

ERILAISET HANKINTAMENETELMÄT
POLTTOHAKERANKOJEN VALMISTUKSESSA
JA KULJETUKSESSA

Vertaileva työntutkimus

LOGGING METHODS USED IN THE PREPARATION
AND HAULAGE OF FUEL CHIP LONG LOGS

Comparative Work Study

M i k k o K a h a l a

Ilmestynyt myös Pienpuualan Toimikunnan julkaisuna n:o 142

S i s ä l l y s

	Sivu
Tiivistelmä	4
Johdanto	5
Aineisto	5
Tutkimustulokset	14
Hakerankojen hakkuu	14
Keskimääräisen rungonkoon vaikutuk- sesta ajanmenekkiin	23
Hakerankojen ajo	27
Hakkuu + ajo (yhdistelmä)	37
Summary (in English)	38

T i i v i s t e l m ä

Tutkitut hakerankojen hankintamenetelmät olivat seuraavat. Pitkän rangan valmistus roukkupinoon, kolmioristikolle ja vipparoukkupinoon sekä 2-m rangan valmistus pinoon. Kuljetusvälineenä käytettiin Jallu-kärriä, maatalouskärriä sekä talvella parirekeä. Kolmioristikot ja 2-m ranka ajettiin puoliksi Jallu-kärrillä, puoliksi maatalouskärriillä, roukkupinot kokonaisuudessaan Jallu-kärrillä ja vipparoukkupinot talviajona reellä.

Hakkuun osalta tutkittiin kahta työntekijää. Työntekijä 1 oli metsätöihin täysin perehtynyt, jota vastoin työntekijä 2 oli jossain määrin tottumattomampi. Työntekijä 2 käytti moottorisahaa, kun taas työntekijä 1 työskenteli yksinomaan käsityövälineillä.

Tarkoituksena oli suorittaa ajo niin, että sama mies olisi ajanut koko tavaramäärän. Talviajon osalta jouduttiin kuitenkin tutkimaan toista miestä.

Hakkuun osalta voidaan eri hankintamenetelmistä todeta seuraavaa. Kaikkein hitainta on ollut 2-m rangan teko pinoon. Vipparoukkupinoon teko on ollut n. 10 % ja roukkupinoon teko 16...20 % nopeampaa kuin 2-m tavarahan teko pinoon. Edullisinta on ollut pitkän rangan valmistus kolmioristikolle. Siinä on saavutettu 31...35 %:n työajan säästö verrattuna 2-m rangan tekoon pinoon. Syynä tähän on ennen kaikkea, että kolmioristikolle tehtäessä jää aikaavievä kehysrakennelman teko kokonaan pois. 2-m rangan valmistuksen hitauteen on pääsyynä, että katkaisuun kuluu hyvin runsaasti aikaa verrattuna muihin hankintamenetelmiin.

Hakkuun osalta pyrittiin tutkimaan myös keskimääräisen rungonkoon vaikutusta ajanmenekkiin. Tällöin rajoituttiin vain niihin työnoisiin, joihin rungonkoon voidaan katsoa vaikuttavan (kaato, karsiminen ja katkominen). Työntekijän 1 osalta tutkittiin kahta palstaa, joilla keskimääräinen läpimittaero oli 1.5 cm (8 cm ja 6.5 cm). Pienempiläpimittaisessa leimikossa kului kuutiokysikköä kohti 56 % enemmän aikaa. Tällöin oletettiin muut työvaiheet molemmilla palstoilla samansuuruisiksi. Työntekijällä 2 oli vastaava läpimittaero 1.2 cm ja ajanmenekkiero 29 %.

Ajon osalta voidaan todeta seuraavaa. Nopeinta on ollut 2-m rangan ajo Jallu-kärrillä. Maatalouskärriillä ajettaessa on tuotos ollut 13 % pienempi. Roukkupinojen ajo on ollut 5 % hitaampaa kuin 2-m tavarahan ajo Jallulla. Mikäli kuormaus tässä tapauksessa olisi voitu kokonaisuudessaan suorittaa hankintamenetelmän edellyttämällä tavalla yhtenä yksikkönä, olisi roukkujen ajo nopeutunut 9 %. Kolmioristikoiden ajo maatalouskärriillä on ollut 4 % nopeampaa kuin Jallu-kärrillä. Verrattuna 2-m rangan ajoon on se ollut 14...18 % hitaampaa. Hitainta on ollut vipparoukkujen ajo reellä, 56 % hitaampaa verrattuna 2-m ajoon Jallulla. Tässä tapauksessa on tulos kuitenkin monien seikkojen vuoksi epävarma. Rangat nimittäin jouduttiin runsaan lumen vuoksi kuormaamaan yksin kappalein, ja ajon suoritti toinen mies kuin syksyllä.

Hakkuu ja ajo yhdistettynä on pitkän rangan hankinta ollut kaikissa tapauksissa edullisempaa kuin hankinta 2-metrinenä. Vipparoukkujen osalta tämä kuitenkin on vain oletamus. Edullisin metsävarastomuodostelma on ollut kolmioristikko, jossa tuotos on keskim. 21 % parempi kuin 2-metrisen rangan teossa pinoon. Roukkupinoilla vastaava luku on 13 % ja hankintatavan edellyttämällä tavalla kuormattuna 15...16 %.

J o h d a n t o

Polttohakerankojen hankintamenetelmien kehittämiseksi on viime aikoina suoritettu runsaasti kokeiluja ja tutkimuksia. Tällainen tutkimustoiminta on ollut lähinnä Pienpuualan Toimikunnan tehtävänä ja luonnollisista syistä myös Valtionrautateiden Polttoainetoimisto/VAPO on osoittanut suurta kiinnostusta näihin tutkimuksiin. Niinikään Metsäteho on Pienpuualan Toimikunnan rahoittamana suorittanut useita asiaan liittyviä tutkimuksia. Näihin kuuluu mm. polttohakerankojen erilaisten hankintamenetelmien vertailu.

Kysymyksen selvittämiseksi on pantu toimeen neljän erilaisen polttohakerankojen hankintamenetelmän vertailu. Nämä menetelmät ovat likimain määräpituiseksi katkottujen, pitkähköjen (n. 3.5 m) rankojen valmistus roukkupinoon, vipparoukkupinoon (sivusuunnassa köysien avulla yhtenä yksikkönä kuormattavaan varastomuodostelmaan) ja kolmioristikolle sekä 2-metrysten rankojen teko pinoon. Tähän liittyen suoritettiin rankojen ajo kyseisistä varastomuodostelmista kuhunkin tapaukseen soveltuvalla ajoneuvolla. Roukkupinojen ajossa käytettiin ns. Jallu-kärriä, vipparoukkujen ajossa rekeä (talviajo), kolmioristikoiden ja 2-m rankojen ajossa sekä Jallu-kärriä että tavallisista maatalouskärryistä tehtyä, puutavaran metsäkuljetuksiin tarkoitettua ajoneuvoa, jotta voitaisiin verrata näitä kahta ajoneuvoa keskenään samoissa olosuhteissa.

Seuraavassa esitetään tutkimusaineisto ja sen perusteella saadut tutkimustulokset.

A i n e i s t o

Aineiston keräys suoritettiin syksyllä v. 1961 ja talvella v. 1962 VAPON työmailla Siuntiossa. Hakerangan hakkuun osalta tutkittiin kahta työntekijää, jotka työskentelivät rinnakkaisilla palstoilla. Ajon osalta tutkittiin ainoastaan yhtä miestä, joka ajoi edellä mainittujen hakkuumiesten valmistaman tavarat.

Hakkuumiehistä oli vanhempi (45 v) metsätöihin tottunut. Nuorempi mies (24 v) oli tehnyt metsätöitä ainoastaan tilapäisesti, joskaan häntäkään ei

voida pitää aloittelijana. Työvälineinä oli molemmilla miehillä kirves, kahdenkäden vesuri ja teräskaarisaha. Näiden lisäksi käytti nuorempi mies kaadossa ja katkonnassa ketjuteräistä moottorisahaa (Clinton). Vaikka kyseessä olivat ohutpuurangat, joiden kaadossa ja karsinnassa vesuri on erittäin käyttökelpoinen, käyttivät molemmat miehet pääasiassa kirvestä, lähinnä ilmeisesti vanhasta tottumuksesta. Ainoastaan alikasvoksen raivauksessa oli vesuri yksinomaisena työvälineenä. Seuraavassa sanotaan käsityövälineitä käyttänyttä työntekijää työntekijäksi 1 ja moottorisahaa apuna käyttänyttä työntekijäksi 2.

Miesten käyttämät työmenetelmät eivät sanottavasti poikenneet toisistaan lukuun ottamatta tietenkin moottorisahasta aiheutuvia eroja. Joitakin eroja voidaan kuitenkin mainita. Työntekijä 1 valmisti yleensä suuremman määrän rankoja kerrallaan valmiiksi, jonka jälkeen hän vasta suoritti varastomuodostelmien teon. Työntekijä 2 taas valmisti ainoastaan muutaman rungon tai korkeintaan yhden varastomuodostelman tarpeet kerrallaan, jonka jälkeen hän suoritti pinoamisen. Työntekijän 2 kolmioristikot olivat n. 2 kertaa niin suuria kuin työntekijän 1.

Tutkimuspalstat olivat ylitiheitä, koivuvaltaisista, metsittyneistä entisiä peltoja, lukuun ottamatta niitä palstoja, joilta tehtiin 2-m tavaraa pinoon. Nämä olivat ojitetulla suolla tiheään kuusentaimiston päällä kasvavaa keskikäistä koivikkoa. Puut olivat kaikilla palstoilla kasvaneet liian tiheässä, joten ne olivat hieman normaalia pitempiä ja pienilatuksisia. Suuri tiheys haittasi jonkin verran kaatoa. Palstoilla 7 ja 8 (2-m pinoon) oli työtä hankaloittavana tekijänä myös tiheä kuusialikasvos.

Kaikki kaadettavat rungot leimattiin ja niiden rinnankorkeusläpimitta merkittiin etukäteen muistiin. $D_{1,3}$ mitattiin lähimpään täyteen senttimetriin pyöristäen. Kullakin palstalla suoritettiin pituusmittauksia pyrkien puolen metrin tarkkuuteen. Näiden mittausten perusteella piirrettiin kuutiointia varten tarpeelliset pituuskäyrät. Kiintokuutiomäärän selvittämiseksi puut kuutioitiin näillä perusteilla pystypuina. Puita leimattaessa oli pienin sallittu rinnankorkeusläpimitta 4 cm. Kaadon yhteydessä huomattava osa 4 cm:n puista joutui raivauspuuksi. Kooltaan kaadettavat rungot olivat keskimäärin hieman normaaleja hakerankapuita suurempia. Suurimmat puut olivat palstalla 1 rinnankorkeudelta 26 cm, palstalla 2 22 cm, palstalla 3 19 cm, palstalla 4 29 cm, palstalla 5 21 cm, palstalla 6 20 cm, palstalla 7 22 cm ja palstalla 8 22 cm. Oksaisuusluokka oli pinotavaran nykyisen oksaisuusluokittelun perusteella palstoilla 1-6 keskimäärin I ja palstoilla 7 ja 8 II. Tiheydeltään olivat kaikki palstat pinoon tehdyn pino-



Kuva 2. Kolmioristikko.
Fig. 2. Triangular crosswise stack.



