

11/1978

ABC-KETJUKARSINTALAITTE

Esko Mikkonen

METSÄTEHON



SELOSTE



Opastinsilta 8 B • 00520 HELSINKI 52

Puhelin 90-140011

11/1978

11/1978

ABC-KETJUKARSINTALAITTE

Esko Mikkonen

Sisälllys

Sivu

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	2
2 TUTKITUT MENETELMÄT JA AINEISTO	3
3 TEKNISIÄ TIETOJA	8
4 TUTKIMUSTULOKSET	9
4.1 Aikatutkimukset	9
4.2 Tuotokset ja kustannukset	16
4.3 Karsinnan laatu	16
5 PÄÄTELMÄT	19

TIIVISTELMÄ

ABC-ketjukarsintalaite soveltuu teknisesti käytettäväksi avohakkuiden hakekorjuuketjuissa joko karsinnassa tai karsinta-metsäkuljetuksessa. Harvennusleimikoissa laitteen ja sille soveltuviin menetelmien käyttö on vaikeata.

Ketjukarsinnan kustannukset sekä avohakkuussa että harvennuksessa ovat niin suuret, ettei laitteen käyttö ole perusteltua.

Ketjukarsinnalla voidaan kohottaa hakkeen puupitoisuutta, mutta prosessissa saatavat hyödyt eivät kata korjuussa aiheutuvia kustannuksia.

1 JOHDANTO

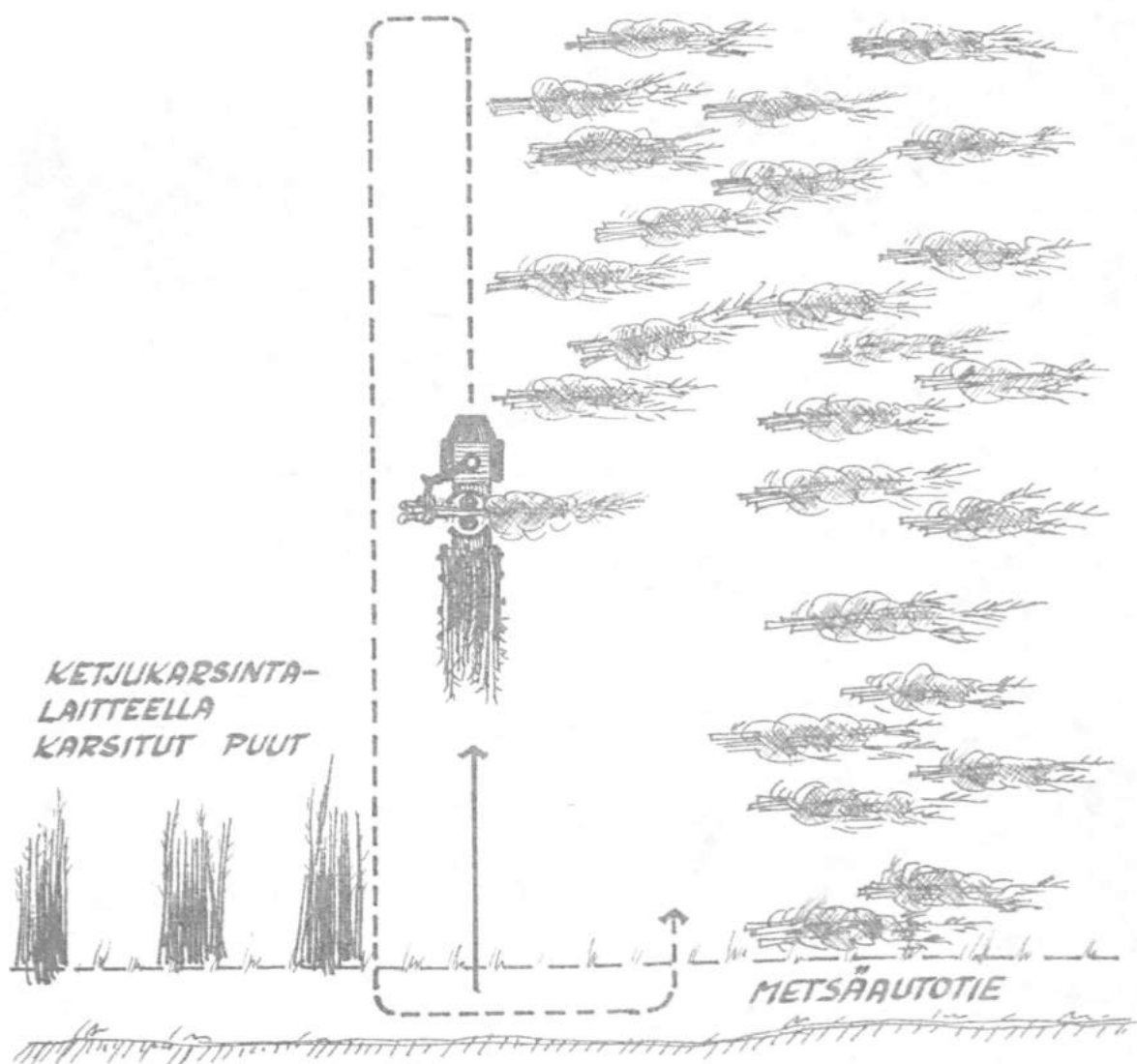
Metsäteho tutki ruotsalaisen AB Constructorsin valmistamaa kokopuiden karsintaan tarkoitettua ABC-ketjukarsintalaitetta huhtikuussa Veitsiluoto Osakeyhtiön Kemijärven hankinta-alueella ja kesäkuussa Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Savonlinnan ja Haminan hankinta-alueilla. Kemijärven alueen avohakkuutyömaa sijaitsi Vuotoksen allasalueella. Savonlinnan ja Haminan alueiden harvennushakkuutyömaat sijaitsivat Kesälahdella ja Ruokolahdella.

Tutkimuksessa selvitettiin laitteen ajanmenekin rakenne pienten puiden nippukarsinnassa sekä hakeanalyysin avulla karsintatulokset. Tulosten perusteella pääteltiin laitteen sekä tekninen että taloudellinen soveltuvuus haketukseen perustuviin korjuuketjuihin.

Tutkimuksen käytännön järjestelyistä ovat vastanneet Veitsiluoto Osakeyhtiössä metsänhoitaja Juha Vartiainen ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiössä metsänhoitaja Ilkka Kallio ja metsätekniikko Reijo Riivari. Työntutkimusaineistot on käsitelty Metsätehossa ja hakenäytteet on analysoitu Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Imatran laboratoriossa.

