

5/1979

KAHVAKEHIKKOSAHA JÄREIDEN
PUIDEN ERILLISKAADOSSA

Tapio Klen
Jukka Taipale

METSÄTEHON



SELOSTE



Opastinsilta 8 B • 00520 HELSINKI 52
Puhelin (90) 140 011

SELOSTE
5/1979

5/1979

KAHVAKEHIKKOSAHA JÄREIDEN
PUIDEN ERILLISKAADOSSA

Tapio Klen
Jukka Taipale

Sisäily

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	2
2 TUTKIMINEN	3
3 TULOKSET	7
3.1 Työasento ja työskentelytekniikka	7
3.2 Ajanmenekki, tuotos ja työntekijän kuormittuminen eri menetelmissä	8
3.2.1 Ajanmenekin rakenne	8
3.2.2 Kaato	9
3.2.3 Siirtyminen puulta toiselle	12
3.2.4 Muu tehoaika	14
3.2.5 Keskeytykset	14
3.2.6 Työmaa-aika ja hakkuutuotos	16
3.3 Työjälki	16
4 TULOSTEN TARKASTELU	17
KIRJALLISUUTTA	18

TIIVISTELMÄ

Kahvakehikkosahalla ja toisaalta vakiovarusteisella moottorisahalla suoritettun erilliskaadon työmaa-ajanmenekki todettiin yhtäsuureksi silloin, kun kaadettavan puun koko oli $100...125 \text{ dm}^3$ ($D_{1.3} 14 - 15 \text{ cm}$) ja kun keskeytysosuus menetelmissä oli sama. Pienempiä puita kaadettaessa kahvakehikon käyttö nopeutti työskentelyä hakkuumiehen ja puun koon mukaan $0.1...9.3 \%$ ja suurempia puita kaadettaessa se puolestaan hidasti työskentelyä $0.1...11.2 \%$.

Prossessorityömailla (keskim. rungon koko $300...500 \text{ dm}^3$) työskenneltäessä erilliskaatotuotos kahvakehikkosahalla näyttää jäävän saatujen tulosten perusteella runkojakauman mukaan $4...9 \%$ pienemmäksi kuin tuotos vakiovarusteisella moottorisahalla.

Työntekijän verenkierron keskimääräiseen kuormittumiseen kahvakehikon käyttö ei juuri vaikuttanut (aineisto tosin suppeahko). Sen sijaan kuormittumisasteen (syketaajuudesta laskettu) vaihtelu oli kahvakehikkosahakaadossa huomattavasti suurempi kuin tavallisessa moottorisahakaadossa.

Kehikkosaha näyttää soveltuvan kohtalaisen hyvin myös kuitupuuleimikoita järeämpien puustojen erilliskaatoon. Suurimpana haittana tavanomaiseen moottorisahakaatoon verrattuna on tuotoksen lievä aleneminen, merkittävimpänä etuna puolestaan olennaisesti parempi työasento, joka vähentää selän kipeytymistä ja venähdystapaturmia.

1 JOHDANTO

Hakkuumiehen selkään kohdistuvat rasitukset sekä alttius moottorisahan aiheuttamalle tärinälle ovat erilliskaadossa suuremmat kuin ihmistyövaltaisessa tavaralajihakkuussa, koska erilliskaadossa työasento on epä-mukava ja sahan käytön osuus työmaa-ajasta suuri. Koneellisen korjuun (ja erilliskaadon) yleistyessä erilliskaadon rasituksia on pyritty vähentämään kehittämällä moottorisahan liitettäviä, työasentoa parantavia ja tärinää vaimentavia lisälaitteita. Tällaisten lisälaitteiden kehittä-

misen tavoitteena tulee olla paitsi ergonomian parantaminen myös se, ettei moottorisahan hallittavuus kärsi eikä hakkuutyön tuottavuus olennaisesti huonone.

Yleisin lisälaitte Suomessa on kahvakehikko. Sen käyttö erilliskaadossa on kuitenkin rajoittunut toistaiseksi lähinnä kuitupuuleimikoihin ja pienpuun korjuussa käytettyihin nk. siirtelykaatomenetelmiin.

Tällä tuotos- ja kuormittavuustutkimuksella Metsäteho ja Työterveyslaitos yhdessä selvittivät kahvakehikkosahan soveltuvuutta myös kuitupuuleimikoita järeämpien puustojen erilliskaatoon.

2 TUTKIMINEN

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kahvakehikkosahan soveltuvuutta puiden erilliskaatoon koneellista korjuuta varten hakkuutyön tuottavuuden, työjäljen, työasennon ja työntekijän kuormittumisen kannalta. Hakkuumiesten ajankäyttö ja kuormittuminen mitattiin, kun he käyttivät erilliskaadossa kahvakehikkosahaa ja toisaalta vakiovarusteista moottorisahaa.

Aikatutkimustiedot Metsäteho keräsi tavanomaista aikatutkimusmenetelmää käyttäen. Hakkuumiehen sydämen sykinnästä arvioitua kuormittumista mitasi Työterveyslaitos (TTL) työvaiheittain ja puittain. Sykintätieto lähetettiin koehenkilöön kiinnitetyn lähettimen avulla telemetrisesti Medinik-vastaanottimelle, josta tieto tallennettiin Stellavox-nauhuriin. Nauhat purettiin TTL:n purkulaitteella. Tämän jälkeen tiedot syötettiin tietokoneeseen, josta saatiin kuormittumistiedot puun koon mukaan. Syketaajuutta yritettiin selittää myös regressioanalyysillä. Kuormittumistutkimuksen tulkintaa vaikeuttivat laitteissa ajoittain ilmenneet tekniset häiriöt ja se, ettei sykintätietoa aina pystytty kohdistamaan puittain. Näistä syistä sykintätutkimuksen aineisto on olennaisesti suppeampi kuin aikatutkimuksen.