Kuva 1. Metsikköä, jollaista oli suurin osa tutkimuspalstoista.
Fig. 1. A stand of the type used in most of the investigation strips.



Kuva 3. Roukkupino (huom. jalakset).
Fig. 3. Raised pile (note the runners).



Kuva 4. Vipparoukku.
Fig. 4. Tipping raised-pile.



Kuva 5. 2-metristä hakerankaa pinossa.
Fig. 5. 2-metre fuel chip long logs in a pile.



Kuva 6. Hakerangan latomista roukkukehikkoon.
Fig. 6. Stacking of fuel chip long logs into a raised pile cradle.



Kuva 7. Kuormausta maatalouskärryihin.
Fig. 7. Loading into a farm cart.



Kuva 8. Rangan ajoa Jallu-kärrillä.
Fig. 8. Haulage of long logs by "Jallu" cart.



Kuva 9. Pitkän hakerangan purkamista varastopinoon.
Fig. 9. Unloading of fuel chip long logs (c. 3.5 m) into a storage pile.



Kuva 10. Lumen peittämiä, osittain sortuneita vipparoukkupinoja.
Fig. 10. Snow-covered, partly collapsed tipping raised-piles.

tavaran luokittelun perusteella I luokkaa. Keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat sekä eräät muut aineistoa koskevat perustiedot esitetään taulukossa 1 (s. 11).

Tutkimuspalstat olivat jokseenkin suorasivuisia monikulmioita. Niiden pinta-alat on laskettu kolmioihinjakamismenetelmää käyttäen. Tulosten paikansapitävyyttä kontrolloitiin laskemalla kahden palstan pinta-ala poletin avulla. Huomautettakoon, että taulukon runkojen kuutiomäärät ovat runkojen kokonaiskuutiomääriä. Niissä on siis otettu huomioon myös latvaosan kuutiomäärä, joka ei ole mukana myöhemmin esitettävissä, käyttöosia koskevissa kuutiomäärissä.

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, tutkittiin ajon osalta vain yhtä miestä, joka ajoi tutkittavan puutavaran. Hän oli noin 50-vuotias, puutavaran metsäajoihin erittäin hyvin perehtynyt (oli toiminut VAPOn vakinaisena ajomiehenä useita vuosia). Vipparoukut jouduttiin kuitenkin ajattamaan toisella miehellä.

Kuljetusvälineenä oli ns. Jallu-kärri. Se on metsänhoitaja M. S e r - v o n suunnittelema, taaksepäin laukeavalla pankolla varustettu pyöräajoneuvo (malli/VAPOn-Ahlgren). Sitä voidaan käyttää sekä rankojen että 2...2½ m pinotavaran ajoon. Rankatavara ajetaan laahuskuormina. Pinotavaran ajoa varten ajoneuvoon lisätään aisojen varaan sijoitettava lisäpankko. Kuljetusvälineenä, johon Jallu-kärriä verrattiin, oli tavallisten maatalouskärrien rungolle rakennettu, lähinnä pinotavaran ajoon tarkoitettu ajoneuvo. Talviajoon käytettiin tavallista parirekeä, jossa oli laveri.

Maasto ei ollut kesäajon kannalta parasta mahdollista. Seuraavassa esitetään palstoittainen maastovaikeusluokittelu, joka perustuu Metsähallinnon hankintateknillisen toimiston käyttämään maastoluokitteluun Fössingenillä ajoa varten.

Palstat	1-4	II	(keskinkertainen)
	5-6	I	(helppo)
	7-8	III	(vaikea)

Edellä esitetyn maastoluokittelun luokitusperusteet ovat seuraavat.

I Helppo

Kantavuus: Pehmeikköjä ei esiinny ollenkaan. Hienojakoisista, upottavista maalajeista ei ole haittaa.

Kaltevuudet: Myötämaat ovat 0-3 % kaltevia eikä lyhyistä vastanteista 0-2 % ole haittaa. Sivukaltevuudet 0-2 % eivät haittaa kuormattuna-ajoa.

Pintamaasto: Sileätä kangasmaata, jossa mättäitä ja kiviä, kantoja ja maapuita esiintyy vain vähän. Tiensuunnittelulla voidaan pintamaaston haitat suurimmaksi osaksi poistaa.

II Keskinertainen

Kantavuus: Pehmeikköjä ja upottavaa, hienojakoista maalajia esiintyy jonkin verran haittaavasti, ei kuitenkaan upottavia pehmeikköjä.

Kaltevuudet: Lyhyet myötämaat ovat ajosuunnassa 4-6 % kaltevia ja lyhyet vastanteet 3-5 %:n suuruisina ajoa haittaavia. Sivukaltevuuksia sallitaan suhteellisen tasaisella alustalla 5 %:iin saakka.

Pintamaasto: Tavallinen kangasmaasto, jossa esiintyy kiviä, kantoja ja möykkelikköä ajoa haittaavasti eikä niitä voida tiensuunnittelulla kokonaan välttää.

III Vaikea

Kantavuus: Laajempia pehmeikköalueita, joilla sattuu kavioiden ja pyörien uppoamistakin. Hienojakoisten maalajien pehmeys esiintyy haittana. Ajoalustan vahvistustoimenpiteet ovat paikoin tarpeelliset.

Kaltevuudet: Myötäleet ovat pitempiä ja 7-10 % kaltevia, vastanteet ajoa selvästi haittaavia, 6-8 % kaltevia, ei kuitenkaan pitkiä. Sivukaltevuudet ovat korkeintaan 8 %.

Pintamaasto: Kangasmaastossa esiintyy runsaasti mättäikköä, kiviä ja kantoja. Mättäiset ja kohojuuriset kangaskorpialueet kuuluvat tähän luokkaan.

IV Erittäin vaikea

Kantavuus: Upottavia pehmeikköjä, joista ei selvitä ilman telaamista.

Kaltevuudet: Myötäleet yli 10 % ja vastanteet pitkähköjä, yli 8 % kaltevia. Sivukaltevuutta yli 8 %.

Pintamaasto: Erittäin kivistä tai/ja kantoista tai/ja mättäistä aluetta, josta ei selvitä ilman erikoistoimenpiteitä.

Suhdeluvut eri maastoluokkien välillä ovat Metsähallinnon hankintateknillisen toimiston mukaan seuraavat.

Helppo	Keskin- ertainen	Vaikea	Erittäin vaikea
115	110	85	70

(L e o K a r v o n e n: Fössillä ajon taksojen erittelyä. Metsähallinnon hankintateknillinen toimisto. Tutkimusselostus n:o 23. 1961.)

Edellä esitetyt suhdeluvut kuvaavat ajotuotosta eri maastoluokissa. Jos näiden lukujen perusteella lasketaan käänteiset arvot, ts. ajanmenekin suhteellinen muuttuminen kuutioyksikköä kohti siirryttäessä maastoluokasta toiseen, saadaan seuraavat luvut. Maastoluokka helppo on merkitty 100:lla.

Taulukko - Table 1

Hakerankojen tekoa koskeva aineisto.

Tabulation of the material collected of the preparation of chips long logs.

Hankintatapa Logging method	Hakkuu- mies Feller, No.	Runkoja, kpl Number of stems	Pinta- ala, ha Area, hectares	Runkoja, kpl/ha Stems per hectare	Kuutio- määrä, k-m ³ Volume, cu.m.(s)	Runkojen keskikuu- tio, k-m ³ Mean volume of stems, cu.m.(s)	D _{1.3} keskim. DBH, average	Palstan n:o Strip No.
Teko roukkupinoon Preparation into a raised pile	1	709	0.21	3376	24.043	0.034	7.6	1
	2	388	0.13	2985	17.118	0.044	8.2	4
Teko kolmioristikolle Preparation into a tri- angular crosswise stack	1	591	0.19	3110	21.232	0.036	8.0	3
	2	501	0.19	2637	18.402	0.037	8.9	2
Teko vipparoukkuun Preparation into a tipping raised-pile	1	595	0.13	4577	8.663	0.014	6.5	6
	2	527	0.16	3294	10.292	0.019	7.0	5
2-m teko pinoon Preparation of 2-metre long logs into a pile	1	411	0.26	1581	18.376	0.045	8.9	8
	2	313	0.18	1739	15.039	0.048	9.1	7
Yhteensä ja keskimäärin Total and average		4035	1.45	2783	133.165	0.033		

Helppo	Keskin- kertainen	Vaikea	Erittäin vaikea
100	105	135	164

Ajomatka oli keskimäärin 300 m. Palstoilla 7 ja 8 se kuitenkin oli yli 500 m. Tutkimustuloksissa on näidenkin palstojen ajomatka muunnettu vastaamaan 300 m, lähinnä jotta aineistot olisivat keskenään vertailukelpoiset.

Ajo pyrittiin suorittamaan niin, että puolet aineistosta ajettiin Jallukärrillä ja toinen puoli maatalouskärryillä. Poikkeuksen muodostivat kuitenkin roukkupinot ja vipparoukut, joista ensiksi mainitut ajettiin tietenkin yksinomaan Jallukärrillä ja jälkimmäiset talviajona reellä. Roukkupinojen väärästä tekotavasta aiheutui, että läheskään kaikkia roukkuja ei voitu kuormata yhtenä yksikkönä vaan oli turvauduttava yksin kappalein kuormaukseen. Näin oli asian laita varsinkin työntekijän 2 roukkupinojen osalta. Kuormauksen vaikeutuminen aiheutui ennen kaikkea siitä, että roukut oli tehty liian leveiksi, joten ne eivät mahtuneet Jallukärrin pankkojen väliin. Muutamien roukkujen virheellisen sijoittamisen vuoksi ajoneuvoa ei voitu peruuttaa pinon alle. Eräissä pinoissa vaikeutti kuormausta myös se, että pinon koholla oleva pää oli pehmeän maaperän vuoksi painunut liian alas. Vipparoukkujen teon jälkeen havaittiin, että osaan niistä oli tehty liian heikokrakenteinen kehikko, joten ne eivät kestäneet rankojen painoa vaan romahtivat maahan. Koska tutkimuksessa olisi näin ollen kuitenkin saatu ajon osalta jossain määrin väärä kuva, kyseiset vipparoukut korjattiin, joskaan tätä työtä ei otettu tutkimuksessa huomioon. Runsaslumisen talven vuoksi vipparoukut jouduttiin kuitenkin kuormaamaan yksin kappalein, joten tämän varastomuodostelman osalta ei tutkimuksen tarkoitusta saavutettu.

Kultakin palstalta saatu ranka varastoitiin omaan pinoonsa tien varteen. Pitkä ranka (3...4 m) varastoitiin n. 1.5 m:n korkuiseen pinoon, jossa oli välipuu $\frac{1}{2}$ m:n korkeudella maasta. 2-m tavarapinot olivat korkeampia, n. 2...2.2 m. Varastotilojen pienuuden vuoksi ei purkamista voitu suorittaa koko kuormina suoraan pinoon vaan oli turvauduttava yksin kappalein purkamiseen. Se tapahtui suoraan kuljetusvälineestä. Jallukärrin osaltakaan ei siis käytetty mahdollisuutta laukaista pankko, vetää ajoneuvo pois kuorman alta ja suorittaa pinoaminen maasta käsin.

