

# FOLIA FORESTALIA 73

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1969

---

---

PENTTI KOIVULEHTO

JUURAKOIDEN MAASTA  
IRROITTAMISESTA

---

- N:ot 1—18 on lueltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.  
 Nrs. 1—18 are listed in the publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- 1966 No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.  
 No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.  
 Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.  
 No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.  
 No 22 Eero Paavilainen: Havaintoja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa.  
 Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.  
 No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.  
 Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.  
 No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.  
 Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.  
 No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.  
 Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.  
 No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.  
 Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.  
 No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.  
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.  
 Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.  
 No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiillä: Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.  
 Real estates raw wood utilization survey in Finland in 1964—66.  
 No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.  
 Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.  
 No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.  
 The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.  
 No 32 Metsätilastoa. I Metsävaranto.  
 Forest statistics of Finland. I Forest resources.  
 No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.  
 Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.  
 No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.  
 Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.  
 No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotietoja vuodelta 1966.  
 Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.  
 No 36 Eero Paavilainen — Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.  
 Studies on the capillary rise of water in peat.  
 No 37 Matti Heikinheimo — Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainevarastot talvella 1965/66.  
 Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- 1968 No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftsöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.  
 The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.  
 No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.  
 Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.  
 No 40 Jorma Sainio — Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.  
 Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.  
 No 41 Pentti Rikkonen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.  
 The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.  
 No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.  
 Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.  
 No 43 Eero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta.  
 On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.  
 No 44 Lalli Laine: Kuplamörsky, (Rhizina undulata Fr.), uusi metsän tuhosiemi maassamme.  
 Rhizina undulata Fr., a new forest disease in Finland.  
 No 45 Pentti Koivisto: Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat.

Pentti Koivulehto

JUURAKOIDEN MAASTA IRROITTAMISESTA

On the extraction of stumps and roots

ALKUSANAT

1960-luvun alun raaka-ainepulassa aloittivat eräät sellutehtaat itsenäisesti kokeilla kantojen ja juurakoiden käyttöä sellun raaka-aineena.

Niiden käyttöön liittyvien monien vaikeuksien voittamiseksi otti myös metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosasto k.o. aiheen tutkimusohjelmaansa. Tutkimuksen painopiste kohdistettiin eniten vaikeuksia tuotaneeseen kantojen haketukseen. Samanaikaisesti alettiin hankkia perustietoutta kantojen ja juurakoiden maasta irroittamiseen liittyvistä seikoista.

Tässä auttoi Enso-Gutzeit Osakeyhtiön metsäosaston Imatran piirin suojea suhtautuminen asiaan, mikä teki mahdolliseksi suorittaa kokeet k.o. yhtiön metsissä ja osaksi myös yhtiön kalustolla.

Samalla haluan tässä kiittää kaikkia tutkimuksen hyväksi työskennelleitä, erityisesti Enso-Gutzeit Osakeyhtiön kyseisiä metsänhoitajia. Käsikirjoitukseen ovat tehneet huomioon otettuja korjausehdotuksia professorit VEIJO HEISKANEN ja OLAVI HUIKARI, joita kiitän.

Helsingissä 1969.

Pentti Koivulehto

## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
ALKUSANAT .....	1
SUMMARY .....	3
1. JOHDANTO .....	4
2. MAAHAN JÄÄNEIDEN JUURAKOIDEN IRROITTAMINEN .....	5
21. Juurakoiden maasta irrottamisen kehityksestä .....	5
22. Traktorikaivurin käyttö juurakoiden irroituksessa .....	7
3. PYSTYPUIDEN KAATAMINEN JUURINEEN .....	8
4. YHTEENVETO .....	10
KIRJALLISUUTTA .....	12

## On the extraction of stumps and roots

### SUMMARY

In addition to knots, stump and root wood constitute the only extensive timber reserve for the Finnish fibre industry should supplies of the traditional raw material become insufficient. It is unlikely that higher quality fibre articles can be manufactured from stump and root wood. On the other hand, it has been seen that stumps and roots provide satisfactory, marketable sulphate pulp. There are, however, exceptional difficulties associated with the logging of roots but where such a large amount of raw material is concerned, considerably more attention than hitherto should be given to these in forest technology studies.

This study is connected with the research programme of the Forest Research Institute in Finland, Department of Technology to analyse the use of logging waste. This programme is part of the Nordic forest technology research project being carried out within the framework of the Nordiska Skoarbetsstudiernas Råd. The purpose of this project is to create — partly on that of individual experiments — a general picture of the existing methods for root extraction.