Kenttätöitä suoritettiin Enso-Gutzeit Osakeyhtiön hakkuutyömaalla Ruokolahdella kuusivaltaisessa avohakkuuleimikossa, jossa rungon keskikoko vaihteli palstoittain 116:sta 227 dm³:iin. Hakkuun maastoluokka oli kaikilla palstoilla 2 ja tiheysluokka 1.

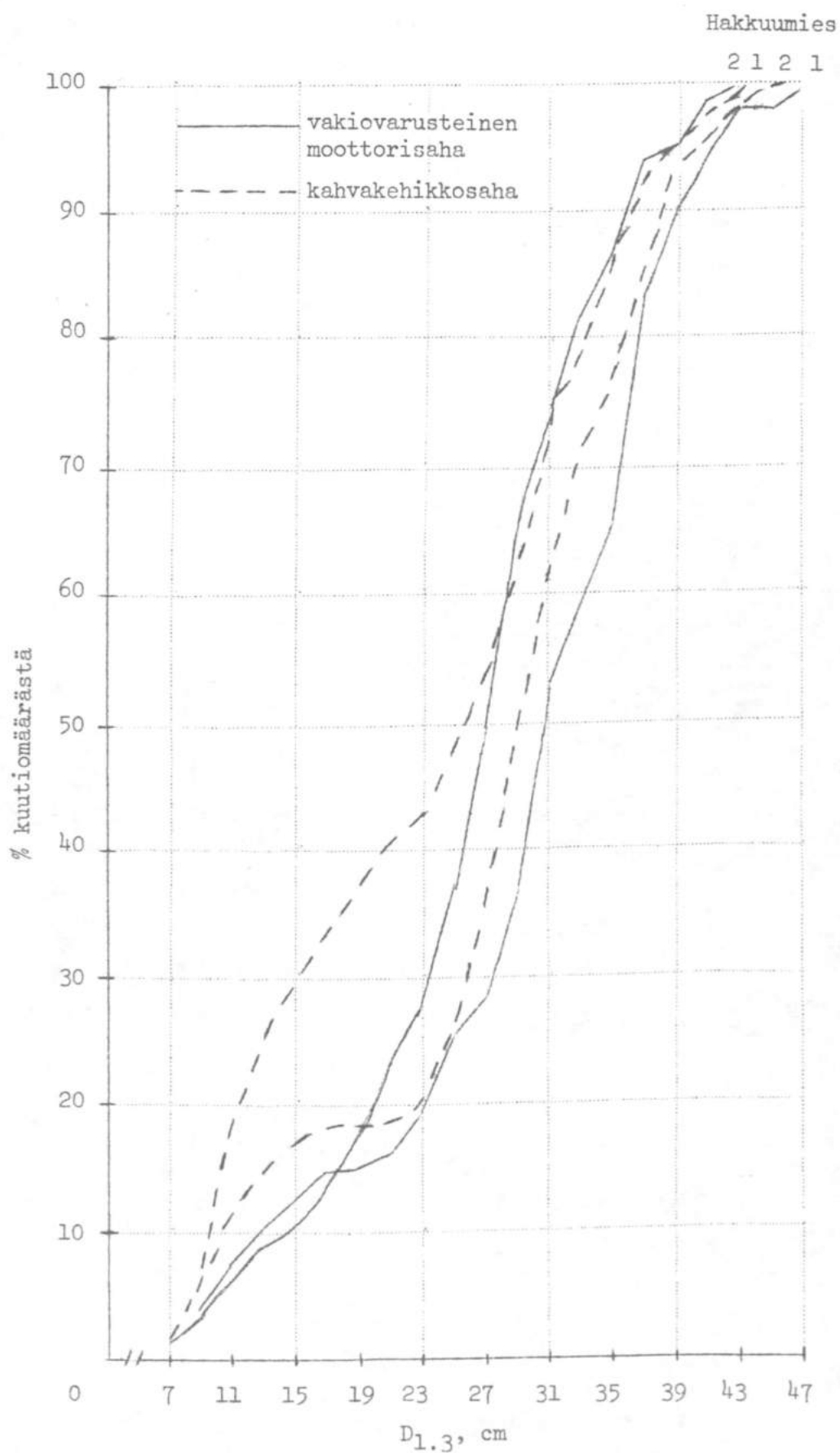
Koehenkilöiksi valittiin kaksi kokenutta ja ammattitaitoista hakuumiestä. Ennen varsinaisen tutkimuksen alkua molemmat hakuumiehet suorittivat erilliskaatoa kahvakehikkosahalla tutkimusolosuhteita vastaavilla työmailla noin kolmen viikon ajan. Toisella hakuumiehellä ei ollut aiempaa kokemusta kahvakehikon käytöstä. Sitä vastoin toinen hakuumies oli varsin tottunut kehikkosahan käyttäjä.

Aikatutkimusaineiston määrä selviää taulukosta 1 ja aineiston jakautuminen puun koon ($D_{1.3}$) mukaan eri menetelmissä kuvasta 1. Sykintätutkimusaineiston keskimääräinen puun koko ilmenee taulukosta 3 (s. 11).

Kaato suoritettiin Raket 421 EV -moottorisahalla (paino 6.2 kg ja ketjunopeus 20 m/s). Kahvakehikkomenetelmässä sahaan liitettiin kahvakehikko mallia Jaaranen - Rantapuu (kuva 2, s. 6), paino 1.5 kg.