2 TUTKITUT MENETELMÄT JA AINEISTO

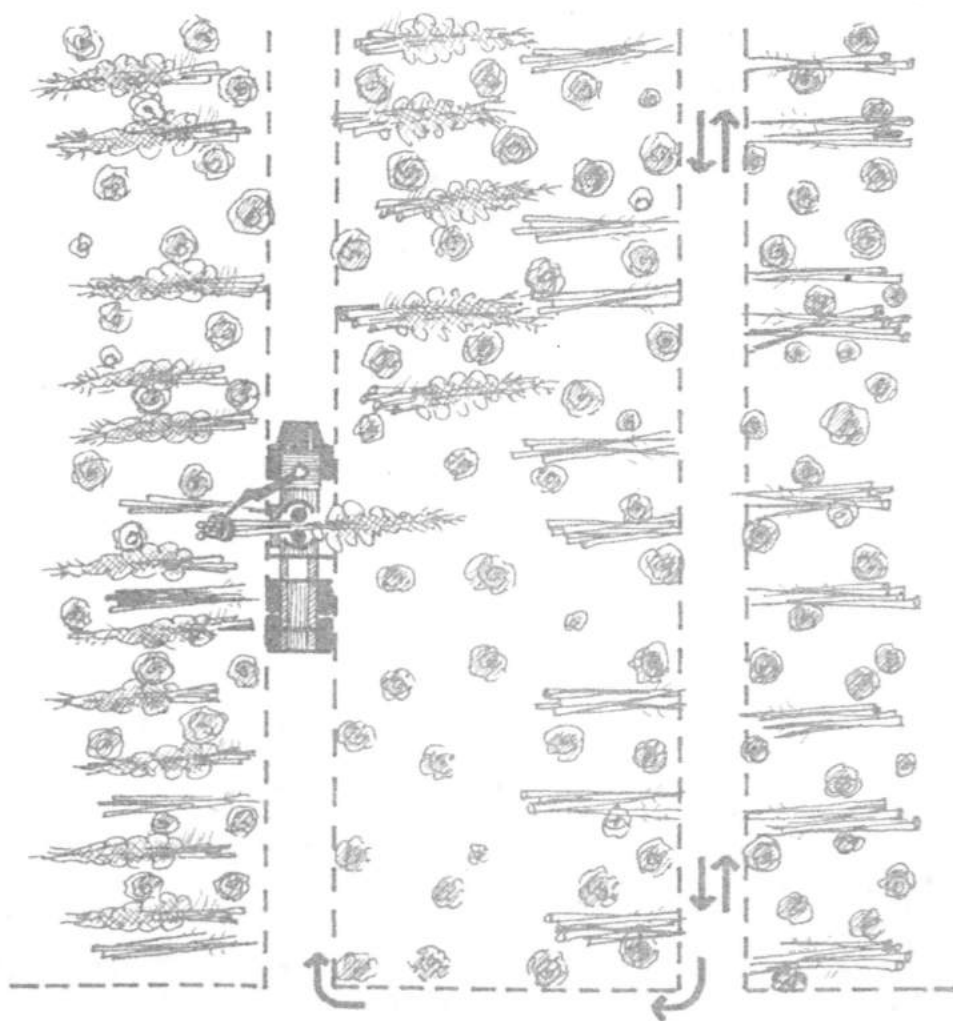
Vuotoksessa tutkittiin laitteen työskentelyä avohakkuussa. Puut oli kaadettu kaadon yhteydessä palstalle. Taakka kerättiin liukupuomin ulottuma-alueella olevista kasoista, vedettiin karsintaelinten läpi ja lastattiin kuormatilaan. Kuormatilan täytyttyä kuorma kuljetettiin tienvarsivarastolle, jossa se purettiin joko kipaten tai kouralla. Työmenetelmä on esitetty kuvassa 1. Avohakkuualueelta kerätystä ja karsitusta pienpuusta tehtyä haketta ei analysoitu.



Kuva 1. Työmenetelmä avohakkuussa

Harvennushakkuussa käytetty työmenetelmä on esitetty kuvassa 2. Puut oli ennalta kasattu ajouran varteen kasoihin tyvet ajouralle päin. Kouralla kerättiin sopivan kokoinen taakka joko yhdestä tai useammasta kasasta. Se vedettiin laitteen ketjukarsintaelinten läpi ja asetettiin maahan laitteen toiselle puolelle latvat ajouralle päin.

Palstahaketus, jota tässä yhteydessä ei tutkittu, tehtiin koneen jäljeltä latvat edellä.