From the point of view of the logging process as a whole, the greatest possibilities would appear to lie with those methods whereby the tree is felled complete with roots and the root section separated from the trunk at the storage or handling plant. Felling by pushing is cheaper than the upturning method, since the disadvantages of the latter are the need for an assistant, the breaking of the hauling wire and the slowness resulting from the fixing, transfer and removal of the wire.

Where light equipment is used, heavier stumps should first be split either by dynamiting or some other means. Larger homogeneous lifting areas are very well suited to the use of heavy clearing tractors and wheeled loaders equipped with suitable equipment for extracting roots.

Only when research results and experience of using heavy equipment to extract roots exist will it be possible to state with more accuracy what equipment and what extraction methods are best suited to the various conditions.

## 1. JOHDANTO

Peltoja raivattaessa ja muissa maansiirto- töissä irroitettuja juurakoita on alkuaan käytetty yksinomaan polttoaineena. Vielä v. 1938 käytti Suomen maaseutuväestö yli 200 000 k-m<sup>3</sup> juurakoita tähän tarkoitukseen (ERKKILÄ 1943). Eri mäntylajien juurakot ovat sopivaa raaka-ainetta myös sysien ja tervan valmistukseen sekä hartsin uuttamiseen (TALVITIE 1924, KAMINSKI 1961, ANDERSON 1954). Vuosien 1943–47 aikana valmistettaessa tervaa nostettiin meillä 825 000 p-m<sup>3</sup> tervaksia (MURTO 1961). Nykyään kantojen ja juurakoiden nosto on miltei olematonta.

Kantojen ja juurakoiden kokonaismääristä ja määristä runkoa kohden on saatavissa seuraavia tietoja.

Maanpäällisen kantopuun osuus rungon tilavuudesta oli ARON (1935) mukaan Etelä-Suomessa männyllä 2.9, kuusella 2.4 ja koivulla 3.3 %.

Maanpäällisen todellisen kannon osuudeksi Etelä-Suomessa VT-männiköistä saa MÄKINEN (1965) 4–6 % runkopuun tilavuudesta. Saman tutkimuksen mukaan koko juurakon, siis kannon ja juurien koko yhteenlaskettu tilavuus oli 15–22 % runkopuun kuutiosta. KAMINSKI (1961) on arvioinut kannon ja juuriston yhteiseksi osuudeksi samoin 15–22 % vastaavasta runkopuun kuutiosta.

Kantojen irrottamista koskevassa yhteisessä julkaisussaan arvioivat CZEREYSKI, GALINSKA ja ROBEL (1965) käyttöön saatavan juurakon olevan 15 % runkopuun kuutiosta. Neuvostoliitossa puita juurineen kaadettaessa mainitaan juurakon tilavuuden olevan runsas 20 % runkopuun tilavuudesta.

ILVESSALON (1965) mukaan vaihtelee juuriston tilavuuden osuus runkopuun tilavuudesta rinnankorkeuslähpimitan mukaan seuraavasti

D <sub>1,3</sub> , cm	–5	5–10	10–20	20+
Juuristo % runkopuusta	62	35	30	22

YOUNG'IN tutkimusten mukaan on eräiden Pohjois-Amerikan lehtipuiden kanto- ja juuripuu kuivapaino 23 % koko puun kuivapainosta

(MÄKINEN 1965). Myös BASKERVILLEN (1966) tutkimusten mukaan *Abies balsamea*-metsikössä juurten kuivapaino on 22–23 % koko puun kuivapainosta.

Vaikka käyttöön saatava osa juurakoista ei tarkkaan vastaisikaan edellä mainittuja osuuksia, on joka tapauksessa kysymys valtavista puumääristä. Vuosittain arvioi MÄKINEN (1965) meillä jäävän metsiin n. 10 milj. m<sup>3</sup> juurakoita, joista n. 10 % eli 1 milj. m<sup>3</sup> avohakkuualoilla.

Näiden raakapuuresservien käyttämättä jäämiseen vaikuttavat sekä ko. puun ominaisuudet että korjuun kustannukset.

Eräs kantojen teollisuuden raaka-aineena käyttöä vaikeuttavista tekijöistä on niiden kuori. Juurakoiden maanpäällisen osan kuori on paksumpaa kuin rungonkuori. Juurakoiden maanalaisessa kuoressa ei esiinny kaarnaakaan niinkuin maanpäällisessä. Liian isojen kaarnakappaleiden poistaminen kantorouheesta lieenee eräs suurimpia vaikeuksia valmistettaessa siitä sellua.