TAULUKKO 1. Tutkimusaineisto

Erittely	Kahvakehikkosaha				Vakiovarusteinen moottorisaha			
	Kuusi	Mänty	Koivu	Yhteensä ja keskim.	Kuusi	Mänty	Koivu	Yhteensä ja keskim.
Hakattu määrä, m^3								
hakuumies 1	156.9	80.0	7.1	244.0	119.3	121.4	4.2	244.9
hakuumies 2	217.1	19.1	5.3	241.5	72.3	10.0	1.9	84.2
yhteensä	374.0	99.1	12.4	485.5	191.6	131.4	6.1	329.1
Puita, kpl								
hakuumies 1	1 873	158	73	2 104	747	293	39	1 079
hakuumies 2	1 316	123	72	1 511	336	34	22	392
yhteensä	3 189	281	145	3 615	1 083	327	61	1 471
Rungon keskikoko, dm^3								
hakuumies 1	84	506	97	116	160	414	107	227
hakuumies 2	165	155	74	163	215	340	86	215
keskimäärin	118	353	86	135	177	371	100	223
Puulajijakauma, %								
hakuumies 1	64.4	32.9	2.7	100	48.7	49.6	1.7	100
hakuumies 2	90.0	7.8	2.2	100	85.9	11.9	2.2	100
keskimäärin	77.0	20.4	2.6	100	58.2	39.9	1.9	100



Kuva 1. Kumulatiiviset runkolukusarjat eri menetelmissä

Kuva 2. Kahvakehikko mallia
Jaaranen - Rantapuu. Valok.
Oy Elfving Ab



Kuva 3. Kaatosahauksen työ-
asento vakiovarusteista moot-
torisahaa käytettäessä. Valok.
Metsäteho

Kuva 4. Kaatosahauksen työ-
asento kahvakehikkosahaa käy-
tettäessä. Valok. Metsäteho



3 TULOKSET

3.1 Työasento ja työskentelytekniikka

Selvimmän työmenetelmien ero näkyi hakkuumiehen työasennossa (vrt. kuvia 3 ja 4). Kahvakehikkosahalla pienet puut voitiin kaataa täysin ja järeät puut vänkäysvaihetta lukuun ottamatta selkä ja jalat jokseenkin suorina. Sen sijaan moottorisahalla kaadettaessa selän työasento oli kumara koko kaadon ajan.

Sahaustekniikassa ei ole olennaisia eroja. Kaatolovi voidaan sahata myös kahvakehikkosahalla sekä vetävällä että työntävällä terällä. Tavanomaisesta kaatoloven tekotavasta ei tarvitse periaatteellisesti poiketa, joskin toisinaan kahvakehikkosahalla oli helpompi tehdä ensin alasahaus ja vasta sitten yläsahaus eli päinvastaisessa järjestyksessä kuin tavallisesti. Loven sahauksessa käytettiin erilaisia otteita kehikosta puun juurenniskan korkeuden mukaan. Kun sahauskohta oli korkealla, saatiin tukevin sahan käsittelyote vaakatasossa olevista putkista.

Varsinainen kaatosahaus suoritettiin molemmissa menetelmissä tavanomaisten hakkuuohjeiden mukaisesti. Kaatosahaus onnistui myös kahvakehikkosahalla teknisesti hyvin eikä siihen kokemusten mukaan tarvitse tehdä muutoksia.

Kaatosuunnan valinta ja kaatoloven sijoitus aiheuttivat kahvakehikkotyöskentelyssä tottumattomalle miehelle hieman enemmän puun tyven kiertämistä kuin tavanomaisessa moottorisahakaadossa. Sen sijaan toisella hakkuumiehellä ei tämänkaltaista tyven kiertämistä esiintynyt kummassakaan menetelmässä.

Siirryttäessä puulta toiselle kahvakehikkosahan kantamista voitiin helpottaa tukemalla (laskemalla) sahaa aika ajoin maahan. Pitempien siirtymisten ajaksi kahvakehikkosaha voidaan nostaa olalle siten, että terälevy osoittaa sivulle.

3.2 Ajanmenekki, tuotos ja työntekijän kuormittuminen eri menetelmissä

3.2.1 Ajanmenekin rakenne

Taulukossa 2 on esitetty työmaa-ajan jakautuminen osa-aikoihin eri menetelmissä. Ajanmenekkijakautuma on hakkuumiehittäinen yhdistelmä palstakoh-
taisista tuloksista ja vastaa olosuhde- ja työvaikeustekijöiltään taulu-
kossa 1 (s. 4) ja kuvassa 1 (s. 5) hakkuumiehittäin ja -menetelmittain
esitettyjä työvaikeustekijätietoja.

Eräät osa-ajat, erityisesti moottorisahan huolto ja keskeytysajoista lepo, eivät tulleet menetelmittain tutkimuksessa näkyviin välttämättä aivan oi-
keissa suhteissa, koska osa palstoista oli verraten pieniä aiheuttaen sen, että menetelmää vaihdettaessa esim. moottorisahan huollon osuus työmaa-
ajasta saattoi painottua hieman väärin menetelmien kesken. Osaksi tästä johtuneekin suhteellisen suuri ero menetelmien työmaa-ajanmenekin raken-
teessa. Jos tarkastellaan vain tehoajan jakautumista eri osavaiheisiin, ei kovin olennaista eroa menetelmien välillä näytä olevan.

