuljetus	22,09	100	28,00	127
Yhteensä	123,03	100	124,06	101
Kertymä, m ³ /ha	17,8	100	26,3	148

Kustannuslaskelmissa käytetty kirjallisuus

- Maataloustuottajain keskusliiton metsävaltuuskunnan ja Teollisuuden puuyhdistyksen yhteiset puun hintasuositukset, 1.7.1980—30.6.1981. Pohjois-Suomi.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimuksen mukaiset m³-perusteiset metsätyöpalkkojen taulukot 1.10.1980 alkaen. Palkkaosalue 1.
- NYSSÖNEN, A. 1978. Metsän arvioiminen. Tapion Taskukirja. 18. painos.
- Pieniläpimittaisen kokopuun hakkuupalkat kokeilukäyttöön 21.4.—30.9.1980. Palkkaosalue I. Metsä- ja uittoalan TES-sopijapuolet. Moniste.
- Puutavaran autokuljetusmaksut. 1.1.1980—31.12.1980. Metsäalan Kuljetuksenantajat ja Suomen Kuorma-autoliitto ry.
- Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut Pohjois-Suomessa. 1.2.1980—31.1.1981. Metsäalan Kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain Liitto ry.
- Työryhmän ehdotus metsähakkeen kuljetus- ja valmistusmaksuiksi. 1980. Metsäalan Kuljetuksenantajat.

ODC 861.0:331
ISBN 951-40-0517-1
ISSN 0015-5543

EERONHEIMO, O. 1981. Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980. Summary: Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980. Folia For. 471:1—24.

Delivery and use of forest chips in forest industry in Finland were studied. Publication presents stands subjected, harvesting methods and equipment, average outputs, measurement methods, costs, ways of use as well as future projects.

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

ODC 861.0:331
ISBN 951-40-0517-1
ISSN 0015-5543

EERONHEIMO, O. 1981. Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980. Summary: Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980. Folia For. 471:1—24.

Delivery and use of forest chips in forest industry in Finland were studied. Publication presents stands subjected, harvesting methods and equipment, average outputs, measurement methods, costs, ways of use as well as future projects.

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

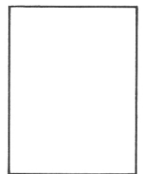
Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

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



Folia Forestalia _____

Communicaciones Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

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

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

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

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

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

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

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

1980

- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

1981

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinne-annoinnin vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaistoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätilastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce with urea.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.

Metsätutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoneista koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

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

ISBN 951-40-0517-1
ISSN 0015-5543