Kuva 2. Työmenetelmä harvennushakkuussa

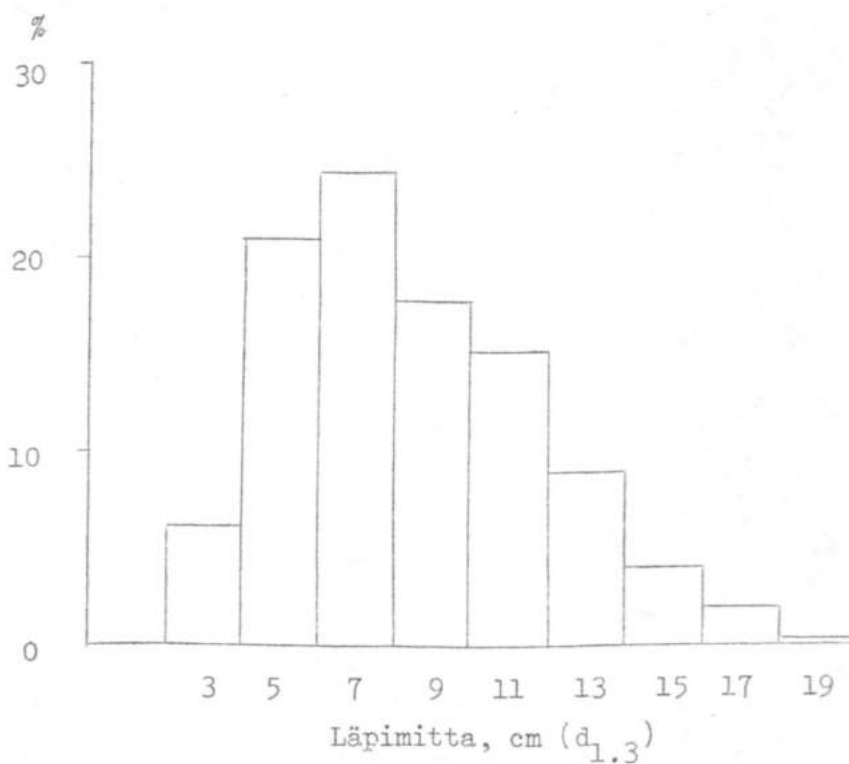
TAULUKKO 1

Tutkimusaineistot

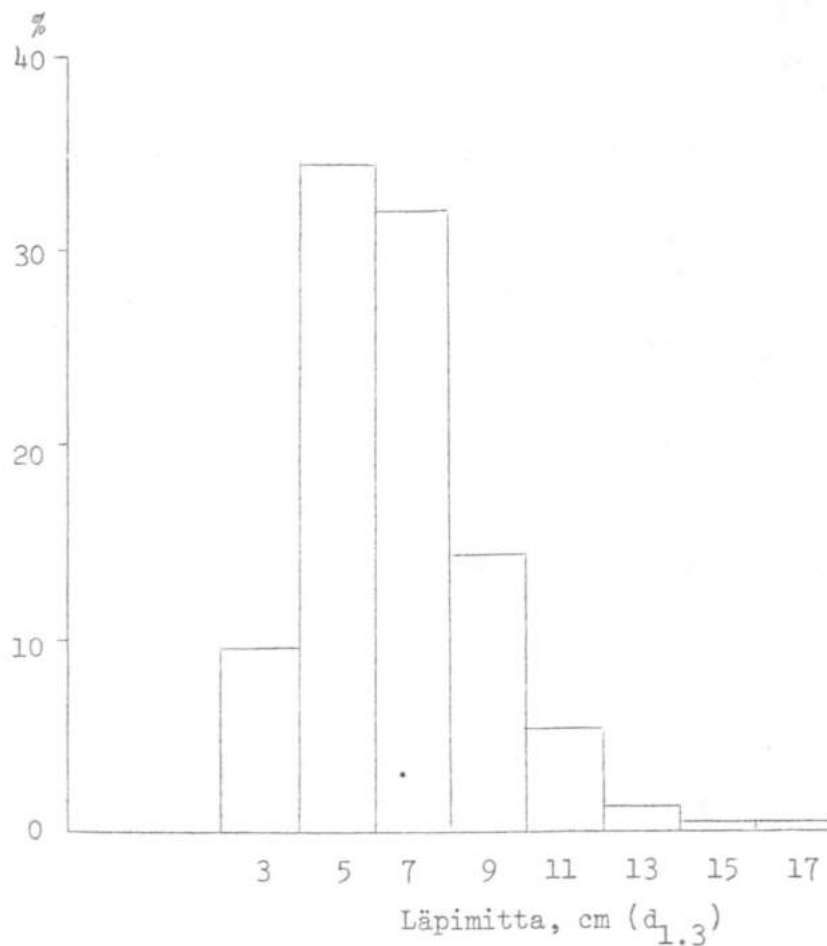
Paikkakunta	Mänty		Kuusi		Lehtipuu		Yhteensä	
	kpl	m ³	kpl	m ³	kpl	m ³	kpl	m ³
Vuotos	43	0.9	541	13.8	406	7.3	990	22.0
Kesälahti	1 383	31.1	—	—	—	—	1 383	31.1
Ruokolahti	1 467	35.7	—	—	—	—	1 467	35.7

Kesälahden aineisto oli edellisenä syksynä kaadettua, puolikuivaa mäntykokopuuta, Ruokolahden aineisto oli tuoretta, vasta kaadettua mäntykokopuuta.

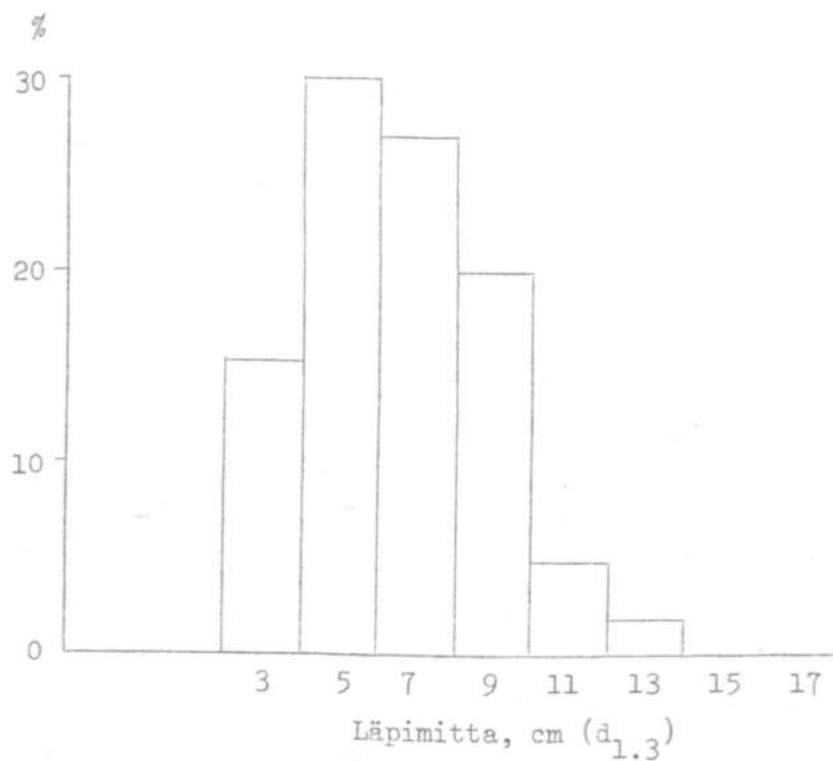
Sekä ketjukarsintalaitteella karsitusta että karsimattomasta puolikuivasta ja tuoreesta kokopuusta tehty hake analysoitiin karsintatuloksen toteamiseksi. Lisäksi selvitettiin punnitsemalla, paljonko ketjukarsinnassa tuoreen puun biomassaa poistuu puukasoista vastaavaan vesurikarsintaan verrattuna.



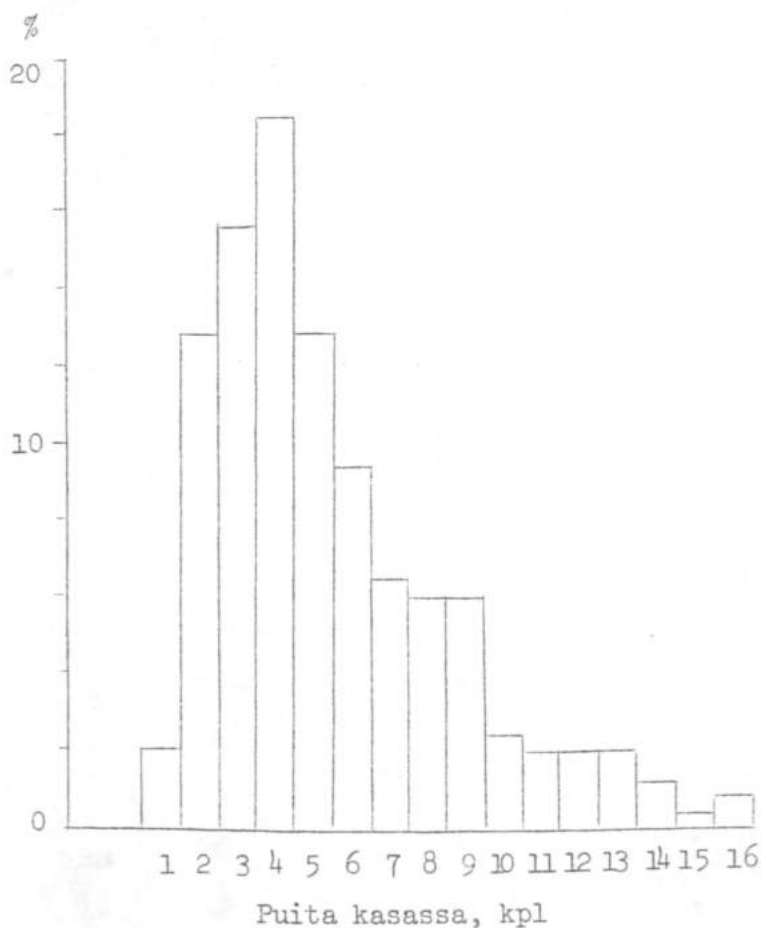
Kuva 3. Vuotoksen aineiston rinnankorkeusläpimittajakauma. Keskiläpimitta 8.4 cm ($d_{1.3}$). (N = 990)