TAULUKKO 2. Ajanmenekin rakenne

Työnvaihe	Kahvakehikkosaha		Vakiovarusteinen moottorisaha	
	Hakkuumies 1	2	Hakkuumies 1	2
	<i>%</i> työmaa-ajasta			
Kaato	49.1	41.9	46.4	44.1
Siirtyminen puulta toiselle	16.7	14.9	10.4	12.1
Siirtyminen palstalla	1.5	2.4	1.5	3.6
Työn suunnittelu	3.4	7.4	1.0	2.5
Moottorisahan käynnistys	0.5	1.2	0.5	0.9
" huolto	7.5	9.5	10.6	2.7
TEHOAIKA YHTEENSÄ	78.7	77.3	70.4	65.9
Konkelon kaato	0.0	0.3	0.0	—
Lepo	16.1	18.6	26.0	32.3
Muut keskeytykset	5.2	3.8	3.6	1.8
KESKEYTYKSET YHTEENSÄ	21.3	22.7	29.6	34.1
TYÖMAA-AIKA YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0

3.2.2 Kaato

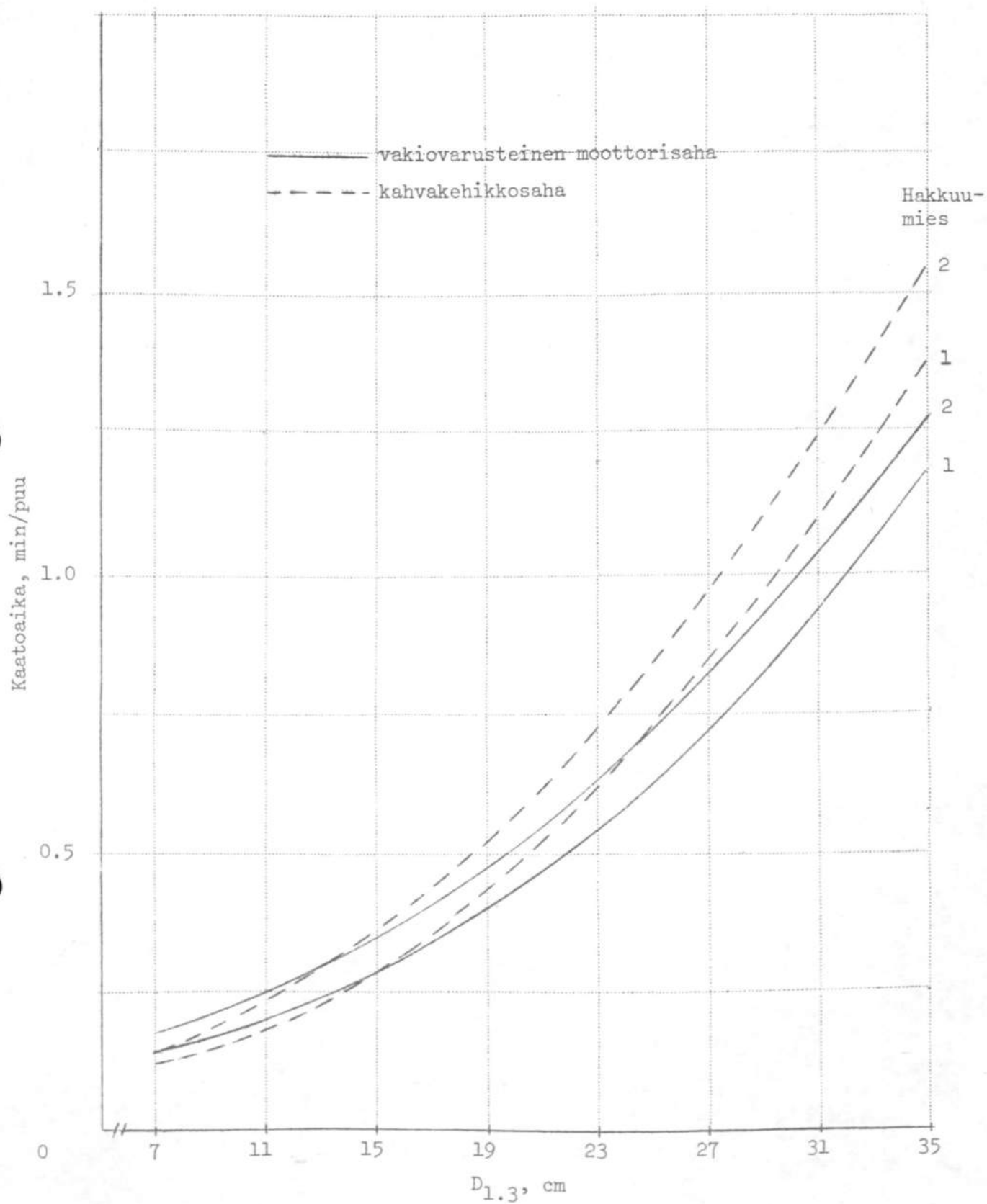
Puun koon vaikutus kaatoaikaan, kun mukaan luetaan vankäysvaihe sekä kaadettavan puun tyven raivaus, ilmenee menetelmittain ja hakkuumiehittain kuvasta 5.

Molemmilla hakkuumiehillä kaatoaika, min/puu, lisääntyi puun koon kasvaessa jyrkemmin kahvakehikkosahalla kuin vakiovarusteisella moottorisahalla suoritettussa erilliskaadossa. Hakkuumieheltä 1 (kehikkosahan käyttöön tottuneempi mies) kului kaatoon molemmissa menetelmissä yhtä paljon aikaa puun koon ollessa noin 125 dm^3 ($D_{1.3}$ 15 cm) ja vastaavasti hakkuumieheltä 2 puun koon ollessa noin 100 dm^3 ($D_{1.3}$ 14 cm). Pienempiä puita kaadettaessa kahvakehikkosahakaadon ajanmenekki oli hakkuumiehen ja puun koon mukaan 0.1...12.3 % pienempi ja suurempia puita kaadettaessa taas vastaavasti 0.1...21.0 % suurempi kuin vakiovarusteisella moottorisahalla suoritettun kaadon ajanmenekki.

