

7/1980

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Metsäteknologian osasto

METSÄHAKKEEN HANKINTA JA KÄYTTÖ METSÄTEOLLISUUDESSA

Tilanne keväällä 1980

Olli Eeronheimo

Helsinki 1980



METSÄHAKKEEN HANKINTA JA KÄYTTÖ METSÄTEOLLISUUDESSA

Tilanne keväällä 1980

Olli Eeronheimo

Helsinki 1980

## ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla, jonka myönteinen ilmapiiri ja asiantunteva henkilökunta eivät voi olla vaikuttamatta työn edistymiseen.

Metsäteollisuusyritysten edustajia tahdon kiittää mielenkiinnosta työhöni. Erityisesti MH SEPPO JUKKOLA A. Ahlström Osakeyhtiöstä, MH ILKKA KALLIO ja metsätyönjohtaja REIJO RIIVARI Enso-Gutzeit Osakeyhtiöstä, MH TURKKA JÄMSÉN ja DI TOIVO LAINE Kajaani Oy:stä, MH JUSSI SEPPÄLÄ ja ins. KURT MALMBERG Kymi Kymmene Oy:stä, MH ANTTI OKSANEN, MH UUNO KAUKANEN ja mt JOUKO SAVOLAINEN Osuuskunta Metsäliitosta, MH PERTTI LIPSANEN Pellos Oy:stä, DI MATTI MÄKELÄINEN Savon Sellu Oy:stä, ins. HANNU AIRAVAARA Tehdaspuu Oy:stä sekä MH:t MARKKU HOVI, KAUKO PARVIAINEN ja JUHA VARTIAINEN Veit-siluoto Osakeyhtiöstä ovat antaneet aikaansa selvityksen onnistumiseksi.

Mt PERTTI VASKO Metsäalan Kuljetuksenantajista, suunnittelija JOUKO ÖRN Metsäteollisuuden työnantajaliitosta ja DI UNTO VILJA Työväline Oy:stä ovat antaneet käyttööni materiaalia.

Professorit PENTTI HAKKILA ja KALLE PUTKISTO ovat ohjanneet työtäni ja lukeneet käsikirjoituksen.

Helsingissä 1.12.1980.

Olli Eeronheimo

## SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO.....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ.....	6
3. METSÄHAKKEEN KÄYTÖN PERUSTEET.....	7
4. HAKEMENETELMÄLLÄ KORJATTAVAT METSIKKÖKOHTEET.....	8
5. KORJUU.....	11
5.1. Kaadon, kasauksen ja lähikuljetuksen erityiskalusto.....	11
5.2. Hakkurit.....	12
5.3. Kaukokuljetus.....	16
5.4. Korjuuketjut.....	18
5.5. Tuotokset.....	24
6. MITTAUS.....	25
7. PALKKAUS.....	28
8. KÄYTTÖKOHTEET.....	32
8.1. Yleistä.....	32
8.2. Vastaanotto ja hakkeen käsittely.....	34
8.3. Metsähake poltto- ja raaka-aineena.....	36
9. KUSTANNUKSET.....	39
10. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ.....	41
TIIIVISTELMÄ.....	43
LÄHTEET.....	47
LIITE.....	48

## 1. JOHDANTO

Viime vuosikymmenen alussa lähes kaikki markkinakelpoinen runkopuu oli käytön piirissä, ja varsinkin sulfaattimassateollisuutta uhkaavan raaka-ainepulan torjumiseksi metsäteollisuus alkoi kiinnittää entistä laajempaa huomiota puunkorjuussa ja metsänhoitotöissä metsään jäävien tähteiden käyttöön. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto käynnisti vuosina 1970 ja 1973 kolme projektia, joista kaksi suuntautui kantojen ja yksi hakkuutähteiden käytön lisäämiseen. Projektit vauhdittivat alan laite- ja menetelmäkehittelyä, ja myöhemmin Joutseno Pulp Osakeyhtiö alkoi ensimmäisenä maailmassa käyttää avohakkuualojen tuoreita juurakoita sulfaattimassan seosraaka-aineena (HAKKILA ym. 1978).

Tutkimusten suuntautuessa avohakkuualojen metsätähteitten hyödyntämiseen jäi alkuvaiheessa selvitysten ulkopuolelle taimistojen, nuorten ensiharvennusmetsien sekä vajaatuotosten lehtipuuvältaisten metsien pienpuustot. Näitä tutkittiin sittemmin Metsäntutkimuslaitoksen ja Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahaston, SITRAN, rahoittamassa lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektissa, joka valmistui vuonna 1978.

Metsätähteiden ja pienpuuston biomassasisältö on mittava, kuten vuoden 1980 perussuunnitteen mukaiseen 58,5 miljoonan kuutiometrin runkopuun hakkuusuunnitteeseen perustuva taulukko 1 (s. 5) osoittaa. Taulukossa 2 (s. 5) on esitetty arvio korjattavissa olevan pienpuuston biomassasisällöstä (HAKKILA, LEIKOLA ja SALAKARI 1978).

Taulukko 1. Biomassan jakautuminen puunkorjuussa  
(HAKKILA 1978).

Biomassan lähde	Hakkuusuunnite	
	Milj. m <sup>3</sup> /a	%
Metsästä korjattava puu:		
Runkopuu kuoretta	47,1	50
Runkopuun kuori	6,7	7
Metsään jäävät tähteet:		
Hukkarunkopuu	4,7	5
Oksat viheraineineen	22,3	24
Kannot ja juuret	13,0	14
Yhteensä	93,8	100

Taulukko 2. Kokopuuhaketusmenetelmällä korjattavissa  
oleva pienpuuston biomassa (HAKKILA ym. 1978b).

Biomassan lähde	Biomassa, milj. m <sup>3</sup> /a	
	1980	2000
Vajaatuottoiset metsät:		
Kokopuuhake kaikkiaan	8,3	1,4
Kuitupuun mitat täyttävää Lisäraaka-ainetta	2,8	0,3
Lisäraaka-ainetta	5,5	1,1
Ensiharvennusemetsät:		
Kokopuuhake kaikkiaan	2,0	7,2
Kuitupuun mitat täyttävää Lisäraaka-ainetta	1,0	4,1
Lisäraaka-ainetta	1,0	3,1
Taimistot:		
Kokopuuhake kaikkiaan	3,3	3,1
Yhteensä:		
Kokopuuhake kaikkiaan	13,6	11,7
Kuitupuun mitat täyttävää Lisäraaka-ainetta	3,8	4,4
Lisäraaka-ainetta	9,8	7,3

Puutavaran työstäminen hakkeeksi siirrettävillä hakkureilla on osoittautunut käyttökelpoiseksi menetelmäksi varsinkin hakkuutähteiden ja pienpuuston korjuussa. Alan sanastoon vakiintuneella metsähakkeella tarkoitetaan ennen kaukokuljetusvaihetta pölkyistä, 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 laajentunut. Erikokoiset lämpölaitokset ovat tulossa metsäteollisuusyritysten rinnalle hyödyntämään suurta puureserviä. Tästä syystä Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla on katsottu tarpeelliseksi kartoittaa metsähakkeen käytön nykytila maassamme. Tähän selvitykseen liittyen tarkastellaan seuraavassa metsäteollisuuden metsähakkeen hankintaa ja käyttöä.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Metsähaketta käytettiin keväällä 1980 seitsemän metsäteollisuusyrityksen kahdeksassa jalostuslaitoksessa. Tutkimuksen rungon muodostavat näiden yritysten edustajien haastattelut sekä tutustumiskäynnit työmaille ja jalostuslaitoksille. Puhelimitse keskusteltiin lisäksi 18 muun metsäteollisuusyrityksen edustajien kanssa tulevaisuuden näkymistä. Alan kirjallisuutta sekä muuta kirjallista materiaalia on selvityksessä käytetty hyväksi.

Lomakkeiden ja haastatteluiden pohjalta laadittiin yhteenve-toja aihepiireittäin ja laskettiin tilastotieteellisiä tunnuslukuja. Leimikko- ja kustannustietojen sekä tuotoslukujen osalta on huomattava, että aineisto koostuu sekä laskennallisista ja kokemusperäisistä lukuarvoista että haastateltavien osittain subjektiivisista arvioista.

Metsähaketta käyttävien jalostuslaitosten sijainti ilmenee liitteestä (s. 48).



## 3. METSÄHAKKEEN KÄYTÖN PERUSTEET

Vuonna 1979 Suomen metsäteollisuus käytti 232 000 m<sup>3</sup> metsähaketta, jonka lisäksi metsähaketta on käytetty muutamia satoja kuutiometrejä koetarkoituksiin. Tähän määrään sisältyy 117 400 m<sup>3</sup> kuitupuun mitat täyttävää puuta, joten varsinaista lisäraaka-ainetta on saatu vajaat 115 000 m<sup>3</sup>. Verrattaessa tätä lukua seuraavaan HAKKILAN (1978) esittämään arvioon vuosittain teknisesti korjattavissa olevasta lisäraaka-ainemäärästä havaitaan, että pienpuun ja metsätähteen raaka-ainereservit ovat käyttöön verrattuna huomattavat.

