

ODC
332.2
114.444

FOLIA FORESTALIA 187

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1973

MARKKU MÄKELÄ

KANTO- JA LIEKOPUUN KORJUU
POLTTOTURVESOILTA

HARVESTING OF STUMP AND
MOOR WOOD FROM FUEL PEAT BOGS

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprosentin määritys sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnonmetsien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehityksilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työn tekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen kotjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

FOLIA FORESTALIA 187

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae, Helsinki 1973

Markku Mäkelä

KANTO- JA LIEKOPUUN KORJUUN POLTTOTURVESOILTA

Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs

NSR:n^{x)} alaisen yhteispohjoismaisen hakkuutähdeprojektin osatutkimus

A sub-project of the joint NSR-^{x)} program for the utilization
of logging residues

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta selvittävän työryhmän toimeksiannosta. Se kuuluu myös yhteispohjoismaisen hakkuutähdeprojektin tutkimuksiin. Tutkimus pyrki antamaan kokonaiskuvan polttoturvesoiden kanto- ja liekokuun korjuusta sekä tämän raaka-aineen käyttömahdollisuuksista metsäteollisuudessa.

Aloitteen tämän kaltaisesta tutkimuksesta ovat tehneet diplomi-insinööri ANTTI SUONINEN ja insinööri NILS WIKSTRÖM Turveteollisuusliitosta. Tutkimuksen aikana olen saanut arvokasta apua vt. professori PENTTI HAKKILALTA sekä opettajaltani professori KALLE PUTKISTOLTA. Konekehittelypuo-

lella on työtä suuresti edistänyt MML PENTTI NISULA.

Työn eri vaiheissa ovat sen onnistumista edesauttaneet ylimetsänhoitaja JORMA KLAMI, metsänhoitajat AHTI KARTAMAA ja OLAVI KIISKI, työpäällikkö MARTTI LAINE ja konetarkastaja EINO LAINE Valtion Polttoainekeskuksesta. Metsäntutkimuslaitoksen puolelta on tutkimustyömaita johtanut kenttämestari SAULI TAKALO. Kenttätöihin ovat osallistuneet opiskelija TAPIO JÄRVINEN, hum.kand. KAIJA KANNINEN, yo OLLI NIEMINEN sekä metsät. yo MARJUT RAIVONEN. Konekirjoituksesta on huolehtinut neiti RAIJA SIEKKINEN.

Kiitän kaikkia tutkimukseen osallistuneita.

Helsingissä marraskuussa 1973

Markku Mäkelä

x) NSR = Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	1
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	6
11. Yleistä	6
12. Polttoturve	6
13. Suomen turvevarat	8
14. Polttoturvesoiden kanto- ja liekopuu	8
15. Kanto- ja liekopuumäärät	10
16. Kanto- ja liekopuun ominaisuudet	11
2. TUTKIMUKSEN AINEISTO	11
3. KORJUUKALUSTO	12
4. TUTKIMUSTULOKSET	13
41. Kanto- ja liekopuun nostaminen	13
411. Pintakannot	13
412. Turpeen sisällä oleva kanto- ja liekopuu	15
42. Kanto- ja liekopuun lähikuljetus	16
43. Kanto- ja liekopuun paloittelu	17
431. Paloittelu Pallarin kantoharvesterilla	18
432. Paloittelu Nisulan kantoloukulla	18
5. JATKOKÄSITTELY	18
KIRJALLISUUSLUETTELO	19

SUMMARY

In examining the possibilities of increasing raw material supplies for the forest industry attention has been paid to the chances of utilizing stump and root wood. The raw material more readily recoverable from this area is the stump and moor wood of fuel peat bogs.

Fuel peat is a source of energy of industry, district heating centres and power plants. It is predicted that the annual utilization will increase from the present 0.7 million cu.m. to 10 million cu.m. by the end of the 1970s. This will require 20,000 hectares of bog. The latest information tells that the annual utilization of fuel peat will be 20 million cu.m by the end of the 1970s.

Finland's peat resources are almost boundless. Peatland account for 32 per cent of its land area. There is in all approx. 100,000–120,000 million cu.m. of peat in our bogs. Half of this is in the part of the country where a peat industry is feasible.

For the peat industry, the stump and moor wood in bogs is a negative feature. According to Russian literature the stump percentage of fuel peat bogs varies from 1 to 16. The peat in bogs rich in stump is generally humidified and thus makes good fuel peat, but the wood in the peat increases the costs of conditioning and maintaining the bog.

It has been calculated that the amount of stump wood and moor wood taken yearly from fuel peat bogs will grow to 150,000–200,000 solid cu.m. by the end of the decade (Table 4). If a use can be found for the wood in the forest industry, peat production can be directed to bogs rich in stumps, and then the quantity may become even greater than mentioned above.

Surface stumps must be removed from the area in the phase of conditioning a fuel peat bog. The Pallari Stumparvester is suitable for the extraction of large surface stumps. (fig. 10) The per-hour output for extraction alone over a moving distance of 4 m for spruce and 5 m for pine with interruptions accounting for 10 per cent of the productive time was 13 solid

cu.m. for spruce and 6 solid cu.m. for pine 35 cm in diameter (Table 6).

Stump and moor wood inside peat was extracted by an MTP-26 stump extractor drawn by a S-100 crawler tractor. (fig. 13) The machine extracts stump and moor wood in its track from a depth of 25 cm, does the preliminary cleaning, and finally stacks the timber into stacks of an average of 0.5 solid cu.m. along its track. In the study the machine travelled an average distance of 850 m in an hour. The per-hour output was 21 solid cu.m. of stump and moor wood.

The stump and more wood quantities were measured in two different areas. In one of them, an area with relatively few stumps, 13 solid cu.m. per hectare was extracted from the 25 cm surface layer. In the other, which was fairly rich in stumps, the extraction was 86 solid cu.m. After collecting the fuel peat, stump and moor wood must be removed again from the following 25 cm layer in the same area after an average of three years.

A trailer designed by the Association of Finnish Peat Industries drawn by a DT-75 crawler tractor was used for short-distance haulage. (fig. 15) Stump wood was loaded by a separate crawler tractor equipped with a hydraulic loader. The load was unloaded by tipping. The haulage achievement over a distance of 300 m was 5.9 solid cu.m. per hour when interruptions were 10 per cent of productive time (fig. 17).

A Finnish prototype resembling the MTP-26 has been constructed for extraction of stump and moor wood. The bog dumper already in serial production is suitable for short-distance hauls (fig. 8). These Finnish machines are lighter in weight than the Soviet machines used in the study and are thus capable of moving in softer terrain.

Stump and moor wood must be split before long-distance transport to improve the solid volume content. The Pallari Stumparvester (fig. 18) and Nisula Stump Crusher (fig. 19) are suitable for splitting. The per-hour splitting

output was 8 solid cu.m. with the stump harvester, the average size of a piece was 18 litres. No output figures are available so far for the stump crusher, but it is probably the best machine for splitting stump and moor wood.

Long-distance transport can be by road or rail, for there is a railway line to many fuel peat bogs.

The Forest industry can perhaps best start utilization of stump and root wood with peatland wood. As experience increases, utilisation of stumps in mineral soil which require high mill investments may gradually become possible.

TIIVISTELMÄ

Metsäteollisuuden raaka-aineen lisäämismahdollisuuksia selvitellessä on kiinnitetty huomiota kanto- ja juuripuun käyttömahdollisuuksiin. Tältä alueelta helpoimmin käyttöön saatava raaka-aine on polttoturvesoiden kanto- ja liekopuu.

Polttoturvetta käytetään teollisuuden, kaukolämpökeskusten ja voimaloiden energianlähteenä. Sen vuotuinen käyttö tulee ennusteiden mukaan lisääntymään nykyisestä 0.7 miljoonasta kuutiometristä 10 miljoonaan vuosikymmenen loppuun mennessä.^{x)} Tähän tarvitaan yhteensä 20 000 hehtaarin suopinta-ala.