Kahvakehikkoa käytettäessä pienten puiden kaadon lievä nopeutuminen johtuneet siitä, ettei hakkuumiehen tarvitse lainkaan kumartua kaatosahausta aloittaessaan. Yli $100...125 \text{ dm}^3$:n puiden kaatovaiheen hidastumista puolestaan aiheuttaa pääasiassa se, ettei sahan teräketju (etenkään tylsä) aivan samoin "pureudu" puuhun kahvakehikkoa käytettäessä, missä sahausliikettä ohjataan kauempaa kuin ilman kahvakehikkoa kaadettaessa.

Männyn kaatovaiheeseen kului hakkuumiehen ja puun koon mukaan 1.0...5.2 % vähemmän aikaa kuin kuusen. Tämä johtui siitä, että kuusen alaoksia jouduttiin hieman karsimaan. Puulaji ei kovin merkittävästi vaikuta menetelmien ajanmenekkisuhteisiin. Jos kuitenkin työskennellään kuusikoissa, joissa alaoksia on runsaasti karsittavana, karsinta käy hieman hitaammin kahvakehikkosahalla kuin vakiovarusteisella moottorisahalla.

Koska valtaosa erilliskaadon tehoajasta kuluu kaatoon, saadaan erilliskaatotyön raskaudesta suhteellisen hyvä käsitys tarkastelemalla työntekijän kuormittumista kaadon aikana. Hakkuumiesten kuormittuminen näytti olevan samantasoista molemmissa menetelmissä. Koska puun koko sykintätutkimusaineistossa oli molemmissa menetelmissä koehenkilöittäin yhtä suuri, eivät puun kokoerot häirinneet vertailua. Regressioanalyysissä kaadettavan puun ja sitä edellisen puun paksuus ($D_{1.3}$) vaikuttivat perin vähän syketasoon.



Kuva 5. Puun koon vaikutus kaatoaikaan.
Puulaji kuusi

TAULUKKO 3. Syketaajuuden ja puun paksuuden keskiarvot kaadossa.
 $\bar{x}$ = aritm. keskiarvo, s = keskihajonta

Hakkuu- mies	Kahvakehikkosaha					Vakiovarustainen moottorisaha						
	Syketaajuus, lyöntiä/min			Kuormit- tumis-%	D _{1.3} , cm		Syketaajuus, lyöntiä/min			Kuormit- tumis-%	D _{1.3} , cm	
	$\bar{x}$	s	Päivittäinen vaihtelu eliminoitu		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	Päivittäinen vaihtelu eliminoitu		$\bar{x}$	s
1	111.1	15.6	109.1	36	12.0	4.9	105.8	10.7	108.8	36	12.1	5.1
2	124.9	14.9	124.5	41	16.8	11.9	121.5	6.9	122.3	39	16.6	10.3

Yleensä vaikutusta ei voitu havaita eivätkä regressiokertoimet olleet tilastollisesti merkitseviä. Koska riippuvuus ei ollut suoraviivainen, paksuusmuuttujille suoritettiin logaritmuunnos.

Hakkuumiehen 1 syketaajuus oli moottorisahakaadossa 106 ja kehikkosahakaadossa 111 lyöntiä/min. Kahvakehikkosahaa käytettiin suurimmaksi osaksi iltapäivällä, kun taas vakiovarusteista moottorisahaa aamupäivällä. Kun yksilöllisen syketason päivittäinen vaihtelu eliminoitiin, syketaajuus oli molemmissa menetelmissä sama. Vertailua tosin vaikeuttaa se, että sykemittauslaitteiden teknisen häiriön vuoksi moottorisahakaatoaineistoa saatiin vain yhdeltä päivältä, jolloin sykinän lähtötaso aamulla oli korkeampi kuin kehikkosahakaadossa. Sykkeestä arvioitu kuormittumisaste oli molemmissa menetelmissä 36 % maksimisuorituskyvystä (taulukko 3).

