

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian tutkimusosasto
Kanto- ja juuripuun korjuututkimus n:o 3

2/1970

Kanto- ja juuripuun korjuu Kemi Oy:n kokeilutyömaalla v. 1969

Tutkimus

M a t t i A h o n e n

Helsinki 1970

ALKUSANAT

Kemi Oy aloitti v. 1969 kantopuun korjuuta koskevat kokeilut Rovaniemen maalaiskunnassa sijainneella työmaalla. Kokeilujen yhteydessä suoritti metsäntutkimuslaitos aikatutkimuksia kantojen korjuuseen liittyvistä töistä. Tämän ohella selvitettiin kantopuun määrään liittyviä kysymyksiä.

Kokeilutyömaan suunnittelua ja valvontaa hoiti Kemi Oy:n metsäosaston suunnittelupäällikkö, ylimetsänhoitaja Uolevi Sarapää, apunaan metsäteknikot Oiva Viitala ja Väinö Huhtala. Tutkimuksen työmenetelmiä ja kokeiluolosuhteita selostava osa perustuu ylimetsänhoitaja Sarapään laatimaan raporttiin. Esillä olevan tutkimusraportin laatija esittää heille parhaat kiitoksensa hyvästä yhteistyöstä sekä arvokkaista neuvoista.

Metsäntutkimuslaitoksen puolesta tutkimusaineiston keruuta johti MMT Pentti Hakkila. Kokeilua seuranneen tutkimustyöryhmän johtajana toimi metsäteknikko Pentti Savilampi. Tutkimusaineiston käsittelystä ja tutkimusselostuksen kirjoittamisesta vastaa MH Matti Ahonen. Laskentatyössä häntä on avustanut työnjohtaja Sakari Erholz.

Helsingissä 17.6.1970

Matti Ahonen

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	1
2. Tutkimuksen tarkoitus	1
3. Tutkitut korjuumenetelmät	2
4. Tutkimusaineiston määrä ja laatu	2
5. Tutkimustulokset	
51. Kantojen nosto räjäyttämällä	4
52. Kantojen nosto puskutraktorilla	6
53. Räjäyttämällä halkaistujen kantojen irroitus maasta	7
54. Kantojen metsäkuljetus	8
55. Nostettujen kantojen lohkominen	
551. Räjäytetyt kannot	9
552. Puskutraktorilla nostetut kannot	9
56. Muut työvaiheet	11
6. Kokeiltujen korjuumenetelmien vertailu	11
7. Kokeiltujen korjuumenetelmien kehittämismahdollisuudet	14
KIRJALLISUUTTA	17
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Kemi Oy:n metsäosasto suoritti syksyllä 1969 kokeilun, jossa pyrittiin alustavasti selvittämään eräitä kantopuun korjuuseen liittyviä ongelmia. Lähtökohtana kokeilulle oli Pohjois-Suomessa jo nyt oleva raaka-ainepula, joka kuluvan vuosikymmenen aikana muodostunee nykyistä vaikeammaksi. Ennen kuin kantopuusta voidaan jalostaa selluloosaa, pitää tehtaalla olevat vastaanotto- ja käsittelylaitokset muuttaa kantopuun siirtoon, puhdistukseen, kuorintaan ja murskaukseen sopiviksi. Tähän liittyvien ongelmien selvittämiseksi onkin päätetty v. 1970 aikana rakentaa Kemi Oy:n sulfaattiselluloosatehtaalle Pajusaareen kokeilulaitos, jonka tarvitsema kantopuu hankitaan Lapin alueelta. Esillä oleva korjuukokeilu on ensimmäinen siitä Pohjois-Suomessa suoritettavasta kokeilusarjasta, jonka perusteella pyritään kehittämään tälle alueelle soveltuva kantopuun korjuumenetelmä. Kokeiluun valittiin aluksi kaksi korjuumenetelmää, räjäytys- ja pusku- ja puskutraktorimenetelmä, joita voitiin soveltaa välittömästi ilman laajempaa kone- ja välinekehittelyä.

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää räjäytys- ja pusku- traktorimenetelmien vaatima ajanmenekki kantopuun korjuussa. Kemi Oy:n kokeilutyömaalla syksyllä 1969. Kokeillut korjuumenetelmät on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 3. Tutkimus rajoitettiin koskemaan 1...3 vuotta vanhojen männyn kantojen korjuuta. Aikatutkimuksia suoritettiin ainoastaan kannon ja väliivaraston välillä suoritettavista töistä. Tulokset esitetään standardiaika-arvoina. Lopuksi pyritään arvostelemaan kokeiltujen menetelmien käyttökelpoisuutta sekä tekemään parannusehdotuksia vastaisuutta silmällä pitäen.