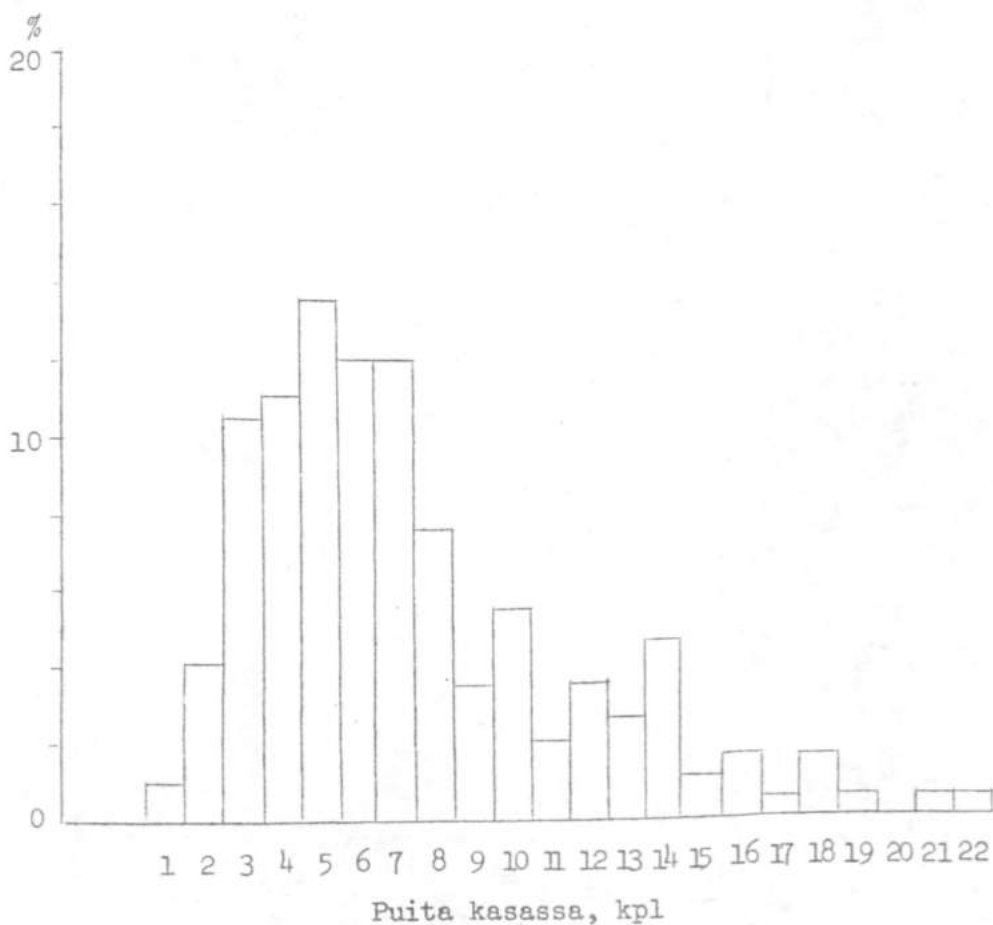
Kuva 4. Kesälahden aineiston rinnankorkeusläpimittajakauma. Keskiläpimitta 6.6 cm ($d_{1.3}$). (Otos, $n = 146$)



Kuva 5. Ruokolahden aineiston rinnankorkeusläpimittajakauma. Keskiläpimitta 6.5 cm ($d_{1.3}$). (Otos, $n = 165$)



Kuva 6. Kesälahden aineiston kasankoon suhteellinen frekvenssijakauma. Keskimääräinen kasankoko 4.9 puuta, 0.126 m^3 (biomassa)