Suomen turvevarat ovat valtavat. Maamme maapinta-alasta on suota 32 %. Turvetta on soissamme noin 100–120 miljardia kuutiometriä. Tästä on puolet siinä osassa maata, missä turveteollisuutta voidaan harjoittaa.

Suossa oleva kanto- ja liekopuu on haittekkijä turveteollisuudessa. Venäläisen kirjallisuuden mukaan polttoturvesoiden kantoprosentti vaihtelee 1–16 välillä. Runsaskantoisten soiden turve on yleensä maatumutta ja soveltuu niin ollen hyvin polttoturpeeksi, mutta turpeen seassa oleva puu lisää toisaalta suon kunnostus- ja kunnossapitokustannuksia.

Polttoturvesoilta vuosittain kertyvän kanto- ja liekopuumäärän lasketaan vuosikymmenen loppuun mennessä kasvavan 150 000–200 000 k-m³:iin^{x)} (taulukko 4). Mikäli puutavaralle löytyy käyttöä metsäteollisuuden piiristä, voidaan turvetuotanto ohjata runsaskantoisille soille, jolloin määrä saattaa vielä suurentua yllä mainitusta.

Polttoturvesuon kunnostamisvaiheessa pitää alueelta poistaa pintakannot. Järeiden pinta-

kantojen nostamiseen soveltuu Pallarin kanto-harvesteri (kuva 10). Tuntituotokseksi pelkässä nostamisessa siirtymämatkan ollessa kuusella 4 ja männyllä 5 metriä ja keskeytysten osuuden ollessa 10 % tehoajasta saatiin 35 cm:n läpimittaisella kuusella 13 ja männyllä 6 kiintokuutiometriä tunnissa (taulukko 6).

Turpeen sisällä olevaa kanto- ja liekopuuta nostettiin S-100 telapuskutraktorin vetämällä MTP-26 kannonnostokoneella (kuva 13). Kone nostaa kulku-uraltaan 25 cm:n syvyydeltä kanto- ja liekopuun, minkä jälkeen se suorittaa esipuhdistuksen ja kasaa lopulta puutavaran keskimäärin 0.5 kiintokuutiometrin kasoihin kulku-uralleen. Tutkimuksessa kone kulki keskimäärin 850 metriä tunnissa. Tuntituotos oli 21 kiintokuutiometriä puuta.

Kanto- ja liekopuun määrät mitattiin kahdelta erilliseltä alueelta. Toiselta, verraten vähäkantoiselta alueelta nousi 25 cm:n pintakerroksesta 13 kiintokuutiometriä hehtaarilta. Toisella, runsaskantoisella alueella puumäärä oli vastaavasti 86 kiintokuutiometriä. Polttoturpeen keruun jälkeen on kanto- ja liekopuu uudelleen poistettava samalta alueelta seuraavasta 25 cm:n turvekerroksesta keskimäärin kolmen vuoden kuluttua.

Lähikuljetuksessa käytettiin DT-75 telapuskutraktorin vetämää Turveteollisuusliiton suunnittelemaa peräkärä (kuva 15). Kantotavara kuormattiin erillisellä kattokuormaajalla varustetulla DT-75 telapuskutraktorilla. Kuorman purkaminen tapahtui kippaamalla. Kuljetuksen tuotokseksi 300 metrin matkalla, keskeytysprosentin ollessa 10 % tehoajasta, saatiin 5.9 kiintokuutiometriä tunnissa (kuva 17).

Kanto- ja liekopuun nostamiseen on tutkimuksen kestäessä rakennettu MTP-26:n kaltainen suomalainen prototyyppikone. Lähikuljetukseen soveltuu jo sarjavalmistuksessa oleva suodumpperi (kuva 8). Näillä suomalaisilla ko-

x) Valtioneuvoston uuden päätöksen mukaan turvetuotannon tavoite nostetaan 20 miljoonaan m³:een. Tällöin vastaavasti puumäärät nousevat 300 000–400 000 k-m³:iin.

neilla on pienempi pintapaine kuin tutkituilla neuvostoliittolaisilla koneilla. Näin ollen ne pystyvät liikkumaan pehmeämmillä alueilla.

Kanto- ja liekopuun paloittelu on pinoitiheyden parantamiseksi tarpeen ennen kaukokuljetusta. Paloitteluun soveltuvat Pallarin kanto-harvesteri ja Nisulan kantoloukku. Harvesteilla paloittelun tuntituotos oli 8 kiintokuutiometriä keskimääräisen palakoon ollessa 18 litraa. Kantoloukusta ei toistaiseksi ole käytettävissä tuotoslukuja, mutta todennäköisesti se soveltuu

polttoturvesoiden kanto- ja liekopuun paloitteluun erittäin hyvin.

Kaukokuljetus voi tapahtua maanteitse tai myös rautateitse, sillä useille polttoturvesoille menee rautatie.

Metsäteollisuuden kanto- ja juuripuun käyttö lienee helpoimmin aloitettavissa suopuulla. Kokemuksen lisääntyessä päästäneen vähitellen myös suuria tehdasinvestointeja vaativien kivennäismaan kantojen käyttöön.

1. JOHDANTO

11. Yleistä

Suomessa käytetään tällä hetkellä hakkuusuunnitetta vastaava määrä puuta. Kestävän metsätaseen puitteissa ei ole mahdollista lisätä puunkäyttöä. Puun niukkuudesta johtuen eräät

teollisuuslaitokset joutuvat toimimaan ajoittain vajaakapasiteetilla, ja metsäteollisuuden laajennukset ovat tilanteen vallitessa vailla realistista perustaa.

Puupulan lievittämiseksi on viime vuosina yritetty löytää pulmaan erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Muun muassa Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton toimesta on asetettu kaksi työryhmää selvittämään kanto- ja juuripuun korjuuta ja käyttöä. Työryhmien tutkimus- ja kehitystyön ansiosta kanto- ja juuripuun hyväksikäyttö lienee nykyisin teknisesti ja taloudellisesti mahdollista.

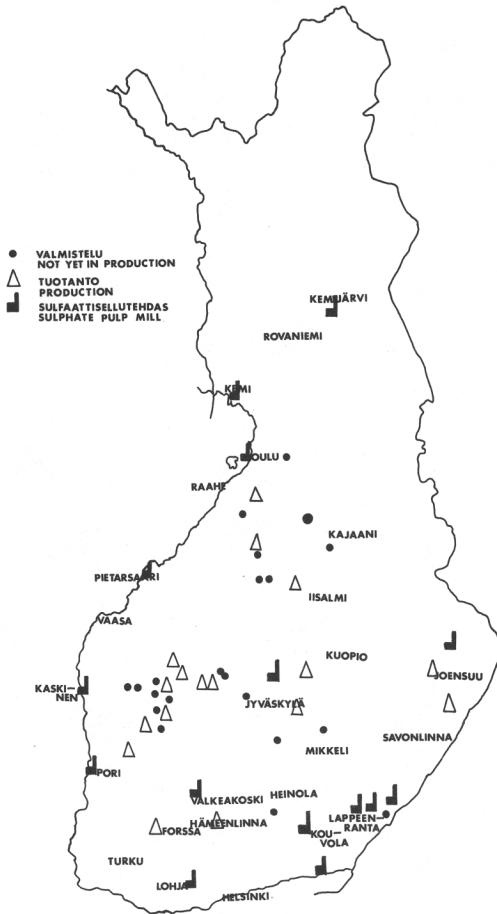
Tuotetta kanto- ja juuripuuta helpoimmin teollisuuden käyttöön saatava lisäraaka-aine on kuitenkin polttoturvesoiden kanto- ja liekopuu. Se näet joudutaan joka tapauksessa poistamaan polttoturpeesta, koska jyrshinturpeen joukossa ei sallita puuainesta.