	Milj. m <sup>3</sup> /a
Hakkuutähdehake viheraineetta	3,0
Kanto- ja juuripuu	2,4
Kokopuuhake taimistoista	3,3
Lisäraaka-aine ensiharvennuksista	1,0
Lisäraaka-aine väjaatuottoisista metsistä	5,5
<hr/> Yhteensä	<hr/> 15,2

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

on lisäksi mainittu pyrkimys nostaa metsä- ja laitospään erikoiskoneiden ja -laitteiden käyttöaste mahdollisimman korkealle investointien kannattavuuden parantamiseksi.

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

Hakkuutähteiden väheneminen on suotavaa myös maisemanhoidon, retkeilyn ja paloturvallisuuden kannalta. Mahdollisten metsänviljelytöitten 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.

#### 4. HAKEMENETELMÄLLÄ KORJATTAVAT METSIKKÖKOHTEET

Korjuuolot poikkeavat hakemenetelmällä korjattavissa leimikoissa suuresti toisistaan. Taulukossa 3 (s. 9) esitellään leimikkotyypit ja keskimääräisiä leimikkotietoja. Hakemenetelmää on käytetty seuraavien toimenpiteitten yhteydessä:

- 1) Taimistonhoito. Yleensä varttuneita, ns. karanneita taimistoja.
- 2) Verhopuiden poisto. Etelä- ja Itä-Suomessa koivun ja lepän korjuuta kuusentaimikoista.
- 3) Ensiharvennus. Männiköissä, 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.
- 7) Hakkuutähteiden haketus monitoimikoneella korjatuilta kuusivaltaisilta avohakkuualoilta.
- 8) Erikoistapaukset. Pellon, polttoturvesuon sekä ampuma- ja allasalueen raivaus.

Taulukko 3. Keskimääräiset leimikkotiedot metsäteollisuuden vuonna 1979 hakemenetelmällä korjaamista leimikoista. Painotettuja keskiarvoja laskettaessa painona on käytetty korjuumääriä.

Olosuhdetekijä ja yksikkö	Vaihteluväli	$\bar{x} = \frac{\sum p_i x_i}{\sum p_i}$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	s
Pinta-ala, ha	3...30	11,2	10,2	7,5
Kuutiomäärä, m <sup>3</sup> /ha	15...60	27,0	34,0	9,9
Rungon koko, dm <sup>3</sup>	10...87	36,0	30,3	10,2
Kuitupuun osuus, %	25...70	48,0	50,6	16,6

Hakkuutähdehaketta korjattiin 30...40 ha:n suuruisilta avohakkuualoilta yhtiön metsistä ja kertymä oli keskimäärin n. 30...35 m<sup>3</sup>/ha (n. 20 % ainespuun määrästä).

Korjattavien puiden rinnankorkeusläpimittavaatimus oli kahdella yhtiöllä 5 cm ja muilla 4 cm. Vuonna 1979 käytetty metsähakemäärä koostuu eri hakelajeista taulukon 4 mukaisesti.

Taulukko 4. Metsähakemäärät hakelajeittain.

Hakelaji	Määrä, m <sup>3</sup>	Osuus, %
Kokopuuhake	161 000	69,4
Ranka- ja latvahake	68 900	29,7
Hakkuutähdehake	2 000	0,9
Yhteensä	232 000	100,0

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

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

Hakemenetelmällä suoritettavaan puunkorjukseen on metsänomistajien taholla suhtauduttu myönteisesti. Varsinkin pystykauppoihin on kiinnostusta. Eräissä yhtiöissä on kehitystä pyritty ohjaamaan hankintakauppojen suuntaan erityisesti verhopuita poistettaessa ja taimikonhoitotehtävissä, jolloin jäävän puuston vaurioitumisriski on suurimmillaan.

## 5. KORJUU

### 5.1. Kaadon, kasauksen ja lähikuljetuksen erityiskalusto

Kaatokahva m/Jaaranen-Rantapuu on putkirakenteinen turvaliipasimella ja pikakiinnityksellä varustettu moottorisahan lisälaitte, jolla pyritään parantamaan pienikokoisten puiden kaadon ergonomiaa sekä helpottamaan ja nopeuttamaan työskentelyä. Laitetta käytettäessä voidaan kaato suorittaa selkä suorana ja kaatuvan puun liike-energia käyttää hyväksi kasauksessa. Metsäteollisuusyrityksillä on kaatokahvoja n. 200 kappaletta, ja kokemukset ovat olleet myönteisiä: tuotokset ovat jonkin verran parantuneet ja tapaturmat ovat vähentyneet. Toisaalta työskentely lumisissa oloissa samoin kuin puiden katkonta on vaikeutunut.

Enso-Gutzeit Osakeyhtiöllä on käytössä Orion Yhtymä Oy:n valmistama Normet N-151 -kasauslaite, joka soveltuu puutaran kasaukseen ajouran varteen. Laite on asennettu Valmet 462 -kuormatraktorin lyhennettyyn kuormatilaan. Sen osat ovat jalusta, kääntölaite, nostopuomi, siirtorunko, teleskooppipuomisto, vintturi ja kasauspihti. 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° (TAIPALE & YLÄ-HEMMILÄ 1979).

Kokopuiden, rankojen ja hakkuutähteiden lähikuljetus poikkeaa perinteisten puutavaralajien lähikuljetuksesta. Metsätraktoriin voidaan asentaa lisävarusteita, jotka helpottavat työskentelyä ja lisäävät koneen tuotosta.

- Kouran oikea muotoilu nopeuttaa kuormaamista ja on edellytyksenä varsinkin hakkuutähteiden tehokkaalle talteenotolle.
- Jatkopuomi mahdollistaa suuret ajouravälit ja vähentää jäävälle puustolle aiheutuvia vaurioita. Metsurin työ helpottuu kasaumatkojen lyhentyessä.
- Suurennettu kuormatila lisää kuljetuksen tuotosta. Kuormatilaa voidaan pidentää ja korottaa. Avohakkuualoilla tulee kysymykseen myös leventäminen.

## 5.2. Hakkurit

Korjattaessa puuta hakemenetelmällä on hakkuri keskeisessä asemassa. Seuraavassa esitellään lyhyesti keväällä 1980 käytössä olleet hakkurit. Tekniset tiedot pohjautuvat suurelta osin HAKKILAn ym. (1978a) julkaisuun.

### Algol

Algol-monikäyttöhakkuri on Osakeyhtiö Algol Aktiebolagin ja Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n yhteistyössä suunnittelema ja Algolin rakentama kone, joka soveltuu mm. kokopuiden, hakkuutähteiden ja jätetuun 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 syöttörulla. Syöttöaukon koko on 300 x 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 kokonaismassa 26,0 tonnia. Suomessa on tällä hetkellä yksi Algol-hakkuri ja sitä käytetään pääasiassa hakkuutähteiden haketukseen.

#### TT 1000 F

TT-hakkurit ovat Perusyhtymä Oy:n Hämeenlinnan konepajan valmistamia. TT 1000 F on suunniteltu palstalla tapahtuvaan kokopuiden ja rankojen haketukseen. Kotimaassa on käytössä yksi tämän merkinen hakkuri ja sen alustakoneena on järeä Lokomo 928 -metsätraktori. Lämpimitaltaan 980 mm:n laikka-hakkuri, syöttölaitteet, 110 kW:n erillismoottori ja kiptattava 17 m: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 avulla konttiin. Syöttöaukon koko on 250 x 250 mm, syöttölaitteina ovat 1 600 mm:n alakuljetin ja pakkosyöttörulla. Hakkuriosaa voidaan kääntää 15° eteen ja 10° taakse, syöttö tapahtuu kuitenkin aina yksikön 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 käytössä olevassa kappaleessa on Valmet 1502 -maataloustraktori. Perusrakenne on sama kuin TT 1000 F:ssä: haketusosa käsittää hakkurin syöttölaitteineen ja hakeputkineen sekä kipattavan hakesäiliön, jonka päällä ovat saranoidut, kipattaessa automaattisesti avautuvat verkkokannet. Haketusosa on tässä mallissa kiinteä, laikan läpimitta 1 070 mm, alakuljettimen pituus 1 250 mm ja syöttöaukon koko 260 x 315 mm.

## 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 syöttörullaa, syöttöaukon koko on 400 x 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. Suomessa on käytössä viisi tämän tyyppistä hakkuria, mukaan lukien "Rötö"-nimellä paremmin tunnettu prototyyppi.