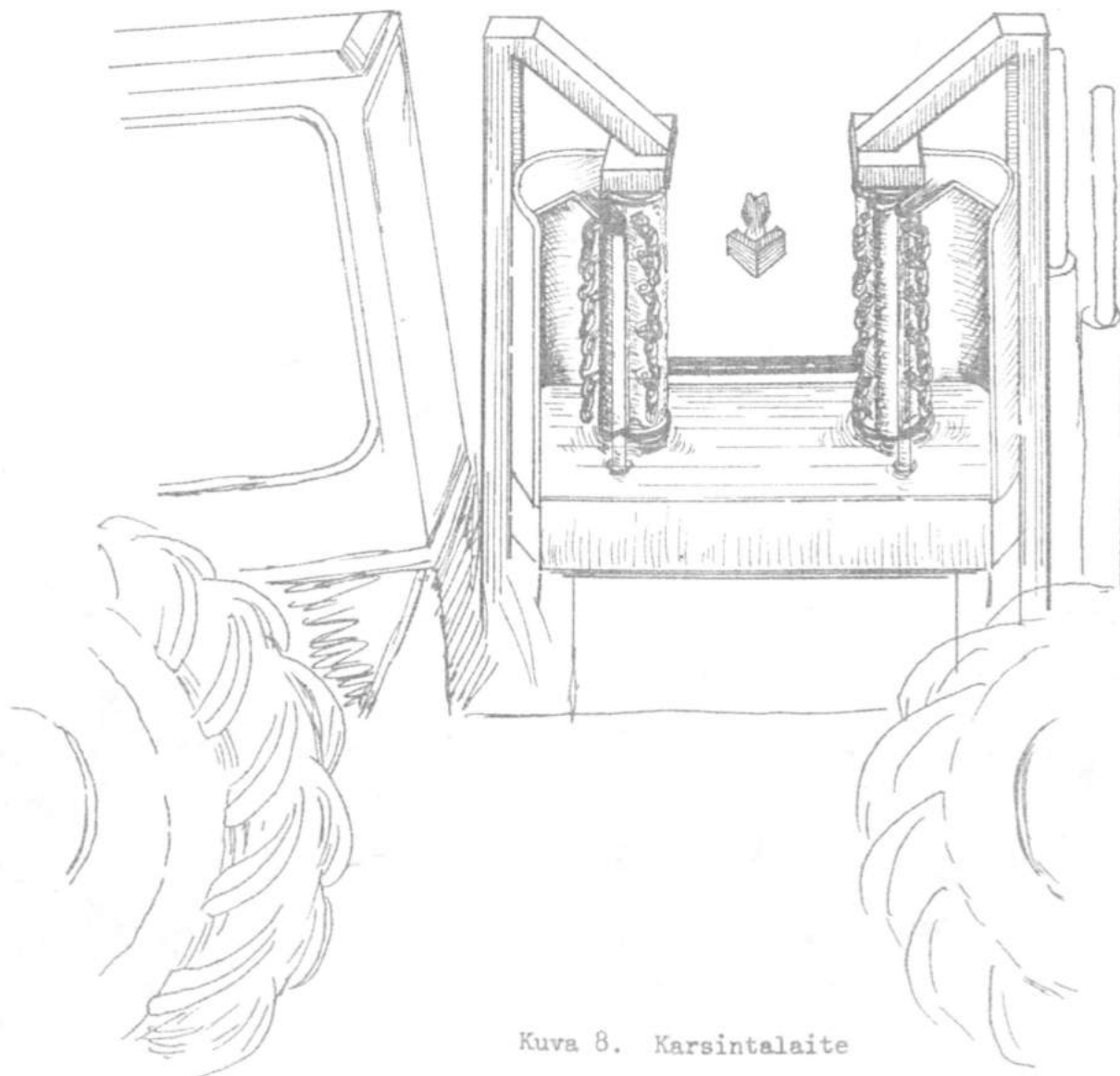


Kuva 7. Ruokolahden aineiston kasankoon suhteellinen frekvenssijakauma. Keskimääräinen kasankoko 7.3 puuta, 0.179 m^3 (biomassa)

3 TEKNISIÄ TIETOJA

Ketjukarsintalaite on asennettu keskikokoiseen Marttiin liukupuomilla varustettuun Valmet 870 CK -kuormatraktoriin ja sijoitettu takarungon etuosaan heti runkonivelen taakse.

Ketjukarsintalaite koostuu kahdesta pystysuorassa asennossa olevasta roottorista, jotka saavat voimansa hydraulimoottorista. Moottorin hydraulipumpun kapasiteetti on $110 \text{ dm}^3/\text{min}$, kun suurin paine on 17.5 MPa . Hydrauliöljysäiliön tilavuus on 100 dm^3 . Koko karsintalaite painaa noin 800 kg . Roottoreiden suurin pyörimisnopeus on 20 r/s , joka saavutetaan peruskoneen moottorin pyörimisnopeudella 30 r/s .



Kuva 8. Karsintalaite

Roottoreihin on kiinnitetty kolmilennkkisiä karsintaketjuja siten, että ketjuja on samassa tasossa kolme ja niiden välinen kulma on 2.1 rad. Päällekkäin on asennettu viisi ketjua. Roottorissa on siten yhteensä 15 karsintaketjua. Ketjut ovat tyyppiä KL-13-8 R8 ja ne kestävät noin 210 kN:n voimalla tapahtuvan vedon.

Karsintalaitteen hinta lienee 75 000...100 000 mk, ja sitä on myös pidetty kustannuslaskelmissa hintarajana.

4 TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Aikatutkimukset

Vuotoksen työmaalla karsinta ja kuormaaminen ovat vieneet eniten aikaa (taulukko 2). Siirtymiset ja metsäkuljetus ovat vieneet neljänneksen tehoajasta.

Taakan kerääminen useasta kasasta on lisännyt selvästi kouran viennin ja taakkaan tarttumisen ajanmenekkiä. Myös useasta kasasta kerätyn taakan karsinta-aika on yhdestä kasasta otetun taakan karsinta-aikaa suurempi (taulukko 3, s. 11). Ruokolahden aineiston kasankoko on ollut keskimäärin Kesälahden aineiston kasankokoa suurempi. Siitä selittyy myös kasojen yhdistelyn suurempi määrä Kesälahden aineistossa (taulukko 4, s. 12) ja siten taakan ottamisen ja käsittelyn suurempi ajanmenekki Ruokolahden aineistoon verrattuna.

Siirtymisen absoluuttiset ajat valmisteluineen ovat molemmissa aineistoissa likipitään samansuuruiset.

Taulukkojen 2 ja 3 ajanmenekkilukuja ei voi suoraan verrata keskenään, sillä olosuhteet avohakkuussa ja harvennuksessa poikkeavat selvästi toisistaan. Käsittelyaikoihin on vaikuttanut myös lumi, jota Vuotoksen avohakkuutyömaalla oli noin 80 cm, kun taas harvennuksessa toimittiin sulan maan olosuhteissa.

TAULUKKO 2 Ajanmenekin jakautuminen työnvaiheisiin
Vuotoksen työmaalla. Avohakkuu

Työnvaihe	cmin/taakka	%
Kouran vienti	18	10
Tarttuminen	18	10
Taakan tuonti	22	12
Karsinta	39	22
Kuormaus	33	18
Järjestelyt	4	2
Häiriöt	1	1
Yhteensä	135	75
Valmistelu	6	4
Siirtyminen	13	7
Ajo palstalla	21	12
Purkaminen	4	2
Yhteensä	44	25
TEHOAIKA YHTEENSÄ	179	100
TEHOTUNTITUOTOS KESKIMÄÄRIN, m ³	2.2	
TYÖNTUTKIMUSTIETOJA		
Kuormia, kpl	10	
Taakkoja, kpl	339	
Kasoja, kpl	323	
Työpisteitä, kpl	161	
Taakan koko, m ³	0.064	
Kasan koko, m ³	0.068	
Kuljetusmatka, m	110	
Siirtymismatka, m/kerta	6.8	
Aineisto, m ³	22.0	