3. TUTKITUT KORJUUMENETELMÄT

Työmaalla kokeiltiin kahta kantopuun korjuumenetelmää. Räjätysmenetelmä sisälsi seuraavat työvaiheet

- panosta varten tarvittavan reiän teko kantoon tai kannon alle
- panostaminen ja räjäytys
- kantopalojen irroitus maasta
- ohuiden juurien poistaminen
- metsäkuljetus
- pilkkominen

Puskutraktorimenetelmän työvaiheet taas olivat:

- kantojen nosto maasta järeällä puskutraktorilla
- reikien poraus nostettuihin kantoihin
- kantojen panostaminen ja räjäyttäminen
- ohuiden juurien poisto
- metsäkuljetus
- pilkkominen

Kumpaakin menetelmää käytettäessä olivat kolme viimeistä työvaihetta samat. Kuljetus välivarastolta Kemi Oy:n Pajusaaren tehtaalle tapahtui täysperävaunulla varustetulla kuorma-autolla. Siinä oli kuormauslaitteena hydraulinosturi, jonka koura oli päällystetty rautalevyllä. Kuljetusmatka oli n. 210 km.

4. TUTKIMUSAINEISTON MÄÄRÄ JA LAATU

Kokeilussa korjattiin kantoja kaikkiaan 778 kantop-m³ eli 355 k-m³ (pinotiheys 0.456). Tästä räjäytysmenetelmällä nostettiin 462 kantop-m³. Aikatutkimuksia tehtiin vain tärkeimmistä työvaiheista. Aineiston määrä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Tutkimusaineiston määrä

Työvaihe	Kone tai työntekijä	Kantoja		
		kpl	p-m ³	kuor- maa
Reiän teko kannon alle	Työntekijä 1	269	-	--
- " - - " -	" 2	40	-	-
Reiän kairaaminen kantoon	" 3	112	-	-
Panostus ja räjäytys	" 4	301	-	-
- " - - " -	" 2	40	-	-
Nostettujen kantojen räjäytys	" 4	50	-	-
Metsäkuljetus	mt. traktori	-	72.8	7
Kantopalojen irroitus maasta	"	223	-	-
Kantojen nosto	Cat. D 6	1028	-	-

Muista työvaiheista saatiin tietoja Kemi Oy:n pitämästä työtunti-tilastosta (S a r a p ä ä 1970). Kuorma-autojen kuormausajasta ei suoritettu lainkaan tutkimuksia. Kokeilun yhteydessä kerättiin myös aineistoa, jonka avulla selvitettiin erilailla pilkottujen kantojen pinotiheyksiä (H a k k i l a 1969).

Tutkimustyömaa sijaitsi metsähallinnon Raudanjoen hoitoalueessa Säynäjällä n. 60 km Rovaniemeltä pohjoiseen. Alueella oli suoritettu hakkuita 3...4 vuotta aikaisemmin. Räjäytysmenetelmää kokeiltiin 3 vuotta ja puskutraktorimenetelmää 4 vuotta vanhoihin kantoihin. Kantomäärä kokeilualueella oli 150...200 kpl/ha. Kantoläpimittana oli 25...50 cm. Siemenpuita jäi leimikolle 60...80 runkoa/ha. Kantopuumäärän laskettiin olevan 30...35 p-m³/ha. Pääosa työmaasta kuului 1. maastoluokkaan. Räjäytysmenetelmää kokeiltaessa olivat sääolosuhteet verraten hyvät, kun taas puskutraktorimenetelmää käytettäessä työtä haittasi maan jäätyminen ja lumi.

5. TUTKIMUSTULOKSET

51. Kantojen nosto räjäyttämällä

Kantojen nostoa räjäyttämällä suoritti kahden hengen työryhmä, jossa toinen mies teki rautakangella reiän kannon alle, jonne laturi asetti raivauspanoksen. Tämä oli 450 mm pitkä, läpimitaltaan 25 mm ja painoi 200...300 g. Työssä käytetty panos kuuluu ns. varmuusräjähdysaineisiin. Räjähävä aine koostuu ammoniumnitraatista, trotyylistä ja alumiinista. Sen räjähdysnopeus on 4500 m/s ja s-arvo 0.98. Suurempia räjähdysainemääriä käytettäessä kannot hajosivat pieniksi palasiksi. Yhtäaikaa räjäytettiin 8...10 panoksen sarjoja. Sytytys tapahtui n. 60 cm pituisilla aikatulilangoilla (palonopeus 1m/110s) ja tulilankanalleilla. Panostusreiän tekoon kulunut aika eri työnte-kijöillä on esitetty taulukossa 2, josta myös selviää työn yhteydessä tapahtuviin siirtymisiin ja keskeytyksiin käytetty aika.