## TT 1500 T

TT 1500 T -välivarastohakkuri on puoliperävaunualustainen 220 kW:n erillismoottorilla, Fiskars F 6000 -kuormaimella ja ohjaamolla varustettu yksikkö. Syöttölaitteina ovat 2,5 m:n kuljetin ja kaksi syöttörullaa, 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 prototyypinhakkuri.

## TT 1500 LP

TT 1500 LP -hakkuria on valmistettu kaksi prototyypinluonteista kappaletta keväällä 1980. Hakkuria syötetään kulku-suuntaan 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. Hydraulisesti työskentelyasentoon nostettavan ohjaamon ergonomiaan on kiinnitetty erityistä huomiota. Kokonaismassa käyttökunnossa on 23 500 kg.

Trelan D 60

Hakkurin on valmistanut Strong Manufacturing Co., Michigan, USA. Alkuperäinen malli on rakennettu teliperävaunualustalle, mutta Suomeen tuoduista kolmesta hakkurista yksi on muunnettu kuorma-autoalustaiseksi. Omaa kuormainta Trelanissa ei ole, joten se vaatii erillisen syöttökoneen. 1 524 mm:n laikkaa, alakuljetinta ja syöttörullaa käytetään omalla 136 kW:n moottorilla. Kaksiteräisen laikan pyörimisnopeus on 630 rpm, ja 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.

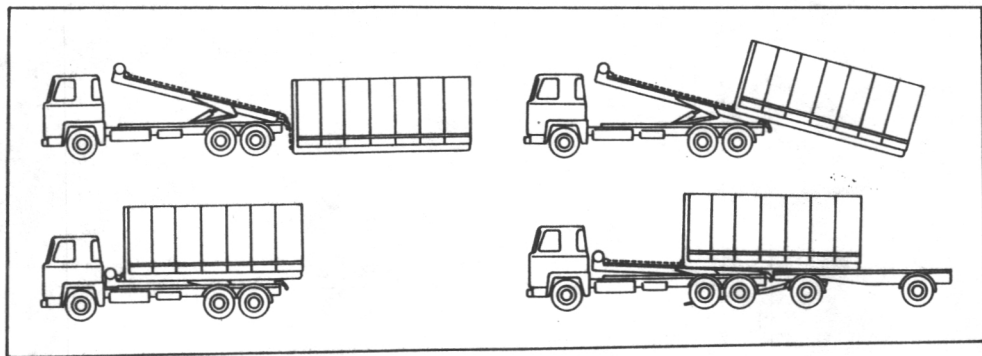
Kaikissa esitellyissä hakkurimalleissa on hakkeen pituuden säätömahdollisuus. Kaikkiaan metsäteollisuusyrityksillä on käytössään 14 hakkuria. Näistä kolme on yritysten ja 11 urakoitsijoiden omistuksessa.

### 5.3. Kaukokuljetus

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

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

Multilift ML -vaihtolavalaitte edustaa edellisestä kehittyneempää teknologiaa. Nosto ja lasku tapahtuu pakko-ohjautulla veto-työntöketjulla, johon on kiinnitetty koukku. Koukku tarttuu lavassa olevaan nostopalkkiin automaattisesti, samoin irtautuu siitä. Lavaa voidaan siirtää vaakatasossa taaksepäin esim. perävaunulla ja se lukitaan paikoilleen paineilmaohjatuilla lukoilla. Laitteen toimintaa selventää kuva 1.



Kuva 1. Multilift ML -vaihtolavalaitteen toiminta.

Uusin, HL-laitteisto voidaan asentaa myös pieniin kuorma-autoihin. Siinä vaihtolavaa siirretään koukkumaisen tartuntaelimen ja nostovarsien avulla. Vaihtolavat on varustettava erityisillä nostokehikoilla.

Ajoneuvoyhdistelmistä kolmetoista puretaan kippaamalla perästä, kolmetoista on varustettu sivukippauslaittein ja kaksi Närkeän hakelavoilla, joiden purkaminen tapahtuu lavan pohjalla olevan kuljettimen avulla.

#### 5.4. Korjuuketjut

Metsähakkeen hankinnasta vastaavat yleensä yhtiöiden metsäosastot. Savon Sellu Oy:n puunhankinnan hoitaa samaan yhtymään kuuluva Osuuskunta Metsäliitto. Tehdaspuu Oy turvaa Kymi Kymmene Oy:n puun saannin. 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 hakkuussa käytettiin kokeilusopimusta, jonka metsä- ja uittoalan työehtosopimusosapuolet yhteisesti laativat ja hyväksyivät. Vastaava sopimus on solmittu ajalle 21.4.1980 - 28.2.1982 pienin lisäyksin. 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 moottorisa-
- halla;
- puiden siirtely kasoihin;
- ajouralla olevien rinnankorkeusläpimittaluokkiin 5...13 cm
- kuuluvien puiden siirtely ajouran varteen kasoihin;
- ajouralta kaadettujen rinnankorkeusläpimittaluokkiin 15+
- cm kuuluvien puiden tyvien katkaisu noin 2,5 m:n pitui-
- siksi ja kääntely ajouran varteen.

Siirtelykaato 2 sisältää lisäksi seuraavat työvaiheet:

- 7...10 m pituisten puiden katkaisu n. 7 m:n kohdalta; lat-
- vaosa jää metsään;
- yli 10 m pituisten puiden katkaisu kahteen osaan ja latva-
- osan siirtely kourakasoihin.

Noin 13 % kotimaasta saatavasta metsähakkeesta korjataan yh-

distetyllä tavaralaji- ja hakemenetelmällä; jolloin pienet

puut sekä latvat siirrellään kasoihin ja järeämmästä puuta-

varasta valmistetaan perinteisiä puutavaralajeja.

Menetelmän valinta riippuu leimikko-olosuhteista; esimer-

kiksi harvennushakkuissa käytetään Oyleensä siirtelykaato

2:ta. Miltei kaikilla yhtiöillä on lisäksi omia erityisoh-

jeita eri leimikko-olosuhteisiin ja korjuuketjuihin.

Rasiinkaatoa eli karsimattoman puun kuivattamista palstalla

käytetään kolmessa yrityksessä: kahdessa pyritään rasikui-

vatuksella parantamaan hakkeen polttoarvoa ja yhdessä on

tarkoituksena ehkäistä tikkujen ja viheraineen pääsy lastu-

levyn valmistusprosessiin sekä alentaa lastujen kuivatuksen

energiantarvetta. Rasiinkaadetusta puusta tehdyn hakkeen

osuus korjatusta metsähakemäärästä on 56 %.

Lähikuljetuksessa käytetään pääosin normaalivarusteisia ke-

veitä ja keskiraskaita metsätraktoreita; joista muutamissa

on kohdassa 5.1 (s. 11) esiteltyjä erikoisvarusteita. Lähikuljetuksen suorittavat pääosin urakoitsijat. Vuonna 1979 yhtiöiden omilla metsätraktoreilla kuljetettiin 9 % korjatusta puumäärästä. Kokopuun lähikuljetus on urakoitsijoilla toistaiseksi vain satunnainen lisätyö perinteisten puutavaralajien metsäkuljetuksen ohella, joten erityiskaluston hankkiminen ei ole aina perusteltua. Metsätähteiden lähikuljetus suoritetaan omana jaksanaan 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 vaihtolavoille lukuun ottamatta TT 1000 TS -hakkuria, joka hakettaa konttiin ja kippaa sen vaihtolavalle.