Maasta irroitettussa juurakossa seuraa mukana myös m a a t a ja muita epäpuhtauksia. Näiden määrä riippuu maan laadusta, juuriston muodosta ja juuriston irroitustavasta. Suoriteuissa koepunnituksissa oli Salpausselän harjanteelta nostetuissa 20:ssä männyin juurakossa 54.2 ja vastaavasti 20:ssä kuusen juurakossa 51.7 painoprosenttia hiekkaa ja kiviä senjälkeen, kun ne oli kuljetettu tehtaalle (ALES-TALO 1966). Osa tästä maasta oli juurakon kasvaessa sen eri haarojen väliin jääneitä sellaisia kiviä, joiden poistamiseksi juurakko oli rikottava. Huomattakoon, että turvemaidella ei esiinny tällaista haittaa.

Kannon ja juurien puuaine eroavat toisistaan niin että rungon tyvessä puun tilavuuspaino on suurempi kuin ylempänä rungossa, ja juuripuu tilavuuspaino on pienempi kuin kantopuun tilavuuspaino (JALAVA 1952). TRENDELBURGIN (1939) mainitsema puusolujen pituuden lisääntyminen siirryttäessä kannosta juurenkärkeä kohti ei ole havaittavissa kannoista keitetyn sellumassan lujuusominaisuuksissa.

Kantojen käyttöä teollisuuden raaka-aineeksi vaikeuttaa suuresti niiden saattaminen teollisuudelle sopivaan palakokoon. Hakettamisen vaikeutena on kannoissa olevat kivet ja hiekka ja kannon palasten mutkaisuus. Kantojen lohkeiden murskauksessa on Fransson-rouhimien käyttö osoittautunut edullisemmaksi kuin leikkaavilla terillä hakettaminen (KOIVULEHTO 1966).

Monista kantojen haketukseen liittyvistä vaikeuksista huolimatta olivat parhaiden kannon tyvi- ja juurimassojen lujuusominaisuudet lähellä heikkolaatuisen, mutta kuoritun männyn runkopuusellujen tasoa (ALESTALO, HENTOLA 1966). Neuvostoliitossa ovat kanto- ja juuripuusta saadun sellun lujuusarvot olleet 20–30 %

alemmat runkopuu-selluun verrattuna (METJUSJHINA, AGEJEVA ja SKOVORZOVA 1966). ALESTALON (1966) mukaan varsinaisen kanto-osan sellusaantoa voidaan uutepitaisuus ja kuorimattomuus huomioonottaen pitää runkopuun saannon veroisena. Sen sijaan juuriosa näyttää varsinkin kuusella antavan heikoman saannon kuin runkopuu.

Koska kannoista voidaan siis valmistaa sellua, olisi niiden käyttöönottoa vaikeuttavien seikkojen tutkimiseen kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Nyt julkaistavassa tutkimuksessa pyritään esitutkimuksen luonteisesti selvittämään eräitä kantojen irroituksessa käytettäviä menetelmiä. Kaikki kokeet on suoritettu mineraalimailla.

## 2. MAAHAN JÄÄNEIDEN JUURAKOIDEN IRROITTAMINEN

### 21. Juurakoiden maasta irroittamisen kehityksestä

#### Tarvittava voima

Juurakoiden maasta irroittamiseksi tarvittava voima riippuu puulajista, juurakon tyypistä, sen läpimitasta, maalajista ja juurakon irroitusmenetelmästä. Puolan metsäntutkimuslaitoksessa suoritettujen kokeiden mukaan läpimitaltaan 20–35 cm paksun tuoreen kannon suoraan nostoon vaadittava voima on 70 000–80 000 kg riippuen e.m. tekijästä. Samankokoisen tervaskanon nostoon tarvitaan vastaavasti 1 500–15 000 kg:n voima (FIOLEK 1961).

Neuvostoliitossa kantojen irroituslaitteissa on kokeiltu värähtelevää vibraatiolaitetta. Värähdysliike vähentää juurakon irroittamiseen vaadittavaa voimaa n. 34 % (DEMIN ja SITNIKOV 1964). Vähiten voimaa juurakon irroittamiseen tarvitaan kaadettaessa puu juurineen. Warsovan metsäntutkimuslaitoksen suorittamisissa kokeissa on männynrunkoja hiekkamaassa kolmen metrin korkeudelta nurin työnnettäessä tarvittu eri rinnankorkeusläpimittaisille puille seuraavat voimat; alle –25 cm 2500 kg, 26–30 cm 3500 kg ja 31–40 cm 5250 kg.

#### Nostomenetelmät ja välineet

Juurakoiden maasta irroittamiseksi on käytetty monenlaisia apuvälineitä.