Taulukossa 2 esitetään muutamia sekä hakkuun että ajon kannalta huomion arvoisia, lähinnä kuutiomääriä koskevia tietoja. Rankojen keskipituus on ilmoitettu varastopinoissa mitattuna arvioituna keskipituutena. Metsäpinon pinokuutiomäärä on paikallisen työnjohtajan arvioima työmitta hakkuu-

Taulukko - Table 2

Tutkimuspalstoja koskevia mittaustuloksia.

Results of measurements made in the strips under study.

Palstan n:o Strip No.	Varastomuodostelma Storage formation	Pystykuution muk., k-m ³ Volume of standing trees, estimate, cu.m. (s)	Rankojen keskipituus, m Mean length of long logs, m.	Metsäpinot, p-m ³ Forest piles, piled cu.m.	Varastopinot, p-m ³ Storage site piles, piled cu.m.	Varastopin. pinotiheys Storage site piles, pile density
1	Roukkupino	24.043	3.80	36.0	43.18	0.526
4	Raised pile	17.118	3.62	24.0	30.60	
3	Kolmioristikko	21.232	3.48	35.0	41.34	
2	Triangular crosswise stack	18.402	3.48	31.0	38.58	0.357
6	Vipparoukku	8.663	3.40	24.0	22.40	
5	Tipping raised-pile	10.292	3.40	23.5	30.70	
8	2-m pinossa	18.376	2.00	31.0	32.96	0.557
7	2-m. long log pile	15.039	2.00	26.0	27.44	
Yhteensä Total		133.165		230.5		

miehiä varten. Se poikkeaa melko runsaasti varastopinojen pinokuutiomäärästä ollen yleensä pienempi. Syynä lienee ennen kaikkea se, että metsävarastomuodostelmien, ts. roukkupinojen, kolmioristikoiden ja vipparoukkujen, tavan pinokuutiomäärän mittaaminen on hyvin vaikeaa. Koska se käytännössä on lähinnä arviointia, on luonnollista, että työnjohtajalla on taipumus arvioida pinot mieluummin liian pieniksi kuin liian suuriksi. Varastopinot, lukuun ottamatta 2-m rankaa, on kuutioitu olettamalla ne katkaistuiksi pyramiideiksi, joita ne muodoltaan lähinnä muistuttavat. Varastopinojen pinotiheysluvut on laskettu käyttäen pohjana pystypuiden kuutiomäärää. Kuten aikaisemmin on huomautettu, näissä on mukana myös hakkuutähteeksi jääneen latvaosan kuutiomäärä. Jos sitä ei otettaisi huomioon, pinotiheysluvut pienenisivät. Koska latvan kuutiomäärä verrattuna rungon kokonaiskuutiomäärään on hyvin pieni, on sen poisjäämisen pinotiheyttä pienentävä vaikutus käytännössä kuitenkin melko vähäinen. Vipparoukkumuodostelmien pinotiheys on, kuten taulukosta ilmenee, muihin verrattuna pieni. Tämä aiheutunee ennen kaikkea siitä, että kyseiset muodostelmat ajettiin talvella, jolloin rankoihin oli tarttunut lunta ja jätää. Toisaalta myös palstoilla, joilla vipparoukkuja tehtiin, rangat olivat runkomuodoltaan mutkaisia ja nopeasti kapeenevia. Tämäkin osaltaan vaikuttaa pinotiheyttä pienentävästi.

T u t k i m u s t u l o k s e t

Hakerankojen hakkuu

Taulukoissa 3a, 3b, 3c ja 3d (ss. 15, 16, 17 ja 18) esitetään työaikojen rakenteet erilaisista hakerangan hankintamenetelmistä hakkuun osalta. Taulukoiden arvot on laskettu kiintokuutiometriä kohti kummallekin työntekijälle erikseen. Niistä on huomattava, etteivät työajat ole kaikilta osin täysin alkuperäisen aineiston mukaiset. Sellaiset työvaiheet, joiden ei voida katsoa riippuvan hankintamenetelmästä, on laskettu kummallakin työntekijällä erillisinä keskiarvoina koko aineistosta. Näiden arvojen laskentaperusteet esitetään taulukoiden jälkeen seuraavassa yksityiskohtaisessa, työvaihteissaessa tarkastelussa.

Taulukoiden 3a, 3b, 3c ja 3d perusteella voidaan eri työnosista esittää mm. seuraavaa.

Siirtymisajat on laskettu kaikille hankintatavoille keskiarvoina. Siirtymisajat ovat huomattavasti pienempiä kuin normaalisti hakkuutyössä. Tähän

Taulukko - Table 3a

Työajan rakenne 2-m tavarán teossa pinoon. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on the preparation of 2-m. long logs into a pile. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Työntekijä - Worker 1		Työntekijä - Worker 2	
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Siirtyminen - Moving	1.65	1.4	0.83	0.8
Kaato - Felling	20.19	16.7	10.25	9.8
Karsiminen - Lopping	18.16	15.1	22.68	21.7
Katkominen - Bucking	37.71	31.3	16.36	15.7
Raivaus - Clearing	3.08	2.5	3.47	3.3
Siirtely - Moving the logs	2.46	2.0	2.47	2.4
Pääpuiden teko - Making the end poles	7.86	6.5	8.09	7.7
Latominen - Piling	16.59	13.8	16.72	16.0
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.55	0.5	3.61	3.5
Työkalujen nouto - Fetching the tools	0.25	0.2	0.11	0.1
Apteeraus - Marking the stems for cross-cutting	-	-	3.57	3.4
Käsityökalujen kunnostus - Tool maintenance	-	-	2.85	2.7
Moottorisahan huolto - Power saw maintenance	-	-	2.98	2.9
Keskeytykset - Interruptions	12.05	10.0	10.44	10.0
Keskimäärin - Average	120.55	100.0	104.43	100.0

Taulukko - Table 3b

Työajan rakenne vipparoukkuun teossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on the preparation into a tipping raised-pile. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Työntekijä - Worker 1		Työntekijä - Worker 2	
	$\frac{\text{min}}{\text{cu.m.}} \cdot \text{m}^3 \text{ (s)}$	%	$\frac{\text{min}}{\text{cu.m.}} \cdot \text{m}^3 \text{ (s)}$	%
Siirtyminen - Moving	1.65	1.5	0.83	0.9
Kaato - Felling	20.19	18.7	10.25	10.6
Karsiminen - Lopping	18.16	16.8	22.68	23.4
Katkominen - Bucking	10.24	9.5	4.21	4.4
Raivaus - Clearing	3.08	2.9	3.47	3.6
Siirtely - Moving the logs	8.98	8.3	1.19	1.2
Kehikon teko - Making the cradle	18.39	17.1	21.87	22.6
Latominen - Piling	15.16	14.1	18.59	19.2
Työn suunnittelu - Planning of the work	1.00	0.9	0.91	0.9
Työkalujen nouto - Fetching the tools	0.25	0.2	0.11	0.1
Moottorisahan huolto - Power saw maintenance	-		2.98	3.1
Keskeytykset - Interruptions	10.79	10.0	9.68	10.0
Keskimäärin - Average	107.89	100.0	96.77	100.0

Taulukko - Table 3c

Työajan rakenne roukkupinoon teossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on the preparation into a raised pile. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Työntekijä - Worker 1		Työntekijä - Worker 2	
	$\frac{\text{min}}{\text{cu.m.}} \cdot \text{m}^3$ (s)	%	$\frac{\text{min}}{\text{cu.m.}} \cdot \text{m}^3$ (s)	%
Siirtyminen - Moving	1.65	1.6	0.83	1.0
Kaato - Felling	20.19	20.0	10.25	12.3
Karsiminen - Lopping	18.16	18.0	22.68	27.3
Katkominen - Bucking	10.24	10.1	4.21	5.1
Siirtely - Moving the logs	5.33	5.3	1.26	1.5
Kehikon teko - Making the cradle	17.59	17.4	12.95	15.6
Latominen - Piling	13.78	13.7	14.95	18.0
Raivaus - Clearing	3.08	3.1	3.47	4.2
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.63	0.6	1.10	1.3
Työkalujen nouto - Fetching the tools	0.25	0.2	0.11	0.1
Moottorisahan huolto - Power saw maintenance	-	-	2.98	3.6
Keskeytykset - Interruptions	10.10	10.0	8.31	10.0
Keskimäärin - Average	101.00	100.0	83.10	100.0

Taulukko - Table 3d

Työajan rakenne kolmioristikolle teossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on the preparation into a triangular crosswise stack. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Työntekijä - Worker 1		Työntekijä - Worker 2	
	$\frac{\text{min}}{\text{k-m}^3}$ $\frac{\text{min.}}{\text{cu.m.}}(\text{s})$	%	$\frac{\text{min}}{\text{k-m}^3}$ $\frac{\text{min.}}{\text{cu.m.}}(\text{s})$	%
Siirtyminen - Moving	1.65	2.1	0.83	1.2
Kaato - Felling	20.19	25.7	10.25	14.3
Karsiminen - Lopping	18.16	23.1	22.68	31.6
Katkominen - Bucking	10.24	13.1	4.21	5.9
Raivaus - Clearing	3.08	3.9	3.47	4.8
Siirtely - Moving the logs	1.21	1.6	1.55	2.2
Pohjan valmistus - Making the base	1.55	2.0	-	
Ristikoiminen - Crosswise stacking	13.80	17.6	18.10	25.2
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.50	0.6	0.35	0.5
Työkalujen nouto - Fetching the tools	0.25	0.3	0.11	0.2
Moottorisahan huolto - Power saw maintenance	-		2.98	4.1
Keskeytykset - Interruptions	7.85	10.0	7.17	10.0
Keskimäärin - Average	78.48	100.0	71.70	100.0

on syynä ennen kaikkea se, että taulukoissa esitettyyn siirtymisaikaan on laskettu mukaan vain ne ajat, jotka työntekijä on käyttänyt siirtymiseen tekemättä samalla mitään muuta työtä. Toisaalta myös se seikka, että kyseisillä, erittäin tiheillä palstoilla työskenneltäessä oli varsinkin kaadon yhteydessä tapahtuvaa siirtymistä sen lyhytaikaisuuden vuoksi monesti hyvin hankala erottaa, on omiaan pienentämään keskimääräistä siirtymisaikaa. Työntekijäin välisiä eroja tarkasteltaessa havaitaan, että työntekijä 1 on käyttänyt siirtymiseen noin kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin työntekijä 2. Ajanmenekkiluvut ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niissä esiintyvien erojen perusteella voida tehdä mitään varmoja johtopäätöksiä.

Kaato on työvaihe, jonka ei voida katsoa olevan riippuvainen hankintamenetelmästä. Tämänkin työvaiheen ajat on laskettu muunnettuina arvoina koko aineistolle. Työntekijältä 1 on kulunut tähän työvaiheeseen noin kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin työntekijältä 2. Tämä aiheutuu ennen kaikkea siitä, että työntekijä 2 käytti kaadossa moottorisahaa. Prosentuaalisesti kokonaistyöajasta laskettuna ei työntekijän 2 kaatoon käyttämä aika kuitenkaan ole aivan niin paljon suurempi kuin se kelloaikojen perusteella näyttää olevan.