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

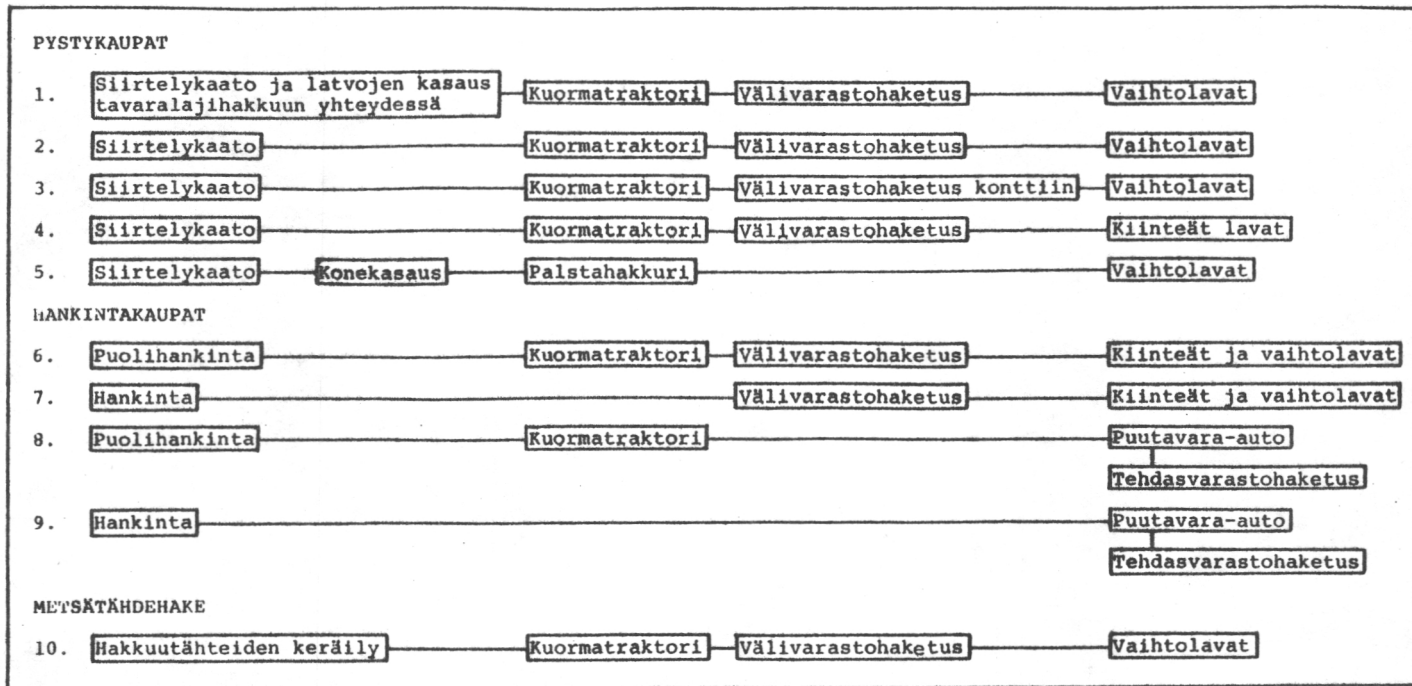
Hankintakauppojen osuus korjatusta puumäärästä vaihtelee yhtiöittäin 0...80 %:iin ja on koko maassa 20 %. Käytössä on ollut sekä varsinainen hankinta, jolloin puu luovutetaan kaukokuljetusreitillä varressa välivarastolla, sekä ns. puolihankinta, jolloin isäntä suorittaa kaadon ja kasaa puut ajouran varteen. Molemmissa tapauksissa korjuuketjut etenevät samoin kuin pystykaupoissa. Savon Sellu Oy:ssä kokopuut ja rangat kuljetetaan kokonaisina puutavara-autoilla ja

puristuspankkoperävaunulla tehdasvarastoalueelle, jossa ne haketetaan TT 1500 T -hakkurilla suoraan kekovarastoon.

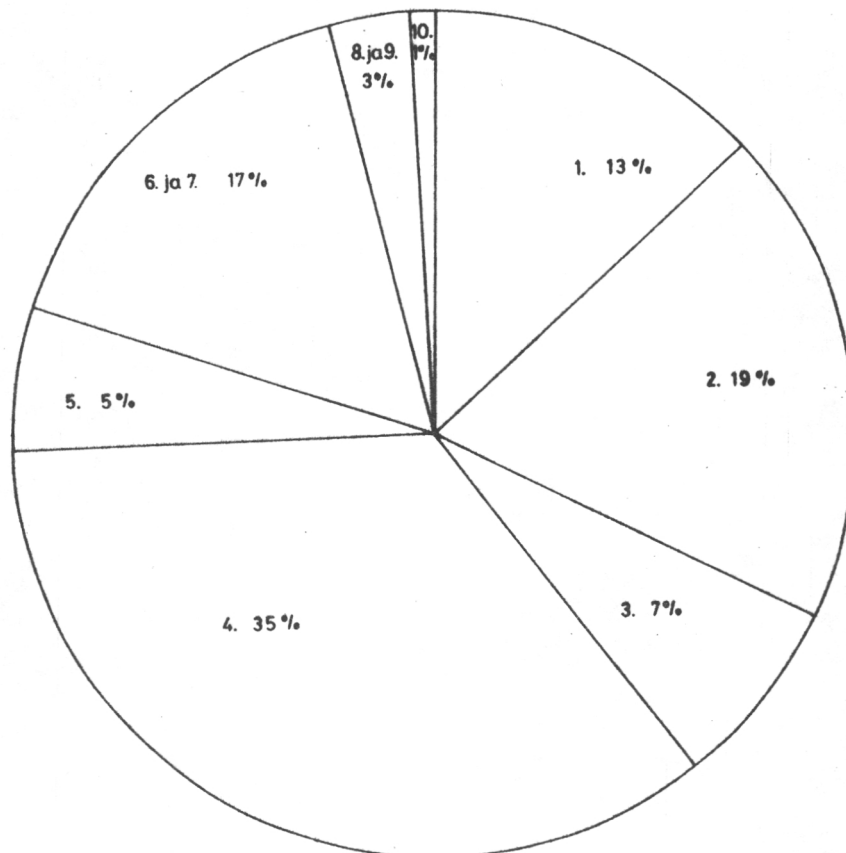
Metsähakkeen korjuussa käytetyt työkettjut sekä niiden osuudet kotimaasta korjatusta metsähakemäärästä ilmenevät kuvista 2 ja 3 (s. 22).

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

Eri yhtiöissä käytettävät korjuuajankohdat selviävät siirtelykaadon ja lähikuljetuksen osalta kuvasta 4, (s. 23). Kaukokuljetusmatkan keskimääräinen pituus vaihteli vuonna 1979 välillä 60...150 km painotetun keskiarvon ollessa 76 km. Enimmäismatka vaihteli välillä 90...150 km.

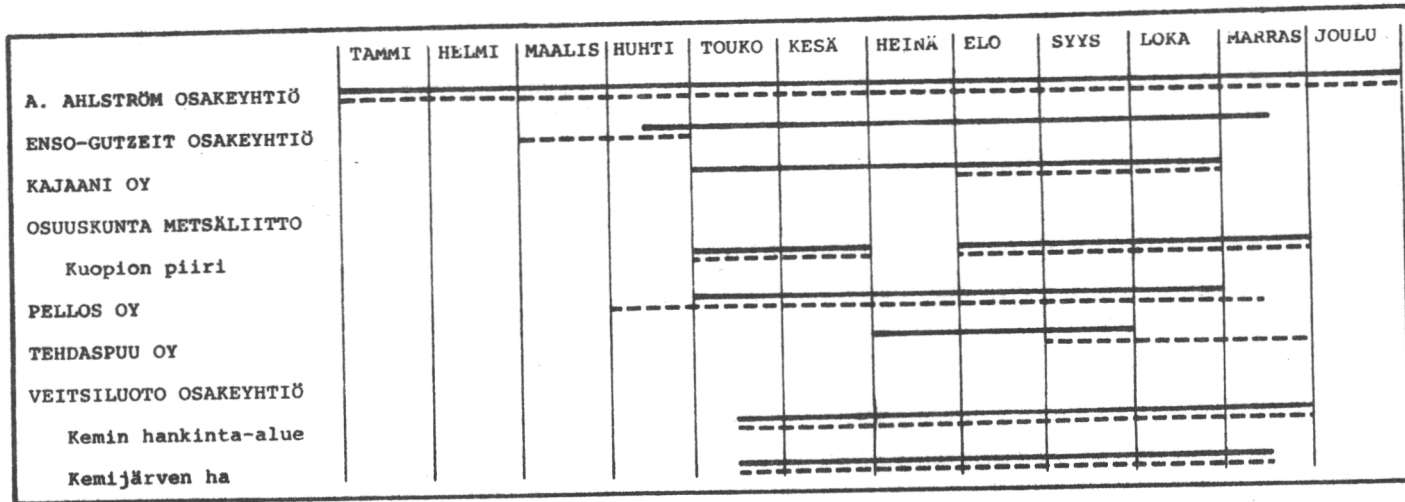


Kuva 2. Metsähakkeen korjuuketjut.



Kuva 3. Korjuuketjujen osuudet kotimaasta v. 1979 korjatusta 186 600 m<sup>3</sup>:n metsähakemäärästä. Numerot viittaavat kuvaan 2.





Kuva 4. Siirtelykaadon (yhtenäinen viiva) ja kokopuiden lähikuljetuksen (katkoviiva) ajoittuminen.

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 korjuuketjuissa. Mikäli haketus tapahtuu tehdasvarastolla ei vastaavaa tarvetta luonnollisesti ole.

Kelirikoista aiheutuu haittaa kaikelle puutavaran autokuljetukselle. Erityisongelmana hakkeen kuljetuksessa on se, että kuormaa ei välillä voida purkaa. Hieman helpotusta kelirikko-ongelmaan on omalta osaltaan tuonut vaihtolavajärjestelmä, jolloin perävaunu voidaan jättää päätien varteen vetovaunun hakiessa vaihtolavat välivarastolta. Varastoalueiden pienuuden aiheuttama haitta on samalla lieventynyt.