Taulukko 2. Panostusreiän teko kannon alle

Työn- tekijä	Maasto	Siirtyminen		Reiän teko		Lepo ja odotus		Yhteensä	
		cmin/ kanto	%	cmin/ kanto	%	cmin/ kanto	%	cmin/ kanto	%
1	norm.	24±18	15	108±56	66	32	19	164	100
1	kiv.	22±13	10	153±95	69	46	21	221	100
2	norm.	21±14	15	117±46	85	-	-	138	100
\bar{x}	-	23	12	126	68	36	20	185	100

Kuten taulukosta 2 voidaan havaita, vaikuttaa maan kivisyyden lisääntyminen voimakkaasti työn ajanmenekkiin. Työssä kokeiltiin erilaisia välineitä, joista parhaimmaksi osoittautui tavallinen rautakanki.

Panostajan työ jakaantuu taulukossa 3 lueteltuihin työnoosiin. Kantoa kohti käytetty aika ilmenee myös samasta taulukosta.

Taulukko 3. Panostaminen ja räjäytys.

Työnosa	Työntekijä							
	4				2			
	Ajanmenekki							
	cmin/kanto			%	cmin/kanto			%
\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	\bar{x}		s	$s_{\bar{x}}$		
Panosten nouto(200m)	45	-	-	12	-	-	-	-
Sytytyslankojen valmistus	44	-	± 3	11	-	-	-	-
Siirtyminen	36	± 31	-	9	21	± 14	-	9
Panoksen asettaminen	130	± 44	-	34	100	± 55	-	41
Sytytyksen valmistelu	22	-	± 2	6	26	-	± 1	11
Sytytys	13	-	± 2	3	12	-	± 1	5
Siirtyminen suojaan (100 m)	7	-	-	2	3	-	-	1
Odotus	17	-	-	4	18	-	-	8
Paluu suojasta (100 m)	15	-	-	4	9	-	-	4
Tulosten tarkastelu	15	-	-	4	13	-	-	5
Hukka-aika	8	-	-	2	34	-	-	14
Lepo	28	-	-	7	6	-	-	2
Yhteensä	380	-	-	100	242	-	-	100

Kuten taulukosta 3 voidaan havaita, on eniten aikaa vaatinut työvaihe panostuksessa panoksen asettaminen kannon alle. Työntekijöiden 2 ja 4 aikatutkimustulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska edelliseltä puuttuu aineiston vähäisyyden vuoksi panosten noutoon ja sytytyslankojen valmistukseen kulunut aika. Kannot räjäytettiin 8...10 kannon ryhmissä. Hukka-aika aiheutui räjähtämättä jääneistä kannoista, jotka jouduttiin räjäyttämään uudelleen. Työntekijällä 2

näitä oli 8 % ja työntekijällä 4 3 %. Vastaavat "suutareiden"räjäytusajat olivat 453 cmin/panos ja 140 cmin/panos.

Tarkasteltaessa edellä esitettyjä tutkimustuloksia, voidaan todeta, että kivettömällä hiekkakankailla parhaimpaan työtulokseen päästään kolmen miehen työryhmällä, kaksi panostajaa ja yksi apumies, joka tekee panostusreiät kantojen alle. Yksi panostaja ehtii 8 tunnin työpäivänä räjäyttää n. 125 kantoa. Kolmen miehen työryhmän tuotos olisi siis näillä laskentaperusteilla 250 kantoa päivässä. Kokeilutyömaalla tämä olisi merkinnyt n. 22...25 k-m³:n päivätuotosta. Todelliset tuotokset yhden panostajan ja apumiehen työryhmällä olivat 20 kantop-m³ l. n. 8 k-m³ (muuntoluku = 0.4) päivässä (S a r a p ä ä 1970). Kivisellä maalla reikien tekoon käytetty aika lisääntyy, jolloin kahden miehen työryhmä on käyttökelpoisempi. Kannon koolla ei ole suurtakaan vaikutusta kantoa kohti kuluvaan aikaan. Suurin vaikutus on sen sijaan maan laadulla. Tämä ei koske ainoastaan työhön käytettyä aikaa, vaan myös halkaisemiseen tarvittavan räjähdysaineen määrää. Kivisellä maalla kanto nimittäin voidaan halkaista pienemmällä panoksella kuin hiekka- tai soramaalla.

52. Kantojen nosto puskutraktorilla

Puskutraktorimenetelmää käytettäessä kannot nostettiin Caterpillar D6C puskutraktorilla, jonka puskulevyyn oli kiinnitetty raivauspiikki. Taulukosta 4 selviää työmaa-ajan jakaantuminen tehotyöhön ja keskeytyksiin. Tehotyöhön sisältyy varsinaisen noston lisäksi myös siirtyminen nostettavan kannon luokse. Keskimääräinen keskeytysten osuus työmaa-ajasta kuuden päivän aikana oli 24 ± 4 %.