12. Polttoturve

Polttoturve soveltuu teollisuuden, kaukolämpökeskusten ja voimaloiden energianlähteeksi. Tuontipolttoaineiden korvaajana sillä katsotaan olevan tulevaisuudessa tärkeä merkitys valuuttavarojen säästäjänä ja energian varmuusvarastona kriisiaikojen varalta. Siitä syystä valtiolta pyrkii määrätietoisesti edistämään polttoturpeen tuotantoa. Valtion Polttoainekeskus sai vuonna 1971 tehtäväkseen lisätä maamme vuotuisen turvetuotannon vuoteen 1980 mennessä 10 miljoonaan kuutiometriin,^{x)} joka vastaa energiamäärältään yhtä miljoonaa öljytonnia. Tuotannon arvioidaan kehittyvän seuraavasti (Valtion Polttoainekeskus, 1972). Vuonna 1973 Valtion Polttoainekeskus tuotti 700 000 kiintokuutiometriä, joten kehitys on ollut lähes tavoitteita vastaava.

Turvetuotanto	1972	1973	1974	1975
milj. m ³ /v	0,2	0,8	1,5	2,5
	1976	1977	1978	1979
	3,6	5,0	6,5	8,5
			1980	10,0

x) Valtioneuvoston uuden päätöksen mukaan tavoite nostetaan 20 miljoonaan kuutiometriin.



Kuva 1. Sulfaattiselluloosatehtaat ja Valtion Polttoainekeskuksen polttoturvetyömaat.

Fig. 1. Sulphate pulp mills and fuel peat bogs of the State Fuel Centre.

Taulukko 1. Soiden suhteellinen jakaantuminen eri syvyyssluokkiin sekä vastaavat turvemäärät (MIKOLA 1960).
 Table 1. Relative distribution of bogs into depth classes and corresponding quantities of peat.

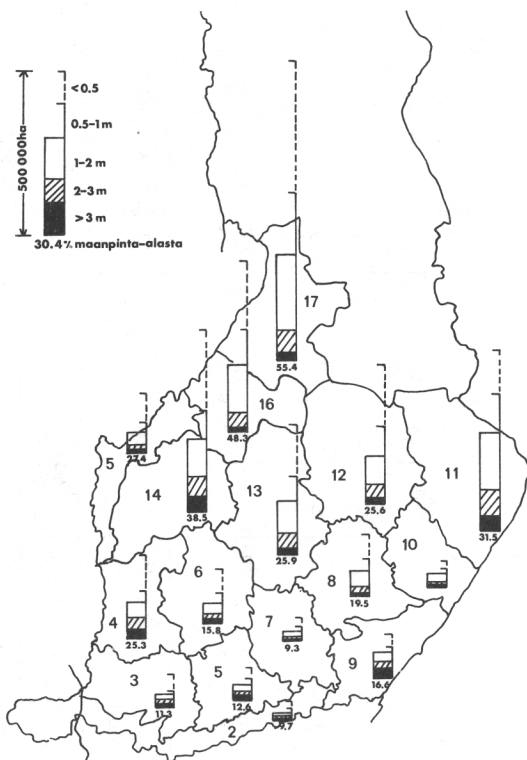
Alue Forestry board district	Turpeen syvyys, m Depth of peat, m													Yhteensä Total			
	0-0.5			0.6-1.0			1.1-2.0			2.1-3.0			3.1-4.0			4+	
	0-0.5	0.6-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0	4+	0-0.5	0.6-1.0	1.1-2.0	2.1-3.0	3.1-4.0	4+					
Osuus % suolasta Percentage of bog area													Turvemäärä milj. m ³ Quantity of peat million cu. m.				
1 Ahvenanmaa	63	13	21	1	2	-	11	7	23	1	5	-	47				
2 Helsingin mlk.	51	9	16	8	9	7	78	42	147	126	184	169	744				
3 Lounais-Suomi	47	10	17	8	8	11	122	79	263	202	288	502	1.456				
4 Satakunta	42	14	19	14	8	5	270	269	723	890	708	503	3.363				
5 Uusimaa-Häme	33	16	20	12	11	8	86	120	305	305	407	359	1.582				
6 Pohjois-Häme	42	18	20	10	6	4	175	223	502	404	359	315	1.978				
7 Itä-Häme	39	19	23	11	5	3	74	106	261	202	144	110	897				
8 Etelä-Savo	37	19	26	12	4	3	180	275	735	561	240	222	2.213				
9 Etelä-Karjala	26	14	22	13	12	13	91	142	454	462	588	776	2.513				
10 Itä-Savo	28	19	33	11	6	3	59	122	417	221	169	114	1.102				
11 Pohjois-Karjala	23	22	32	15	6	3	316	931	2.630	2.016	1.175	635	7.702				
12 Pohjois-Savo	44	21	20	10	4	2	468	684	1.304	1.022	530	317	4.325				
13 Keski-Suomi	40	20	24	12	4	1	396	580	1.415	1.181	562	157	4.291				
14 Etelä-Pohjanmaa	44	16	21	11	6	3	609	667	1.735	1.551	1.130	655	6.347				
15 Vaasa	47	18	20	8	4	4	216	247	556	353	252	309	1.933				
16 Keski-Pohjanmaa	39	21	28	9	3	0	518	827	2.234	1.191	463	74	5.307				
17 Pohjois-Pohjanmaa x)	43	21	25	8	2	1	997	1.426	3.492	1.711	746	324	8.696				
Eteläosa yhteensä Southern Finland, total	39	19	24	10	5	3	4.660	6.750	17.200	12.400	7.950	5.540	54.500				
Koko maa Whole Finland	38	21	26	9	4	2	9.360	15.820	36.870	22.240	12.860	7.580	104.720				
Pohjoisosa Northern Finland	37	24	28	8	3	1	4.700	9.070	19.670	9.840	4.910	2.040	50.220				

x) Pudasjärven ja Taivalkosken pitäjät pois luettuna - Excluding Pudasjärvi and Taivalkoski parish

10 miljoonan m³:n tavoite edellyttää 20 000 hehtaarin suoalueen valmistamista turvetuotannon vaatimaan kuntoon. Vuosittain on siis kunnostettava keskimäärin 2 000 suohehtaaria. Kuvassa 1 esitetään Valtion Polttoainokeskuksen tuotannossa olevien sekä parhaillaan valmisteltävien polttoturvetuotelmien sijainti. Kuvaan on merkitty myös sulfaattisellua valmistavat tehtaat.

13. Suomen turvevarat

Maamme maapinta-alasta on 32 % suota. Turveteollisuuden kannalta tarkasteltuna suon syvyys on ratkaisevaa. Kuvassa 2 on esitetty soiden syvyysuhteet piirimetsälautakunnittain kolmannen valtakunnan metsien investoinnin perusteella (MIKOLA 1962). Vastaavat prosenttiluvut ja turvemäärät nähdään taulukosta 1.



Kuva 2. Soiden syvyysuhteet piirimetsälautakunnittain.

Fig. 2. The depth of swamps in the different forestry board districts.

Yli kahden metrin syvyiset alat, jotka turvetuotannon kannalta kiinnostavat eniten, käsitävät Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan valtavista suopinta-aloista vain hieman yli 10 %, mutta Etelä-Karjalan melko vaatimattomasta suomäärästä yli kolmanneksen. Lounais-Suomessa, Satakunnassa, Uudellamaalla ja Pohjois-Karjalassa on vastaava osuus neljännes ja muualla maassa yleensä vajaa 20 %. Paksuturpeiset suot jakaantuvat maan eri puolille tasaisemmin kuin suot kokonaisuudessaan. Yli kahden metrin syvyisten soiden suhteellinen osuus koko maa-alasta on suurin Etelä-Pohjanmaalla (7.6 %) ja Pohjois-Karjalassa (7.2 %). Seuraavina ovat Satakunta (6.6 %) ja Etelä-Karjala (6.4 %) ja vasta näiden jälkeen Pohjois- ja Keski-Pohjanmaa (5.9 ja 5.7 %), jotka soiden kokonaismäärän suhteen ovat aivan omaa luokkaansa. Jos myös 1–2 metrin syvyiset suot lasketaan mukaan, säilyttävät viimeksi mainitut vielä johtoasemansa (20 %), mutta seuraavana oleva Pohjois-Karjala pääsee kuitenkin lähelle (17 %).

