

HARVENNUSPUUN KORJUU HAKETUSMENETELMÄLLÄ

3/1268

Esko Ala-Heikkilä

- pieni johdanto miten on mukana
- käyty
- miten käytännössä
- menetelmien keh

Harvennushakkuiden Koneellistamistoimikunta

Helsinki 1968

## Sisällysluettelo

## 1. JOHDANTO

## 2. TÄHÄNASTISET KOKEMUKSET

- 21. Polttihakkeen hankintamenetelmä Suomessa
- 22. Teollisuushakkeen valmistuskokeilut siirrettävillä haketuslaitoksilla Suomessa
- 23. Käytännön kokeet ja teoreettiset laskelmat haketusmenetelmistä Ruotsissa
- 24. Muualla suoritettut kokeilut haketusmenetelmistä
- 25. Tähänastiset kokemukset tämän tutkimuksen kannalta.

## 3. HAKKEENA KORJUUN ERI MAHDOLLISUUDET

## 4. KONEILLE JA KORJUUN KULULLE ASETETTAVIA VAATIMUKSIA

- 41. Hakkurit ja hake sekä nykyisin markkinoilla olevat teollisuushakkeen valmistukseen sopivat siirrettävät hakkurit
- 42. Voimakoneet
- 43. Työvaiheitten niveltäminen toisiinsa
- 44. Haketusmenetelmien rajoitukset

## 5. HAKETUSMENETELMIEN KEHITTÄMINEN

## 6. KIRJALLISUUSLUETTELO

## 1. JOHDANTO

Lähinnä laadullisesti hyvän puuraaka-aineen kasvattamisen sekä metsänomistajien tasaisten ja jatkuvien metsätulojen takia pidetään meillä harvennushakkuita välttämättöminä. Vuosittaisesta hakkuukertymästä on n. 60 % harvennuspuuta.

Ajateltaessa korjuun koneellistamista on se harvennusmetsissä erityisen vaikeata. Pinta-alaa kohti kertyvä puumäärä on pieni, puut ovat pienikokoisia, leimikot sijaitsevat hajallaan ja pystyyn jäävää puustoa ei saisi vahingoittaa. Harvennushakkuiden koneellistamisen vaikeudet ovat Suomessa vielä suuremmat kuin muualla. Voidaankin todeta, että mikäli meillä pystytään kehittämään käytökelpoinen koneellinen harvennuspuiden korjuumenetelmä, se soveltuu ilmeisesti myös muihin maihin.

Tältä taustalta perustettiin talvella 1968 tutkimusryhmä, jonka puheenjohtajana on professori Veijo Heiskanen Metsäntutkimuslaitoksesta ja jäsenenä MML A.E. Hakkarainen Metsätehosta, MMT Mikko Kantola Työtehosteuraasta ja professori Kalle Putkisto Helsingin Yliopistosta. Ryhmän tarkoituksena oli aloittaa laajamittainen kokeilutoiminta pitäen silmällä harvennusmetsiin soveltuvia koneellisia puunkorjuumenetelmiä. Toiminta onkin voitu jo panna käyntiin Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahaston myönnettyä keväällä tarkoitukseen huomattavan avustuksen.

Kokonaisuudessaan on tutkimuksen tarkoitus lyhyesti seuraava: Pyritään selvittämään, mitä mahdollisuuksia on olemassa metsänhoitomenetelmien muuttamiseen nykyistä paremmin koneelliseen puunkorjuuseen soveltuviksi ja miten toisaalta voidaan puun korjuun

koneita ja korjuumenetelmiä kehittää, jotta ne soveltuisivat mahdollisimman hyvin erilaisiin metsiköihin ja harvennustapoihin.

Yhtenä uutena korjuumenetelmänä varsinkin nuorimmissa harvennusmetsissä voi tulla kysymykseen ns. haketusmenetelmä, jota käytettäessä korjattavat puut tehdään hakkeeksi jo korjuun metsävaiheen aikana tai viimeistään välivarastolla. Tätä menetelmää on aiemmin Suomessakin kokeiltu polttopuun hankinnassa, mutta teollisuushakkeen osalta kokemukset ovat hyvin vähäisiä.

Hakkeena korjuun etuina voidaan mainita lähinnä kaksi seikkaa. Ensimmäkin pienikokoisen puun korjuu saattaa tulla haketusmenetelmän massakäsittelyn vuoksi varsinkin tulevaisuudessa halvemmaksi kuin kappalekäsittelyyn perustuvissa korjuumenetelmissä. Toiseksi puuraaka-aine saadaan samalla vaivalla kokonaisuudessaan talteen; minimiläpimitta ei aiheuta varsin suuria ongelmia.

Kysymys on kuitenkin monitahoinen, eikä ole yksistään riippuvainen harvennuspuun korjuun koneellistamisvaikeuksista. On otettava huomioon myös teollisuuden intressit, ja tässä tutkimuksessa keskitytäänkin selvittämään yksinomaan teollisuushakkeen tuottamista. On olemassa tutkimuksia, jotka osoittavat hakkeen laadun olevan palakoon ja palojen muodon kannalta metsähaketuksessa tehdashaketusta verraten hyvin vastaava käytettäessä hyvillä syöttölaitteilla ja teräjärjestelmillä varustettuja siirrettäviä hakkureita. Myös tiedetään, että siirrettävillä hakkureilla valmistettua kuorellista, ns. ruskeaa haketta voidaan onnistuneesti käyttää muutamien kuitulevylaatujen raaka-aineeksi.

Lähdettäessä kehittämään haketusmenetelmää on ensimmäisenä vaiheena selvitettävä metsässä valmistettujen erilaisten hake-

laatujen teolliset käyttömahdollisuudet.

Toiseksi on pyrittävä löytämään nykyisin markkinoilla olevista siirrettävistä hakkureista parhaat tyypit erikoisesti hakkeen laatua silmällä pitäen. Näitä tyyppisiä on pyrittävä myös kehittämään edelleen.

Kolmantena vaiheena tulee esille osittain yhtä aikaa em. vaiheiden kanssa itse haketusmenetelmän kehittäminen ja kokeilu. Sen pohjaksi on tehty esillä oleva kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on kartoittaa olemassa olevat, vielä käyttökelpoiset tiedot hakkureiden käyttöön perustuvasta korjuumenetelmästä sekä kehittää meikäläisiin harvennusmetsiin sopivia haketusmenetelmiä. Työssä kiinnitetään päähuomio teollisuushakkeen valmistukseen.

## 2. TÄHÄNASTISET KOKEMUKSET

### 21. Polttohakkeen hankintamenetelmä Suomessa

Etsittäessä meillä ratkaisua pienpuun käyttöön kehitettiin viime vuosikymmenellä ns. polttohakemenetelmä. Pienpuun löytäessä myöhemmin ratkaisunsa teollisuuden raaka-aineena jäi polttohakemenetelmä varjoon. Koska menetelmässä kuitenkin on käyttökelpoista kokemusta tätä tutkimusta silmällä pitäen, ansaitsee se tulla selostetuksi.

Asiaa koskeva selostus perustuu lähinnä H e i s k a s e n (1961 a, 1961 b ja 1964) tekemiin tutkimuksiin.