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 antamat yhä voimakkaammat haasteet. Ravinnetappioita pidetään vähäisinä. Hyönteistuhovaara on kuorellisen puutavaran varastoinnista annettavan lain astuessa voimaan otettava suunnittelussa entistä tarkemmin huomioon.

#### 5.5. Tuotokset

Työnantajien ilmoittama metsurien keskituotos siirtelykaato- menetelmällä suoritettavassa hakkuutyössä vaihteli välillä 6...16 m<sup>3</sup> päivässä painotetun keskiarvon ollessa 9,9 m<sup>3</sup>/pv. Vertailuna mainittakoon, että n. 3 m:n kuitupuun hakkuussa keskituotos on n. 10 m<sup>3</sup>/pv.

Kokopuun lähikuljetuksessa keskimääräinen tuotos työmaatunnissa oli 5,5 m<sup>3</sup>, ja vaihteluväli oli 3,5...7,0 m<sup>3</sup>/h. Keskimääräisissä olosuhteissa kuormatraktorin vastaava tuotos kuitupuun lähikuljetuksessa on n. 11 m<sup>3</sup>/h. Hakkuutähteiden lähikuljetuksessa erikoisvarusteisten kuormatraktoreiden keskituotokseksi ilmoitettiin 5,0 m<sup>3</sup>/h.

Esikasauskoneen tuntituotokseksi ilmoitettiin 17,5 m<sup>3</sup>.

Hakkureiden kapasiteetit ja tuotokset vaihtelevat mallista riippuen. Uudempien autoalustaisten hakkureiden keskituntituotokset vaihtelevat urakkanantajien mukaan 18...25 m<sup>3</sup>:iin ja muiden välivarastohakkureiden tuotos on 12...15 m<sup>3</sup>/h. TT 1000 F -palstahakkurin tuotokseksi on todettu 7 m<sup>3</sup>/h, mihin sisältyy myös kuljetus tienvarteen. Palstahakkurille soveltuvissa olosuhteissa yhdistetyn haketuksen ja kuljetuksen tuotos on siten korkeampi kuin lähikuljetuksen keskimääräinen tuntituotos. Algol-monikäyttöhakkurin tuotos hakkuutähteiden haketuksessa on 20 m<sup>3</sup> tunnissa. Tällä hetkellä

metsäteollisuuden käytössä olevien siirrettävien hakkureiden yhteenlaskettu kapasiteetti on noin 315 000 m<sup>3</sup> vuodessa, joten keskimääräiseksi käyttöasteeksi muodostuu 186 600 m<sup>3</sup>:n haketusmäärällä 59 %. On kuitenkin otettava huomioon, että eräät urakoitsijat tekevät metsäteollisuudelle toimitettavan hakkeen lisäksi polttohaketta muille käyttäjille.

## 6. MITTAUS

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

### Pystymittaus

Totaalinen pystymittaus suoritetaan mittaamalla kaikkien poistettavien puiden rinnankorkeusläpimitta sekä eri läpimittaluokkia edustavista koepuista tarkemmat kuutiointitiedot. Koepuista laskettujen keskimääräisten kuutiomäärien ja tavaralajiosuuksien sekä puuston läpimittaluokkajakauman avulla selvitetään kokonaiskuutiomäärä.

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

Pienpuun hakkuun urakkapalkkausta varten on kehitetty koeal-  
lamittauksiin perustuva pystymittaussovellutus, jota voidaan  
käyttää myös kuutiomäärän selvittämiseen. Poistettavan  
puuston läpimittaluokkajakauma sekä läpimittaluokittaiset  
pituushavainnot selvitetään puulajeittain linjoittaisilta  
ympyräkoealoilta. Hakkuun yhteydessä rungot luetaan, ja sen  
jälkeen lasketaan kokonaiskuutiomäärä puulajeittain runko-  
luvun, läpimittaluokkajakauman ja läpimittaluokittaisten  
muuntolukujen avulla. Vuonna 1979 työmittauksesta suoritetti-  
tiin tällä menetelmällä 89 %, eräissä tapauksissa mittaustu-  
loksia käytettiin luovutusmittana yhtiön sisäisissä kau-  
poissa.

#### 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 tasoituksen vaikutus mittauskohtaan.

Pinon kiintotilavuus saadaan kertomalla kehysmitta pinotii-  
viysluvulla, jona käytetään tarkkuusvaatimuksista riippuen  
kokemusperäisiä tai tarkempiin selvityksiin perustuvia luku-  
arvoja.

Pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan pinomittauksista on käytetty kahdessa yrityksessä. Toisessa on sen perusteella maksettu urakkapalkalla suoritettavan lähikuljetuksen ennakkomaksu, toisessa tehtaalla autokuormasta tapahtuva pinomittaus on ainoa mittausmenetelmä muodostaen pohjan myös

työmäärän ja kauppahinnan selvittämiseksi. Pinottiiviyslukuina on käytetty yleensä 0,40:tä, mutta jälkimmäisessä yrityksessä ollaan siirtymässä soveltuvien osien KANNISEN (1980) ilmoittamiin tiivisyslukuihin:

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

Kotimaasta korjatusta hakemäärästä ensiksi mainitun osuus on 27 % ja jälkimmäisen osuus on 3 %.

#### Hakemittaus

Hakemittauksessa hakkeen kiintotilavuus määritetään muuntolukujen avulla kuorman irtotilavuudesta tai hakkeen kuivamassasta. Irtotilavuus selvitetään lavan sisämittojen perusteella ottaen huomioon vajaukset ja kohoumat lavan reunasta, muuntokertoimina on käytetty lukuja 0,38, 0,40 ja 0,45. Hakemäärästä 90 % on muunnettu kiintotilavuusyksiköiksi kertoimella 0,40. Hakkurimallista riippuen hake pakautuu kuorma-auton lavalle eri tavalla, ja tämä on tärkein syy kertoimien välillä oleviin eroihin.

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/m<sup>3</sup>. Eräässä yrityksessä kuorman irtotilavuus saadaan selville hakkeen massan avulla: kaikki hakekuormat punnitaan ja kuormien ir-

totilavuudet selvitetään leimikoittain 10 %:n otannalla. Käytössä on myös menetelmä, jossa hake jaetaan puulajisuh-teiden ja kosteuden avulla neljään ositteeseen; joissa mit-taus tapahtuu edellä kuvatulla tavalla paino-otantana. Tarkoituksena on kehittää menetelmää siten; että hakekuorman kiintotilavuus saadaan hakkeen massan ja ositteittaisten muuntolukujen avulla. Tehtaille vastaanotetusta metsähake-määrästä 98 % mitataan käyttäen em. hakemittausmenetelmiä.

Tehdasmittausta käytetään myös kauppahintaa määrättäessä lu-kuunottamatta sellaisia kauppoja; joissa puumäärä on selvi-tetty totaalisella pystymittauksella. Urakalla suoritet-tavan haketuksen; lähi- sekä kaukokuljetuksen palkanlasken-nassa käytetään tehdasmittaustietoja. Mittausta pyritään kehittämään siten; että kauppahinta ja työpalkat olisivat viiveittä maksettavissa ja jalostukseen tulevan metsähakkeen tehdasmittauksessa noudatettaisiin samoja periaatteita kuin perinteisten puutavaralajien mittauksessa.

## 7. PALKKAUS

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

Koealamittausten perusteella selvitetään poistettavan puuston rinnankorkeusläpimittajakauma ja läpimittaluokit-taiset keskipituudet sekä tehdään työvaikeusluokitus. Kaikki mittaukset tehdään puulajeittain. Sopimukseen sisäl-tyvistä taulukoista saadaan läpimittaluokittaiset yksikkö-

palkat hakkuumenetelmän, puulajin, leimikkotyypin ja poistettavien puiden tiheyden perusteella. Taulukoissa ovat mukana rinnankorkeusläpimittalokat 5...19 cm, luokan 3 cm yksikköpalkat saadaan kertomalla luokan 5 cm yksikköpalkat kertoimella 0,9. Esimerkkejä yksikköpalkoista ja niiden perusteella lasketuista hakkuukustannuksista on taulukossa 5.

Taulukko 5. Esimerkkejä siirtelykaadon perustaksoista sekä niiden perusteella lasketuista hakkuukustannuksista ilman sosiaalikulutuksia syyskuussa 1980\* (Pieniläpimittaisen... 1980 ja Työryhmän... 1980).

D 1.3 cm	Mänty		Kuusi		Koivu	
	mk/puu	mk/m <sup>3</sup>	mk/puu	mk/m <sup>3</sup>	mk/puu	mk/m <sup>3</sup>
5	0,323	30,94	0,356	27,28	0,239	26,99
9	0,405	12,05	0,445	11,16	0,274	9,42
13	0,466	6,67	0,508	6,51	0,299	4,99
17	0,518	4,35	0,565	4,49	0,318	4,23

\* Oletukset: Pohjois-Suomi, ensiharvennus, poistuma 1300 puuta/ha, keskipituus 8 m, oksaisuusluokka ku 3. mä ja ko 2.