Turvemäärien osuus verrattuna suopinta-aloihin on maamme eteläosissa vieläkin suurempi, koska täällä ovat syvimät suot runsaimmin edustettuina. Toisaalta on huomattava, että myös liejun todennäköinen osuus on Etelä-Suomessa suurempi kuin pohjoisempaan. Koko maan teoreettisesta turvemäärästä on maan eteläpuoliskossa 52 %, mutta yli 2 metriä syvien soiden yhteisestä turvemäärästä on eteläpuoliskossa 60 %.

Turvetta on Suomessa kaikkiaan n. 100–120 miljardia kuutiometriä. Tästä on puolet siinä osassa maata, missä turveteollisuutta voidaan muidenkin edellytysten puolesta harjoittaa, ja tästä taas puolet eli n. 25 miljardia kuutiometriä keskittyy yli 2 metriä syviin soihin (SALMI 1950, MIKOLA 1962).

14. Polttoturvesoiden kanto- ja liekopuu

Suon kanto- ja liekopuun tarkoittaa tässä yhteydessä kantojen kuivapainoa koko turvemassan kuivapainosta. Ojitetulla suolla on noin 100 kg kuiva-ainetta suokuutiometrissä, joten 1 % kanto- ja liekopuuta vastaa 1 kg/m³ ja hehtaarilla on vastaavasti 10 000 kg syvyysmetriä kohden.

Venäläisen turvekirjallisuuden mukaan 1 % on vähän kantoja ja 2 % on jo niin paljon, että kannot on poistettava ennen jyrshinturvetuotantoa. Polttoturvetta käytettäessä 6–10 %:

puupitoisuus alkaa jo olla haitaksi myllyille. (WIKSTRÖM 1971). Taulukoissa 2 nähdään Suomen kantoisten soiden pinta-alat. Nevat eli puuttomat suot eivät ole luettelossa mukana.

Turveteollisuudessa suopuu on haittatekijä. Kannottomaan verrattuna runsaskantoisen suon kunnostus ja kunnossapito tulevat monin kerron kalliimmaksi. Tästä syystä käytännössä

vältetään kantoisia soita, vaikka niiden turpeen laatu on erityisen hyvä polttoturpeen tuotannon kannalta (SUONINEN 1970). Mikäli kantoja on paljon, suon kunnostus saattaa maksaa enemmän kuin varsinainen tuotanto. (WIKSTRÖM 1970).

Soilla, joilla on runsaasti kanto- ja lieko- puuta, turve on yleensä hyvin maatumutta.

Taulukko 2. Suomen soiden kantoisuus (WIKSTRÖM 1971).
Table 2. Amount of stump and moor wood in the peatlands.

	Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	Koko maa <i>Whole Finland</i>	Kantoisuus <i>Amount of stump and moor wood</i>
	Pinta-ala, ha <i>Area, hectares</i>			
	Turvekerros yleensä yli 0,5 m <i>Peat depth generally over 0,5 m</i>			
Ruoho- ja heinäkorpi <i>Rhk</i>	58.000	106.000	164.000	suuri <i>big</i>
Nevakorpi <i>NK</i>	91.000	154.000	245.000	kohtalainen <i>medium</i>
Varsinainen korpi <i>VK</i>	378.000	235.000	613.000	suuri <i>big</i>
Ruohoinen sararäme <i>RhSR</i>	24.000	151.000	175.000	kohtalainen <i>medium</i>
Varsinainen sararäme <i>VSR</i>	108.000	300.000	408.000	kohtalainen <i>medium</i>
Lettoräme <i>LR</i>	7.000	148.000	155.000	kohtalainen <i>medium</i>
Korpiräme <i>KR</i>	215.000	214.000	429.000	suuri <i>big</i>
Isovarpuinen räme <i>IR</i>	400.000	260.000	660.000	kohtalainen <i>medium</i>
Tupasvillaräme <i>TR</i>	404.000	441.000	845.000	kohtalainen <i>medium</i>
Rahkaräme <i>RR</i>	133.000	177.000	310.000	vähäinen <i>small</i>
Yhteensä <i>Total</i>	1.818.000	2.186.000	4.004.000	
	Turvekerros yleensä alle 0,5 m <i>Peat depth generally under 0,5 m</i>			
Kangaskorpi <i>KgK</i>	430.000	314.000	744.000	suuri <i>big</i>
Kangasräme <i>KgR</i>	238.000	439.000	677.000	suuri <i>big</i>
Yhteensä <i>Total</i>	668.000	753.000	1.421.000	



Kuva 3. Turpeen sisältä nostettua kanto- ja liekopuuta.

Fig. 3. Stump and moor wood.

Polttoturvetuotannon taloudellisuuden edellytyksenä on juuri maaton turve. Taulukosta 3 nähdään maatumisasteen vaikutus erään työmaan omakustannushinta-arvioon vuonna 1970. Maatumisaste H₁ vastaa raakaa turvetta ja H₈ hyvin maatonutta turvetta.

Hyvin maatuneesta turpeesta saadaan halpoja polttoainekalorioita, ellei kantojen poisto tule maksamaan liikaa. Mikäli kannonpoisto on riittämätöntä tai huolimaton, aiheuttavat jäljelle jääneet kannot koneiden rikkoutumisia ja tuotannon jyrkkää laskua (WIKSTRÖM 1970).

Taulukko 3. Maatumisasteen vaikutus työmaan omakustannushinta-arvioon (WIKSTRÖM 1970).
Table 3. Effect of the degree of humidification on the cost estimate for the work site.

Maatumisaste Degree of humidification	Kustannus mk/Gcal Cost marks/Gcal
H ₁	25,-
H ₂	15,-
H ₃	10,-
H ₄	7,-
H ₅	5,-
H ₆	4,-
H ₇	3,50
H ₈	3,-

15. Kanto- ja liekopuumäärät

Valtion Polttoainokeskuksen suunnitelmien mukaan polttoturvesoilta kertyvän kanto- ja liekopuun (kuva 3) vuotuinen määrä kasvaa vuosikymmenen loppuun mennessä 150 000–200 000 k-m³:iin^x). Taulukossa 4 esitetään suunnitteen edellyttämät kantopuumäärät tämän vuosikymmenen aikana.

x) Valtioneuvoston uusi päätös merkitsee puumäärän nousemista 300 000–400 000 k-m³:een vuoteen 1980 mennessä.

Taulukko 4. Polttoturvesoilta saatavan kanto- ja liekopuun määrä 1972–80. Määrät perustuvat polttoturvetuotannon lisääntymiseen suunnitelmien mukaisesti 10 miljoonaan m³ :iin. (Valtion Polttoainekeskus 1970)
Table 4. Amount of stump and moor wood obtainable from fuel peat bogs in 1972–1980.

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
	1000 k-m ³ /v Solid cu.m./year								
Tuotannosta syntyvää kantopuuta Stump wood from production	3	13	25	42	63	85	110	145	170
Raivauksesta syntyvää kantopuuta Stump wood from clearing	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Yhteensä kanto- puuta Total stump wood	43	53	65	82	103	125	150	185	210

Mikäli kanto- ja liekopuulle löytyy käyttöä metsäteollisuuden piiristä, puumäärä todennäköisesti suurenee. Tällöin näet polttoturvetuotanto voidaan ohjata kantoisille soille, joilla turpeen maatumisaste on suuri.

16. Kanto- ja liekopuun ominaisuudet

Polttoturvesoilta nostettavat pintakannot vastaavat ominaisuuksiltaan muuta tuoretta kanto- ja juuripuuta. Kuitu on hieman lyhyempi ja puuaineen tiheys suurempi kuin vastaavalla runkopuulla. Pienten kantopuuosuuksien lisääminen runkopuun joukkoon ei aiheuta lopputuotteeseen sanottavaa muutosta (HAKKILA 1973).