Polttohake valmistettiin heikosti karsitusta pienpuurangasta, jonka pituus vaihteli 3...5 m:iin. Rankojen paksuusrajat olivat 3 cm...15 cm. 15 cm:n ylärajan asetti käytettävissä olevien hak-

kurien syöttöaukko. Sitäpaitsi haketettaessa jatkuvasti maksimipaksuista puuta alkoi hakkureiden kierrosluku nopeasti laskea, johtuen voimakoneina käytettyjen maataloustraktoreiden pienestä tehosta. Mainittu seikka aiheutti tuotoksen pienenemisen. Edullisimmaksi osoittautuivat haketuksen kannalta keveitä hakkureita käytettäessä 8...10 cm:n läpimittaiset rungot. Haketta valmistettiin myös nappulahaloista ja joskus myös normaaleista haloista.

Polttohakkeen hankinnan organisaatio oli jo ehtinyt saavuttaa meillä melko vakiintuneet muodot. Parhaat tulokset saavutettiin VAPOn suorittamissa kokeissa rangan hakkuussa ja ajossa seuraavalla menetelmällä.

Hakkuutyössä käytettiin työvälineenä kahden käden vesuria, jolla suoritettiin sekä kaato että karsinta. Puut suositeltiin katkottavaksi rangoiksi, joiden maksimipituus ei ylittänyt 4 metriä. Hakkuumiehet kasasivat rangat ns. juontoyksikköihin, jotka olivat yhtenä kuormana helposti kuljetettavissa autotien varteen käytettäessä varta vasten konstruoituja juontokärriä. Juontokärri peruutettiin kasan alle, ja samalla laukaistiin kasan aluspuu, jolloin puut putosivat kärriin pankolle. Autotien varteen tultua voitiin kääntyvä pankko laukaista, jolloin hevosen vetäessä kuorma putosi maahan. Tätä menetelmää voitiin käyttää kuitenkin vain silloin, kun lastutustyö suoritettiin yhtä aikaa hevosajon kanssa. Jos rangat jouduttiin sitä vastoin varastoimaan autotien varteen, oli purkaminen suoritettava käsin, mikä hidastutti tietenkin työtä jonkin verran.

Puiden kuivumisen kannalta oli edullisinta kaataa puut rasiin. Tähän mennessä saavutetut kokemukset ovatkin osoittaneet, että

kaatamalla puut rasiin voidaan myös havupuiden vesipitoisuutta alentaa.

Ruotsalainen B e i j b o m (1959) esitti seuraavat mahdollisuudet sikäläisessä polttohakerangan hankinnassa:

- I Runkomenetelmä ilman rasiinkaatoa ja suora juonto palstatien varteen yksikkökuormissa.
- II Runkomenetelmä rasiinkaatoa käyttäen tai ilman sitä ja metsäkuljetus kuormauksen tapahtuessa yksitellen.
- III Rasiinkaato ja kuivumisen jälkeen suoritettu karkea karsinta.
- IV Kuorimattomien karkeasti karsittujen rankojen teko.

M a k k o s e n (1959) tutkimuksen mukaan on karsimattomien pienpuurankojen hankinta ollut 14...29 % nopeampaa kuin karsittujen laskettuna hakkeen  $i\text{-m}^3$ :ä kohti. Ruotsissa on karsimattomein rankojen oletettu olevan n. 30 % edullisempaa. Toisaalta M a k k o n e n on todennut, että oksat lisäävät hakesaantoa pienikokoisilla rangoilla n. 1  $i\text{-m}^3$  laskettuna runkopuun  $k\text{-m}^3$ :ä kohti. Puun jalostuksen kannalta ei oksahake varmaankaan ole runkopuuhaikkeeseen verrattavaa. Nykyisten palkkaperusteiden mukaan on karsittujen pienpuurankojen hakkuutaksa n. 2.6 kertainen karsimattomiin verrattuna. (Työvaihepalkat metsälöissä 1968).

Haketus suoritettiin välivarastolla siirrettävillä maatalous- traktorin käyttämällä hakkureilla. Haketus saattoi tapahtua joko suoraan kuljetusajoneuvoon tai varastoon. Molemmissa tapauksissa oli vielä mahdollista hakettaa rankakasoista tai suoraan hevosajosta. Varastoon haketusta käytettiin kuitenkin verraten vähän, sillä ulkovarastossa hake saattoi kostua ja pilaantua. Tärkein seikka oli kuitenkin autojen kuormauksen hankaluus ja kalleus.

Työryhmän suuruus oli hyvinkin erilainen eri työmailla. Käytettäessä vaikeasti siirrettäviä raskaita hakkureita muodostui rankojen kantomatka varastolla usein pitkäksi, ja niinpä työryhmässäkin piti olla 2...3 miestä. Kevyillä hakkureilla saattoi yksikin mies selviytyä, mikäli paikalla olevan auton kuljettaja toimi tilapäisesti avustajana. Kaksimiehininen työryhmä oli ehkä kuitenkin sopivin.

Tuotokseen vaikutti hyvin paljon mm. (vrt. H e i s k a n e n 1964)

- puulaji
- pölkyn paksuus
- puutavaralaji
- työryhmän suuruus
- työskentelyolosuhteet
- lastun pituus
- hakkurityyppi

Ruotsalaisissa tutkimuksissa on todettu, että karsimattomien pienpuurankojen haketus on tullut 9...13 % kalliimmaksi kuin karsittujen. Myös norjalaiset tutkimukset ovat viitanneet samaan suuntaan. Toisaalta oksat ja neulaset lisäävät hakesaantoa n. 40 %, mutta hake ei tällöin vastaa tilavuuspainoltaan runkopuuhaketta (E l o v a i n i o , . ja L e s k i n e n , 1958).



22. Teollisuushakkeen valmistuskokeilut siirrettävillä  
haketuslaitoksilla Suomessa

221. K a u k a s - O s a k e y h t i ö n u i v a h a -  
k e t u s l a i t o s

Kesällä 1958 Kaukas-Osakeyhtiö kokeili ensimmäisen kerran Etelä-Saimaalla kehittämäänsä uivaa haketuslaitosta. Proomulle rakennettu haketuslaitos siirtyi rantavarastolta toiselle valmistaen niihin talvella ajetut karsitut pienpuurangat kuorettomaksi sulfaattihakkeeksi.

Laitoksen pääkoneiston muodostivat teollisuushakkuri, polttohakehakkuri sekä kuorimakone voimakoneineen. Rangat siirrettiin rannalta laitokselle kuljettimien avulla. Jos laitos valmisti myös polttohaketta tarvittiin kaikkiaan viisi proomua: kone-, keittohake-, polttohake-, kuori- ja asuntoproomut.

Laitosta käytti viiden miehen työryhmä. Tuotos oli 9-tuntisena työpäivänä 70...90 p-m<sup>3</sup> rankoja.

S t o l p e n (1959) tutkimusten mukaan oli haketus tällä laitoksella ylivoimainen kustannuksiltaan ohutpuun tavanomaiseen valmistukseen verrattuna. Stolpe perusteli laitoksen tarkoituksenmukaisuutta myös metsänhoidollisilla näkökannoilla.

Optimistisista arvioista huolimatta supistui laitoksen käyttö muutamaan kesään.

222. E n s o - G u t z e i t O s a k e y h t i ö n  
h a k e t u s l a i t o s

Muutamia vuosia sitten suunnitteli Enso-Gutzeit Osakeyhtiö haketuslaitoksen, jolla oli tarkoitus valmistaa teollisuushaketta

välivarastolla normaalin paperipuun kokoisista karsituista rangoista. Pyrittiin valmistamaan kuoretonta haketta.