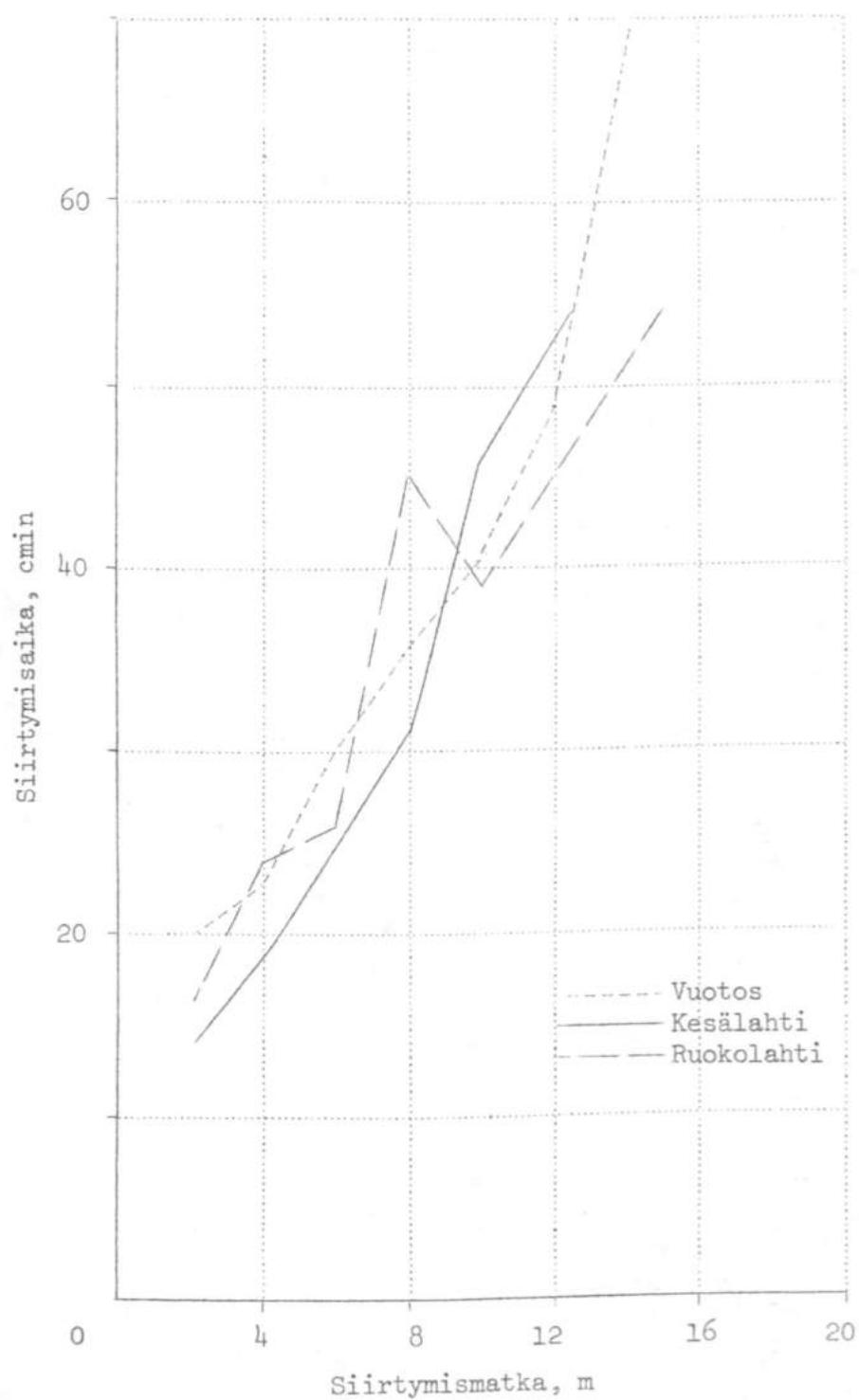
TAULUKKO 3 Ajanmenekin jakautuminen työvaiheisiin Kesälahdella ja Ruokolahdella. Harvennushakkuu

Työnvaihe	Kesälahti				Ruokolahti			
	Taakka yhdes- tä kasasta		Kasoja yhdistetty		Taakka yhdes- tä kasasta		Kasoja yhdistetty	
	cmin/ taakka	%	cmin/ taakka	%	cmin/ taakka	%	cmin/ taakka	%
Kouran vienti	24	16	30	15	25	17	33	18
Tarttuminen	17	11	44	22	15	10	31	17
Taakan tuonti	17	11	19	10	17	12	18	10
Karsinta	30	20	42	21	31	21	37	20
Purkaminen	14	10	15	8	11	7	10	6
Järjestelyt	7	5	5	3	10	7	12	7
Yhteensä	109	73	155	79	109	74	141	78
Valmistelu	17	11	17	9	19	13	19	11
Siirtyminen	23	16	23	12	19	13	19	11
Yhteensä	40	27	40	21	38	26	38	22
TEHOAIKA YHTEENSÄ	149	100	195	100	147	100	179	100
TEHOTUNTITUOTOS KESKIMÄÄRIN, m ³	5.7				6.9			
TYÖNTUTKIMUS- TIETOJA								
Taakkoja, kpl	175		36		193		17	
Kasoja, kpl	170		77		165		34	
Taakan koko, m ³	0.131		0.231		0.166		0.215	
Kasan koko, m ³	0.135		0.108		0.194		0.108	
Kasasta otettu- jen taakkojen lukumäärä, kpl	1.03		0.47		1.17		0.50	