Hakkuukustannukset on kohdistettu oksa- ja runkopuulle.

Perustaksaa korotetaan työvaikeuslisillä maaston, kaatovaikeuden, lumen vahvuuden ja puuston pituushaitan niin vaatiessa. Mikäli puuston mittaus 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 liitetoimistolle ansioseurantaa varten. Sopimuksen mukaan sellaiselle työntekijälle, joka ei ole aikaisemmin tätä menetelmää käyttänyt, maksetaan urakkatyössä 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 hakemenetelmällä korjattavasta puusta.

Lähikuljetus teetettiin vuonna 1979 pääosin aikatyönä metsätraktorikuljetusmaksujen mukaisilla ohjetuntipalkoilla käyttäen kevyen ja keskiraskaan työn taksaa. 31.1.1981 päättyvällä sopimuskaudella ohjemaksut ovat metsätraktorin järeydestä riippuen 87,-...116,- mk/h (Puutavaran... 1980). Yhdessä yrityksessä oli päästy maastoluokitusta soveltamalla sopimukseen urakkataksosta; joiden perustana oli n. 3 m - 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 rankojen ja kokopuiden lähikuljetusmaksut, välivarastohaketusmaksut ja hakkeen autokuljetusmaksut. Lähikuljetuksen työmäärä todetaan ehdotuksen mukaan seuraavalla tavalla (Työryhmän... 1980, vrt. Pieniläpimittaisen... 1980):

- Koealamittauksin selvitetään hakattavan puuston rinnankorkeusläpimittajakauma läpimittaluokittaisine pituushavaintoineen puulajeittain. Rungot lukee hakkuumies.
- Läpimittaluokittaiset, puulajeittaiset runkopuumäärät kuutioidaan kannosta latvan huippuun LAASASENAHON 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.

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

Metsähakkeen autokuljetuksen osalta noudatetaan vastaavaa puutavararyhmittelyä ja irtotilavuusyksikkökohtaiset kuljetusmaksut riippuvat lisäksi hakkeen kosteudesta ja kuljetusmatkasta. Yksikkömaksuun voi tulla lisäyksiä tai vähennyksiä keskimääräisen vuosituotoksen, kuormauspaikkaluokkien ja vaihtolavalaitteiden käytön johdosta.

Keväällä 1980 yrityksissä noudatettiin ehdotuksen mukaisia maksuja välivarastohaketuksessa ja autokuljetuksessa. Yritysten omien hakkureiden kuljettajat työskentelevät aikapalkalla, jolloin metsäosasto veloittaa käyttölaitosta hake- tustyöstä. Konekasa- sus suoritetaan tuntipalkalla ja palsta- haketuksessa käytetään erikseen laskettua urakkataksaa.

## 8. KÄYTTÖKOHTEET

### 8.1. Yleistä

Metsähaketta käytetään metsäteollisuusyrityksissä energian lähteenä sekä massa- ja levyteollisuudessa raaka-aineena. Vuonna 1979 metsäteollisuuden piirissä käytettiin 232 000 m<sup>3</sup> metsähaketta. Tästä määrästä 186 600 m<sup>3</sup> korjattiin kotimaasta tuonnin Neuvostoliitosta ollessa 45 400 m<sup>3</sup>. Taulukossa 6; (s. 33) on esitetty määrän ja- kautuminen käyttäjäryhmittäin. Koska useissa tehdaspis- teissä vain paras osa jalostetaan muun osan joutuessa pääa- siassa polttoon, on taulukossa 7; (s. 33) metsähakemäärä jaoteltu käyttötavoittain.

Taulukko 6. Käyttäjärühmien osuudet metsähakemäärästä v. 1979.

Käyttäjärühmä	Käyttömäärä	Osuus
	m <sup>3</sup>	%
Massateollisuus	79 000	34
Levyteollisuus	56 000	24
Energiantuotanto	97 000	42
Yhteensä	232 000	100

Taulukko 7. Metsähakkeen jakauma käyttötavoittain v. 1979.

Käyttötapa	Käyttömäärä	Osuus
	m <sup>3</sup>	%
Neutraalisulfiittisellu	5 000	2
Sulfaattisellu	66 560	29
Lastulevy	55 000	24
Kuitulevy	920	Δ
Kuorike *	1 200	Δ
Poltto	103 320	45
Yhteensä	232 000	100

Metsähaketta valmistettiin kokopuusta, karsituista rangoista ja latvoista sekä hakkuutähteistä. Alla oleva asetelma osoittaa em. haketyyppien osuudet:

	Osuus, %
Kokopuuhake	69
Ranka- ja latvahake	30
Hakkuutähdehake	1
<hr/>	
Yhteensä	100

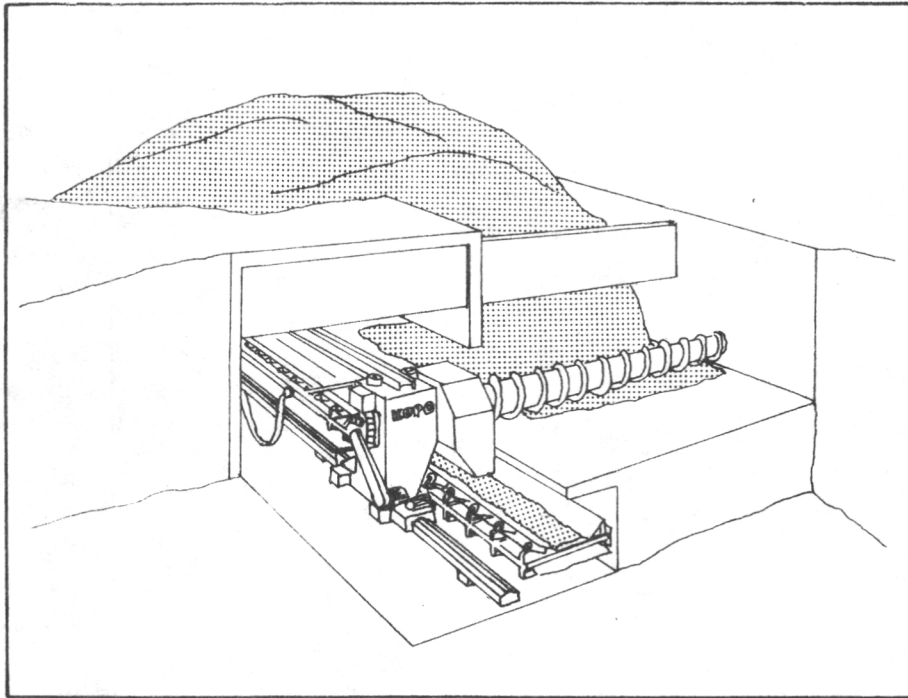
\* Kuorikkeella tarkoitetaan hakkeen puhdistuksessa erotettavaa kuoripitoista ainesta, jota käytetään kompostointi-aineena.

## 8.2. Vastaanotto ja hakkeen käsittely

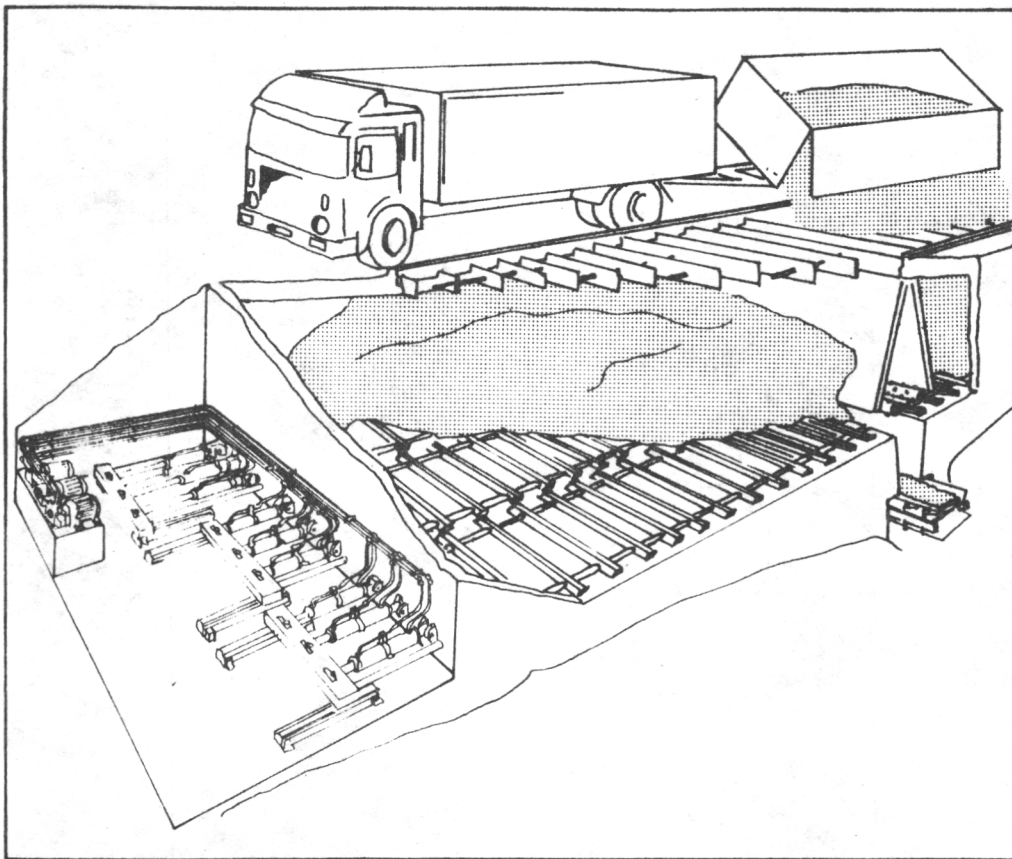
Metsähakkeen tehdasmittauksen jälkeen kuorma puretaan kuljettimelle, varastotaskuihin tai asfalttikentälle. Yleensä varastointiaika tehtaalla on vain muutamia päiviä, pisimmillään joillakin käyttöpaikoilla haketta varastoidaan muutamia kuukausia. Savon Sellu Oy:ssä rangat ja kokopuut tuodaan tehtaalle puutavara-autoilla, jotka mittauksen jälkeen puretaan kahmarilla maahan ja haketetaan suoraan kuoritusta puutavarasta valmistetun hakkeen joukkoon kekovarastoon. Seulonta ja tikkujakeen murskaus tapahtuvat prosessin yhteydessä.

Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Kaukopään tehtaalla on Kone Osakeyhtiön valmistama metsähakkeen puhdistuslaitos, jonka kapasiteetti on n. 8 m<sup>3</sup> tunnissa ja jolla saavutetaan 95 %:n puupitoisuus. Kuori irrotetaan hakkeesta kuulamylyllä, jonka jälkeen raaka-aine seulotaan. Pyörivistä tähtimäisistä levyistä muodostuvalla kiekoseulalla erotetaan karkeajae, joka joutuu murskaimeen ja uudelleen kiekoseulalle. Kiekoseulan 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 (kuva 5, s. 35), hihnakuljettimista ja reikäseulasta. Ylisuuri ja hienojae poltetaan, muu osa käytetään sellun valmistukseen. Syöttöruuvien nopeutta muuttamalla voidaan metsähakkeen osuus raaka-aineesta säätää halutun suuruiseksi.



Kuva 5. Liikkuva ruuvikuljetin.



Kuva 6. Tankopurkaimien avulla tyhjennettävät varastotaskut.

Veitsiluodon tehdaspisteessä hake kipataan taskuun, josta se ruuvi- ja hihnakuljettimilla siirretään seulontaan. Ylisuuri ja hienojae joutuvat polttoon. Seulottu sellun raaka-aineeksi käytettävä aines puhalletaan kekovarastoon. Seulonta-aseman muutostyöt ovat suunnitteilla ja mm. karkeaerottelua 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 polttoaineeksi. Pihlavassa se poltetaan omassa voimalassa.

Kajaani Oy:ssä poltettava metsähake siirretään vastaanotto-taskuista tankopurkaimien avulla kuljettimelle (kuva 6, s. 35). Metsähake puhdistetaan 10 cm:n kiekko-seulan ja sähkömagneetin avulla.

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

### 8.3. 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 korkeintaan 15 %. Kuopiossa Savon Sellu

Oy:n flutingtehtaassa valmistetaan neutraalisulfiittimassaa (NSSC), jonka raaka-aineena käytetään metsähaketta. Hyvälaatuista metsähaketta voidaan käyttää prosessissa jopa 50 %:n seoksena.

HAKKILA ym. (1978b) 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 valkaisukemikaalien 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 merkittävinä 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 keskikerrokseen 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-ainevaatimukset ovat suhteel-

lisen alhaiset. Metsähakkeen tikku- ja purujae aiheuttavat jonkin verran tukkeumia kuljettimilla ja tekevät seulonnan välttämättömäksi. Tehtaiden jätevesiongelmät 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 polttoainearvon kohoamisen myötä on metsähakkeen polttoainekäyttö alkanut saavuttaa jalansijaa myös metsäteollisuusyritysten energiahuollossa. Sellaisissa yrityksissä, joissa metsähakkeen raaka-ainekäyttö ei ole mahdollista prosessitekniisten tai muiden vaikeuksien vuoksi, metsähakkeen polttaminen antaa mahdollisuuden uuden korjuumenetelmän ja -teknologian hyödyntämiseen. Metsähakkeen seulonnassa muodostuvan jätteen polttamisen kannattavuus on parantunut fossiilisten polttoaineiden hinnan kohoamisen myötä, ja siitä syystä seulonnassa 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 sängen vähäinen, mutta esimerkiksi Kajaani Oy:ssä tuotetaan metsähakkeella n. 12 % energiasta. Vaikeudet liittyvät usein hakkeen käyttäytymiseen kuljettimilla, polttoon liittyvät ongelmat on miltei kokonaan ratkaistu. Hake on hyvä polttoaine ja parantaa mm. turpeen ja kuoren palamista.



## 9. KUSTANNUKSET

Metsähakkeen käytöstä aiheutuvia kustannuksia ovat kanto-hinta, 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 on seuraavat laskutavat lisäraaka-aineen kantohinnan määrittämiseksi:

- latvarunkopuusta maksetaan 50 % kuitupuun hinnasta, rinnankorkeusläpimittaluokkaan 5 cm kuuluvista puista ja oksista ei makseta.
- lisäraaka-aineesta maksetaan kantohintana 1.-...5.- mk/m<sup>3</sup>.

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 haketuksesta 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 va-

rastoinnin kustannukset jäävät suhteellisen vaatimattomiksi: erään yhtiön tekemä selvityksen mukaan puunkäsittelykustannukset olivat kokopuuhakkeella n. 1,50 mk/m<sup>3</sup> alhaisemmat kuin kuitupuulla.

Erilaiset korjuumenetelmät ja -olosuhteet sekä erot yritysten sisäisen laskennan intensiivisyydessä heikentävät keskimääräisten kustannustietojen luotettavuutta. Seuraavassa asetelmassa esitetään keskimääräisen tehdashinnan muodostuminen.

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

Tehdashintojen korjatuilla puumäärillä painotettu keskiarvo on 106,- mk/m<sup>3</sup>. Palstahaketuksessa lähikuljetuksen ja haketuksen kustannukset olisivat hyvissä olosuhteissa n. 7,- mk/m<sup>3</sup> edullisemmat kuin välivarastohaketuksessa. Hakkuutähdehaketta kerätään monitoimikonetyömailta yhtiön omista metsistä, eikä kantohintaa makseta. Tehdashinta muodostuu ilman yleiskuluja seuraavasti:

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

## 10. TULEVAISUUDEN NÄKYMIÄ

Haastatelluista yrityksistä Kymi Kymmene Oy aikoo luopua metsähakkeen käytöstä vuoden 1980 aikana. Kyseisessä yhtiössä on käytetty hakemenetelmää omien metsien kunnostamiseen. Metsähake on poltettu höyryvoimalassa kuoreen sekoitettuna.

Muut käyttäjät pyrkivät vuonna 1980 työllistämään hakkurit mahdollisimman hyvin. Arvioidaan, että kotimaasta korjataan n. 262 000 m<sup>3</sup> metsähaketta. Tästä määrästä 140 600 m<sup>3</sup> (54 %) jalostetaan ja loput poltetaan. Neljässä jalostuslaitoksessa käytön uskotaan pysyvän jatkossa samana. Kolmen käyttöpisteen osalta pidetään mahdollisena voimakasta käytön lisäämistä, jolloin vuosikymmenen puolella välissä korjattaisiin metsähaketta kaikkiaan 435 000 m<sup>3</sup>. Jalostettavan hakkeen osuus olisi tällöin 63 %. Mainituilla korjuumäärillä työvoiman tarve muodostuisi taulukon 8 mukaiseksi.

Taulukko 8. Työvoiman tarve korjattaessa metsähaketta vuosien 1980 ja 1985 korjuusuunnitteita vastaavat määrät.

Työvaihe	Työvoiman tarve, mtv	
	1980	1985
Hakkuu	132	220
Lähikuljetus	30	50
Haketus	9	15
Kaukokuljetus	28	46
Yhteensä	199	331

Hakkurikalusto lisääntynee lähiaikoina kahdella: uusi hakkuutähdehakkuri valmistuu vuonna 1981 Kajaani Oy:lle ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiössä aiotaan kokeilla Unimog-alustaista palstahaketus- ja kaukokuljetusyksikköä.