Koko laitteisto rakennettiin siirrettävyyttä ajatellen lavettien päälle, jotka voitiin vetää kahden kuorma-auton perässä. Koneiston muodostavat syöttöpöytä, rullakuljetin kuorimakoneelle, kuorimakone, rullakuljetin hakkurille sekä hakkuri. Alunperin laitteisto rakennettiin diesel-sähköiseksi, jolloin n. 400 hv:n tehoisen dieselmoottorin käyttämä **generaattoriantoi** käyttövoiman eri koneyksiköiden sähkömoottoreille.

Kuorimakoneena on VK 16 ja hakkurina Karhulan valmistama vaakahakkuri varustettuna 14" syöttöaukolla.

Laitteita hoitaa kaksi miestä. Tuotos on ollut 8-tuntisena työpäivänä n. 150 p-m<sup>3</sup>. Onpa saavutettu järeähkön tavaran haketuksessa 200 p-m<sup>3</sup>:n työvuorotuotoksiakin.

Alkuperäiseen tarkoitukseensa ei laite soveltunut. Ensinnäkin laitteiden kuljetus metsäteillä on suuren painon ja huonon maastokelpoisuuden vuoksi hankalaa. Myös koneiston tilantarve on käyttökuntoon asennettuna verraten suuri.

Koska laitteisto ei käytännössä soveltunut siirrettäväksi metsäolosuhteissa, on se nyttemmin asennettu kiinteästi selluloosatehtaan yhteyteen ja generaattori sekä sen voimakone on poistettu. Nykyisin laitos valmistaa haketta karsituista, järeähköistä rangoista.

### 23. Käytännön kokeet ja teoreettiset laskelmat haketusmenetelmistä Ruotsissa

Muutamia vuosia sitten on Ruotsissa kokeiltu pienikokoisen paperipuun ja ohutpuun haketusta välivarastolle sijoitetulla haketuslaitoksella. Hake valmistettiin karsitusta ja kuoritusta raaka-aineesta.

Korjuun kulku oli seuraava: Neljä hakkuumiestä kaatoi ja karsi rungot. Kaksi metsävarusteista traktoria kuljetti rangat haketuslaitokselle. Kahden miehen hoitama laitos kuori rungot, valmisti hakkeen ja puhalsi sen suoraan kuorma-autoon.

Menetelmässä on aiheuttanut hankaluutta eri työvaiheiden ajoittaminen toistensa suhteen. Tämä haitta arveltiin kuitenkin voitavan poistaa menetelmän kehittämällä. Kahdeksan miehen (4 + 2 + 2) ja kahden traktorin muodostaman työryhmän päivätuotokseksi oli saatu käytännössä 31 p-m<sup>3</sup>. Laskelmien mukaan saavutettiin menetelmällä 18 - 31 % kustannussäästö tavanomaisiin menetelmiin verrattuna. (Flising av ... 1964).

Näennäisistä kustannussäästöistä ja optimistisista ennusteista huolimatta ei menetelmä yleistynyt käytännössä (K i l a n - d e r 1964, T r o é n g 1964).

Ruotsissa on harvennushakkuiden koneellistamista kehitettäessä tutkittu mahdollisuudet kaadon, karsinnan, pölkytyksen, kuorinnan ja haketuksen erilaiset maastossa, palstatiellä, autotiellä tai alavarastolla tapahtuvat kombinaatiot. Näille eri mahdollisuuksille on teoreettisesti hahmoteltu koneet, tuotokset ja kustannukset, joita on verrattu keskenään ja tehty päätelmiä tulevasta kehityksestä.

Menetelmien päälinjoina ovat olleet tavaralajeittainen-, runkoina ja kokonaisina puina sekä hakkeenakorjuu, ja tutkittuja kombinaatioita on ollut kaikkiaan 26.

Tässä yhteydessä voidaan ensinnä tarkastella lähemmin kahta siirrettävää haketusyksikköä, joista toisessa on pääkoneina nosturi, kuorimakone, hakkuri sekä tarpeelliset kuljettimet ja toisessa edellisten lisäksi vielä karsimakone (H e d b r i n g, N i l s s o n, Å k e r s s o n 1968).

#### Siirrettävä hakettaja B 114

Koneistolle antaa voiman 300 hv:n moottori. Kuorimakoneena käytetään tavallista reikäroottorikuorimakonetta ja hakkurina joko CCL- tai HP-hakkuria. Syöttö kuljettimelle tapahtuu nosturilla. Hake puhalletaan suoraan vaihtoperävaunuihin.

Koneistot voidaan siirtää ajoneuvon vetäminä varastolta toiselle.

Hakettaja toimii autotien varressa olevilla varastoilla, joilla rungot sijoitetaan syöttökuljettimen molemmille puolille.

Tuotokseksi on arvioitu  $0.15 \text{ k-m}^3$ :n puilla  $24.3 \text{ k-m}^3/\text{työtunti}$ , jolloin työn suorittaa 2 miestä.

Investointikustannus on n. 304 000 mk.

#### Siirrettävä hakettaja B 115

Tämä laitos on periaatteltaan verrattavissa edelliseen muuten paitsi siinä, että voimakoneena on 350 hv:n moottori ja koneistoon

on lisätty karsimakone. Syöttö tapahtuu nosturin sijasta erityisellä syöttötraktorilla.

Tuotokseksi on arvioitu  $0.15 \text{ k-m}^3$ :n puilla  $21.4 \text{ k-m}^3/\text{työtunti}$  edellyttäen 2 miestä.

Investointikustannus on n. 360 000 mk.

Eräänä tutkittuna menetelmänä on ollut harvennuspuun hakettaminen palstatiellä kulkevalla monitoimikoneella. Lähtökohtana ja päämääränä heillä on ollut haketusmenetelmässä kuoretoman hakkeen valmistus. Haketus tapahtuu siis karsitusta ja kuoritusta raaka-aineesta (H e d b r i n g , N i l s s o n , Å k e r s s o n 1968).

Haketuskoneelle on näissä teoreettisissa laskelmissa annettu nimi "Fällare-kvistare-barkare-flisare B 107". Kone on ajateltu rakennettavaksi metsätraktorin rungolle siten, että nosturi sekä karsima- ja kuorimakoneet sekä hakkuri ovat varsinaisen traktorin rungolla. Hakesäiliö on traktorin vetämässä perävaunussa. Kone on kaikkiaan n. 14.5 m pitkä ja ilmeisesti melkoisen raskas. Kustannusten ja tuotosten laskuperusteet ovat seuraavat.

- harvennuspoistuma, $\text{m}^3$ sk/ha <sup>1)</sup>	50
- puiden keskikuutiomäärä, $\text{m}^3$ sk	0.05...0.10...0.15
- puiden pituudet, m	8...10...12
- $d_{1.3}$ maks., cm	25
- d tyvestä maks., cm	30...35
- puiden paino, kg	500...750

---

1)  $\text{m}^3$  sk tarkoittaa leimikossa pystyyn mitattua puumäärää.

Se vastaa siis lähinnä  $\text{k-m}^3$ :ä.