Turpeesta nostettu liekopuu on suurimmalta osalta kuoretonta havupuuta. Joukossa saattaa olla lisäksi pieniä määriä lehtipuuta ja myös kuorta. Liekopuun puuaineen tiheys on korkeampi kuin runkopuulla. Tämä johtuu osaksi uuteaineitten suuresta määrästä. Iältään kanto- ja liekopuu on hyvin vanhaa.

Keskuslaboratoriossa keitettiin 300–5000 vuotta vanhoista turpeen sisällä olleista lieko- puista sulfaattisellua. Saanto oli alhainen, keskimäärin 44 %, kun runkopuun vastaava arvo on 47 %. Tärpätin saanto liekopuusta oli määrältään melko vaatimaton, selvästi alhaisempi kuin tavallisesta mäntyhakkeesta. Mäntyöljysaanto oli lähes 10 % puusta (vastaa 200 kg/t massaa), kun normaali mäntyhake Suomen oloissa antaa 20–50 kg/t massaa. Sulfaattikeitto ei kaikissa

tapauksissa pystynyt täysin poistamaan puun uuteaineita. Sellun repäisyjujuus oli selvästi parempi kuin koivusulfaattisellulla (LÖNNBERG 1972).

Suokanto soveltuu tutkimuksen mukaan sel- luteollisuuden raaka-aineeksi. Uuteaineet saat- taisi ehkä olla edullista poistaa uuttamalla ennen keittoa (LÖNNBERG 1972). Esimerkiksi Yh- dysvalloissa käytetään kaadon jälkeen 15–20 vuotta seissyttä pitkäneulasmännyn tervaskan- toa ensin kemikalioiden talteen ottamiseksi ja uuton jälkeen jopa 30 %:n seossuhteessa lainerin raaka-aineeksi (HAKKILA 1972). Teollisessa mittakaavassa liekopuuta on kuitenkin tarjolla vain pieni osa runkopuun joukkoon, jolloin sellun ominaisuudet tuskin poikkeavat tavan- omaisista.

Metsäteollisuuden kannalta polttoturvesoi- den kanto- ja liekopuulla on kivennäismaan kantoihin verrattuna seuraavat edut:

- suuri sivutuotteiden saanto
- keskitetyt työmaat ja jatkuvat toimitus- sopimukset
- suuret ”leimikot”
- suokannoissa ei ole kiviä
- puumäärä pinta-alayksikköä kohti on suu- ri, joten tehokas koneellistaminen on mahdollista

Metsäteollisuuden kanto- ja juuripuun käyttö lienee edellä mainituista syistä johtuen helppo- min aloitettavissa suopuulla. Kokemuksen li- sääntyessä päästäneen vähitellen myös suuria tehdasinvestointeja vaativien kivennäismaan kantojen käyttöön.

2. TUTKIMUKSEN AINEISTO

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää polt- toturvesuon pintakantojen ja turpeen sisässä olevan kanto- ja liekopuun nostoa, paloittelua ja lähikuljetusta sekä niihin vaikuttavia teki- jöitä.

Pintakantoja nostettiin Pallarin kantoharves- terilla (kuva 10) kesällä 1972 Vesijoella tehdyn kannonkorjuukokeen yhteydessä. Turpeen si- sässä olevaa kanto- ja liekopuuta nostettiin kesällä 1973 Rautalammin Rastunsoella S-100 telapuskutraktorin vetämällä MTP-26 kannon- nostokoneella (kuva 13).

Kanto- ja liekopuun lähikuljetus suoritettiin kesällä 1973 Rautalammin Rastunsoella yhdis- telmällä, jossa DT-75 telepuskutraktori veti Turveteollisuusliiton suunnittelemaa turvekär- ryä (kuva 15).

Kanto- ja liekopuuta paloiteltiin kesällä 1972 Onkamon Valkeasuolla Pallarin kantoharves- terilla (kuva 18) ja kesällä 1973 Joensuun Kyy- rönsuolla ja Rautalammin Rastunsoella Nisulan kantoloukulla (kuva 19).

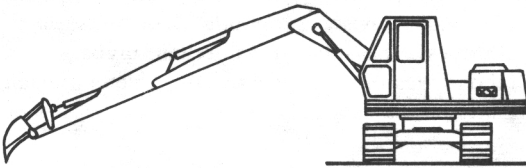
Taulukko 5. Tutkimusaineiston määrä.
Table 5. Research material.

Aihe – Subject	Kantoja p-m ³ Stumps piled cu.m.
Nosto Extraction	
– Pallarin kantoharvesteri – The Pallari Stump harvester	200
– MTP-26	360
Lähikuljetus Short distance haulage	390
Paloittelu Splitting	
– Pallarin kantoharvesteri – The Pallari Stump harvester	500
– Nisulan kantoloukku – Nisula Stump Crusher	50

Taulukko 6. Kanto- ja liekopuun korjuussa käytettyjen koneiden teknisiä tietoja.
Table 6. Technical data on used machines.

Ominaisuus Property	S-100	DT-75	RH-4 LC	MTP- 26
Moottorin teho, hv Horsepower of engine	100	75	56	–
Paino, tn – Weight, tn	11,4	7,5	12,4	13,0
Pituus, m – Length, m	4,6	4,6	3,5	10,6
Leveys, m – Width, m	3,3	2,2	3,0	4,8
Telaleveys, cm Width of track, cm	100	67	95	–
Pintapaine, kg/cm ² Ground bearing pressure, kg/cm ²	0,26	0,22	0,19	0,30

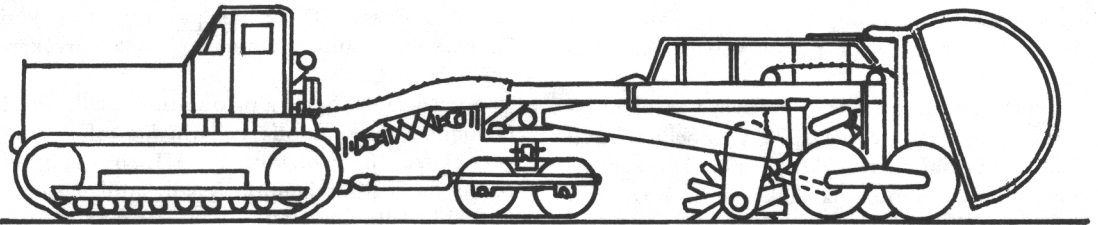
3. KORJUUKALUSTO



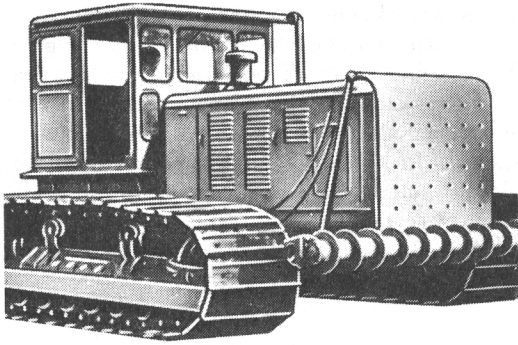
Kuva 4. RH-4 kaivukone.
Fig. 4. RH-4 excavator.

Pallarin kantoharvesterin peruskoneena on länsi-saksalainen RH-4 LC kaivukone (kuva 4). Lisävarusteena siinä on kauhan tilalle asetettava nosto- ja paloittelulaite. MTP-26 kannonnostokone (kuva 5), S-100 (kuva 6) ja DT-75 (kuva 7) telapuskutraktori ovat neuvostoliittolaista valmistetta. Taulukossa 6 esitetään koneiden tekniset tiedot.