Käyttäjäpiirin lisääntyminen lähiaikoina ainakin kahdella

yrittäjällä on myös mahdollista. Kyseessä olisi metsähakkeen polttoainekäyttö. Näiden lisäksi metsähakkeen poltosta on kiinnostunut yhdeksän yritystä. Puun ja muiden polttoainesten hintakehitys saattaa johtaa ratkaisuihin, joiden ansiosta nykyiset käyttömäärät tuntuvat sangen vähäisiltä. Metsähaketta on aikaisemmin kokeiltu eri tavoin seitsemässä yrityksessä, mutta huono soveltuvuus käytössä oleville laitteille ja jalostusmenetelmille, muun raaka-aineen saannin helpottuminen tai hintakysymykset ovat käytön esteenä tällä hetkellä.

Metsäteollisuusyritysten ja puunhankintayhtiöiden on otettava huomioon myös muut metsähakkeen potentiaaliset käyttäjät. HEIKKA (1980) arvioi metsähakkeen muun polttoainekäytön kohoavan vuoteen 1981 mennessä 120 000 m<sup>3</sup>:iin. Mikäli pienpuun korjuuseen ei teollisuuden taholta osoiteta riittävästi kiinnostusta, on vaarana, että järeätäkin puuta alkaa ohjautua risujen ohella muille käyttäjille.

Puunkorjuun tehostaminen yhdistettyä tavaralaji- ja hakemenetelmää käyttäen koettiin myönteisenä useimmissa yrityksissä. Metsähakkeen käytön osalta pidettiin mielekkäänä ratkaisua, jossa seulonta-asemalta 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.

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on haastattelujen ja tutustumiskäyntien pohjalta pyritty kartoittamaan metsäteollisuuden suhtautumista hakemenetelmällä tapahtuvaan puunkorjuuseen sekä esittelemään mistä ja miten metsähaketta saadaan ja miten sitä käytetään. Vuoden 1979 aikana metsäteollisuus käytti 232 000 m<sup>3</sup> metsähaketta, josta kotimaasta korjattiin 186 600 m<sup>3</sup>. Metsäteollisuuden raaka-ainetilanteen kohenuttua ei enää ole kysymys niinkään lisäraaka-aineen saannista, mutta hakemenetelmän on havaittu soveltuvan ensiharvennusmetsien, ja muiden pienipuustoisten leimikoiden puunkorjuuseen taloudellisista syistä. Hakemenetelmällä korjattavat metsikkökohteet ovat vaihtelevia: metsähaketta valmistetaan taimistonhoitopuusta, kuitupuusta, hakkuutähteistä ja tukkipuiden latvoista.

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

Yhtiöiden edustajien mukaan keskimääräinen tuotos siirtelykaadossa on metsurilla 10 m<sup>3</sup>/pv ja lähikuljetuksen tuotos 5,5 m<sup>3</sup>/h. Hakkureiden tuotos vaihteli välivarastolla 12...25 m<sup>3</sup>/h ja oli palstahaketuksessa 7 m<sup>3</sup>/h. Kaukokuljetusmatka oli keskimäärin 76 km.

Metsähakkeen puumäärä voidaan selvittää pystypuista, varastokasoista tai hakekuormista. Työmittauksesta 89 % suoritettiin koealamittauksiin perustuvalla pystymittausmenetel-

mällä, tehdasmittaus tapahtui miltei yksinomaan määrittämällä hakekuorman irtotilavuus.

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 renkujen ja kokopuiden lähikuljetuksen, välivarastohaketuksen ja hakkeen kaukokuljetuksen maksuissa.

Metsähaketta käytetään seosraaka-aineena massa- ja levyteollisuudessa sekä polttoaineena. 232 000 m<sup>3</sup>:n metsähakemäärästä 45 % poltettiin, 29 % käytettiin sulfaattimassan ja 24 % lastulevyjen raaka-aineena. Muita käyttökohteita olivat neutraalisulfiittisellun ja kuitulevyjen valmistus sekä metsähakkeen puhdistuksessa muodostuvan jätteen käyttö kompostointiaineena.

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 kuulamyllyineen, murskaimineen sekä taso- ja kiekoseuloineen.

Metsähakkeen raaka-ainekäytöstä aiheutuu tiettyjä teknisiä ongelmia, mutta pienien seosuhteiden ollessa kysymyksessä haitat ovat vähäisiä. Sulfaattimassaa valmistettaessa met-

sähakkeen osuus on korkeintaan 15 %; neutraalisulfittimassa - lopputuote fluting - voidaan käyttää jopa 50 % hyvälaatuista metsähaketta. Lastulevyteollisuudessa metsähake soveltuu kolmikerroksisen levyn keskikerrokseen ja sitä voidaan levyn paksuudesta riippuen käyttää 0...50 % suhteessa. Kuitulevyihin metsähaketta käytetään eräällä tehtaalla 15 %:n suhteena. Lämpölaitoksissa metsähake aiheuttaa jonkin verran tukkeumia kuljettimilla. Toisaalta se palaa hyvin ja parantaa turpeen ja kuoren palamista seospolttoaineena käytettäessä.

Metsähakkeen kustannukset koostuvat kantohinnasta, korjuukustannuksista ja käyttökustannuksista. Keskimääräisestä 113,- mk/m<sup>3</sup> tehdashinnasta kantohinnan osuus on 16 %, hakkuun 20 %, lähikuljetuksen 19 % ja haketuksen 14 %. Kaukokuljetus keskimäärin 76 km matkalta muodosti 20 % tehdashinnasta. Yleiskustannusten osuus oli arviolta 11 %. Palstahaketuksessa lähikuljetuksen ja haketuksen kustannukset olivat suotuisissa olosuhteissa noin 7,- mk/m<sup>3</sup> edullisemmat kuin välivarastohaketuksessa. Hakkuutähdehakkeen tehdashinnaksi ilmoitettiin 54,- mk/m<sup>3</sup> ilman yleiskustannuksia.

Haastatellut yritykset aikovat yhtä lukuun ottamatta jatkaa metsähakkeen käyttöä ja pyrkivät työllistämään hakkurit mahdollisimman hyvin. Suunnitelmien mukaan korjataan vuonna 1980 metsähaketta 262 000 m<sup>3</sup> ja vuosikymmenen puolivälissä 355 000 m<sup>3</sup> vuodessa. Käyttäjäpiirin lisääntyminen on myös mahdollista: polttoainekäyttöön oli kiinnostusta yhdeksässä yrityksessä. Erääksi tulevaisuuden korjuumenetelmäksi saattaa muodostua sellainen tavaralaji- ja hakemenetelmä, jossa vain erikoispuutavara (tukit yms.) korjataan perinteii-

sinä tavaralajeina. Käyttöpäässä paras osa hakkeesta erotetaan seulonta-aseamalla jalostuskäyttöön ja muu osa poltetaan.

Tarvittava teknologia puuston biomassan tarkempaan hyväksikäyttöön on jo olemassa ja menetelmät ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi. Uusia jalostuslaitoksia suunniteltaessa ja vanhoja ajanmukaistettaessa on otettava huomioon metsähakkeen käytön laajentamismahdollisuus sekä prosessi- että energiapuolella.



## LÄHTEET

- HAKKILA, P. 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Folia Forestalia 342. 38 s.
- HAKKILA, P., KALAJA, H., SALAKARI, M. & VALONEN, P. 1978a. Whole-tree harvesting in the early thinning of pine. Seloste: Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksissa. Folia Forestalia 333. 58 s.
- HAKKILA, P., LEIKOLA, M. & SALAKARI, M. 1978b. 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.
- KANNINEN, K. 1980. Pienikokoisen lehtipuun pinomittaus rankana ja kokopuuna. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto 3/1980. 27 s.
- Pieniläpimittaisen kokopuun ja pienpuurangan mittaus ja hakkuupalkat kokeilukäyttöön. 1980. Monisteita. Metsä- ja uittoalan TES-sopijapuolet.
- Puutavaran metsätraktorikuljetuksen ohjemaksut. 1980. Metsäalan Kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain Liitto ry.
- TAIPALE, J. & YLÄ-HEMMILÄ, V. 1979. Normet N-151 -kasauslaite. Metsätehon seloste 6/1979. 13 s.
- Työryhmän ehdotus metsähakkeen kuljetus- ja valmistusmaksuiksi. 1980. Moniste. Metsäalan Kuljetuksenantajat.

# METSÄHAKETTA KÄYTTÄVÄT METSÄTEOLLISUUS- YRITYKSET V. 1980

1 cm<sup>2</sup> vastaa 10 000 m<sup>3</sup>:n  
käyttösuunnitetta

-  Massateollisuus
-  Lastulevyteollisuus
-  Kuitulevyteollisuus
-  Polttoainekäyttö