- harvennusteiden väli, m	18...20
- harvennusteiden leveys, m	4
- työvuoro tuntia	8
maastossa oltaessa, tuntia	5.0
palstatiellä     "     "	5.5
autotiellä     "     "	6.0
- maaston kulkukelpoisuus kesk. vaikeaa	
- keskim. maastokuljetusmatka, m	400
- koneen kestoikä, vuotta	4
- korko, %	10
- koneen romuarvo, % hank. hinnasta	20
- vuotuinen korko + kuoletus % hank. hinnasta	27
- koneen käyttöaika, työvuoroa/vuosi	220
- vakuutukset yms., %hank.hinnasta	3
- korj. + kunnossapito, % hank. hinnasta	3 + 5000 kr
- käyttötuntikust., % hank. hinnasta	0.002 + 5 kr
- käyttövoima (125 hv) kr/tunti	3
- miehen työpalkka sos.kust.-neen kr/vuosi	30 000
- koneen hinta, kr ja Smk	600 000, 480 000

Tuotos työvuorossa on erikokoisilla puilla ollut seuraava

m <sup>3</sup> sk/puu	kpl	m <sup>3</sup> sk
0.05	335	17
0.10	265	27
0.15	215	32

Tuotokset on hahmoteltu eri työvaiheiden oletettujen kestoaikojen perusteella. Kustannuksiksi on menetelmässä todettu .ao. asetelman mukaisesti:

	kr/työvuoro
- korko, kuoletus, vakuutus	819
- korjaus, kunnossapito	190
- poltto ja voiteluaineet	42
- työpalkat, sos.kust.yms.	136
	<hr/>
Yhteensä	1187

Kustannukset/m<sup>3</sup>sk on todettu muodostuvan seuraaviksi:

m <sup>3</sup> sk/puu	kr
0.05	69.70
0.10	43.90
0.15	37.10

Teoreettisen tutkimuksen valossa on voitu hahmotella mm. seuraavia suuntaviivoja:

Ensinnäkään mikään pitkälle koneellistettu korjuumenetelmä ei muodostu halvemmaksi kuin nykyään käytössä olevat menetelmät. Tämä pätee kuitenkin vain niillä edellytyksillä, millä laskelmat on suoritettu. Pitkälle koneellistetut menetelmät ovat sitäpaitsi paljon pääomaa sitovia. Mikäli palkkakustannukset nousevat konekustannuksia nopeammin tulevat pitkälle koneellistetut menetelmät ajankohtaisiksi 1970-luvun keskivaiheilla.

Samanlaisissa olosuhteissa näyttäisivät useammat menetelmät olevan samanarvoisia.

Haketusmenetelmä palsta- tai autotiellä näyttäisi muodostuvan kaikkein kalleimmaksi. Mikäli kuitenkin teollisuus voi lieventää hakkeen laatuvaatimuksia, saattaa haketusmenetelmä mahdollisesti tulevaisuudessa muodostua käyttökelpoiseksi ottaen huomioon puun hankinnan ja jalostuksen kokonaisuudessaan (S k a v i G a l l r a 1968).

## 24. Muulla suoritetut kokeilut haketusmenetelmistä

Kanadassa käytettyjä uusimpia haketusmenetelmiä esittää Savolainen (1968) seuraavasti.

DOMTAR LTD:n tutkimusohjelman tarkoituksena on siirtää haketus neljässä vaiheessa koneita kehittämällä autotien vartesta puun kasvupaikalle.

1 vaihe: haketus metsäautotien varressa

Tätä menetelmää on jo käytännössä kokeiltu. Puiden kaato ja karsinta suoritetaan käsityövälineillä ja rungot juonnetaan varastolle traktorilla. Runkojen käsittely tapahtuu viiden kuorma-auton päälle rakennetulla käsittelyasemalla. Asema koostuu syöttöpöydästä, kuljettimista, kuorimakoneesta ja hakkurista.

Laitos käsittelee kokorunkoja maksimipaksuudeltaan 18".

Yhdeltä paikalta voidaan käsitellä 1/5 neliömailin ala, jossa on keskimäärin puuta n. 7000 m<sup>3</sup>.

Työn hoitaa kolme miestä, ja tuotos 10-tuntisena päivänä on ollut n. 380 p-m<sup>3</sup> (P o r t a b l e ... 1967).

2 vaihe: haketus traktoripalstatien varressa.

Työ suoritetaan samoilla koneilla ja menetelmillä kuin edellinen, mutta syvemmälle metsään raivatun palstatien varressa. Koneistosta on myös kevyempi muunnos, joka voidaan kuljettaa yhdellä kuorma-autolla. Hake kuljetetaan erityisillä säiliöajoneuvoilla autotien varteen. Sopivan ajoneuvon kehittäminen on parhaillaan käynnissä.



Hakkeen kuljetus autotielle on ajateltu tapahtuvaksi joko Tree-Farmer metsätraktorilla, johon on asennettu 3.5...5.5 m<sup>3</sup>:n hakesäiliö, tai Go-Tract telaketjutraktorilla varustettuna 30 m<sup>3</sup>:n hakesäiliöllä.

3 vaihe: haketus palstatiellä.

Tässä menetelmässä suoritetaan kaato ja karsinta Beloit-Tree-Harvesterilla, joka jättää rankakasat kulkureittinsä varteen. Haketus tapahtuu näistä kasoista em. kevyellä koneistolla itsekulkeväksi kehitettynä. Hakettajan perässä seuraa säiliöajoneuvo, joka kuljettaa hakkeen autotielle.

4 vaihe: haketus kannolla.

Korjuu tässä menetelmässä on tarkoitus suorittaa yhdellä koneella, joka kaataa, karsii, kuorii ja hakettaa. Koneen kehittäminen kestää kuitenkin vielä muutamia vuosia.

CROWN ZELLERBACH CORPORATION on kehittänyt kaksi haketusyksikköä, joista ensimmäinen Utilizer-1 on traktorivetoinen ja toimii metsäautotien varressa. Yksikkö pystyy käsittelemään 3"...24" paksuisia runkoja, ja tuotos on ollut noin 540 m<sup>3</sup> haketta 8-tuntisena työpäivänä. Menetelmää on käytetty etupäässä korjattaessa länsirannikolla hakkuualueitten jätepuustoa.

Utilizer-2 on metsäautotiellä itse liikkuva rakennettuna noin 12 m pitkälle alustalle. Laitteissa on kaato-, karsima-, kuorima-koneiden ja hakkurin lisäksi myös hydraulinen puomikuormaaja. Yksi mies pystyy hoitamaan koko koneiston. Yksikkö käsittelee

3...16" paksuisia runkoja ja tuotos on 8-tuntisena työpäivänä ollut 280...450 m<sup>3</sup> haketta.

Yksinkertaisia koneita käyttäen on haketusmenetelmää kokeiltu jo useissakin maissa.

Niinpä H e i s k a s e n (1961a) tutkimuksen mukaan valmistettiin kokeilumielessä ainakin seuraavissa maissa teollisuushaketta siirrettävillä hakkureilla.

#### Yhdysvallat

Siirrettävien hakkureiden käyttö USA:ssa on tähän saakka perustunut lähinnä hakkeen hankintaan maataloudellisiin tarkoituksiin, kuten maanparannusaineeksi, karjan alustaksi jne. tai polttoaineeksi. On myös korostettu sitä etua, että roskapuusto ja hakkuutähtect saadaan täten hävitetyksi.

Kuitenkin on pienessä mittakaavassa valmistettu siirrettävillä hakkureilla raaka-ainetta myös puolikemialliselle selluloosateollisuudelle. Onpa varsinaiselle selluloosateollisuudellekin valmistettu haketta metsässä kokeilumielessä aika ajoin. Jo 1920-luvun lopulta lähtien. Tähän mennessä suoritettut kokeilut ovat olleet varastohaketuksia, vieläpä autotien varressa olevia. Ne ovat sitäpaitsi koskeneet yleensä vain avohakkuita kuten myös Kanadalaiset menetelmät. H e i s k a s e n tutkimuksen (1961 aikoihin arveltiin siirrettävien hakkureiden merkityksen jäävän ainakin vielä tällä vuosikymmenellä vähäiseksi. Useat siirrettävien hakkureiden valmistajat uskovat kuitenkin koneittensa mahdolli-

suuksiin tulevaisuudessa myös selluloosahakkeen valmistuksessa. Muihin teollisiin tarkoituksiin on valmistettu samoin haketta, joskin kokonaisuuteen katsoen määrät ovat olleet vähäisiä.