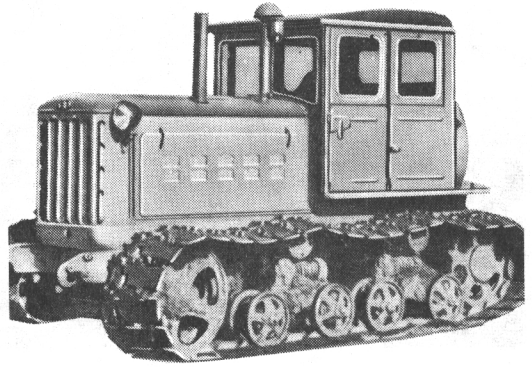
Kanto- ja liekopuun nostoon ja lähikulje-



Kuva 5. MTP-26 kannonnostokone.
Fig. 5. MTP-26 stump extractor.

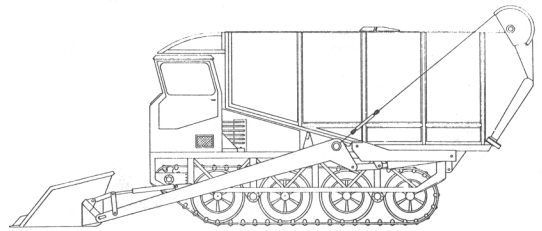


Kuva 6. S-100 telapuskutraktori.
Fig. 6. S-100 crawler tractor.



Kuva 7. DT-75 telapuskutraktori.
Fig. 7. DT-75 crawler tractor.

tukseen on kehitetty myös kotimaisia koneita. Lönnström Oy kehittää hydraulisesti toimivaa kannonnostokonetta. Sitä tulee vetämään saman valmistajan sarjavalmisteinen suokonealusta. Lähikuljetukseen suokonealusta voidaan varustaa suodumpperiksi (kuva 8). Koneilla on ominaista pienempi pintapaine kuin tutkituilla neuvostoliittolaisilla koneilla. Näin ollen ne pystyvät toimimaan kantavuudeltaan heikoimmilla soilla.



Kuva 8. Suodumpperi.
Fig. 8. The bog dumper.

4. TUTKIMUSTULOKSET

41. Kanto- ja liekopuun nostaminen

411. Pintakannot

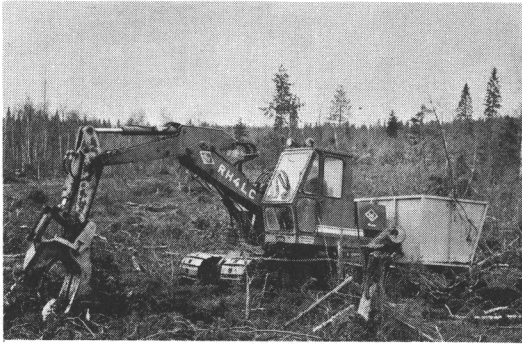
Valmistettaessa polttoturvesoita tuotantokuntoon on pintakannot poistettava ennen muun raivauksen alkua. Pienet kannot voidaan nostaa traktorikaivuriin asennetulla koukulla. Järeiden kannokkojen nostossa tulee kysymykseen Pallarin kantoharvesteri (kuva 10).

Kantoharvesterilla suoritettua pintakantojen nostamista koskevassa tutkimuksessa erotettiin omiksi työvaiheiksi siirtyminen kannon luokse sekä varsinainen irrotus, jonka yhteydessä juurakot asetetaan kasaan kulku-uran varteen.

Kantoharvesteri irrottaa kannot asettamalla

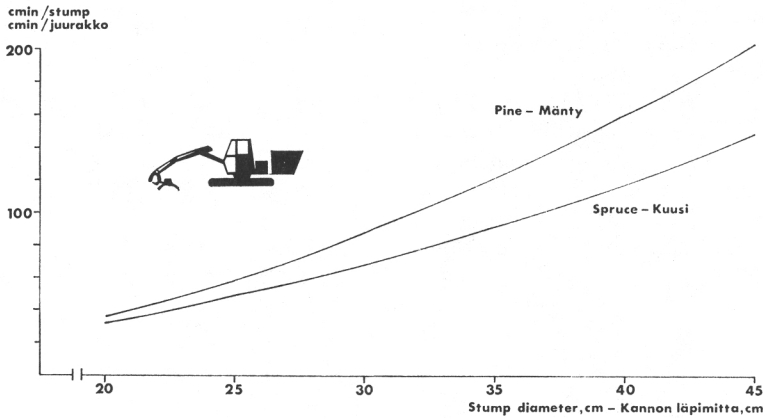


Kuva 9. Yleiskuva polttoturvesuolta.
Fig. 9. A view from a fuel peat bog.



Kuva 10. Pallarin kantoharvesteri juurakoiden nostossa.

Fig. 10. The Pallari Stumparvester extracts stump-root systems.



Kuva 11. Juurakkoa kohti kuluva nostoaika Pallarin kantoharvesterilla kantoläpimitan funktiona.

Fig. 11. Extraction time per stump-root system of the Pallari Stumparvester as a function of stump diameter.

Taulukko 7. Tuntituotos Pallarin kantoharvesterilla suoritettussa kantojen nostossa. Keskeytysten osuus on 10 % tehoajasta.

Table 7. The output per hour of the Stumparvester in extraction. The proportion of delay is 10 % of productive time.

Kannon läpimitta, cm Stump diameter, cm	Tuotos k-m ³ /h Output solid cu.m./h	
	Mänty Pine	Kuusi Spruce
25	5.0	7.3
35	6.0	13.2
45	6.5	16.2

ensin nostokynnet kannon taakse ja liikuttamalla sitten puomia yläviistoon koneeseen päin, jolloin juurakko tai sen osia irtoaa maasta. Männyn kannot sekä pienet kuusen kannot nostetaan yleensä kokonaisina. Suuret kuusen kannot irrotetaan usein sivujuuri kerrallaan. Aikatutkimuksissa saatiin varsinaiselle nostolle seuraavat yhtälöt:

$$R \quad S_{x,y}, \text{ cm}$$

$$\text{Kuusi } Y = 3 + 0.072x^2 \quad 0.748 \quad 53$$

$$\text{Mänty } Y = -6 + 0.103x^2 \quad 0.565 \quad 63$$

jossa Y = nostoaika, cmin/kanto

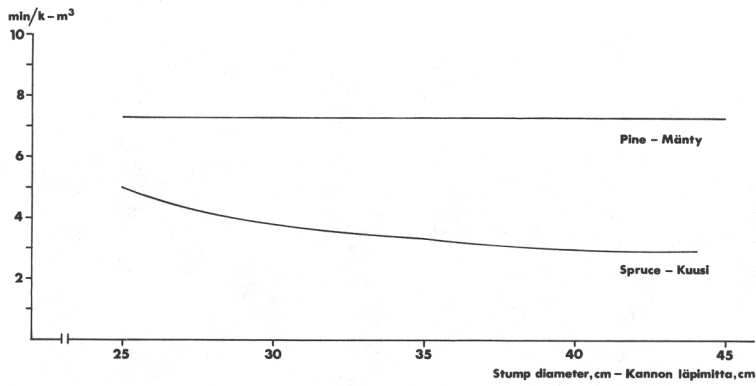
x = kannon läpimitta kuoren päältä, cm

Kuvassa 11 esitetään kantokohtaisen nostoajan ja läpimitan välinen riippuvuus. Kun läpi-

mitta kasvaa 20 cm:stä 40 cm:iin nostoaika pitenee 4–5 kertaiseksi.

Kuvassa 12 on esitetty nostoaika eri läpimitteisillä kannoilla kiintokuutiometriä kohti. Kuusella nostoaika pienenee läpimitan kasvassa. Männyllä sen sijaan nostoaika näytti tutkimusoloissa olevan läpimitasta riippumaton. Puulajien välinen ero selittyy männyn juurakon suuremmasta nostoajasta ja pienemmästä tilavuudesta.