Taulukko 4. Kantojen nosto Cat. D6 C-puskutraktorilla

Työnosa	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	%
	cmin/kanto		
Kannon nosto	137	± 5	76
Keskeytykset	43	-	24
Työmaa-aika	180	-	100

Näillä laskentaperusteilla saadaan työn tuotokseksi n. 33 kantoa/tunti. Tuntitilastojen mukaan (S a r a p ä ä 1970) olisi tuotos ollut 5.4 kantop-m³ l. 30 kantoa tunnissa. Suurin vaikeus puskutraktorimenetelmässä oli se, että kannon mukana nousi paljon maata ja kunttaa, jonka poistaminen oli hankalaa. Maan jäätyessä pyrkivät kannot myös helposti halkeilemaan.

53. Räjähdyttämällä halkaistujen kantojen irroitus maasta.

Räjähdytyksen jälkeen kantopalat irroitettiin maasta maatalous-traktorin (Nuffield 10/60) taakse asennetulla raivauskoukulla (Fiskars 10). Varsinaisen irroitukseen kulunut aika oli 150 ± 145 cmin/kanto. Nostettavan kannon luokse siirtymiseen käytettiin aikaa keskimäärin 63 cmin/kanto. Maasto oli helppokulkuista, kivetöntä mäntykangasta. Keskeytysten osuus työmaa-ajasta eli keskimäärin 21 %. Kantoa kohti kului aikaa näillä laskentaperusteilla 270 cmin. Koneen tuotos oli n. 22 kantoa tunnissa. Tuntitilaston mukaan (S a r a p ä ä 1970) tämä oli 3.3 kantop-m³ eli n. 20 kantoa/tunti. Ajanmenekkiin vaikuttavat kannon koko, räjäytyksen onnistuminen sekä kiinni jääneiden juurien paksuus.

54. Kantojen metsäkuljetus

Nostetut kannot kuljetettiin palstalta välivarastoon perävaunulla ja Joutsa-puominosturilla varustetulla Nuffield 10/60 maataloustraktorilla. Keskimääräinen ajomatka tyhjänä oli 700 m ja kuormattuna 900 m. Kuormausajomatka oli keskimäärin 200 m. Ajonopeus tyhjänä oli 1.5 ± 0.4 cmin/m ja kuormattuna 1.8 ± 1.3 cmin/m. Maasto oli suurimmaksi osaksi tasaista ja kantavaa. Kuormauslaitteen ulottuvuus oli n. 10 m ja kuorman keskikoko 10.4 ± 0.4 kantop-m³. Keskeytysten osuus työmaa-ajasta oli aikatutkimusten mukaan 9.2 %. Taulukossa 5, jossa on esitetty eri työvaiheiden ajanmenekki, on kuitenkin käytetty keskeytysten osuutena 10 % tehoajasta, koska aikatutkimusaineiston suppeuden vuoksi edellä mainittu luku on tilastollisesti epäluotettava.

Taulukko 5. Kantojen metsäkuljetus.

Työnosa	Ajanmenekki		
	min/p-m ³	min/kuorma	%
Ajo tyhjänä (700 m)	-	10.50	9
Kuormaus + kuormausajo	6.27 ± 1.18	65.20	57
Ajo kuormattuna (900 m)	-	16.20	14
Purkaus	2.14 ± 0.45	22.26	20
Tehotyö	10.98	114.16	100
Keskeytykset	1.10	11.42	-
Työmaa-aika	12.08	125.58	-

Näillä laskentaperusteilla saadaan työn tuotokseksi 3.8 kuormaa eli n. 40 kantop-m³ 8-tuntisena työpäivänä. H a k k i l a n (1969) tutkimusten mukaan (pinotiheys = 0.304) tämä olisi n. 12 k-m³ päivässä. Tuntitilastojen mukaan (S a r a p ä ä 1970) metsäkuljetuksen tuotos oli n. 25 kantop-m³ päivässä. Työtä voidaan nopeuttaa huomattavasti varustamalla traktori kourakuormaajalla ja kippilavalla, jolloin myös apumiehestä voidaan luopua.

55. Nostettujen kantojen lohkominen

551. Räjäytetyt kannot

Räjäyttämällä halkaistut kannot pilkottiin kaukokuljetuksen edellyttämään muotoon välivarastolla Lypsyniemen Konepajan valmistamalla tervaskantojen halkaisuun tarkoitettulla "giljotiinilla". Laitteen voimakoneena oli maataloustraktori ja työryhmään kuului kaksi miestä. Tuntitilastojen mukaan tuotos oli n. 2.6 kantop-m³/t eli n. 21 kantop-m³ 8-tuntisena työpäivänä. (S a r a p ä ä 1970). Parhaimpaan työtulokseen oli päästy kolmen miehen työryhmällä, jolloin yksi työntekijä oli pelkästään siirtänyt kantopaloja kasasta koneen luokse. Yhtyneet Paperitehtaat Osakeyhtiön kokeiluissa 1960-luvun alussa saatiin saman koneen tuotokseksi 4...8 kantop-m³ tunnissa kahden miehen työryhmällä (S a a r i n e n 1970). Pääosa kannoista oli kuusen kantoja.