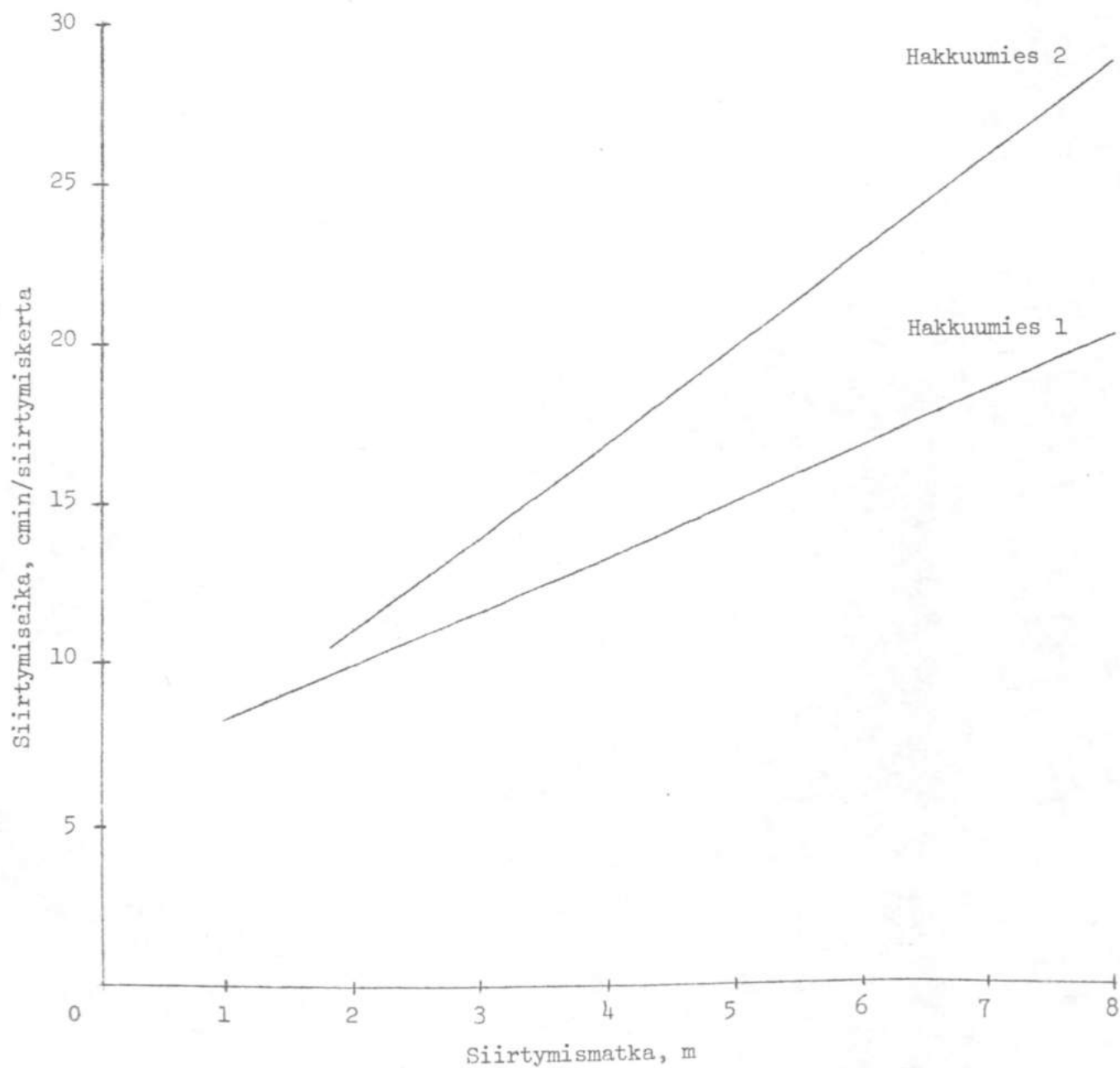
Hakkuumiehen 2 syketaso oli kehikkosahakaadossa vajaat 2 % korkeampi kuin moottorisahakaadossa. Ero oli hieman suurempi (3 %) ilman yksilöllisen päivittäisen sykintätason vaihtelun eliminoimista (taulukko 3). Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä, joten se johtunee sattumasta. Kehikkosahakaadossa sykkeestä arvioitu kuormittumisaste oli 41 % ja moottorisahakaadossa 39 % maksimisuorituskyvystä.

Kahvakehikkosahakaadossa hakkuumiesten sykintätaajuus vaihteli huomattavasti enemmän kuin moottorisahakaadossa. Suuremmat vaihtelut saattoivat johtua siitä, että teräketjun tylsyminen vaikuttaa työn raskauteen jyrkemmin kahvakehikkomenetelmässä kuin vakiovarusteisella moottorisahalla kaadettaessa.

Raskain kaadon osavaihe molemmille hakkuumiehille oli vankäys.

3.2.3 Siirtyminen puulta toiselle

Siirtymiseen puulta toiselle kului eri palstoilla 0.38...0.85 min/m³ (8.7...13.6 cmin/puu), kun keskimääräinen siirtymismatka vaihteli 2.7:stä 3.4 m:iin. Siirtymisvaiheen ajanmenekkiin kahvakehikkosahan käyttö ei vaikuttanut kummankaan hakkuumiehen kohdalla, vaan siirtymisaika siirtymismatkan mukaan (kuva 6) eri menetelmissä oli sama.



Kuva 6. Siirtymismatkan vaikutus siirtymisaikaan
(molemmat menetelmät)

Siirtymisvaiheessa sykinnästä arvioitua kuormittumiseroa menetelmien välillä ei juuri ollut, vaikka kahvakehikko lisää sahan painoa 1.5 kg. Siirtymisvaiheen kuormittumisaste oli molemmilla hakkuumiehillä hieman suurempi kuin kaadossa. Hakkuumies 2 kuormittui kahvakehikkosahan kanssa siirtyessään normaalimenetelmää enemmän, mutta ero oli pieni eikä tilastollisesti merkitsevä. Siirtymisen suhteellisen korkeaan kuormittavuuteen on saattanut vaikuttaa paikoitellen mäkinen maasto.