Siirtymämatkojen pituus riippuu kantojen määrästä pinta-alayksikköä kohti. Tutkimuksessa mäntykannokossa keskimääräinen siirtymämatka oli 5 metriä ja siirtymisaika 29 cmin. Kuusikannokossa vastaavat luvut olivat 4 metriä



Kuva 12. Kiintokuutiometriä kohti kuluva nostoaika Pallarin kanto-
harvesterilla.

Fig. 12. Extraction time per solid cu.m. of the Pallari Stump Parvester.

ja 24 cmin. Tuntituotokset, joissa on huomioitu siirtymämatkat, esitetään taulukossa 7.

412. Turpeen sisällä oleva kanto- ja liekopuu

Tutkimuksessa nostettiin liekopuu S-100 telapuskutraktorin vetämällä MTP-26 kannon-nostokoneella (kuva 13). Siinä oli lisälaitteena Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta selvittelevän työryhmän toimesta rakennettu liekopuun esikasaukseen tarkoitettu kauha.

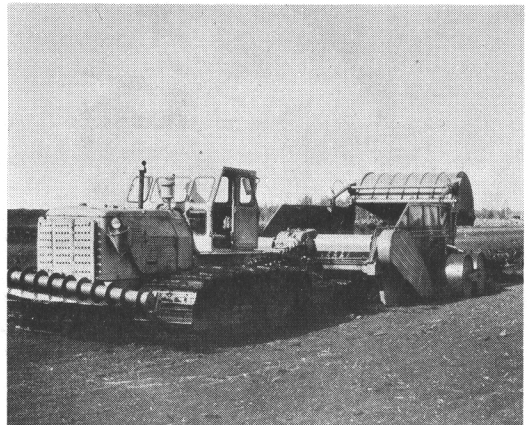
MTP-26:n toimintaperiaate on seuraava: Traktori vetää konetta sarkaa pitkin. Tämän pyörivät nostoelimet nostavat koneen 3 m:n kulkuleveydeltä 25 cm:n pintakerroksesta kanto- ja liekopuu. Nostoelimiä nopeammin pyörivät esipuhdistustelät erottavat turpeen puutavarasta ja heittävät puun koneen perässä olevaan liekokauhaan. Tämä tyhjennetään hydraulisesti kulku-uralle. Tutkimuksessa erotettiin seuraavat työvaiheet:

- varsinainen nostaminen, jossa kone kulkee sarkaa pitkin
- purkamisen, jossa kone tyhjentää liekokauhan sisällön kulku-uralle
- kääntyminen saran päässä.

Varsinaisessa nostamisessa kului liekokauhan täyttämiseen keskimäärin 108 cmin. Tänä aikana kone eteni 15 metriä. Purkamiseen kului vastaavasti 22 cmin, jona aikana kone eteni 3 metriä. Koneen jättämien kanto- ja liekopuukasojen keskimääräinen puuainesisältö oli 465 litraa ja sen hajonta 94 litraa.

MTP-26:lta kului ilman keskeytyksiä 280 cmin yhden kiintokuutiometrin nostamiseen. Tunnissa kone eteni 850 metriä ja nosti 21 kiintokuutiometriä kanto- ja liekopuuta. Keskeytyksiä työhön aiheuttaa saran päässä suoritettava koneen kääntäminen. Tähän kuluva aika riippuu paljolti saran leveydestä ja suon kanta-
vuudesta.

Suon kantoisuuden vaihtelun vaikutusta tuotokseen ei tässä tutkimuksessa voitu selvittää. Koneen kulkunopeus on lähes riippumaton kanto- ja liekopuun määrästä. Kantoisuuden



Kuva 13. S-100 telapuskutraktorin vetämä MTP-26 kannonnostokone.

Fig. 13. MTP-26 stump extractor drawn by a S-100 crawler tractor.



Kuva 14. MTP-26:n nostamia kantokasoja.
Fig. 14. *Stump piles extracted by a MTP-26.*

vähenneminen pienentää pinta-alayksiköltä kertyvää puumäärää ja täten nostotuotosta.

Tutkimuksen yhteydessä selvitettiin MTP-26:n nostamat kanto- ja liekopuumäärät hehtaaria kohti kahdelta eri alueelta (kuva 14). Toiselta suhteellisen vähäkantoiselta alueelta kone nosti 25 cm:n pintakerroksesta hehtaarialta 13 kiintokuutiometriä puuta. Toiselta, varsin runsaskantoiselta alueelta puuta kertyi 86 kiintokuutiota hehtaarialta.



Kuva 15. Kantopuun kuormausta lähikuljetuksessa.
Fig. 15. *Loading the short-distance haulage trailer.*



Kuva 16. Lähikuljetuksessa käytetty peräkärri.
Fig. 16. *The trailer used in short-distance haulage.*

Polttoturvesuolta kerätään vuosittain noin 10 senttimetrin turvekerros. Kantopuu joudutaan siten poistamaan turvekentiltä MTP-26:n tyypillisillä koneilla 2–3 vuoden välein.

MTP-26 soveltuu toimintaperiaatteeltaan hyvin kanto- ja liekopuun nostoon. Sen pahin heikkous on alttius vajota kääntymisvaiheessa. Tämä johtuu koneen suuresta pintapaineesta ja polttoturvesoiden heikosta kantavuudesta.

42. Kanto- ja liekopuun lähikuljetus

Kanto- ja liekopuun lähikuljetus suoritettiin DT-75 telapuskutraktorin vetämällä Turveteollisuusliiton suunnittelemalla 15 kuution superävaunulla (kuvat 15 ja 16). Kantotavara kuormattiin erilliseen DT-75 telapuskutraktoriin asennetulla kattokuormaimella, jossa oli Sinkkilän Konepajan kanto- ja liekopuun kuormaukseen rakentama koura. Tämä mahdollistaa tiiviin otteen saamisen epämääräisen muotoisesta kantopuusta. Mikäli kuljetusta suorittaa samanaikaisesti vain yksi kuljetusyksikkö, lienee tarkoituksenmukaista varustaa se omalla kuormajalla.

Lähikuljetus jaettiin tutkimuksessa kuormaukseen, kuormausajoon, kuormattuna ajoon, purkamiseen sekä tyhjänä ajoon.

Kuormaus käsitti kanto- ja liekopuun siirtämisen MTP-26:n tekemästä kasasta kuormatilaan. Yhden taakan siirtämiseen kuormaan kului keskimäärin 29 cmin. MTP-26:n kasan kuormaukseen tarvittiin keskimäärin 8.3 kou-

Taulukko 8. Ajanmenekki kanto- ja liekopuun lähikuljetuksessa. Keskeytysten osuus 10 % tehoajasta.
Table 8. Time expended in short-distance haulage.

Työvaihe – Element	Ajanmenekki Expenditure of time		
	cmin/k-m ³ cmin/solid cu.m.	cmin/kuorma cmin/load	%
Kuormaus – Loading	516	1 548	56
Kuormausajo – Collecting driving	69	206	8
Kuormattuna ajo (300 m) – Hauling loaded	150	451	16
Purkaminen – Unloading	38	113	4
Tyhjänä ajo (300 m) – Driving empty	150	450	16
Tehotyö – Productive working time	923	2 768	100
Keskeytykset, 10 % – Interruptions, 10 %	92	277	
Työmaa-aika – Work-site time	1 015	3 045	

raisukertaa. Yhden kasan kuormaamiseen kului aikaa näin ollen 240 cmin.

Kuormausajo käsitti valmistautumisen ja siirtymisen kasalta toiselle. Tähän kului keskimäärin 32 cmin, jona aikana kone siirtyi 4 metriä.

Kuormattuna ajossa kannot siirrettiin saralta välivarastolle. Keskimääräinen ajonopeus oli 4 km/h ja ajomatka 220 metriä.

Purkaminen suoritettiin välivarastolla kippaamalla. Tähän kului aikaa valmisteluineen 113 cmin.

Tyhjänä ajossa kuljetusyksikkö palasi välivarastolta kuormattavien kasojen luo. Keskimääräinen ajonopeus oli tyhjänäkin 4 km/h. Ajomatka oli 260 metriä.