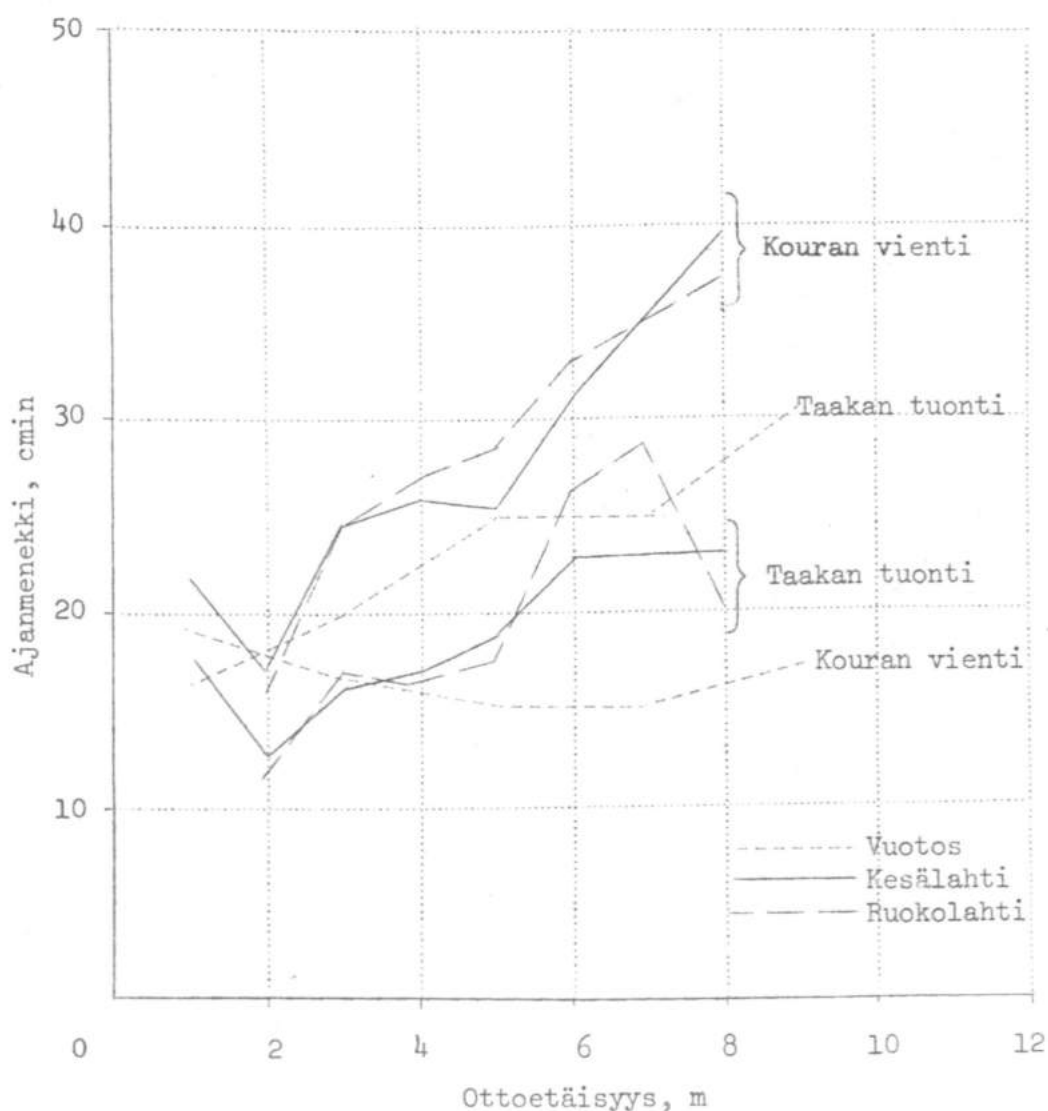
TAULUKKO 4

Aineistojen jakautuminen ottotavan mukaan

Erittely	Yhdestä kasasta otettu			Taakkaan kerätty		Yhteensä ja keski- määrin
	kerran	kahdesti	kolmesti	2 kasaa	3 kasaa	
Ruokolahti						
Kasoja, kpl	139	24	2	34	—	199
Kasoja, %	70	12	1	17	—	100
Kasan koko, m ³	0.172	0.308	0.361	0.108	—	0.179
Taakkoja, kpl	139	48	6	17	—	210
Taakkoja, %	66	23	3	8	—	100
Taakan koko, m ³	0.172	0.154	0.120	0.215	—	0.170
Aineisto, m ³	23.9	7.4	0.7	3.7	—	35.7
Kesälahti						
Kasoja, kpl	165	5	—	62	15	247
Kasoja, %	67	2	—	25	6	100
Kasan koko, m ³	0.133	0.194	—	0.104	0.118	0.126
Taakkoja, kpl	165	10	—	31	5	211
Taakkoja, %	78	5	—	15	2	100
Taakan koko, m ³	0.133	0.097	—	0.208	0.353	0.147
Aineisto, m ³	21.9	1.0	—	6.5	1.8	31.2

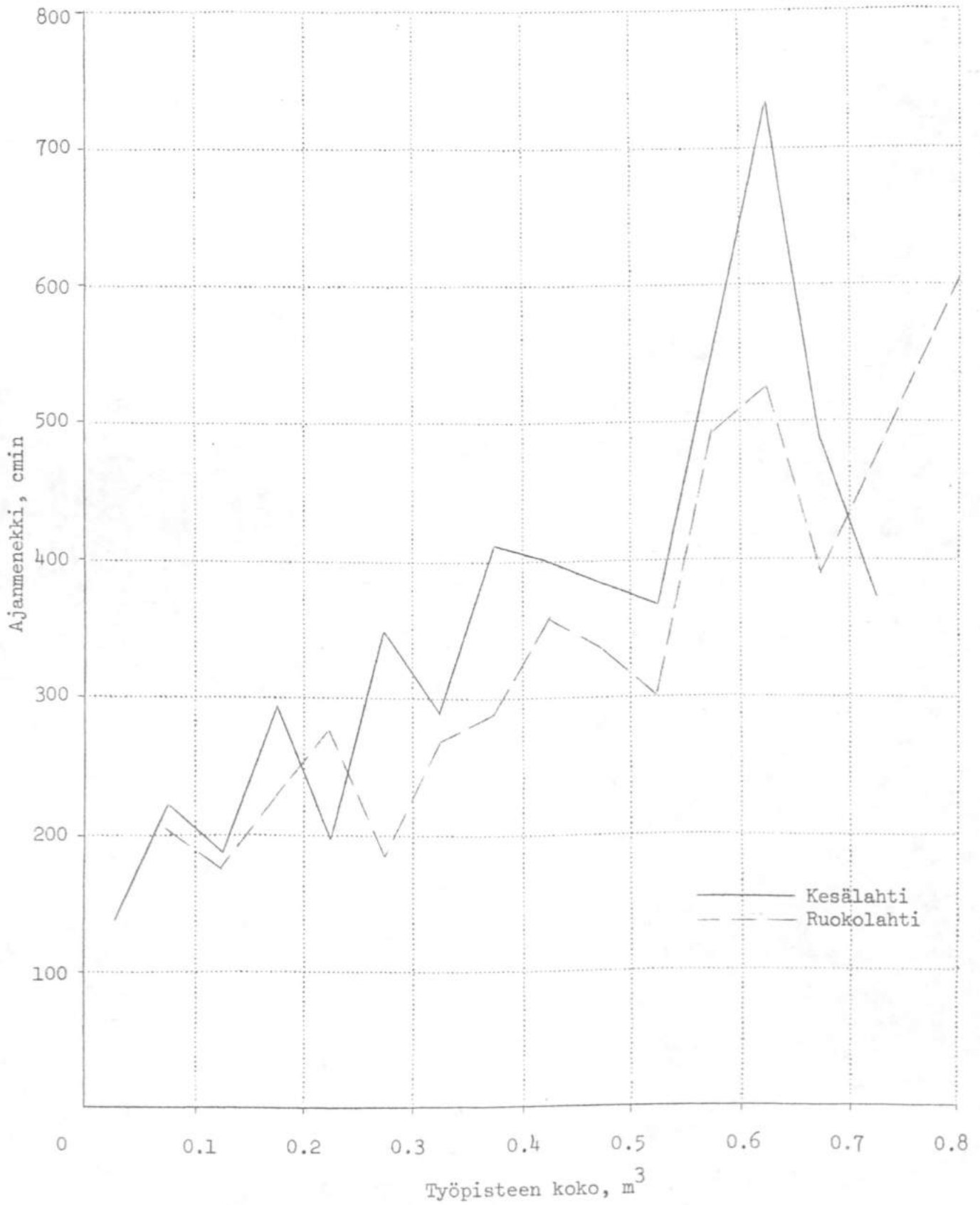


Kuva 9. Siirtymismatkan vaikutus siirtymisaikaan
1. maastoluokassa



Kuva 10. Ottoetäisyyden vaikutus kouran viennin ja taakan tuonnin ajanmenekkiin

Työpisteessä käsitellyn puumäärän vaikutus kokonaisajanmenekkiin on esitetty kuvassa 11. Työskentely on Ruokolahdella ollut keskimäärin hie-
man nopeampaa kuin Kesälahdella. Tähän on saattanut vaikuttaa paitsi
keräilyn vähäisempi määrä myös kuljettajan tottuminen työskentelemään
työn edistyessä harvennusolosuhteissa.



Kuva 11. Työpisteessä käsitellyn puumäärän vaikutus keskimääräiseen kokonaisajanmenekkiin (siirtymiset mukana)

4.2 Tuotokset ja kustannukset

Avohakkuussa tehotuntituotos on 2.2 m^3 . Tähän sisältyy noin 100 m:n metsäkuljetus. Merkitsevää tuotoseroa ei harvennuksessa puolikuivan ja tuoreen puun karsinnan välillä ole, kun otetaan huomioon Ruokolahden työmaan paremmat työskentelyolosuhteet.

Kuormatraktoriin asennetun ketjukarsintalaitteen käyttötuntikustannuksiksi suotuisassa tapauksessa voidaan arvioida 125 mk ja epäsuotuisassa tapauksessa 135 mk. Näin ollen avohakkuussa karsinnan ja metsäkuljetuksen yksikkökustannukset ovat $63...68 \text{ mk/m}^3$, jos alle 15 min:n keskeytysten osuus on 10 % tehoajasta. Vastaavat pelkän karsinnan kustannukset harvennuksessa ovat $20...26 \text{ mk/m}^3$.