552. Puskutraktorilla nostetut kannot

Puskutraktorilla nostetut kannot halkaistiin ensin räjäyttämällä ja pilkottiin sen jälkeen edellä mainitulla "giljotiinilla". Panostusta varten kantoihin porattiin moottorisahaan asennulla kairalla reikä. Ajanmenekki tässä työssä muodostui seuraavaksi:

	cmin/kanto	%
Kairaus + siirtyminen	84	55
Sahan huolto	37	24
Lepo	31	21
	<hr/>	
Työmaa-aika	152	100

Työ oli erittäin raskasta, joten lepotaukoja jouduttiin pitämään usein. Tämä johtui ennen kaikkea terien ja sahojen heikosta kunnosta.

Taulukossa 6 on esitetty kantojen räjäyttämiseen kulunut aika sekä sen jakaantuminen eri työnsiin.

Taulukko 6. Kokonaisina nostettujen kantojen halkaisu räjäyttämällä (työntekijä 4).

Työnosa	Ajanmenekki			%
	cmin/kanto			
	\bar{x}	s	$\frac{s}{\bar{x}}$	
Panosten nouto (70 m)	16	-	-	3
Sytytyslankojen valmistus	51	-	-	11
Siirtyminen	39	± 31	-	8
Panoksen asettaminen	185	± 59	-	40
Sytyksen valmistelu	17	-	± 5	4
Sytytys	12	-	± 2	3
Siirtyminen suojaan (80 m)	4	-	-	1
Odotus	19	-	-	4
Paluu suojasta (80 m)	11	-	-	2
Tulosten tarkastelu	32	-	-	7
Hukka-aika	13	-	-	3
Lepo	65	-	-	14
Yhteensä	464	-	-	100

Kuten taulukosta voidaan havaita, on kokonaisina nostettujen kantojen halkaiseminen räjäyttämällä ollut n. 22 % hitaampaa kuin maassa olevien kantojen halkaisu. Tässäkin on eniten aikaa vaatinut työnosa ollut panoksen asettaminen. Työtä hidasti se, että panosreiät olivat liian ahtaita. Räjähtämättä jäi 6 % panoksista ja niiden uudelleen räjäyttäminen kesti keskimäärin 213 cmin/panos. Työpäivän kuluessa (8 työtuntia) pystytään täten halkaisemaan 103 kantoa. Optimaalinen työryhmän koko aikatutkimustulosten mukaan olisi kolme panostajaa ja yksi apumies, joka kairaa reiät kantoihin.

56. Muut työvaiheet

Työmaalla ei tehty aikatutkimuksia 5 cm ohuempien juurien poistosta. Tämä työ suoritettiin kirveellä. Ajanmenekki tässä työssä oli tuntitilastojen mukaan (S a r a p ä ä 1970) seuraava:

	min/kantop-m ³
- räjäytysmenetelmä	18.56
- puskuotraktorimenetelmä	44.80

Kaukokuljetuksesta ei myöskään suoritettu aikatutkimuksia.

Kuormaus tapahtui autokohtaisella hydraulisella kuormaajalla, johon oli tehty kantopuun kuormaukseen sopiva koura.

6. Kokeiltujen korjuumenetelmien vertailu

Työmaalla kokeiltuja korjuumenetelmiä on vertailtava keskenään ennen kaikkea kustannustasolla. Tämän lisäksi on otettava huomioon miestyöpanos tuotettua kuutioyksikköä kohti. Jäljempänä esitettävät kustannuslaskelmat perustuvat tuotoksen osalta edellä esitettyihin tutkimustuloksiin sekä v. 1969 metsätyöpalkkoihin. Sosiaalikulusten osuutena on käytetty 25 %:a bruttopalkasta. Taulukossa 7 on esitetty räjäytysmenetelmän kustannukset.

Taulukko 7. Räjätysmenetelmän kustannukset

Työvaihe	Kone tai työntekijä	Tuotos		Kustannukset			%
		kantoa/t	p-m ³ /t	mk/t ¹⁾	mk/kanto	mk/k-m ³	
Räjätys	1 laturia	16	-	5.00	0.31	3.10 ²⁾	22
	1 apumies	32	-	4.40	0.14	1.40	
	Rj.-aineet	-	-	-	0.80	8.00	
Kantopa- lojen irroitus	Mt-traktori + kulj.	20	-	11.00	0.55	5.50 ²⁾	10
Metsä- kulje- tus (700 m)	Mt-tr.+kulj.	-	4.0 ³⁾	11.00	-	9.20	23
	Apumies	-	4.0	4.40	-	3.70	
Ohuiden juurien poisto	Apumies	-	3.2 ³⁾	4.40	-	4.40	8
Pilk- ko- minen	"Giljotiini"	-	2.6 ⁴⁾	12.50	-	11.90	37
	2 apumiestä	-	2.6	8.80	-	8.40	
Yhteensä						55.60	100