Karsimisen ja katkomisen ajanmenekkiluvut kuutiometriä kohti on myös laskettu keskimääräisinä arvoina koko aineistolle. 2-m rangan katkomiseen käytetty aika ei kuitenkaan ole keskiarvoissa mukana, vaan se on ilmoitettu erillisenä. Näiden kahden työvaiheen keskinäiset suhteet eivät todennäköisesti ole aivan oikeat. Katkomiseen käytettyä aikaa oli nimittäin varsinakin silloin, kun karsintaa ja katkontaa suoritettiin sekaisin, hyvin vaikea erottaa karsintavaiheesta. Näiden aikojen keskinäisillä suhteilla on kuitenkin tutkimuksen kannalta toisarvoinen merkitys. Karsimiseen on työntekijä 1 käyttänyt hieman vähemmän aikaa kuin työntekijä 2. Ero johtunee lähinnä työntekijän 1 suuremmasta metsätyötottumuksesta ja paremmasta karsimistekniikasta. Katkomisajoissa tulee moottorisahan työtä nopeuttava vaikutus selvästi esiin. Niin kuin luonnollista onkin, on 2-m rangan katkonnassa kuutiometriä kohti kulunut aika huomattavasti suurempi kuin pitempien rankojen katkonnassa.

Siirtely on työvaihe, johon rangan hankintatavan voidaan katsoa ainakin jossain määrin vaikuttavan. Työntekijäin siirtelyyn käyttämiä aikoja tarkasteltaessa voidaan havaita, että työntekijä 2 käytti siihen yleensä vähemmän aikaa kuin työntekijä 1. Kolmioristikolle teossa molemmat miehet käyttivät siirtelyyn suhteellisen vähän aikaa. Syynä tähän on työntekijällä 1 se, että kolmioristikot olivat melko pieniä (n. 0.5 m^3), joten yhteen ris-

tikkoon tarvittavat rangat sai helposti kokoon ilman suurempia siirtelyitä. Työntekijän 2 ristikot olivat suurempia (n. 1.0 m^3). Hän onkin käyttänyt siirtelyyn enemmän aikaa, joskin ero on hyvin pieni. Roukkupinoon ja vipparoukkuun tehtäessä on työntekijä 1 käyttänyt siirtelyyn huomattavasti enemmän aikaa kuin työntekijä 2. Tämä aikaero on työntekijällä 1 korvautunut, joskaan ei kokonaan, latomisajan lyhenemisenä. 2-m tavarain teossa pinoon ovat siirtelyajat molemmilla miehillä samat. Siirtelyn vaikutusta latomiseen nopeuteen todistaa sekin, että tässä tapauksessa myös latomisajat ovat keskenään käytännöllisesti katsoen samansuuruiset.

Pinon pohjan valmistusta esiintyy vain työntekijällä 1 kolmioristikolle teon yhteydessä. Todellisuudessa kuitenkin myös työntekijällä 2 esiintyi tätä työvaihetta, mutta aikatutkija ei huomioinut sitä erikseen.

Kehysrakennelman teko on roukkupinojen ja vipparoukkupinojen teossa se työvaihe, jonka suuresta ajanmenekistä ennen kaikkea aiheutuu, että näiden varastomuodostelmien tekoon kuluu kuutioyksikköä kohti huomattavasti enemmän aikaa kuin kolmioristikoiden tekoon. Kaikkein eniten aikaa vaativa on tämän tutkimuksen mukaan ollut vipparoukkujen kehysrakennelman teko, joskin ero vipparoukun ja roukkupinon kehysrakennelman teon ajanmenekkien välillä on työntekijällä 1 ollut hyvin pieni. Työntekijä 2 on käyttänyt vipparoukun kehysrakennelman tekoon n. $1/3$ enemmän aikaa kuin roukkupinon tekoon. Syynä siihen, että työntekijä 1 on roukkupinon kehysrakennelman tekoon käyttänyt enemmän aikaa kuin työntekijä 2, on lähinnä se, että hän teki osaan eräänlaiset jalakset painumisen estämiseksi. 2-m rangain teossa pinoon ovat molemmat miehet käyttäneet kehysrakennelman tekoon suunnilleen yhtä paljon aikaa. Aikaisempien tutkimusten mukaan on koivuhalkojen teossa käytetty pinon kehyspuiden tekoon 6...8 % kokonaistyöajasta (Metsätehon julkaisu n:o 41). Tässä tutkimuksessa on kyseisen työvaiheen suhteellinen osuus kokonaistyöajasta 6.5 % ja 7.7 % eli sama kuin aikaisempien tutkimusten mukaan. Luvut eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, koska työajan sisäinen rakenne ei ole sama. Hakerankojen teossa ei mm. ole lainkaan halkomista.

Lukuun ottamatta 2-m rankojen tekoa pinoon on työntekijältä 2 kulunut latomiseen selvästi enemmän aikaa kuin työntekijältä 1. Syynä lienee lähinnä se jo aikaisemmin todettu asia, että työntekijä 1 käytti rankojen siirtelyyn pinon viereen enemmän aikaa kuin työntekijä 2. Keskimäärin kaikkein hitaimpia latoria ovat olleet vipparoukut. Tämä on luonnollistakin, koska rangat joudutaan vipparoukkupinoon tehtäessä nostamaan huomattavasti korkeammalle kuin muissa varastomuodostelmissa.

Raivaukseen käytetty aika on laskettu keskimääräisenä arvona eri hankintatavoille. Niillä palstoilla, joilla tehtiin vipparoukkupinoja, oli epätavallisen runsaasti raivausta erittäin tiheän alikasvoksen vuoksi. Muunnettua arvoa laskettaessa ei tätä ole otettu huomioon, vaan vipparoukkujen teossa on käytetty kolmen muun hankintatavan perusteella laskettua keskiarvoa.

Hankintatavalla on aivan ilmeisesti vaikutusta työn suunnitteluun käytettyyn aikaan. Esimerkiksi roukkupinon ja vipparoukkupinon teossa on työn suunnitteluun kulunut enemmän aikaa kuin kolmioristikolle teossa. Apteerasta ei ole esiintynyt muulloin kuin tehtäessä 2-m rankaa pinoon, tällöinkin ainoastaan työntekijällä 2, joka käytti katkontaan moottorisahaa. Työkalujen noutoa on esiintynyt aivan satunnaisesti työntekijästä ja hankintatavasta riippumatta. Se on laskettu kummallekin työntekijälle koko aineiston keskiarvona. Moottorisahan huoltoa on tietenkin vain työntekijällä 2. Se on laskettu keskiarvona kolmioristikolle ja vipparoukkuun tehdyn aineiston perusteella, syystä että roukkupinoon teon ja 2-m teon yhteydessä esiintyi kyseistä työtä tavallista runsaammin kaasuttajan tukkeutumisen ym. syiden vuoksi. Käsityökalujen kunnostusta oli vain työntekijällä 2 2-m rangen teossa pinoon.

Keskeytysten osuus ei ole todellinen, aineiston mukainen, vaan sinä on käytetty aikaisempien tutkimusten perusteella saatua kokemuslukua 10 % kokonaistyöajasta (vrt. esim. Metsätehon julkaisu n:o 41).

Kokonaistyoaika on työntekijällä 2 eri hankintatavoissa keskimäärin 10...20 % pienempi kuin työntekijällä 1. Tämä aiheutunee siitä, että työntekijä 2 käytti moottorisahaa. Seuraavassa asetelmassa esitetään tutkimuskohteina olleiden polttohakerankojen hankintatapojen työajanmenekkien suhteet. Kummallakin työntekijällä on 2-m rangen teko pinoon merkitty 100:lla.

	Työntekijä 1	Työntekijä 2
2-m rangen teko pinoon	100	100
Vipparoukkuun teko	89	93
Roukkupinoon teko	84	80
Kolmioristikolle teko	65	69

Asetelmasta ilmenee selvästi, että 2-m hakerangan teko pinoon on kaikkein hitainta. Vipparoukkupinoon teko on n. 10 % nopeampaa, roukkupinoon teko 16...20 % ja kolmioristikolle teko 31...35 % nopeampaa eli kaikkein nopein tekotapa. Siihen, että 2-m rangen teko on hitainta, vaikuttaa ennen kaikkea

katkomiseen käytetyn ajan suuri osuus. Katkaisukohtia on n. 4-m rangan te-
koon verrattuna kaksi kertaa enemmän, joten siis myös käytetyn ajan pitäisi
olla noin kaksi kertaa suurempi. Todellisuudessa ajanmenekki on kuitenkin
ollut 3...4-kertainen. Tämä aiheutuu osaksi todennäköisesti siitä,
että 2-m rangan teossa katkaisukohdan poikkileikkauspinta-ala on suurempi.
Pääsyyinä on kuitenkin jo aikaisemmin mainittu seikka, että pitkän rangan
teossa osa katkaisuun käytetystä ajasta sisältyy karsimisaikaan, kun taas
2-m teossa on katkomisen selväpiirteisempi työvaihe, joka voidaan helposti
erottaa karsimisvaiheesta. Vipparoukkupinoon teko on hieman hitaampaa kuin
roukkupinoon teko. Syynä tähän on ennen kaikkea kaksi tekijää. Ensinnäkin
vipparoukkupinon kehysrakennelman tekoon kuluu hieman enemmän aikaa, ja toi-
seksi hakerankojen latominen vipparoukkuun on työläämpää. Kolmioristikolle
teko on luonnollisista syistä nopeinta, koska siinä jää suhteellisen suuri-
töinen kehysrakennelman teko kokonaan pois. Hankintatapojen lopullinen ver-
tailu voidaan kuitenkin suorittaa vasta ajovaiheen aikatutkimustulosten yh-
teydessä.

Kuten edellä on useaan otteeseen mainittu, eivät ajanmenekkiluvut ole
kaikilta osin alkuperäisen aineiston mukaiset. Täydellisyyden vuoksi esi-
tetään seuraavassa asetelmassa alkuperäiset, aineiston mukaiset työajan me-
nekkiluvut kuutioyksikköä kohti (minuuttia).

	Työntekijä 1	Työntekijä 2
2-m rangan teko pinoon	114.53	117.16
Vipparoukkuun teko	140.84	145.78
Roukkupinoon teko	91.15	108.50
Kolmioristikolle teko	67.03	69.20

Asetelmasta ilmenee, että todellisuudessa työntekijä 2 käytti kuutioyk-
sikköä kohti kaikissa neljässä tapauksessa enemmän aikaa kuin työntekijä 1.
Syynä siihen, että muunnettujen arvojen ajanmenekkiluvut ovat täysin päin-
vastaiset, on, että työntekijä 2 on käyttänyt lepoon todellisuudessa huomatta-
vasti enemmän kuin 10 % kokonaistyöajasta. Lisäksi hänen moottorisahas-
saan esiintyi roukkupinoon tehtäessä epätavallisen paljon häiriöitä. Tämän
asetelman mukaan olisi vipparoukkuun teko kaikkein hitainta. Se aiheutuu
kuitenkin muista tekijöistä kuin hankintatavasta, lähinnä kaato- ja karsin-
tavaiheesta.