H e i s k a n e n (1961a)mainitsee tutkimuksessaan seuraavat USA:ssa suoritettut kokeilut teollisuushakkeen valmistamiseksi.

Puolikemiallisen selluloosatehtaan raaka-aineksi valmisti v. 1949 National Container Corporation kuorellista haketta Murco-hakkurilla. Perävaunulle asennettu yksikkö painoi n. 13.600 kg. Puut kuljetettiin autotien varteen varastoille. Hakkurin vinon syöttökourun vuoksi tarvittiin nosturi puiden syöttämiseksi. Hake puhallettiin suoraan kuljetusautoihin.

Myös eräässä toisessa kokeessa käytettiin matalalavaiselle perävaunulle asennettua yksikköä. Tässä kokeessa puut tuotiin pitkinä varastolle, jossa suuremmat puut katkottiin sahatukeiksi ja lopuista valmistettiin haketta.

#### Tsekkoslovakia

Kokeilumielessä on valmistettu 3...7 cm:n läpimittaisesta pienpuurangasta sekä oksista kuorellista haketta, jota on käytetty selluloosan, kuitulevyjen ja lastulevyjen valmistukseen. On kokeiltu seuraavaa työmenetelmää. Perustana on maataloustraktorin, hakevaunun ja siirrettävän hakkurin muodostama yhdistelmä. Hakevaunu on varustettu kippilaitteella ja laidat on tehty metalliverkosta. Kuormatila on n. 15 m<sup>3</sup>. Maataloustraktori on varustettu myös nopeilla vaihteilla ja soveltuu siten hyvin kuljetustarkoituksiin.

Erikoista koneistossa on se, että hakkuri on hakevaunun

takana. Perävaunun alitse traktorista hakkuriin kulkeva voimansiirtoakseli mahdollistaa haketuksen heti laitteiston pysähdyttyä. Hakkuri voidaan jättää metsään lähdettäessä viemään täyttä hakekuormaa käyttö- tai varastopaikalle.

Laitteiston hoitoon tarvitaan kuljettajan lisäksi 2...4 työntekijää. Työ tapahtuu siten, että laite ajaa tietä pitkin ja pysähtelee molemmin puolin tietä kerättyjen rankakasojen luona haketuksen suorittamiseksi.

Hakkeen kuljetus voidaan järjestää joko siten, että laite itse käy viemässä kuorman varastopaikalle, toinen maataloustraktori vaihtaa tyhjän perävaunun täyden tilalle tai laite vetää perässään kahta hakevaunua.

Luovutusvarastolla suoritettavien töiden järjestelyssä ei vielä oltu löydetty parhainta ratkaisua.

### Ranska

Ranskassa on siirrettäviä hakkureita käytetty seuraaviin tarkoituksiin.

- Kuoritusta sahausjätteestä on tehty haketta selluloosa-teollisuuden raaka-aineeksi.

- Vesametsien hakkuussa kertyvistä kuorimattomista ja osin karsimattomistakin rangoista on valmistettu haketta polttoaineeksi, kartongin raaka-aineeksi, karjan kuivikkeeksi ja puun hiiltoa varten.

- Kaupungeissa ja teiden varsilla on valmistettu haketta lannoitusaineeksi.

Mainittakoon esimerkin vuoksi, että vuoden 1959 ensimmäisellä

puoliskolla arvioitiin selluloosahaketta olleen n. 1/4 koko siirrettävillä hakkureilla valmistetusta hakemäärästä.

### Neuvostoliitto

Neuvostoliitossa käytetään korjuussa paljon kokopuumenetelmää. Tästä on seurauksena oksien ja muiden hakkuutähteiden kasautuminen varastopaikoille. Näiden tähteiden talteenotossa on suunniteltu käytettäväksi siirrettäviä hakkureita. Syntynyt hake on ajateltu käytettäväksi paitsi polttoaineena myös selluloosa- ja levyteollisuuden raaka-aineena.

### 25. Tähänastiset kokemukset tämän tutkimuksen kannalta

Tämän tutkimuksen päämääriä kokonaisuudessaan ajatellen saadaan kirjallisuudesta verrattain vähäinen apu.

Kuorellisen hakkeen teollisia käyttömahdollisuuksia on tutkittu yksityistapauksina etenkin kuitulevyjen valmistuksessa. Kysymyksen kokonaisselvitystä ei ole suoritettu, ja mikä tärkeintä, ei tiedetä kuorellisen hakkeen käyttömahdollisuuksia eri paperilaatujen valmistuksessa.

Puutavaran hankinnassa haketusmenetelmää varten voidaan ajatella käytettäväksi runkojuonnon tutkimuksissa kehitettyjä menetelmiä. Ne eivät kuitenkaan sellaisenaan aina sovi, ja tutkimuksia kaivataan tälläkin taholla. Polttohakerankojen hankintamenetelmät ovat tässä yhteydessä täysin vanhentuneita.

Kehitys hakkureissa ja haketuksen suorituksessa on samalla tasolla, mille se 1964...1965 jäi. Tälläkin sektorilla kaivataan siis tutkimusta ja kehittelyä.

Niin ikään ei ole selvitetty parantuneen kuljetuskaluston mahdollisuuksia hakkeen kuljetuksessa. Samoin on laita myös kuorma- ja purkulaitteiden osalta.

Ulkomailla etenkin Pohjois-Amerikassa tapahtunut kehitys erityisesti haketusmenetelmiä ajatellen tuntuu meikäläisiin olosuhteisiin verraten rajoitetusti soveltuvalta. Käytetäänhän siellä haketusmenetelmiä miltei yksinomaan avohakkuissa, ja sitäpaitsi koneet ovat järeytensävuoksi suurimmaksi osaksi meille soveltumattomia. Sama pätee osin myös Neuvostoliittolaisiin koneisiin. Muissa maissa suoritetut kokeilut ovat niin vähäisiä, että niistä saatava tietous on hyvin puutteellista.

### 3. HAKKEENA KORJUUN ERI MAHDOLLISUUDET

Lähdettäessä pohtimaan erilaisia haketusmahdollisuuksia voidaan menetelmät jaotella ensin haketuspaikan mukaan. Lähinnä tulee kysymykseen haketus

- välivarastolla
- palstatiellä
- puun kasvupaikalla

Kussakin näistä menetelmistä voi esiintyä useita variaatioita mm. tavaralajin mukaan. Haketettavina tavaralajeina voivat tulla kysymykseen

- karsimattomat rungot
- karsitut rungot
- kuorittu puutavara

Jotta voitaisiin tehdä päätelmiä eri menetelmien tärkeysjärjestyksestä, pohditaan seuraavassa lyhyesti, millaisia vaatimuksia käytettävien koneiden ja korjuun yleisen kulun suhteen haketuspaikan ja haketettavan tavaralajin erilaiset variaatiot asettavat.