1) sis.sos.kustannukset

2) kannon koko = $0.1 \text{ k-m}^3 \sim d_k = 35 \text{ cm}$ kuoren päältä

3) pinotiheys = 0.3

4) pinotiheys = 0.4

Taulukossa 8 on vastaavasti esitetty puskutraktorimenetelmän kustannukset sellaisina, kun ne muodostuvat aikatutkimustulosten perusteella lasketuista tuotoksista. Kustannuksiin ei sisälly samoin kuin räjäytysmenetelmääkin koskevissa laskelmissa työmaan yleiskustannuksia, joiden arvioiminen alustavien kokeilujen perusteella ei ole mahdollista.

Taulukko 8. Puskutraktorimenetelmän kustannukset

Työvaihe	Kone tai työntekijä	Tuotos		Kustannukset			%
		Kantoa/t	p-m ³ /t	mk/t ¹⁾	mk/kanto	mk/k-m ³	
Nosto	Cat.D6C	33	-	51.00	1.55	15.50 ²⁾	22
Kantojen halkaisu	1 panostaja	13	-	5.00	0.38	3.80 ²⁾	14
	1 apumies	35	-	4.40	0.13	1.30	
	M-saha	35	-	3.00	0.09	0.90	
	Rj-aineet	-	-	-	0.35	3.50	
Ohuiden juurien poisto	Apumies	-	1.3 ³⁾	4.40	-	11.00	16
Metsä- kuljetus (700 m)	Mt.-tr. + kulj.	-	4.0 ³⁾	11.00	-	9.20	19
	Apumies	-	4.0	4.40	-	3.70	
Pilkkomien	"Giljotiini"	-	2.6 ⁴⁾	12.50	-	11.90	29
	2 apu- miestä	-	2.6	8.80	-	8.40	
Yhteensä						69.20	100

1) sis.sos. kustannukset

2) kannon koko 0.1 k-m³ $d_k = 35$ cm kuoren päältä

3) pinotiheys = 0.3

4) pinotiheys = 0.4

Laskelmissa käytetyt korvaukset ja tuntipalkat vastaavat suurin piirtein niitä, joita kokeilutyömaalla syksyllä 1969 maksettiin.

Cat. D 6 C:n tuntihinta on saatu TVH:n ohjetaulukoista. Moottorisaha-kustannukset on saatu suoraan Kemi Oy:n ennakkoraportista. Räjähdyks-aineen hinnaksi on oletettu 2 mk/kg ja sytytystarvikkeiden 0.15 mk/panos.

Tässä esitetyt kustannuslaskelmat poikkeavat jonkin verran kokeilutyömaan todellisista kustannuksista. Ero on suurempi pusku-traktorimenetelmän kustannuksissa.

Niissä on pyritty eliminoimaan kokeilun aiheuttamat ylimääräiset kustannukset sekä ennen kaikkea osoittamaan, mitkä työvaiheet ovat kustannusten kannalta kriitillisiä.

Vertailtaessa kokeiltuja menetelmiä keskenään voidaan todeta, että puskutraktorimenetelmä on selvästi (n. 20 %) räjäytysmenetelmää kalliimpi. Kuitenkin jälkimmäisenkin kustannukset ovat tuntuvasti suuremmat kuin tavanomaisen sulfaattipuun. Tilannetta kuitenkin parantaa se, että kannon noston yhteydessä tapahtuu hakkuualueen laikutus.

7. Kokeiltujen korjuumenetelmien kehittämismahdollisuudet.

Tarkasteltaessa kokeiltujen korjuumenetelmien kehittämismahdollisuuksia on ennen kaikkea kiinnitettävä huomiota miestyöpanokseen ja niihin työvaiheisiin, joiden osuus koko korjuuketjun kustannuksista on suurin. Miestyöpanos oli räjäytysmenetelmässä tässä raportissa esitettyjen tutkimustulosten mukaan 0.74 ja puskutraktorimenetelmässä 0.95 miestyöpäivää/k-m³. Jälkimmäisen menetelmän korkea miestyöpanos johtuu kokonaisina nostettujen kantojen halkaisemisesta ja ohuiden juurien poistosta, jossa tuotos jää erittäin vähäiseksi. Kysymyksessä on kuitenkin tilapäismenetelmin suoritettu työ.