Keskimääräisen rungonkoon
vaikutuksesta ajanmenekkiin

Tutkimusmateriaaliin oli alun perin tarkoitus sisällyttää myös normaalia halkoleimikkoa vastaavia palstoja. Vertaamalla näitä tavallisiin ohutpuupalstoihin oli ajatuksena saada selville rungonkoon vaikutus hakerankojen teon ajanmenekkiin. Alueelta, jolla tutkimus suoritettiin, ei kuitenkaan löytynyt sellaisia täysin halkoleimikkoa vastaavia palstoja, jotka olisivat olleet riittävässä määrin vertailukelpoisia normaalien hakerankapalstojen kanssa.

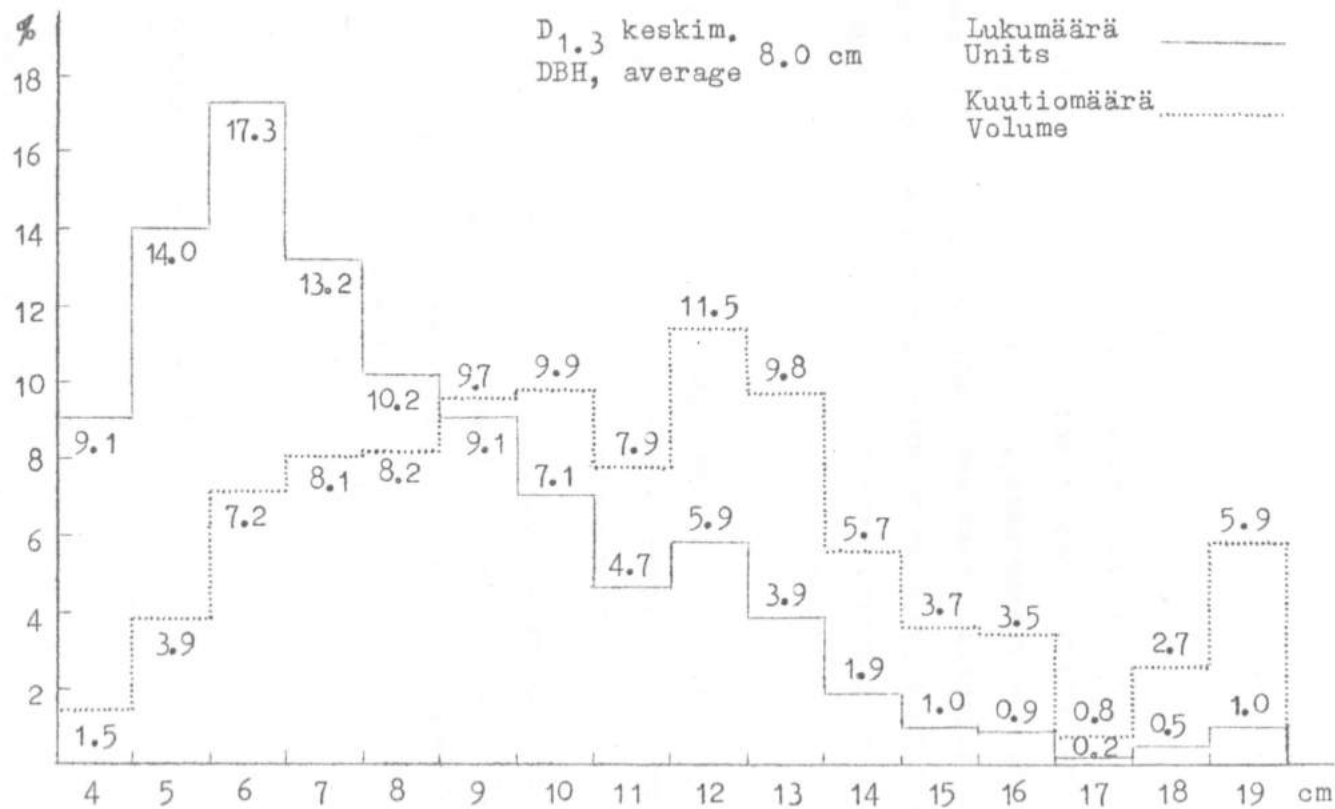
Tutkimuspalstojen runkojen koossa oli kuitenkin sen verran eroa, että jonkinlaisia vertailuja voidaan suorittaa. Seuraavassa pyritään selvittämään ajanmenekeissä esiintyviä eroja työntekijän 1 osalta palstoilla 3 ja 6 (3 = kolmioristikko, 6 = vipparoukku). Vertailut on ymmärrettävästi rajoitettu sellaisiin työnosiiin, jotka ovat hankintatavasta riippumattomia, mutta joihin leimikon runkojen koon voidaan kuitenkin olettaa vaikuttavan. Tällaisia työvaiheita ovat kaato, karsiminen ja katkominen. Taulukossa 4 (s. 26) esitetään näiden työvaiheiden ajanmenekit. Luvut ovat alkuperäisen aineiston mukaiset.

Piirroksista 1 ja 2 (ss. 24 ja 25) nähdään runkojen prosentuaalinen jakaantuminen rinnankorkeusläpimittaluoiksi. Niistä ilmenee sekä runkoluvun että kuutiomäärän mukainen jakaantuminen.

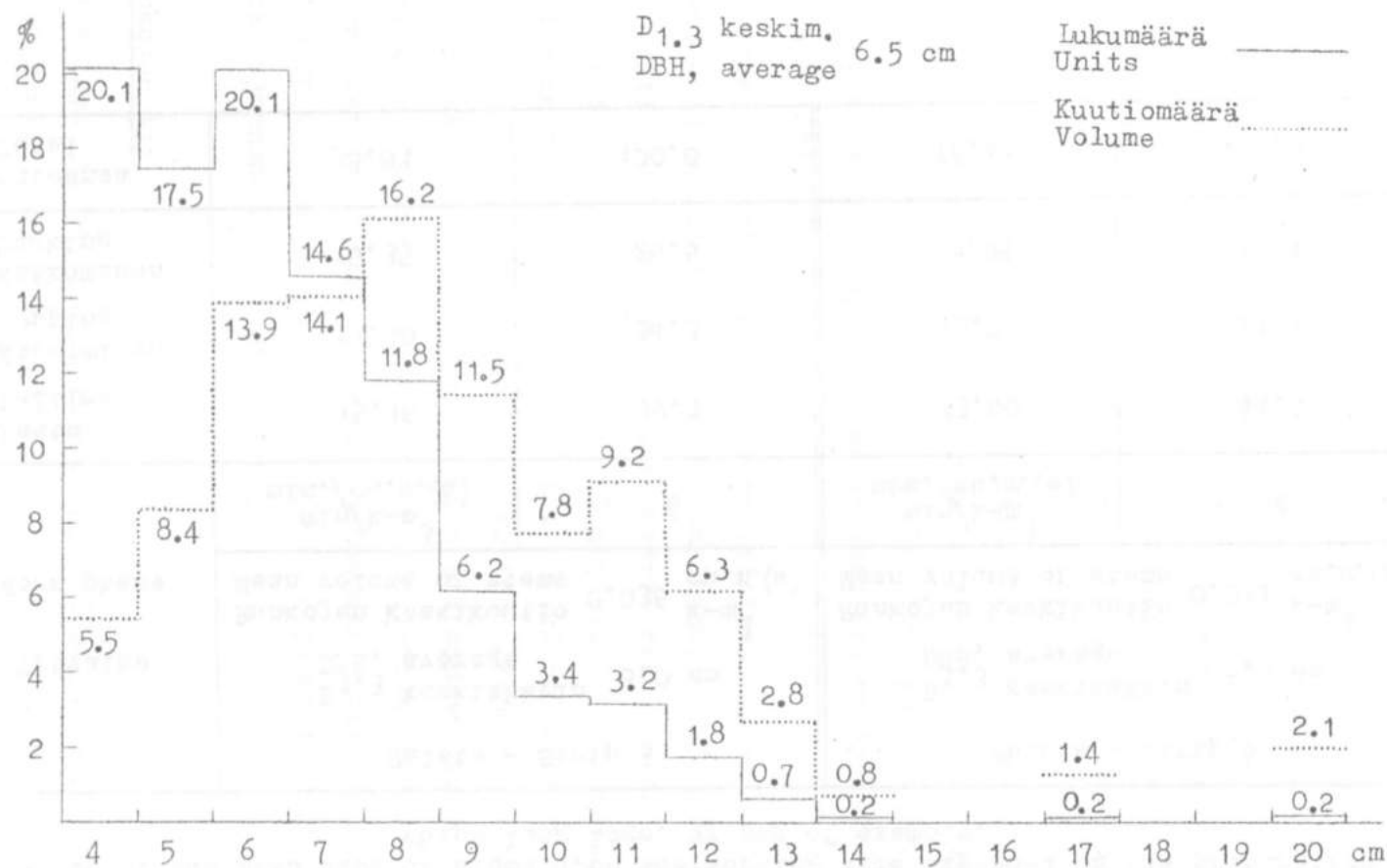
Keskimääräisessä rinnankorkeusläpimitassa oli palstojen välillä eroa vain 1.5 cm (8.0 cm ja 6.5 cm). Ajanmenekkiluvuissa on kuitenkin selviä eroja. Hakkuuvaikeus oli molemmilla palstoilla jokseenkin sama. Palstalla 6 kuitenkin erittäin runsas, hakkuutähteeksi jäävä vesaikko häyttasi ehkä jossain määrin varsinkin kaatoa. Runkomuoto oli palstalla 6 hakkuun kannalta hieman epäedullisempi kuin palstalla 3. Puut olivat nimittäin suhteellisesti lyhyempiä. Tämän ei kuitenkaan pitäisi kovinkaan suuresti vaikuttaa kuutioyksikköä kohti laskettuihin ajanmenekkilukuihin, vaikka se vaikuttaakin kappaleittaisiin ajanmenekkilukuihin. Pääasiallisena syynä ajanmenekeissä esiintyviin eroihin on ilmeisesti rungonkoko.

Kaatoon ja karsimiseen on palstalla 6 kulunut yli kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin palstalla 3. Katkomiseen on palstalla 6 kulunut hieman vähemmän aikaa kuin palstalla 3. Todellisuudessa asian ei kuitenkaan tarvitse olla näin, koska osa katkomiseen käytetystä ajasta sisältyy karsimisaikaan.

Näihin työvaiheisiin on pienempirunkoisella palstalla kulunut kaikkiaan 97 % enemmän aikaa. Jos oletetaan, että muut hakkuuseen liittyvät työvaiheet



Piirros 1. Ohutpuurankojen jakaantuminen $D_{1.3}$ -luokkiin. Palsta 3.
 Sketch 1. Distribution of long logs of small diameter into DBH
 classes. Strip 3.



Piirros 2. Ohutpuurankojen jakaantuminen $D_{1.3}$ -luokkiin. Palsta 6.
 Sketch 2. Distribution of long logs of small diameter into DBH
 classes. Strip 6.

Taulukko - Table 4

Esimerkki runkojen keskikoon vaikutuksesta hakerankojen valmistuksen työajan menekkiin.

Influence of the mean size of stems upon the working time expended on the preparation of chips long logs, by way of example.