Kannonnosto kiiloilla ja kangilla oli pitkään yleisin nostotapa. Kahden miehen päivätulos

vaihteli 2–5 m<sup>3</sup> kantohalkoja kantojen koosta ja maaperästä riippuen.

Tervanpolton ja hiiltämisen muuttuessa teollisuudeksi vaadittiin yhä suurempien kantomäärien hankkimiseksi tehokkaampia laitteita. TALVITIEN (1924) teoksessa selostetaan yhdeksän erilaista kantojenirrotuskonetta, joiden teho parhaimmillaan oli keskimäärin 30 kantoa päivässä, kun koneen mukana oli kolme miestä ja hevonen.

Vuosisadan alussa otettiin räjähdysaineet avuksi kantoja irroitettaessa. Senjälkeen, kun alettiin käyttää tehdasvalmisteisia kantommeja, muuttui työ myös huomattavasti turvallisemmaksi.

Puolalaisen tutkimuksen mukaan kantojen nosto räjäyttämällä on kallista, vaikka helposti voidaan saavuttaa 500 kannon päivätulos. FIOLEK (1961) suosittelee sitä vain yksinäisten isojen kantojen poistoon. Ilman seikkaperäistä tutkimusta ei ole varmuudella sanottavissa, onko esim. kantojen lohkeaminen räjäytettäessä niin suuriarvoinen etu, että se tekee menetelmän käytön kannattavaksi vielä nykyisin.

Puskutraktoreiden kehittyessä on luonnollisena seurauksena ollut myös niiden käyttö juurakoiden raivaukseen.

Maassamme sodan jälkeen suoritettussa laajassa peltojen raivauksessa on erilaisilla juurakon

irroituslaitteilla varustettujen puskutraktoreiden käyttö ollut tehokasta. Muutamasta tonnista jopa 50 tonnin painoisiin puskutraktoreihin on mahdollisuus asentaa eri tavoin toimivia juurakon irroituslaitteita. Traktorin eteen voidaan asentaa hydraulisesti hallittavia nostokoukkuja ja -teriä, joiden avulla kantoja voidaan irroittaa joko työntämällä tai hydraulisesti nostamalla. Näihin voidaan asentaa myös kantojen lohkomiseen sopivia teriä (CZEREYSKI 1965). Traktoreiden taakse, asennetuilla koukuilla voidaan myös vetää kantoja irti. Tutkimusten mukaan päivätulos on 300–400 juurakkoa. PERSSONSIN (1965) mukaan puskutraktoreiden käyttö onkin osoittautunut vintturia halvemmaksi.

Suurien raivaustraktoreiden taloudellinen käyttö edellyttää suuria yhtenäisiä työmaita, sillä niiden kuljetus työmaalta toiselle vaatii erikoiskalustoa. Mainittakoon myös, että Yhtyneet Paperitehtaat Oy käytti 1960-luvun alussa kantohangolla varustettuja raivaustraktoreita hyvällä menestyksellä juurakoiden irroitukseen.

Raivaustraktoreita nopeammilla pyöräkuormaajilla on sopivilla työvälillä varustettuna hyvät edellytykset juurakoiden irroitukseen. Niiden käyttö on yleistynyt viime vuosien suurilla tietyömailla juuri hyvän liikkuvuuden ja tehokkaan hydraulikan ansiosta. Vastaisuudessa juurakoiden irroitus ja kuljetusta tutkittaessa olisi ehdottomasti kokeiltava myös pyöräkuormaajien eri mallien ja varusteiden soveltuvuutta.

Etsittäessä tehokasta laitetta juurakoiden irrottamiseen tulee nykyaikainen hydraulisesti toimiva kaivinkone myös kuvaan. Viime vuosina voimakkaasti kehittyneen hydraulikan ansiosta ovat sillä varustetut kaivinkoneet nopeita liikkeissään, niiden irroitusvoima on tehokkaasti käytettävissä ja myös niiden siirtymisominaisuudet ovat kehittyneet. Tästä ryhmästä löytyy melkoisella varmuudella sopivia koneita myös kantojen irroitusurakointiin.

Neuvostoliitossa on kokeiltu myös vibraatioliikettä hyväkseen käytettävää juurakonnostolaitetta, jolla 15–25 vuotta aikaisemmin tehdyllä avohakkuualalla päästiin 19 m<sup>3</sup>:n päivätulokseen, kun kantojen läpimitta oli 12–70 cm. Yhden juurakon nostaminen vei siirtymisaikoinen 172 senttiminuuttia. Menetelmän etuna on lisäksi värähtelyn ansiosta tapahtuva maan irtoaminen juurakoista (DEMIN, VASJUKOV ja KUZNETSONA 1968).