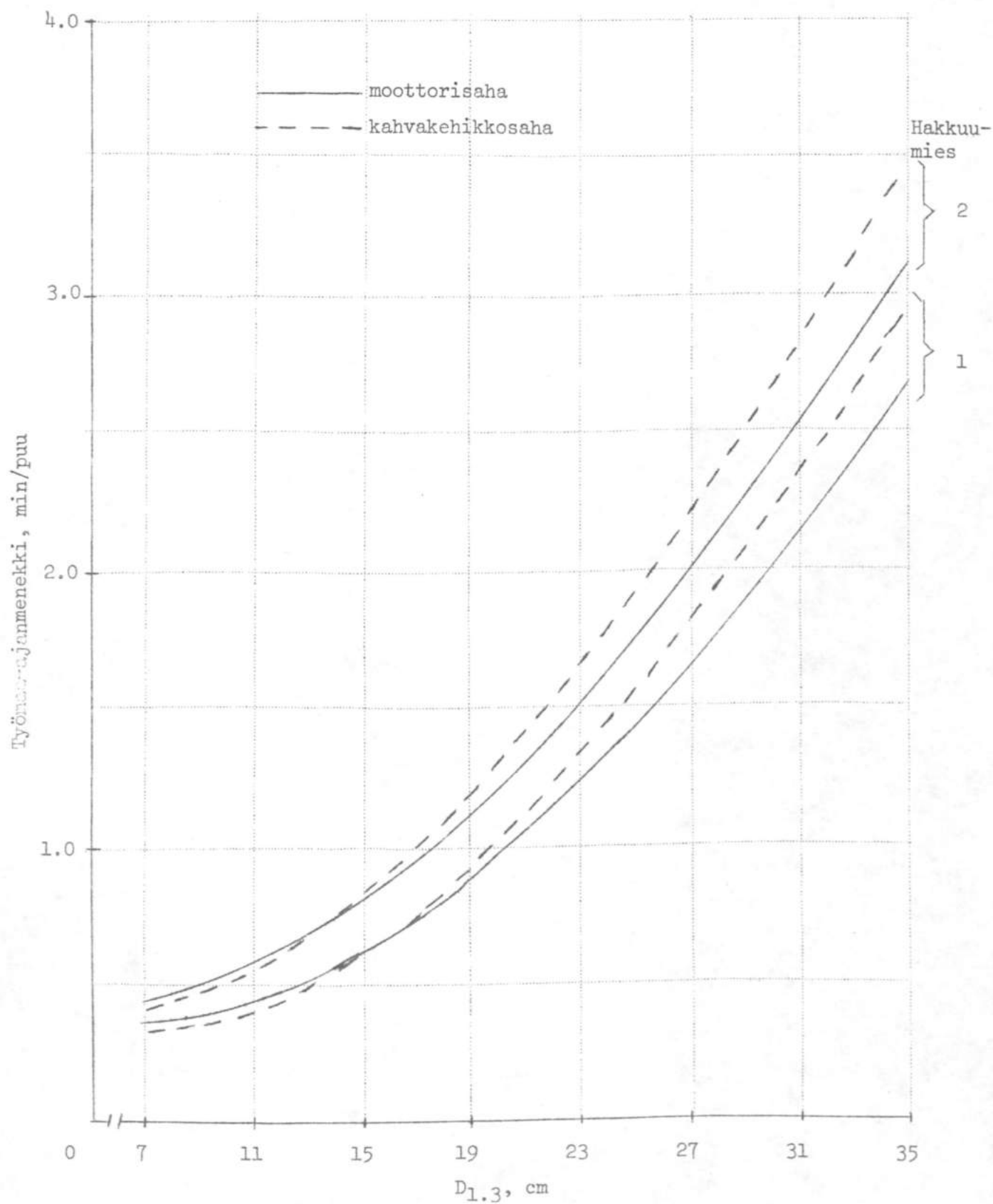
3.2.4 Muu tehoaika

Se erilliskaadon tehoaika (nk. yleiset ajat), joka on mitattava lähinnä palstoittain tai työmaittain eikä puukohtaisena, muodostui pääasiassa moottorisahan huollosta ja työn suunnittelusta (ks. taulukko 2, s. 8). Lisäksi kaikkiin menetelmiin sisältyi jonkin verran moottorisahan käynnistystä sekä puulta toiselle tapahtuvan siirtymisen ohella myös sellaista palstalla siirtymistä, jota ei voitu kirjata puukohtaisesti. Menetelmittäin ja hakkuumiehittain nk. muu tehoajanmenekki vaihteli 0.56:sta 0.95 min:³/m³. Siihen ei kahvakehikon käyttö näytä vaikuttavan, jos hakkuumiehet ovat kehikkosahan käyttöön tottuneita. Tottumattomilla käyttäjillä sen sijaan työn suunnitteluun ja palstalla siirtymiseen kuluva aika saattaa jonkin verran lisääntyä kahvakehikkosahan käytettäessä.

3.2.5 Keskeytykset

Suoranaaisesti ei kahvakehikon käytöstä aiheutunut keskeytyksiä kummallekaan hakkuumiehelle. Pitkäaikaisessa kaatotyössä kahvakehikkosahatyökentelyn parempi työasento voi kuitenkin välillisesti vaikuttaa lepoajanmenekkiin ja täten myös keskeytysosuuteen.

Tutkimuspalstoilla keskeytyksiin kului menetelmittäin ja hakkuumiehittain 0.95...1.70 min/m³. Hakkuumiehillä keskeytysosuus oli kahvakehikkosahakaadossa selvästi pienempi kuin vakiovarusteisella moottorisahalla suoritettussa kaadossa (vrt. taulukkoon 2). Ainakin osa erosta johtui kuitenkin työmaa- ja palstajärjestelyistä, ja onkin syytä muistaa, että keskeytysosuuden luotettava selvittäminen menetelmittäin vaatisi huomattavan laajan ja useita hakkuumiehiä koskevan pitkäaikaisen ajankäyttöseurannan.



Kuva 7. Puun koon vaikutus erilliskaadon työmaa-ajanmenekkiin.
Puulaji kuusi

TAULUKKO 4. Kahvakehikkosahakaadon suhteellinen tuotos
(100 = tuotos vakiovarusteisella moottori-
sahalla suoritettussa erilliskaadossa)

Hakkuumies	Rungon koko, dm ³					
	25	75	125	200	500	1 000
1	109	105	100	95	92	91
2	107	101	99	94	91	89
Keskimäärin	108	103	99	94	91	89

3.2.6 Työmaa-aika ja hakkuutuotos

Puun koon vaikutus erilliskaadon työmaa-ajanmenekkiin menetelmittäin ja hakkuumiehittäin selviää kuvasta 7. Keskeytysten osuutena työmaa-ajasta on molemmissa menetelmissä pidetty 25 %:a.