Työvaihe Work phase	Palsta - Strip 3		Palsta - Strip 6	
	D _{1.3} keskimäärin 8.0 cm DBH, average		D _{1.3} keskimäärin 6.5 cm DBH, average	
	Runkojen keskikuutio 0.036 k-m ³ Mean volume of stems cu.m.(s)		Runkojen keskikuutio 0.014 k-m ³ Mean volume of stems cu.m.(s)	
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Kaato Felling	15.16	39.1	33.60	44.0
Karsiminen Lopping	13.30	34.3	33.73	44.1
Katkominen Bucking	10.35	26.6	9.08	11.9
Yhteensä Total	38.81	100.0	76.41	100.0

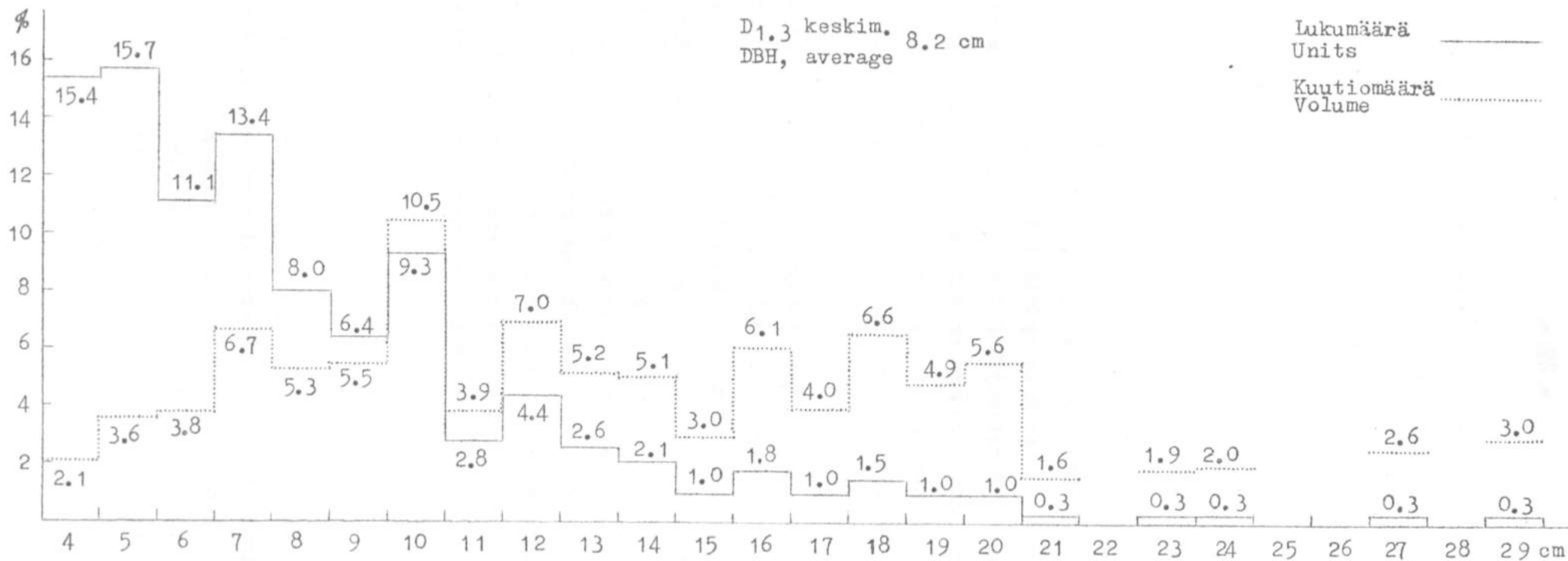
säilyvät rungonkoon pienenemisestä huolimatta ennallaan, kuluu 8.0 cm:n läpimittaisessa leimikossa kuutiometriä kohti aikaa 67.03 min ja 6.5 cm:n läpimittaisessa 104.63 min eli 56 % enemmän. (Pohjana on käytetty palstan 3, siis kolmioristikolle teon, ajanmenekkilukuja.)

Hyvin samanlaisiin tuloksiin päädytään tarkasteltaessa työntekijän 2 vastaavanlaisia palstoja (piirroksat 3 ja 4, ss. 28 ja 29). Seuraavassa esitetään muutamia lukuja palstoilta 4 ja 5 (4 = roukkupino, 5 = vipparoukku). Keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli palstalla 4 8.2 cm ja palstalla 5 7.0 cm. Ero on siis 1.2 cm. Tutkittaviin työvaiheisiin, siis kaatoon, karsimiseen ja katkomiseen, työntekijä 2 käytti palstalla 4 35.60 min ja palstalla 5 64.99 min eli 83 % enemmän aikaa. Työvaiheiden keskinäiset suhteet ovat hieman toisenlaiset kuin työntekijällä 1, lähinnä syystä että hän käytti moottorisahaa. Työntekijältä 1 kului pienempiläpimittaisella palstalla 97 % enemmän aikaa. Suunta on siis työntekijällä 2 aivan sama, joskaan ajanmenekkien välinen ero ei ole aivan yhtä suuri. On kuitenkin huomattava, että myös läpimittojen välinen ero on työntekijällä 2 pienempi kuin työntekijällä 1.

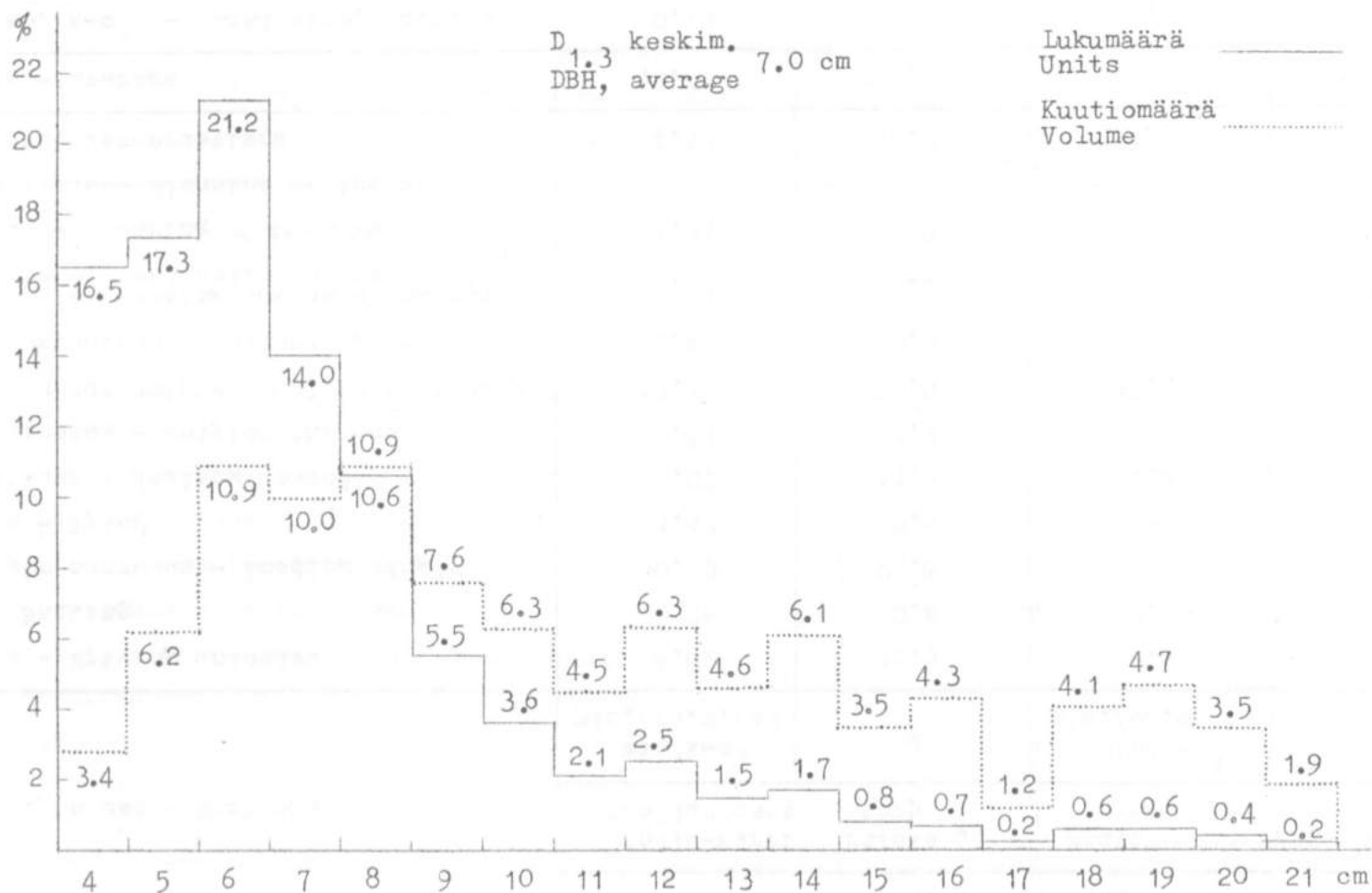
Oletettaessa, että muut hakkuuseen liittyvät työvaiheet ovat läpimitan pienenemisestä huolimatta säilyneet ennallaan, kului työntekijältä 2 8.2 cm:n läpimittaisella palstalla kuutiometriä kohti aikaa 108.50 min ja 7.0 cm:n läpimittaisella palstalla 137.89 min eli 27 % enemmän. Ero on paljon pienempi kuin työntekijällä 1 (56 %). Syynä on ainakin osaksi se, että pohjana on käytetty alkuperäisiä roukkupinoon teon ajanmenekkilukuja, joissa moottorisahan huoltoon käytetty aika oli epätavallisen suuri. Jos sen tilalle otetaan aikaisemmin esitetty, moottorisahan huoltoon käytetty keskimääräinen aika (2.98 min), saadaan ajanmenekkieroksi 29 %. Myös se, että läpimittojen välinen ero on työntekijällä 2 pienempi kuin työntekijällä 1, vaikuttaa ajanmenekkieron pienuuteen.

Hakerankojen ajo

Taulukoissa 5a, 5b, 5c ja 5d (ss. 30, 31, 32 ja 33) esitetään erilaisten hakerrangan hankintamenetelmien työaikojen rakenteet ajon osalta. Arvot esitetään kummankin hakkuumiehen osalta erikseen. Roukkupinojen ajossa käytettiin yksinomaan Jallu-kärriä, kolmioristikoiden ja 2-metrisen rangen osalta ajettiin toinen palsta Jallu-kärrillä ja toinen maatalouskärryillä. Vipparoukkupinot ajettiin talviajona reellä. Hankintatavasta riippumattomissa työvaiheissa on käytetty koko aineiston mukaisia keskiarvoja.



Piirros 3. Ohutpuurankojen jakaantuminen D_{1.3} -luokkiin. Palsta 4.
Sketch 3. Distribution of long logs of small diameter into DBH
classes. Strip 4.



Piirros 4. Ohutpuurankojen jakaantuminen $D_{1.3}$ -luokkiin. Palsta 5.
 Sketch 4. Distribution of long logs of small diameter into DBH
 classes. Strip 5.