Väliavarastohaketus ei vaadi hakkurin ja voimakoneen lisäksi muita erikoiskoneita, mikäli raaka-ainetta ei kuorita. Käsiteltävät rungot ovat yleensä niin pieniä, että ne pystytään miesvoimin siirtelemään. Mikäli jokin runko on liian suuri käsin siirreltäväksi, joudutaan se katkomaan. Palstatiellä tapahtuva haketus vaatii maastokelpoisen ajoneuvon, jossa on hakkuri ja hakkeenkuljetussäiliö. Nämä ovat vähimmäisvaatimuksia; laitteisto voi olla myös varustettu vintturilla, hydraulisella nosturilla sekä muillakin puun käsittelyä helpottavilla ratkaisuilla. Hakkeen kuljetus voi tapahtua vaihdettavan hakesäiliön avulla tai niin, että kone käy itse varastolla tyhjentämässä kuormansa. Missä määrin ratkaisuissa voidaan käyttää hyväksi nykyään jo valmiita koneita kuten maatalous- tai metsätraktoreita, vetäviä perävaunuja jne, jää käytännön kokeitten selvitettäväksi.

Puun kasvupaikalla tapahtuva haketus vaatii jo monitoimikoneita. Peruskoneena voi olla runko-ohjattu maastopyörätraktori, jolle eri konekomponentit on asennettu. Hakkurin lisäksi tarvitaan puun katkaisu- ja nosturilaitteet. Hakesäiliö on sijoitettava traktorin päälle tai erilliseen perävaunuun. Myös muunlaiset koneratkaisut ovat mahdollisia. Korjuu voi tapahtua seuraavasti: kuljettaja katkaisee teleskooppinosturin päässä olevilla hydraulisaksilla puun ja vetää sen nosturin tartuntaelimien avulla koneen luo syöttäen puun saman tien hakkuriin. Hakkurin käsitellessä

runkoa katkaisee kuljettaja seuraavaa. Syntynyt hake puhalletaan traktorin kantamaan tai vetämään pyörillä varustettuun säiliöön, joka voidaan helposti tyhjentää välivarastolla, taikka maatalous-traktori käy vaihtamassa tyhjän perävaunun palstalla.

Kuten edellä on todettu asettaa haketettava puutavaralaji omat edellytyksensä korjuun metsävaiheelle. Hakkuumies voi ainostaan kaataa puut moottorisahalla, tai kaataa ja karsia tai vieläpä valmistaa määrämittäiseksi, mitä menetelmää sitten milloinkin pidetään eri haketusmenetelmien kannalta parhaimpana. Välivarasto- tai palstatiehaketuksessa on vintturin käyttö runkojen keruussa palstalta ehkä perustelluinta ajatelleen etenkin harvennusmetsän olosuhteita. Käytetäänkö työssä erillisiä vai traktorikohtaisia vintturieta, jää käytännön kokeitten ja kustannuslaskennan selvitettäväksi.

Runkojen juonto haketettavaksi varastolle, voi tapahtua maatalous- tai erikoistraktoreilla. Puun kasvupaikalla suoritetussa haketuksessa jää juontovaihe suurimmaksi osaksi pois.

Erilaisia variaatioita harvennuspuun korjaamiseksi haketusmenetelmällä näyttäisi siis löytyvän runsaasti. Mahdollisuuksista olisi kuitenkin löydettävä ne, joilla tulevaisuudessa olisi parhaimmat menestymisen edellytykset. Menetelmiä haketuspaikan mukaan arvosteltaessa tuntuisi kasvupaikalla tapahtuva haketus ainakin vielä tässä vaiheessa kohtaavan kaikkein suurimmat vaikeudet. Monitoimikoneen liikkuminen ensikertaisen harvennusmetsän sisällä muodostuu ilmeisesti vaikeaksi, joissakin tapauksissa ehkä mahdottomaksikin. Lisäksi pystyyn jäävä puusto tulee mitä todennäköisimmin vaurioitumaan. Onkin ehkä lähdettävä siitä,



että monitoimikone tulee harvennusmetsässä liikkumaan enemmän tai vähemmän suunnitellulla ja raivatulla ajouralla. Lisäksi monitoimikone on erittäin kallis ratkaisu, kuten ruotsalaiset ovat todenneet. He ovat arvioineet hinnaksi 600 000 kr eli n. 480 000 mk. (Ska vi gallra). Hinta jää korkeaksi vielä sittenkin, vaikka konstruktioista vähennetään karsima- ja kuorimakoneiden osuus.

Kun vielä otetaan huomioon harvennusleimikoiden hajanaisuus ja pienikokoisuus sekä pienipuustoisuus tuntuu palstatie- ja välivarastohaketuksen tutkiminen kasvupaikkahaketusta tärkeämmältä ainakin vielä tässä vaiheessa.

Haketettavia tavaralajeja tutkittaessa tuntuu karsimattomien ja vajaasti karsittujen runkojen korjuu edullisimmalta. Kuorittujen runkojen haketus ei tunnu tuovan mitään etuja nykyisiin tavaralajeittaisiin menetelmiin verrattuna, ja pyritäänhän tässä tutkimuksessa nimenomaan välttämään kuorinta- ja vieläpä karsintakustannuksiakin.

Edellä esitetyn perusteella voitaneen harvennuspuun korjuun tutkimisessa haketusmenetelmällä keskittyä ensisijaisesti seuraaviin pääkohtiin.

Karsimattomien runkojen korjuu

- haketus välivarastolla
- haketus palstatiellä

Karsittujen runkojen korjuu

- haketus välivarastolla
- haketus palstatiellä

Oman suuren kokonaisuutensa, joka heijastuu myös haketusmenetelmiin, muodostaa kysymys harvennustavoista. Nykyisen valikoivan harvennuksen sijasta voidaan nimittäin ajatella käytettäväksi rivi- eli käytäväharvennusta. Asian tätä puolta valotetaan kuitenkin toisissa yhteyksissä.

#### 4. KONEILLE JA KORJUUN KULULLE ASETETTAVIA VAATIMUKSIA

##### 41. Hakkurit ja hake

- hakkurin yleiset ominaisuudet:

Tämän tutkimuksen mukaisesti menetelmää kehitettäessä on hakkurin oltava siirrettävä. Tällöin on edullisinta mitä pienikokoisempi ja kevyempi kone on. Sen on sovelluttava myös karsimattomien puiden haketukseen.

Seuraavassa esitetään valikoima ominaisuuksia, jotka tässä yhteydessä tarvittavan hakkurin tulisi täyttää:

- teollisuushakkeen valmistukseen sopiva leikkaavilla terillä varustettu laikka- tai rumpuhakkuri
- hakkeen oltava
  - tasalaatuista
  - murskautumatonta
  - vailla tikkuja ja puruja
- varustettu tehokkailla syöttölaitteilla
- syöttöaukon oltava laaja ja karsimattomien puiden haketukseen sopiva
- terien on irroitettava lastu leikkaamalla, ei murtamalla, leikkauksen pituuskaltevuuskulman optimi on  $45^{\circ}$
- pieni koko, paino enintään 2000...3000 kg

- tehon tarve 40...50 hv
- terät ja vastaterät vaihdettavia
- huollot on voitava suorittaa nopeasti ja helposti

Erikoispiirteet syöttölaitteistolle:

Karsimattomien puiden haketusta ajatellen ovat nykyisten hakkureiden syöttöaukot ilmeisesti liian pieniä, onhan niiden koko vain noin 200 x 300 mm. Aukosta mahtuisi siis teoriassa 8" tyviläpimittainen puu. On selvää, että oksantynkiä tai pahoja mutkia ei tällöin saa esiintyä. Syöttöaukkoa on ilmeisesti pyrittävä laajentamaan.

Syöttölaitteistoa jouduttaneen myös kehittämään, aiheuttavat-han oksat tuntuvaa haittaa syötölle. Oksat olisi syöttövaiheessa ilmeisesti saatava tapumaan taaksepäin tai taittumaan tyvestä rungon suuntaiseksi. Myös syöttötelaston tarttuvuutta sekä veto-kykyä jouduttaneen parantamaan.