Kuten taulukoista 7 ja 8 havaitaan on pilkkomiskustannusten osuus 29...37 % metsävaiheen kokonaiskustannuksista menetelmästä riippuen. Kannon halkaisuun ja pilkkomiseen on räjäytysmenetelmässä kulunut 59 % ja puskutraktorimenetelmässä 51 % kustannuksista. Tosin on huomattava, että edellisessä menetelmässä kantojen halkaisu räjäyttämällä helpottaa puolestaan kannon irroitusta maasta, johon tutkimuksen mukaan käytettiin vain 10 % metsävaiheen kustannuksista. Myös ohuiden juurien poisto helpottuu huomattavasti. Kannon irroitus maasta osoittautui puskutraktorimenetelmässä verrattain kalliiksi. Lisäksi kaikki ohuet

juuret nousivat kannon mukana, eikä niitä onnistuttu kovinkaan paljon poistaa räjäyttämällä suoritettun halkaisun yhteydessä. Tämä näkyy myös kustannuksissa. Metsäkuljetuksen osuus on myös ollut verrattain korkea, 19...23 %.

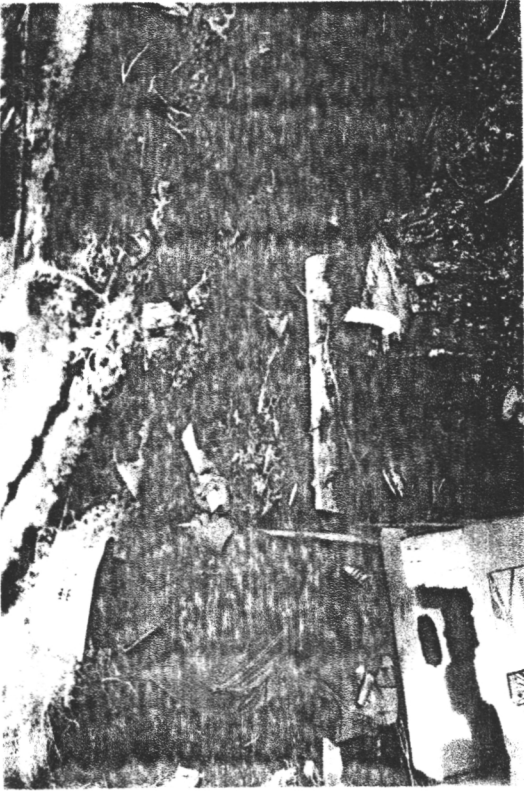
Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että kustannuksia voidaan räjäytysmenetelmässä alentaa koneellistamalla kantopalojen pilkkomista ja siirtämällä se tapahtuvaksi ennen metsäkuljetusta. Koska kannot tässä vaiheessa on jo halkaistu räjäyttämällä, ei tähän tarvita läheskään niin suuria voimia kuin kokonaisten kantojen käsittelyssä. Myös kuljetusta voidaan helposti rationalisoida, käyttämällä esim. kourakuormaajalla varustettua traktoria, jonka perävaunussa ovat umpilaidat ja kippi. Teoreettisesti voitaisiin ajatella kuorma- ja pilkkomisvaihe yhdistettäväksi siten, että 2...3-teräinen hydraulisesti toimiva pilkkomislaite (mitoitettu vain räjäyttämällä halkaisuille kannoille) asennettaisiin kuormatilan päälle, jolloin se toimisi samanaikaisesti, kun kourakuormaaja nostaa seuraavaa kantopalasta ajouran varteen tehdystä kasasta. Tällöin perävaunu pitäisi varustaa taakse kallistavalla kipillä.

Korjuuketjussa, jossa kannot nostetaan kokonaisina, muodostuvat halkaisuun ja pilkkomiseen liittyvät ongelmat vaikeammiksi kuin räjäytysmenetelmässä. Puskutraktorimenetelmään perustuu juuri tällaiseen kantojen nostotapaan. Puskutraktori sinänsä on melko kallis yksikkö, mutta se voitaneen korvata yksikkökustannuksiltaan halvemmilla ratkaisuilla. Kantojen halkaisussa sen sijaan tarvitaan suuria voimia, eikä tähän työhön löydy markkinoilta mitään standardikonetta. Koneen suunnittelussa pitäisi ensi sijassa ratkaista, sijoitetaanko se nostolaitteeseen vai muodostetaanko siitä erillinen yksikkö. Mikäli metsäkuljetusmatkat muodostuvat pitkiksi, täytyy kantojen pilkkominen suorittaa palstalla ajouran varressa.