Taulukko - Table 5a

Työajan rakenne 2-m tavarán ajossa pinosta. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on hauling 2-m. long logs from piles. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Jallu-kärri "Jallu" cart	Palsta 7 Strip 7	Maatalouskärryt Farm cart	Palsta 8 Strip 8
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Ajo tyhjänä - Driving unloaded	6.82	15.5	6.43	13.0
Peruutus - Backing	0.26	0.6	2.20	4.4
Kappaleittain kuormaus - Loading singly	10.00	22.8	13.09	26.4
Köyttäminen - Tying	1.10	2.5	-	-
Ajo kuormattuna - Hauling loaded	5.07	11.6	4.48	9.0
Kettingin irrotus - Untying the chain	0.83	1.9	-	-
Kappaleittain purkaminen - Unloading singly	13.14	30.0	15.30	30.9
Kettingin kokoaminen - Collecting the chain	0.42	0.9	-	-
Pinon pohjan ja pääpuiden teko - Making the base and the end poles of the pile	0.63	1.4	0.63	1.3
Tien raivaus - Clearing of the road	1.21	2.8	2.26	4.6
Työn suunnittelu - Planning of the work	-	-	0.20	0.4
Keskeytykset - Interruptions	4.39	10.0	4.95	10.0
Keskimäärin - Average	43.87	100.0	49.54	100.0
Kuorman koko, k-m ³ - Load size, cu.m.(s)	0.79	-	0.68	-

Taulukko - Table 5b

Työajan rakenne vipparoukkujen ajossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on hauling tipping raised-piles. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time	
	Palstat 5 ja 6 - Strips 5 and 6	
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Ajo tyhjänä - Driving unloaded	6.34	8.9
Kappaleittain kuormaus - Loading singly	16.49	23.2
Kehyspuiden kuormaus - Loading of frame poles	5.01	7.0
Kuormausajo - Loading-driving	0.78	1.1
Ajo kuormattuna - Hauling loaded	6.05	8.5
Kappaleittain purkaminen - Unloading singly	25.00	35.1
Varastopaikan raivaus - Clearance of storage site	0.69	1.0
Tien teko (ja raivaus) - Making (and clearing) the road	3.23	4.5
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.49	0.7
Keskeytykset - Interruptions	7.12	10.0
Keskimäärin - Average	71.20	100.0
Kuorman koko, k-m ³ - Load size, cu.m.(s)	0.86	

Taulukko - Table 5c

Työajan rakenne roukkupinojen ajossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on hauling raised piles. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time	
	Palstat 1 ja 4 - Strips 1 and 4	
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Ajo tyhjänä - Driving unloaded	6.82	14.8
Peruutus - Backing	1.04	2.3
Roukun laukaisu - Discharging the raised pile	0.99	2.2
Kappaleittain kuormaus - Loading singly	7.66	16.6
Köyttäminen - Tying	1.10	2.4
Ajo kuormattuna - Hauling loaded	5.07	11.0
Kettingin irrotus - Untying the chain	0.83	1.8
Kappaleittain purkaminen - Unloading singly	15.46	33.6
Kettingin kokoaminen - Collecting the chain	0.42	0.9
Pinon pohjan ja pääpuiden teko - Making the base and the end poles of the pile	0.63	1.4
Tien raivaus - Clearing of the road	1.21	2.6
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.18	0.4
Keskeytykset - Interruptions	4.60	10.0
Keskimäärin - Average	46.01	100.0
Kuorman koko, k-m ³ - Load size, cu.m.(s)	0.69	

Taulukko - Table 5d

Työajan rakenne kolmioristikoiden ajossa. (Muunnetut arvot)

Analysis of working time expended on hauling triangular crosswise stacks. (Converted values)

Työn osa - Work phase	Työaika - Working time			
	Jallu-kärri "Jallu" cart	Palsta ² Strip	Maatalouskärriyt Farm cart	Palsta ³ Strip
	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%	min/k-m ³ min./cu.m.(s)	%
Ajo tyhjänä - Driving unloaded	6.82	13.2	6.43	12.8
Peruutus - Backing	0.70	1.3	0.42	0.8
Kappaleittain kuormaus - Loading singly	12.90	24.9	11.19	22.3
Köyttäminen - Tying	1.10	2.1	0.53	1.1
Ajo kuormattuna - Hauling loaded	5.07	9.8	4.48	8.9
Kettingin irrotus - Untying the chain	0.83	1.6	0.69	1.4
Kappaleittain purkaminen - Unloading singly	16.49	31.8	18.17	36.2
Kettingin kokoaminen - Collecting the chain	0.42	0.8	0.34	0.7
Pinon pohjan ja pääpuiden teko - Making the base and the end poles of the pile	0.63	1.2	0.63	1.3
Tien raivaus - Clearing of the road	1.21	2.3	2.26	4.5
Työn suunnittelu - Planning of the work	0.53	1.0	-	
Keskeytykset - Interruptions	5.19	10.0	5.02	10.0
Keskimäärin - Average	51.89	100.0	50.16	100.0
Kuorman koko, k-m ³ - Load size, cu.m.(s)	0.85		0.77	

Näiden laskentaperusteet esitetään myöhemmässä, yksityiskohtaisessa, työvaiheittaisessa tarkastelussa.

Pyrkimyksenä oli, että ajon suorittaisi koko tutkimusaineiston osalta sama ajomies. Vipparoukkupinot jouduttiin kuitenkin ajattamaan toisella miehellä. Tämä osa aineistoa ei siis ole täysin vertailukelpoista. Tällä seikalla ei kuitenkaan ole suurtakaan merkitystä, koska tutkimuksen alkuperäistä tarkoitusta ei voitu toteuttaa vipparoukkujen ajon osalta. Syynä oli ennen kaikkea niin runsas lumi, ettei vipparoukkuja voitu kuormata yhtenä yksikkönä, kuten varastomuodostelma edellyttäisi, vaan ne jouduttiin kuormamaan yksin kappalein. Oheisena esitetään täydellisyyden vuoksi työajan rakenne myös vipparoukkumuodostelmien osalta (taul. 5b, s. 31).

Roukkupinojen ja vipparoukkupinojen työaikojen rakenteet esitetään kummassakin tapauksessa molempien palstojen keskiarvona. Ajo suoritettiin niimitäin kyseisissä tapauksissa samalla ajoneuvolla molemmilla palstoilla eikä palstojen välillä voida katsoa olevan mitään oleellisia eroja.

Ajomatkat vaihtelivat eri palstoilla 200...500 m:n välillä. Jotta ne saataisiin keskenään vertailukelpoisiksi, on kaikkien palstojen ajomatka muunnettu vastaamaan 300 m, jonka voidaan katsoa olevan palstojen keskimääräinen ajomatka. Roukkupinojen, kolmioristikoiden ja 2-m rangan ajossa on käytetty yhteisiä keskimääräisiä aikoja. Tyhjänäajoon on kulunut jonkin verran enemmän aikaa kuin kuormattuna-ajoon, mikä on aivan normaalia. Jallukärriä käytettäessä on ajoaika ollut hieman pitempi kuin maatalouskärriillä ajettaessa. Ero on kuitenkin melko pieni. Pitkää rankaa Jallukärriillä ajettaessa ajo tapahtuu laahuskuormana, joka on hevoselle raskaampi vetää ja vaikuttaa ajanmenekkiä pidentävästi. Vipparoukkumuodostelmia talviajona ajettaessa on esiintynyt kuormausajoa. Syynä tähän on, että vipparoukut olivat niin pieniä, ettei yhdestä roukusta yksin kappalein kuormattuna saatu tarpeeksi suurta kuormaa.

Peruutusta on esiintynyt vaihtelevissa määrin. Vipparoukkujen ajossa sitä ei luonnollisestikaan ole ollut. Roukkupinojen ajossa, jossa kuormausmenetelmästä johtuen peruutuksella roukun alle on oleellinen merkitys, ei sitä kuitenkaan ole esiintynyt kovinkaan paljon runsaammin kuin muissa. Syynä tähän on ennen kaikkea, että suuri osa roukkupinoista jouduttiin kuormamaan yksin kappalein. Taulukon (5c, s. 32) luvut osoittavat tarkalleen ajoon todellisuudessa kuluneita aikoja. Myöhemmin esitetään ajarmenekkiluvut niistä roukuista, jotka voitiin kuormata hankintamenetelmän edellyttämällä tavalla (s. 36).

Yksin kappalein kuormaamiseen kulunut aika on vaihdellut suhteellisen vähän eri tapauksissa. Poikkeuksen tekee kuitenkin vipparoukkujen ajo talvel-la. Jos siihen vielä lisätään kehyspuiden kuormaukseen käytetty aika, on vipparoukuista kuormaamiseen kulunut lähes kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin muista varastomuodostelmista kuormaamiseen. Syynä tähän on ennen kaik-kea, että suuri osa rangoista jouduttiin kaivamaan kovan hankilumen sisäl-tä. Kuten jo aikaisemmin on todettu, vipparoukkumuodostelma edellyttäisi kuormausta pino kerrallaan. Näin ei kuitenkaan kyetty tekemään, ja nimen-omaan kuormausvaiheen osalta tutkimus antaneekin työajanmenekistä väärän ku-van kyseisessä hankintamenetelmässä. Roukkupinosta kuormaus on tapahtunut nopeimmin, huolimatta siitä että suuri osa jouduttiin kuormaamaan yksin kap-palein. 2-m rankaa ajettaessa on kuormaus Jallu-kärriin tapahtunut hieman nopeammin kuin maatalouskärryihin. Pitkän rangen kuormauksessa kolmioris-tikolta on tilanne päinvastainen.

Ajettaessa 2-m rankaa Jallu-kärrillä on kuorma pitänyt köyttää, kun taas maatalouskärryillä ajettaessa ei köyttämistä ole tarvittu. Tämä tasoittaa melkoisesti kuormaukseen käytettyä aikaa. Köyttämisessä sekä kettingin ir-rotuksessa ja kokoamisessa on Jallu-kärrillä ajettaessa käytetty kaikkien hankintamenetelmien yhteisiä keskimääräisiä työajanmenekkilukuja, koska eri-laisten varastomuodostelmien ei voida katsoa vaikuttavan näihin työvaihei-siin.

Kuorman purkaminen on kaikissa tapauksissa suoritettu yksin kappalein, eikä siis ole käytetty Jallu-kärrillä ajettaessa menetelmää laukaista pank-ko ja ajaa ajoneuvo pois kuorman alta. Syynä tähän oli ennen kaikkea va-rastopaikkojen ahtaus. Jallu-kärrin ja maatalouskärryjen välillä ei purka-misajoissa ole mitään selvää eroa. 2-m ranka on ollut hieman nopeampaa pur-kaa kuin pitkä ranka. Tämä johtuu siitä, että se on kevyempää ja sitä on muutenkin helpompi käsitellä kuin pitkää rankaa. Talviajona kuljetettu ran-ka on kuitenkin vaatinut kuutiometriä kohti huomattavasti enemmän aikaa kuin kesällä ajettu.

Varastopaikan raivauksessa ja pinon pääpuiden teossa on käytetty koko ai-neiston keskimääräisiä ajanmenekkilukuja. Sama koskee tien raivausta kesä-ajossa. Jallu-kärrille ja maatalouskärryille on kuitenkin laskettu erilli-set keskiarvot, koska ilmeni, että maatalouskärryillä ajettaessa jouduttiin tienraivaukseen käyttämään enemmän aikaa. Talviajossa on tientekoon ja rai-vaukseen kulunut enemmän aikaa kuin kesällä. Syynä on ollut lumen runsaus.