Karsimattomien puiden haketukseen lähinnä soveltuvat, nykyisin markkinoilla olevat siirrettävät hakkurit.

Hake M 7 A

Konetta valmistaa Ammus-Sytytin Oy Raumalla. Hake M 7 A suunniteltiin aikoinaan polttopuun haketukseen, mutta se on osoittautunut myös hyväksi sahanrimojen ja ohutpuun haketuksessa. Koneen tekemä hake on melko hyvin tehdashaketusta vastaava, kuten V i l k k i (1959) toteaa.

Karsimattomien runkojen haketuksen arveli valmistaja käyvän hyvin päinsä alle 10 cm:n läpimittaisilla puilla, mutta tätä

paksumpien runkojen käsittelyyn on ilmeisesti suhtauduttava varauksin. Valmistaja oli kuitenkin halukas suorittamaan asiassa alustavia kokeiluja.

Hake M 7 A:sta on tehty myös koekappaleena parannettu malli, Tässä on terien muotoa yksinkertaistettu sekä tehostettu syöttötelastoa.

#### Karhula 1200/2

Hakkuri on Ahlström Oy:n Karhulan Konepajan valmistetta. Kone on tehty polttopuuhaketausta varten, mutta samalla on pidetty silmällä myös mahdollisimman tasalaatuisen hakkeen valmistusta. Niinpä V i l k k i (1959) toteaa myös Karhula 1200/2 tekevän teollisuushakkeeksi kelpaavaa haketta.

Valmistaja uskoi karsimattomien puiden haketuksen onnistuvan vielä 4"...5" paksuilla puilla. Käytännössä on jo todettu, että Karhula 1200/2 pystyy hakettamaan hyvän syöttölaitteistonsa ansiosta karsimattomia runkoja. Mikä on tällöin runkojen maksimipaksuus, jää käytännön kokeitten selvitettäväksi.

Karhulan Konepaja valmistaa myös syöttölaitteetonta hakkuria malliltaan 312 B. Tällä tyypillä on saatu niin ikään melko tasapalaista haketta, joka voisi mahdollisesti soveltua teollisuushakkeeksi. Karsimattomien puiden haketus tällä koneella kohtaa ilmeisesti vaikeuksia. Ne on kuitenkin selvitettävä tarkemmin käytännön kokeilla. Mikäli siirrettäville hakkureille ilmaantuu vielä kysyntää, on Karhulan Konepajalla piirustukset valmiina hakkurista 312 C, jolle on erikoista voimakkaasti kallistettu terälaikka.

## Pirkka 1200 S

Hakkuria valmistaa E. Järvensivun Konepaja Pirkkalassa. Kone on valmistettu ensisijaisesti sahanrimojen haketukseen, mutta voidaan asentaa myös siirrettäväksi. Koneella ei vielä tähän mennessä ole paljoakaan haketettu pyöreää puutavaraa, mutta hakkurin markkinoija piti sitä täysin käyttökelpoisena tähänkin työhön.

Karsimattomien puiden haketuksesta ei ole minkäänlaista kokemusta. Ilmeisesti ainakaan pienikokoiset rungot eivät aiheuta ongelmia.

Edellä mainittujen lisäksi saattavat myös eräät ulkolaiset hakkurimallit soveltua karsimattomien puiden haketukseen teollisuushakkeeksi. Lähinnä tällöin tulee kysymykseen ruotsalainen Bruks-hakkuri.

Seuraavassa taulukossa esitetään valikoima esiteltyjen hakkureiden teknisiä ominaisuuksia.

## Valikoima hakkureiden teknillisiä ominaisuuksia.

H a k k u r i t				
Nimi	Hake M7A	Karhula 1200/2	Pirkka 1200 S	Bruks 850 M
Valmistaja	Ammus-Sytytin Oy, Rauma	A.Ahlström Oy Karhulan tehtaat	E.Järvensivun konepaja, Pirkkala	Bruks Mek. Verkstad Ab
Hakkurityyppi	rumpu	laikka	laikka	laikka
Puun maks.paks. tuumaa	6...7	7...8	6...7	
Paino ilman voimakonetta	1300	2800	2000	1400
Syöttöjärjestelmä.	2 vetoalatelaa	7 vetoalatelaa	5 vetoalatelaa	4 alatelaa
Syöttöelimet	2 vetoylätelaa	1 vetoylätelaa	1 vetoylätelaa	1 vetoylätelaa
	1 painoylätelaa	7 painolämellia	painolevyt	

Nimi	Hake M7A	Karhula 1200/2	Pirkka 1200 S	Bruks 850 M
Syöttöaukonmitat mm	210 x 320	200 x 300	200 x 350	250 x 260
Pituuskaltevuus astetta	0	15	0	0
Teräjärjestelmä Terät kpl	3 suoraa	2 suoraa	2 suoraa	2 suoraa
Teräpyörän läpi- mitta mm	1 000	1 200	1 200	980
Teräpyörä kallis- tettu, astetta	0	0	30	48
Pyörimisnopeus r/min	500...540	600...700	750	1 000
Lastun pituus mm	25...35	16...18	15...25	10...30
Perävaununa	1-akselinen	1-akselinen	1-akselinen	1-akselinen
Tehon tarve hv	40...45	40...45	40...50	40...50

Hakkeelle asetettavat vaatimukset:

**Palan** optimimitat paperin valmistuksessa ovat:

- pituus n. 35 mm
- paksuus n. 5 mm
- leveys n. 25 mm

Hakkeen on oltava mitoiltaan tasalaatuista sekä vaurioitumaton. Puru- ja tikkuosuus on oltava mahdollisimman pieni.

Hakkeen siirtoa puhaltimilla ja muilla haketta vaurioittavilla laitteilla tulisi välttää (V i l k k i , . 1959).

#### 42. Voimakoneet

Hakkureiden voimakoneina on yleensä käytetty maataloustraktoreita, joilla myös koneiden siirrot voidaan suorittaa. Maataloustraktoreiden tehot ovat polttopuuhaketuksessa yleensä olleet 40...45 hv. Tämä on osoittautunut liian pieneksi maksimipaksuutta lähenevien runkojen haketuksessa. Onkin toisaalta muistettava, että käytetyn maataloustraktorin moottoriteho jää nimellistä tehoa joskus huomattavastikin alemmaksi. Voidaankin todeta, että hakkurin voimakoneena olevan moottorin nimellistehon pitäisi ilmeisesti olla n. 60 hv:n suuruusluokkaa haketettaessa 15 cm:iin saakka paksuudeltaan ulottuvaa puuta.

Välivarastolla suoritettavassa haketuksessa soveltuu maataloustraktori sekä kuljetusvälineeksi että voimakoneeksi.

Palstalla suoritettavassa haketuksessa tulevat ilmeisesti kyseeseen teknisemmät koneratkaisut. Tällöin voidaan hakkuri joissakin tapauksissa varustaa omalla voimakoneella. Oma voimakone on etu teknisessä mielessä, mutta haitta kustannuskysymyksenä.

#### 43. Työvaiheitten niveltäminen toisiinsa.

Koko korjuuketjussa tulee vaikein ongelma ilmeisesti olemaan eri työvaiheiden toisiinsa niveltäminen. Mikäli haketus tapahtuu välivarastolla, on ongelmana vain haketuksen ja kuljetuksen yhdistäminen. Jotta haketus voitaisiin aina suorittaa suoraan autoon, aiheutuu kustannuksia autojen odottamisesta tai vaihtoperävaunujen järjestämisestä. Ilmeisesti on mahdotonta ajoittaa kuljetus ilman

vaihtoperävaunuja käytännössä siten, että odotusta ei puolin eikä toisin esiinny.