Edellä mainituin perustein työmaa-ajanmenekki on menetelmissä ollut sama, kun puun koko on hakkuumiehen mukaan ollut 100...125 dm³. Pienempiä puita kaadettaessa työmaa-aika on kahvakehikkoa käytettäessä vähentynyt hakkuumiehen ja puun koon mukaan 0.1...9.3 % ja suurempia puita kaadettaessa vastaavasti lisääntynyt 0.1...11.2 %. Menetelmien työmaa-ajoaikojen erot merkitsevät sitä, että kahvakehikkoa käytettäessä hakkuutuotos on noussut alle 100...125 dm³:n puita kaadettaessa hakkuumiehen ja puun koon mukaan kuusella 0.0...0.3 m³/työmaatunti ja vastaavasti suurempia puita kaadettaessa laskenut 0.0...2.1 m³/työmaatunti. Männyllä työmaa-aika on ollut vain hieman pienempi kuin kuusella. Kaatomenetelmien suhteellinen tuotosero (taulukko 4) on ollut sekä mäntyä että kuusta kaadettaessa samansuuruinen.

3.3 Työjälki

Työjälkeä tarkasteltiin vertaamalla menetelmittäin kaadon suuntauksen onnistumista prosessorityöskentelyn kannalta. Väärinkaatoja oli kaikilla palstoilla hyvin vähän eikä kahvakehikon käytön todettu vaikuttavan niiden

määrään. Myöskään puun tyven repeämisissä kaatovaiheen aikana ei ollut eroa menetelmien välillä.

4 TULOSTEN TARKASTELU

Kahvakehikko vaikutti hakkuuajanmenekkiin kummankin hakkuumiehen kohdalla varsin samansuuntaisesti, pienten puiden kaato nopeutui, suurten hidastui.

Työntekijän kuormittumista koskeva aineisto jäi aikatutkimusaineistoa olennaisesti pienemmäksi. Sen mukaan ei kahvakehikko näyttänyt vaikuttaneen hakkuumiesten verenkierron keskimääräiseen kuormittumiseen. Sen sijaan kuormittumisaste vaihteli kahvakehikkosahakaadossa huomattavasti enemmän kuin tavallisessa moottorisahakaadossa. Tämä voi johtua siitä, että kahvakehikkosahan ohjaamisessa tarvitaan terän tylsyttyä enemmän voimaa. Tästä syystä kahvakehikkosahaa olisi ilmeisesti teroitettava tavallista useammin.

Puun koon vaikutus työntekijän kuormittumiseen kaatosahauksessa oli vähäinen molemmissa menetelmissä. Riippuvuus tosin voimistuu otettaessa kaatoon mukaan myös vänkäys, jonka kuormittavuuden pitäisi olla kaatotavasta riippumaton. Tutkimuksen aikana vallinnut ajoittainen tuuli lienee jonkin verran vaikuttanut tuloksiin.

Keskeytykset mukaan lukien kummankin hakkuumiehen kuormittumisaste jäi alle 40 %:n, jota usein pidetään ylärajana metsätyöntutkimuksissa. Koska eri menetelmien sykeaineistot kerättiin osaksi eri kellonaikaan, se on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Yksilöllistä vaihtelua tosin seurattiin lepotaukojoen syketasosta päivän eri aikoina, mutta syketason vaihtelut saattoivat olla eri päivinä erilaisia. Päivittäinen vaihtelu otettiin tuloksissa huomioon. Päivittäisen vaihtelun eliminoimiseksi mittaukset pitäisi molemmissa menetelmissä tehdä samaan vuorokauden aikaan (vrt. Harstela ja Vuorinen 1977). Toisen hakkuumiehen sykinnän erilainen lähtötaso työpäivän alussa moottorisahakaadossa aiheutti myös tulkintavaikeuksia. Vaikka kahvakehikko tässä aineistossa hieman nosti kuormittumista, ero voi johtua sattumasta. Sykintätuloksia on pidettävä vain karkeasti suuntaa antavina. Kuormittavuuseron tarkempi selvittäminen vaatisi lisä-

tutkimuksia. Neuvostoliitossa tehtyjen tutkimusten mukaan pitkät käden-
sijat alensivat energian kulutusta noin 30 %. Tämä tutkimus ei tue Neu-
vostoliitossa saatua tulosta.

Työasentoon kahvakehikko sen sijaan vaikuttaa erittäin myönteisesti eten-
kin paksun lumen aikaan. Kumarasta työasennosta johtuu, että moottorisa-
hakaadossa on sattunut venähdystapaturmia ja selän kipeytymistä. Niitä
voidaan kahvakehikon käytöllä torjua. Kahvakehikon käyttö vähentää Vakolan
mittausten mukaan myös jonkin verran melua ja tärinää.

Kahvakehikon vaikutusta tapaturmiin ei tutkittu, mutta sitä on tarkoitus
selvittää jatkotutkimuksin jollakin vaara-analyysillä. On ilmeistä,
ettei kahvakehikko olennaisesti vaikuta tapaturmiin. Jonkin verran hait-
taa voi selkä suorana työskentelystä aiheutua kaatokolon teossa ja kaa-
tosahauksessa, koska työpiste ei ole ehkä niin hyvin näkyvissä kuin tavan-
omaisessa kaadossa. Koska kaatokolon alasahaus tehtiin kehikkosahakaa-
dossa usein ensin, se voi johtaa piilosahaukseen ja kaatosahauksessa lä-
pisahaukseen. Takapotkutaipumusta lisää myös se, että kahvakehikkosahassa
teräkourut viillattiin hieman "haukannokille" kevyemmän sahausohjauksen
aikaansaamiseksi.

KIRJALLISUUTTA

HARSTELA, P. and VUORINEN, M. 1977. Fatigue at Cutting Work. Heart Rate
Changes and Some Metabolic Factors During a Working Day. Met-
sätutkimuslaitoksen julkaisuja 93.2. Helsinki