Työn suunnittelussa on käytetty kunkin hankintatavan ja ajovälineen koh-dalla niissä todellisuudessa työn suunnitteluun kulunutta aikaa, koska voi-

daan olettaa, että ajoväline ja hankintatapa vaikuttavat tämän työvaiheen pituuteen.

Keskeytysten pituus vaihteli todellisuudessa melko sattumanvaraisesti. Niiden osuudeksi on kuitenkin kaikissa tapauksissa laskettu 10 % työajasta.

Seuraavassa asetelmassa esitetään polttohakerangan hankinnan ajovaiheen työajanmenekkien suhteet. 2-m rangan ajoa Jallu-kärrillä on merkitty 100:lla. Asetelmassa esitetään ajoon kuutioyksikköä kohti todellisuudessa kuuluneiden aikojen suhteet. Roukkupinojen ajon osalta on tämän rinnalle kuitenkin laskettu se suhde, joka olisi saatu, jos ajo olisi tapahtunut hankintamenetelmän edellyttämällä tavalla. Osa roukuista voitiin kuormata yhtenä yksikkönä. Tällöin kului kuormausvaiheeseen 5.72 min/k-m^3 . Tämä lyhentää kokonaistyöajan $42.04 \text{ min:iin/k-m}^3$ (todellinen 46.01 min/k-m^3).

2-m ranka pinossa	Suhde	
- ajo Jallu-kärrillä	100	
- ajo maatalouskärryillä	113	
Vipparoukkujen ajo reellä	162	
Roukkupinot		
- ajo Jallu-kärrillä	105	96 (= varastomuodostelman edellyttämällä tavalla)
Kolmioristikot		
- ajo Jallu-kärrillä	118	
- ajo maatalouskärryillä	114	

Koko aineiston perusteella laskettuna on 2-m rangan ajo Jallu-kärrillä pinosta ollut kaikkein nopeinta kuutioyksikköä kohti. Jos roukkupinojen ajosta otetaan huomioon vain se osa, joka on voitu kuormata yhtenä yksikkönä, on se ollut kaikkein nopeinta eli 4 % nopeampaa kuin 2-m rangan ajo Jallu-kärrillä. 2-m rangan ajo maatalouskärryillä on ollut 13 % hitaampaa kuin Jallu-kärrillä. Kolmioristikoiden ajossa on tilanne päinvastainen, ts. Jallu-kärrillä ajo on ollut hieman hitaampaa kuin maatalouskärryillä ajo. Vipparoukkupinojen ajo reellä on ollut huomattavasti muita hitaampaa. Tällöin on kuitenkin huomattava, että kuormausta ei voitu suorittaa yhtenä yksikkönä, kuten vipparoukkumuodostelma edellyttäisi. Toisaalta sekin, että ajon suoritti tässä tapauksessa eri ajomies, tekee vertailun muihin ajotuo-
toksiin epävarmaksi.

Hakkuu + ajo (yhdistelmä)

Lopullisen kuvan siitä, mikä hakerankojen hankintatapa on edullisin, saa hakkuun ja ajon työajanmenekkien suhteesta. Seuraavassa asetelmassa esitetäänkin eri hankintatapojen kokonaistyöajanmenekit ja niiden suhteet. 2-m pinossa olevaa rankaa on merkitty 100:lla. Hakkuun osalta sisältyy työajanmenekkilukuihin molempien hakkuumiesten yhteinen, kuutiomäärällä punnittu hakkuutyöaikojen aritmeettinen keskiarvo. Ajon osalta sisältyy lukuihin samaten yhteinen keskiarvo Jallu-kärrille ja maatalouskärryille.

	Työajanmenekki k-m ³ kohti	Suhde
2-m ranka pinossa	159.20 min	100
Vipparoukkupinot	173.53 "	109
Roukkupinot	138.06 "	87 (84)
Kolmioristikot	126.12 "	79

Edullisin hankintatapa on ollut pitkän rangen teko kolmioristikolle. Se on ollut 21 % nopeampi kuin 2-m rangen hankinta. Sillä, onko ajo tapahtunut Jallu-kärrillä vai maatalouskärryillä, ei ole kolmioristikoiden osalta ollut suurtakaan merkitystä. Suhde Jallu-kärri : maatalouskärryt on ollut 100 : 99, ts. maatalouskärryillä tapahtunut ajo on parantanut tuotosta 1 %:n. Hieman kolmioristikoita hitaampi hankintatapa on ollut roukkupinomuodostelma. Kokonaisaineiston perusteella laskettuna se on ollut 13 % edullisempaa hankkia kuin 2-m tavara pinossa. Hankintatavan edellyttämällä tavalla yhtenä yksikkönä kuormattuna on tuotos ollut 16 % parempi kuin 2-m pinossa. Vipparoukkupinoina hankinta on ollut kaikkein epäedullisinta. Hyvin todennäköistä kuitenkin on, että, mikäli ajovaiheessa olisi voitu menetellä hankintatavan edellyttämällä tavalla, ts. kuormaus olisi voitu suorittaa yhtenä yksikkönä, tämäkin hankintatapa olisi tuotokseltaan edullisempi kuin 2-m tavaran hankinta. Tämä on kuitenkin sanottava varauksin, koska sitä ei voitu tässä tutkimuksessa osoittaa. 2-m rangen hankintaa on Jallu-kärrillä suoritettu ajo hieman nopeuttanut. Suhde Jallu-kärri : maatalouskärryt = 100 : 104; ero on siis 4 % Jallu-kärrin hyväksi.

Tämän tutkimuksen mukaan on siis hakerangan hankinta pitkänä (n. 3.5 m) kaikissa tutkituissa tapauksissa edullisempaa kuin hankinta 2-m pituisena (vipparoukkupinon osalta tämä kuitenkin on vain oletamus). Edullisinta on ajovälineestä riippumatta ollut kolmioristikoille teko ja sitä hieman epäedullisempaa teko roukkupinoon. Molemmat ovat kuitenkin tuotokseltaan selvästi parempia kuin 2-m rangen teko pinoon. Vipparoukkumuodostelmien osalta pitäisi asian selvittämiseksi suorittaa vielä lisätutkimuksia.

Logging Methods Used in the
Preparation and Haulage
of Fuel Chip Long Logs

Comparative Work Study

by Mikko Kahala

SUMMARY

There have been many experiments and studies in Finland in recent times to develop methods of logging long logs for fuel chips. They have been conducted above all by the Small-Sized Timber Research Commission. Metsäteho, the Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries, has also carried out several studies, financed by the above-mentioned commission, associated with the logging of fuel chip long logs. These studies include e.g. the present comparison of four methods of logging fuel chip long logs. The study covers both the felling and preparation and the haulage phases.

The methods studied were as follows in regard to the felling work. The preparation of long logs (c. 3.5 m.) into a triangular crosswise stack, raised pile and tipping raised-pile and the preparation of 2-metre long logs into a pile (see Figs. 2, 3, 4, and 5, p. 7). The first three are for haulage during the summer, the tipping raised-pile is for winter haulage by sled. The transport used was: a "Jallu" cart (Fig. 8, p. 8) especially constructed for forest haulage, an ordinary Finnish farm cart (Fig. 7, p. 8) converted for use in forest haulage, and a twin sled used in the winter.

Two workers were studied for felling performance. Worker 1 was fully familiar with forest work, worker 2 somewhat less experienced. Worker 2 used a power saw but worker 1 used hand-operated tools only. The original object was to make one man do all the haulage work. In winter haulage, however, a different man was used.

The following results were achieved in felling by the different logging methods (Tables 3a, 3b, 3c, and 3d, pp. 15, 16, 17, and 18). The preparation of 2-metre long logs into a pile was the slowest work. Preparation into a tipping raised-pile was c. 10 per cent and preparation into a raised pile 16...20 per cent speedier than the preparation of 2-metre timber into a pile. Most advantageous was the preparation of long logs (c. 3.5 m.) into a triangular crosswise stack. The saving in working time achieved by this last method was 31...35 per cent compared with the preparation of 2-metre long logs into a pile. The main reason was that in preparation into a triangular crosswise stack the time-consuming work of making the frame construction is omitted altogether. The principal factor in the slowness of preparing 2-metre long logs into a pile is that bucking is time-consuming compared with the other logging methods. That the tipping raised-pile is slower to prepare than the raised pile is due principally to two factors. Firstly, the frame construction for the tipping raised-pile arrangement takes a little longer to make; secondly, piling fuel chip long logs into the tipping raised-pile is more laborious work.

The time expenditure figures are not in full accordance with the original material either for felling and preparation or for haulage. Common converted means were used for the work phases not affected by the logging method.

An endeavour was made in connection with felling to study the effect of the mean stem size on the expenditure of time (Table 4 and Sketches 1 and 2, pp. 26, 24, and 25). Only the work phases that the stem size may be considered to affect were taken into account. These phases are felling, lopping and bucking. With worker 1, two strips were studied with an average diameter difference of 1.5 cm. (8 cm. and 6.5 cm.). Fifty six per cent more time was expended per cubic unit in the smaller-diameter stand marked for cutting. The other work phases were assumed to be equal in both strips. The comparable diameter difference for worker 2 was 1.2 cm. and the time expenditure difference 29 per cent.

The following observations were made as regards haulage (Tables 5a, 5b, 5c, and 5d, pp. 30, 31, 32, and 33). The raised pile is intended to be hauled as a dragging load e.g. by a "Jallu" cart. The cart is backed under the fore end of the raised pile, the pile is released and its fore end collapses onto the vehicle bunk. However, it was not possible to haul all the raised pile material as planned in the logging method; part of it had to be loaded singly owing to incorrect construction of the raised piles. The triangular crosswise stacks and 2-metre long log piles were loaded singly and the ma-

terial hauled partly by "Jallu" cart, partly by farm cart. The tipping raised-pile is intended to be loaded into a twin sled in a single unit. The sled is driven under the pile and the long logs then pulled by rope into the sled in one lot, or the transverse supporting logs are cut away and the long logs dropped onto the sled. Since there was plenty of snow that winter it was impossible to perform the loading work as described above; the logs had to be loaded singly (see Fig. 10, p. 8). The aim of the investigation was thus not achieved in this respect.

The most rapid method was the haulage of 2-metre long logs by "Jallu" cart. With a farm cart the achievement was 13 per cent poorer. Haulage of raised piles was 5 per cent slower than the haulage of 2-metre long logs by "Jallu" cart. Had it been possible to do all the loading in one unit, as planned, raised-pile haulage would have been speeded up by 9 per cent. The haulage of triangular crosswise stacks was 4 per cent faster with a farm cart than with a "Jallu" cart. Compared with the haulage of 2-metre long logs it was 14...18 per cent slower. Slowest was the haulage of tipping raised-piles by sled; it was 56 per cent slower than the haulage of 2-metre long logs by "Jallu" cart. The result is, however, uncertain in this case. As already mentioned, the long logs had to be loaded singly and the haulage was performed by a different man from the one used in the other methods.

When felling and haulage were combined the logging of fuel chip long logs (c. 3.5 m.) was more advantageous in all cases than logging in 2-metre lengths. This, however, remained hypothetical for the tipping raised-piles. The triangular crosswise stack was the best forest storage formation, giving a 21 per cent better result on an average than 2-metre long logs. The comparable figure was 13 per cent for raised piles in an average and for loading as foreseen in this logging method 15...16 per cent.