Taulukossa 8 on esitetty ajanmenekki kanto- ja liekopuun lähikuljetuksessa. Liekopuun pintoihydeksi 15 kuution peräkärjessä on oletettu 0,2. Tällöin kuorman mahtui kolme kiinto-kuutiometriä puutavaraa.

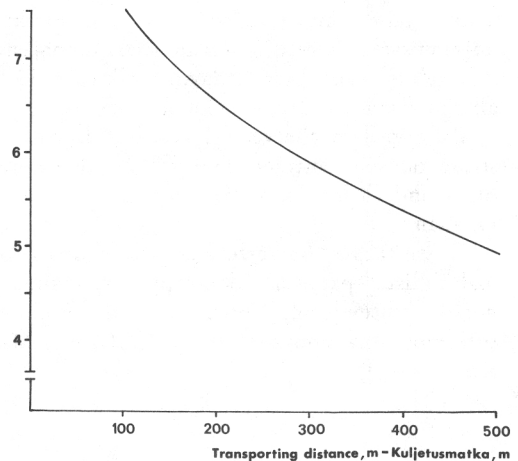
Kuvassa 17 on esitetty kuljetuksen tuotoksen riippuvuus matkasta. Laskentaperusteet ovat samat kuin taulukossa 8. Tuotosta voidaan parantaa esimerkiksi suurentamalla peräkärjyn kuormatilaa, jolloin matkan pituus ei vaikuta niin paljon tuotokseen,

Mikäli kanto- ja liekopuun lähikuljetus suoritetaan tutkitulla yhdistelmällä ns. kuumana ketjuna, jossa MTP-26:n nostama kanto- ja liekopuu siirretään välittömästi noston jälkeen välivarastolle, tarvitaan matkan ollessa 300 metriä 3–4 kuljetusyksikköä.

43. Kanto- ja liekopuun paloittelu

Metsäteollisuuden raaka-aineeksi tarkoitetun kanto- ja liekopuun paloittelu on välttämätöntä viimeistään välivarastolla, sillä paloittelu parantaa ratkaisevasti pintoihyettä kaukokuljetuksessa.

Output solid cu.m/h
Tuotos k-m³/h



Kuva 17. DT-75:llä ja Turveteollisuusliiton peräkärjällä suoritettujen lähikuljetusten tuotoksen riippuvuus matkasta.

Fig. 17. Correlation between the output in short-distance haulage and the transporting distance.



Kuva 18. Pallarin kantoharvesteri paloittelussa.
Fig. 18. The splitting of stump and moor wood by the Pallari Stumpvester.



Kuva 19. Nisulan kantoloukku.
Fig. 19. Nisula Stump Crusher.

431. Paloittelu Pallarin kantoharvesterilla

Polttoturvesuolta kertyvä puutavara kerätään nostamisen jälkeen suuriin kasoihin. Tutkimuksessa paloitteliin tällaisia kasoja väliavarastolla Pallarin kantoharvesterilla (kuva 18).

Työtekniikka oli seuraava: Kone tarttui kassassa olevaan kantoon tai liekoon, siirsi sen puomia kääntäen sivulle ja paloitteli uuteen kasaan keskimäärin 18 litran suuruisiksi paloiksi. Tuotos oli 8,0 kiintokuutiometriä tunnissa, kun keskeytysten oletettiin olevan 10 % tehoajasta. Paloittelun kantokasan tilavuus oli vain 49 % alkuperäisen paloittelemattoman tilavuudesta.

Pallarin kantoharvesteri soveltui hyvin kassoissa olevien kantojen paloitteluun. Sen etuna on mahdollisuus säädellä palakokoa tarpeen mukaan.

Nostettaessa harvesterilla pintakantoja on mahdollista paloitella kantopuu välittömästi noston yhteydessä. Tästä on tehty erillinen tutkimus aikaisemmin (vrt. HAKKILA ja MÄKELÄ 1973).

432. Paloittelu Nisulan kantoloukulla

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta selvittävän työryhmän toimeksiannosta rakennettiin metsät. lis. Pentti Nisulan suunnittelema kantoloukku (kuva 19). Laite toimii mekaanisesti ja saa käyttövoimansa sitä vetävästä maatalous-traktorista. Kantotavara syötetään loukkuun käyttötraktorin katolla olevalla kuorakuormaimella.

Tutkimuksen aikana kantoloukun syöttölaitteisto ei ollut vielä kehittynyt lopulliseen muotoonsa, joten sen todellisista tuloksista saatiin vain suuntaa-antavia tuloksia. Tutkimuksen suorittamisen jälkeen kantoloukkuun on rakennettu uusi syöttölaitteisto, jonka ansiosta koneen teho on oleellisesti kasvanut.

Kantoloukku soveltuu niin pinta- kuin turpeen sisällä olleiden kantojen paloitteluun. Nisulan kantoloukku näyttää alustavien kokeiden perusteella soveltuvan polttoturvesoiden kanto- ja liekopuun paloitteluun erittäin hyvin.

5. JATKOKÄSITTELY

Kanto- ja liekopuun paloittelua seuraa kaukokuljetus. Tämä voidaan suorittaa joko kuorma-autolla tai rautateitse. Rautatiekuljetus on varteen otettava mahdollisuus, sillä useille poltturvesoille johtaa rautatie.

Kuljetuksessa tulee pyrkiä mahdollisimman suureen kuormatilaan, sillä kanto- ja liekopuu painaa irtokuutioilta noin 350–400 kg, joten paino ei aseta suuria rajoituksia kuorman koolle. Kanto- ja liekopuun pinotiheys kaukokuljetuk-

sessä riippuu paljolti paloittelumenetelmästä ja kuormaustavasta. Se vaihtelee todennäköisesti 0.32–0.40:n välillä (vrt. MÄKELÄ 1972).

Kanto- ja liekopuun haketus on mahdollista suorittaa massatehtaan tavanomaisilla terähakkureilla, koska polttoturvesoilta saatavassa puus-

sa ei ole hiekkaa eikä kiviä. Käytännössä liekopuu voidaan hakettaa tehtaan kalustosta riippuen joko erillisellä sahauspätkälinjalla tai runkokuitupuun seassa, jolloin liekopuu voidaan haluttaessa ohjata hakkuriin kuorimarummun kautta.

KIRJALLISUUSLUETTELO

HAKKILA, PENTTI. 1972. Kantopuun käyttöä Yhdysvalloissa. Suomen Puutalous 4/1972.
HAKKILA, PENTTI ja MÄKELÄ, MARKKU. 1973. Harvesting of stump and root wood by the Pallari Stumparvester. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 77.5.
LÖNNBERG, BRUNO. 1973. Seloste 1132. Keskuslaboratorio. Ei julkaistu.
MIKOLA, ILPO. 1962. Turveteollisuuden näköaloja maamme turvevarojen valossa. Suo 6/1961.
MÄKELÄ, MARKKU. 1972. Kanto- ja juuripuun kuljetus. Folia Forestalia 146.

SALMI, MARTTI. 1950. Suomen turvevarat ja niiden käyttö. Geologinen tutkimuslaitos: Geoteknisiä julkaisuja no 50.
SUONINEN, ANTTI. 1970. Suopuun hankinta. Konekirjoite.
Valtion Polttoainekeskus. 1972. Turvetuotannon yhteydessä saatavan kantopuun määrän arvio. Konekirjoite.
WIKSTRÖM, NILS. 1970. Suokantokysymys. Turveteollisuus 5/1970.
WIKSTRÖM, NILS. 1971. Suokantomäärät. Konekirjoite.

- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkién latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralaji-
taulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoiuvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityppiluoituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteraus kuusisaha-
puun teossa.
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkonen: Havusahatukkién latvamuotoluvut erilaisia läpimitalluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkién kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational Utilization of Helsinki's Forests. 4,—.
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—.