Ketjukarsintaan perustuvan menetelmän yksikkökustannukset ovat 37...45 % suuremmat verrattaessa avohakkuussa ketjukarsinta-metsäkuljetuksen kustannuksia lähinnä vastaavaan ihmistyövaltaiseen menetelmään, joka on pitkän puolikarsitun kuitupuun hakkuu palstalle ja metsäkuljetus.

Harvennusleimikossa toimittaessa on vaikeaa löytää lähinnä vastaavaa ihmistyövaltaista korjuumenetelmää. Niinpä voidaankin verrata vain pelkän karsinnan kustannuksia. Tällä hetkellä voimassa olevan (1.9.1978 alkaen) metsä- ja uittoalan työehtosopimuksen metsäpalkkataulukkojen mukaan tutkimuksen olosuhteissa (Pituusluokka 2, oksaisuusluokka 3) pinnanmyötäinen karsinta maksaa ihmistyönä $10,91 \text{ mk/m}^3$, tynkäkarsinta $9,18 \text{ mk/m}^3$ ja puolikarsinta $6,50 \text{ mk/m}^3$. Kun otetaan huomioon sosiaalikustannukset ja verrataan pelkän karsinnan kustannuksia, ketjukarsinta on 23...60 % pinnanmyötäistä karsintaa, 47...91 % tynkäkarsintaa ja 107...169 % puolikarsintaa kalliimpaa.

4.3 Karsinnan laatu

Ketjukarsintalaitteella karsitusta harvennuspuusta valmistetun hakkeen näytteet seulottiin sekä rako- että reikäseulalla. Puu-, kuori- ja neulas-pitoisuudet määritettiin. (Taulukko 5)

TAULUKKO 5

Hakeanalyysien tulokset

Erittely	Mäntykokopuuhake			
	Puolikuiva		Tuore	
	Karsi- maton	Ketjukars.- laitteella karsittu	Karsi- maton	Ketjukars.- laitteella karsittu
	Jakeen suhteellinen osuus, %			
YHDISTELMÄSEULA				
Jaekoko, mm				
<u>pituus</u> <u>paksuus</u>				
yli 45	0.2	2.3	0.3	2.8
alle 45 yli 8	21.5	30.4	16.7	18.7
" 45 " 6	34.6	33.1	27.3	27.6
" 45 " 2	37.3	30.3	43.0	44.2
yli 5 alle 2	1.5	1.5	2.5	2.4
alle 5 " 2	4.9	2.4	10.2	4.3
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0
REIKÄSEULA				
Jaekoko, mm				
<u>pituus</u>				
yli 32.0	5.1	11.9	1.5	5.9
32.0...25.1	21.0	21.8	9.9	15.3
25.0...19.1	22.5	26.9	18.7	23.6
19.0...13.1	26.8	24.7	28.3	29.7
13.0... 6.1	18.1	12.8	26.0	20.9
6.0... 3.1	4.3	1.3	9.5	3.2
alle 3.0	2.2	0.6	6.1	1.4
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0
=====				
Puu-, kuori- ja neulaspitoisuudet, %				
Puuta	80.8	87.8	74.3	33.8
Kuorta	14.1	11.1	19.0	14.3
Neulasia	5.1	1.1	6.7	1.9
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0
Tilavuuspaino, kg/i-m ³	139.6	141.0	120.0	127.7

Ketjukarsinta on suurentanut sekä puolikuivan että tuoreen hakkeen karkeiden jakeiden osuutta. Purujakeen osuus on pienentynyt.

Kokopuuhakkeen puupitoisuudet ovat kohonneet ketjukarsinnan ansiosta usean prosenttiyksikön verran. Kuoren osuus on alentunut 4...5 %-yksikköä ja neulasten osuus vähentynyt alle 2 %:n. Tuoreen hakkeen puupitoisuus on kasvanut enemmän kuin puolikuivan hakkeen puupitoisuus.

Ketjukarsinnan tulosta verrattiin vesurikarsinnan tuloksiin punnitsemalla järjestetyssä kokeessa karsinnassa poistuva biomassan määrä.

Vesurikarsinnassa puun biomassan painosta poistuu noin kolmannes, ketjukarsinnassa vastaavasti lähes neljännes.

TAULUKKO 6 Ketjukarsinnassa poistuvan biomassan määrä

Nipun n:o	Ennen karsintaa	Karsinnan jälkeen	Erotus	Erotus, %
	kg			
1	119.0	79.0	40.0	33.6
2*	158.5	142.5	16.0	10.1
3	63.0	49.0	14.0	22.2
4	85.5	64.5	21.0	24.6
5	76.0	51.0	25.0	32.9
6	57.0	41.0	16.0	28.1
Yhteensä ja keskim.	559.0	427.0	132.0	23.6

* Nippu sisälsi kaksi järeähköä paksuoksaista puuta

TAULUKKO 7 Vesurikarsinnassa poistuvan biomassan määrä. Pinnanmyötäinen karsinta. Latva katkaistu 3 cm:n paksuudelta

Nipun n:o	Ennen karsintaa	Karsinnan jälkeen	Erotus	Erotus, %
	kg			
1	139.5	92.0	47.5	34.1
2	74.5	50.5	24.0	32.2
3	64.0	46.0	18.0	28.1
4	145.0	102.5	42.5	29.3
Yhteensä ja keskim.	423.0	291.0	132.0	31.2

5 PÄÄTELMÄT

Teknisesti ABC-ketjukarsintalaite soveltuu varsin hyvin käytettäväksi avohakkuussa haketukseen perustuvissa korjuuketjuissa. Tällöin koneella voidaan joko pelkästään karsia tai karsia ja kuljettaa puut haketuspaikalle. Karsinnan kustannukset ovat laitteen nykyisen tuotoksen perusteella kuitenkin niin suuret, etteivät karsinta ja karsinta-metsäkuljetus ole taloudellisesti kannattavia toimintavaihtoehtoja.

Harvennushakkuissa ei ketjukarsinnan yhdistäminen metsäkuljetukseen ole työmenetelmäteknisesti järkevää, sillä kokopuiden kuormaaminen on vaikeaa. Myös pelkkä karsinta tuottaa harvennuksissa vaikeuksia, sillä puut joudutaan karsimaan poikittain laitteen yli ja tällöin ajouran reunapuut vaikeuttavat merkittävästi kuormaimen työskentelyä.

Ketjukarsinta on kallista varsinkin kun otetaan huomioon, että karsintatulos on vajavainen tavalliseen vesurikarsintaan verrattuna.

Ketjukarsinnan avulla kokopuuhakkeen kuori- ja neulaspistoisuudet alenevat ja täten hakkeen laatu jalostusprosessin kannalta paranee. Tästä laadun paranemisesta saatavat hyödyt eivät kuitenkaan kata syntyviä lisäkustannuksia.