Palstalla tapahtuvassa haketuksessa tulevat ajoituksen lisäksi vielä kuormaushankaluudet. Miten hake voidaan siirtää kätevästi hakettajasta kuorma-autoon? Entä miten hake kuormataan metsävarastosta kuorma-autoon? Kysymys ei ole tekninen vaan taloudellinen, ja sitäpaitsi on otettava huomioon hakkeen mahdollinen vaurioituminen (W a r s t a, 1961).

Hakkeen vastaanotto tehtaalla autoruuhkien välttämiseksi muodostaa myös ajoitusongelmansa.

#### 44. Haketusmenetelmien rajoitukset

Haketusmenetelmien kehittämistä ja yleistymistä rajoittavat useat tekijät, joista voitaneen mainita mm. seuraavat.

- Eri puulajeja ei voida ottaa huomioon vaan kaikki käsitellään massana. Täten kuusivaltaisessa puustossa aiheutuu jalostustappioita, koska kuorellista haketta ei ilmeisestikään voida käsitellä sulfiittikeitolla.

- Miten selluloosateollisuus suhtautuu puutavaran vastaanottoon kuorellisena hakkeena? Ilmeisesti on kuitenkin tässä vaiheessa vain oletettava, että tässä suhteessa menetelmän mahdollisesti yleistyessä ei esiinny vaikeuksia.

- Mikäli pyritään välttämään hakkeen uudelleenkuormausta, muodostuu korjuu ns. kuumaksi. Tällä on hyväkin puolensa, mutta toisaalta pienikin katko jossakin osatekijässä pysähdyttää koko korjuuketjun. Samoin kuumassa korjuussa syntyy ilmeisesti vaikeuksia eri



työvaiheiden niveltämisessä. Mikäli toisaalta päädytään hakkeen metsävarastointiin, aiheutuu uudelleen kuormauksesta melkoinen lisähankaluus ja -kustannus.

- Koska selluloosateollisuudella on verraten tarkat laatuvaatimukset, olisi hake-erien laatua ilmeisesti jatkuvasti tarkkailtava. Olisiko tällöin käytettävä laatumaksutapaa hakekaupoissa?

- Kuljetuskustannukset ovat ilmeisesti hakkeella pienen tilavuuspainon takia pyöreätä puuta korkeammat. Haketiheys on pienempi kuin pinotavaran pinotiheys.

#### 4. MENETELMIEN KEHITTÄMINEN

Haketusmenetelmien kehittämiseksi harvennuspuun korjuuta silmällä pitäen kaipaavat lisätutkimusta ainakin seuraavat seikat:

- Kuorellisen hakkeen tutkimukset

On selvitettävä mihin massateollisuus voi, tai voiko lainkaan käyttää kuorellista haketta. Samoin olisi tutkittava kemikalioiden lisäyksestä aiheutuva kustannus. Edelleen olisi koetettava löytää keinoja kuorellisen hakkeen puhdistamiseksi.

- Karsimattomien paperipuurunkojen haketuskokeilut eri hakkurityypeillä.

Näin saataisiin alustavaa kokemusta karsimattomien runkojen haketuksesta ja tähän soveltuvista hakkurityypeistä sekä työn vaatimista muutoksista koneitten rakenteissa. Tämän kirjallisuusselvityksen aikana oli tämän kirjoittaja tilaisuudessa kokeilemaan aivan alustavasti karsimattomien puiden haketusta. Tulokset olivat niin rohkaisevia, että kokeiluja on syytä jatkaa.

- Karsimattomien paperipuurunkojen juonto.

Välivarastohaketusta silmällä pitäen tarvitaan karsimattomien runkojen traktorijuonnosta tietoa. Samoin kaivataan tietoa vintturijuonnosta eri koneellistamisasteisten palstahaketusmenetelmien tutkimiseksi.

- Eri haketusmenetelmien teoreettinen analysointi.

Pyritään arvioimaan tuotokset ja kustannukset alustavien osatutkimusten perusteella eri mahdollisuuksissa. Näin pyritään löytämään edullisin haketusmenetelmä ottaen huomioon nykyolosuhteet sekä tulevan kehityslinjan kustannusten ja tekniikan suhteen.

- Edullisimman haketusmenetelmän kokeilut käytännössä ja lopullisten tulosten julkaiseminen.

#### Kirjallisuusluettelo

- A r n e l o , N. ja B a n n e r , K. 1967. Analysis av maskinell upparbetning i mobila och semistationära analäggningar Kungl. domänstyrelsen Arbets- och maskintekniska avd.
- B e i j b o m , L. 1959. Hakkeen hankinta ja poltto. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 76. Helsinki
- E k l u n d , R. 1958. Katsaus siirrettäviin hakkureihin. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 63. Helsinki.
- Flisning av massaved i Samband med avverkning. Skogen nr. 19/1964.
- H e d b r i n g , O., N i l s s o n , P.O. ja Å k e r s s o n , H. 1968. Analysis av några avverknings<sup>s</sup>system för gallring. Skogarbetens Redogörelse nr. 4. 1968.

- H e i s k a n e n , V. 1961a. Siirrettävät ja puolisiirrettävät hakkurit I. Katsaus hakkureiden ja hakkeen käyttöön. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 124. Helsinki.
- " - 1961b. Laskelmia siirrettävien hakkurien käytöstä polttihakkeen valmistuksessa. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 125. Helsinki.
- " - 1964. Siirrettävät ja puolisiirrettävät hakkurit II. Tietoja hakkureista sekä lastutustyön tuotoksista ja kustannuksista. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 156. Helsinki.
- H o k k a n e n , V. 1962. Hakkurit, terät ja niiden huolto. Saha-teollisuuden jätepäivien esitelmä 6. 1962. Pienpuualan Toimikunnan tiedotus n:o 60. Helsinki.
- K a h a l a , M. ja R a n t a p u u , K. 1968. Tutkimus sahapuun kokoisten runkojen ja kokopuiden hakkuusta, juonnosta ja varastokäsittelystä. Metsätehon tiedotus n:o 276. Helsinki.
- M a k k o n e n , O. 1959. Työntutkimuksia halkojen ja polttohakerankojen hankinnasta. Metsätehon julkaisu n:o 41. Helsinki.
- N i l s s o n , P.O. 1968. Analysis av högmekaniserade gallrings-system. . . . Skogsteknisk konferens den 3-4 april 1968. Moniste.
- Portable Barker - Chipper Operates at Job Site. World Wood No. 1. February. 1967.
- S a v o l a i n e n , R. 1967. Paperipuun hakkeena korjuusta Kanskassa. Metsätehon katsaus n:o 1. 1967. Helsinki.
- Ska vi gallra. Föredrag och diskussionsinlägg vid Skogsveckans konferens den 5 mars 1968. Stockholm.

T r o ë n g , I. 1964. Flisning i skogen metod som kommer. Skogen nr 6/1964.

Työvaihepalkat metsätöissä. 1968. Työmarkkinaosapuolten hyväksymä moniste.

W a r s t a , O. 1961. Tutkimuksia hakkeen autokuljetuksesta. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 122. Helsinki.

V i l k k i , M. 1959. Tutkimuksia Hake M 7 A-hakkurilla mäntyohutpuusta valmistetun selluloosahakkeen ominaisuuksista. Pienpuualan Toimikunnan Julkaisu n:o 86. Helsinki.