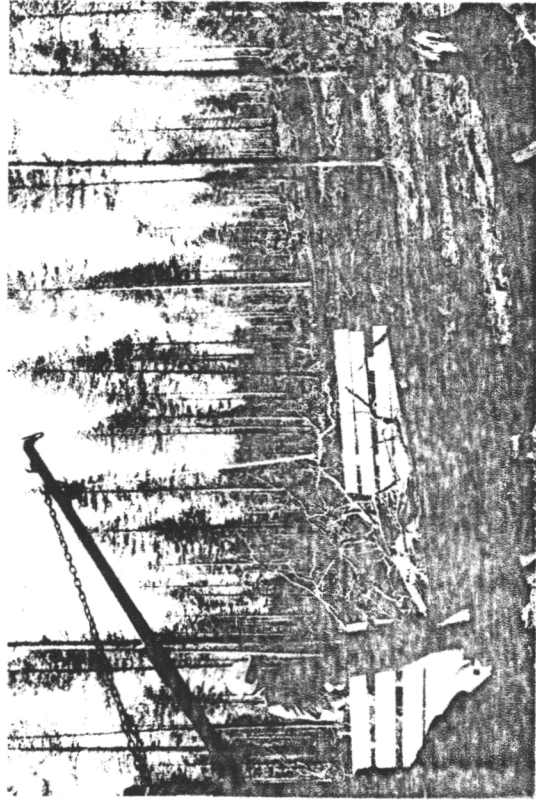
Kemi Oy:n kokeilutyömaalla tehdyt tutkimukset osoittivat selvästi, ettei kumpikaan kokeilluista korjuuketjuista ollut taloudellisesti kannattava. Toisaalta voitiin selvästi osoittaa, mistä tämä johtuu sekä laatia luettelo niistä kohteista, joihin uusien koneiden ja laitteiden kehittelyn pitäisi keskittyä. Joka tapauksessa monia ratkaisuja on vielä kokeilematta, mutta pelkän kokeilulinjan lisäksi pitäisi kiinnittää huomiota entistä enemmän pitemmälle tähtäävän perustutkimuksen antamiin mahdollisuuksiin. Kanto- ja juuripuun korjuussa kantojen pilkkominen muodostuu vaikeimmaksi ongelmaksi ja tämän ratkaiseminen täytyy olla ensimmäisellä sijalla myös tutkimusohjelmia laadittaessa.

KIRJALLISUUTTA

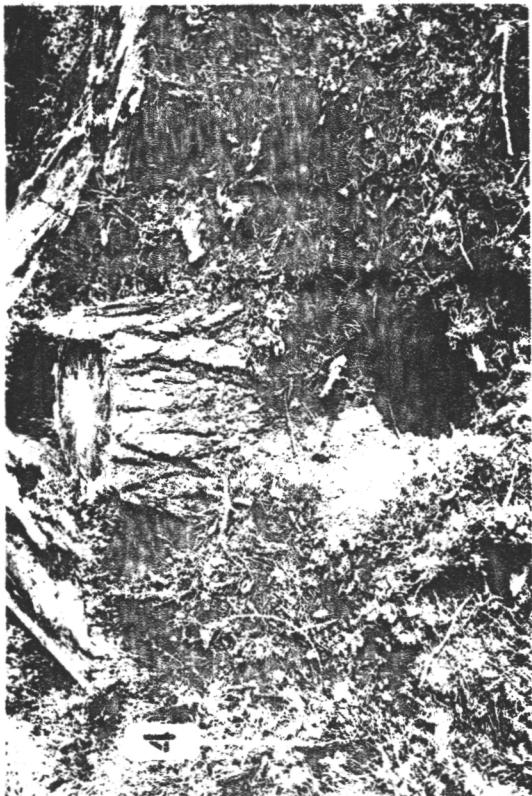
- A h o n e n, Matti. 1970 a. Laskelmia kantojen koneellisesta korjuusta. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.
- " - 1970 b. Puiden kaataminen juurineen. Kokeilu. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.
- C z e r e y s k i, K., G a l i n k a, I., R o b e l, H. 1965. Rationalization of stump extraction. FAO/ECE/LOG/158.
- H a k k i l a, Pentti. 1969. Alustavia ennakkotuloksia räjäyttämällä nostettujen kantojen pinotiheydestä. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.
- K o i v u l e h t o, Pentti. 1969. Juurakoiden maasta irroittamisesta. Folia Forestalia 73.
- L u n d b e r g, Gustav. 1919. Polttokelpoisen puutavaran tarkempi käyttö. Tiede ja Elämä 4/1919.
- Räjähdysaineiden käytön opas. Räjähdysainetuottajain Yhdistys r.y. Hanko 1968.
- S a a r i n e n, Hannu. 1970. Kantojen hankinta selluloosan raaka-aineeksi. Alustus Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitossa 9.1.1970.
- S a r a p ä ä, Uolevi. 1970. Kannonnostokokeilu Kemi Oy:ssä 1969. Moniste.
- Vuokrattujen työkoneiden enimmäisvuokrat 16.1.1968 lukien. Tie- ja vesirakennushallitus. Helsinki 1969.



Kuva 2. Panostus



Kuva 4. Kantojen metsäkuljetus



Kuva 1. Panostusreikä kannon alla



Kuva 3. Räjättyimmällä halkaistujen kantojen irroitus maasta