Kymmenen viime vuoden aikana on maataloustraktoriin kytkettävä traktorikaivuri lyönyt itsensä läpi metsäojituksessa ja pienemmissä kaivutöissä. Erittäin tarkoituksenmukaisten lisävarusteidensa ansiosta ne ovat hyvin maastokelpoisia. Näitä koneita on maasamme asiantuntija-arvioiden mukaan n. 3 700 kappaletta. Niiden käyttöä kantojen irroituksessa valotetaan tässä tutkimuksessa.

Maatalous- ja metsätraktoreihin on saatavissa myös muita kantojen irroitukseen ja kuljetukseen sopivia laitteita. Tärkeimmät niistä ovat vintturi, etu- ja takakuormaajat ja muut nosto- ja kuormausrakenteet.

Maataloustraktoreiden vintturien tiedetään olevan liian heikkoja isojen kantojen irroituksen em. puolalaisten tutkimusten mukaan. Vinttureiden heikkoutena on lisäksi se, että ne vaativat apumiehen vajeria kuljettamaan. Vintturin käyttö rajoittuneekin lähinnä lohkojen ja pienten kantojen irroitukseen. Vintturia käytettäessä esiintyy lisäksi usein vaikeuksia vajerin lukkolaitteiden irroituksessa niiden tunkeututtua vedon aikana juurakon haarojen väliin.

Isojen, hiekkaisen kantojen kokonaisuena kuormaukseen tarvitaan voimakkaita kuormausrakenteita.

MURRON (1951) mukaan 1940-luvun alussa pystyttiin Ruotsissa 30 hv:n pyörätraktorin ja kolmen miehen avulla 8:ssa tunnissa nostamaan 160 kantoa eli 23 p-m<sup>3</sup>. Erikoisimmista maataloustraktoriin kytketyistä kantojen irroituslaitteista mainittakoon italialaisilla poppeliviljelmillä käytetty Cavaceppilaite (FAO 1968). Siinä on voimakkaan maataloustraktorin perään sijoitettu hydraulikan avulla säädettävä 40–60 cm:n läpimittainen terässylinteri, jonka alareuna on varustettu leikkaavilla hampailla. Pyörivään liikkeeseen saatettu sylinteri leikkaa sivujuuret poikki, kun se lasketaan kannon päälle, jonka jälkeen kanto on helposti irroittavissa. Työsaavutus on n. 250 kantoa päivässä. Samalla periaatteella toimii myös Leva-ceppe-kannonnostolaite (HIPPOLITI 1963).

Erikokoisiin traktoreihin kytketyt kivenraivauskoukut ja aurantapaaiset laitteet saattavat myös soveltua varsinkin vanhempien kantojen raivaukseen.

Kasvavan puun juurakon irrottamiseen on käytetty työntöä traktorin puskurilla runkoon n. 3 m:n korkeudella tai vintturilla vetäen jolloin kaatumisen liike-energia suorittaa osan maasta irrottamisesta.



## 22. Traktorikaivurin käyttö juurakoiden irroituksessa

Metsäntutkimuslaitos suoritti kesällä 1965 tutkimuksia juurakoitten nostamisesta traktorikaivurilla Imatran Ukonniemellä, missä Enso-Gutzeit Osakeyhtiön toimesta n. 6 ha:n suuruinen metsäalue raivattiin taimitarhamaaksi. Paikalla kasvanut n. 100-vuotias männikkö oli harkattu edellisenä keväänä aukeaksi. Silloin paikalle jääneitten tuoreitten kantojen lisäksi alueella oli myös noin viisivuotiaita, kovia männynkantoja sekä vielä vanhempia lahonneita kantoja. Tutkimuspaikka sijaitsi soraharjanteella.

Saman vuoden syksyllä nostettiin Ruokolahden Vääräjärvellä sijainneella avohakkuualueella kuusen juurakoita ajankohtana, jolloin maa oli noin 5 cm:n syvyydeltä jäässä.

Juurakoitten nostoon käytettiin Nuffield-maataloustraktoriin asennettua Hymas 4 Super-traktorikaivuria, jossa kauhan tilalle oli sijoitettu k a k s i h a r a i n e n metsäojituskauhan kiinnityspisteisiin sopiva k a n t o k o u k k u. Kaivurin suoritusarvoista tehdas ilmoittaa kaivuetäisyydeksi 5.10 m, kääntymiskulmaksi 170°, kaivuvoimaksi 2440 kp, vetovoimaksi 3900 kp ja nosto- ja kääntövoimaksi 725 kp.

Kaivurin hydraulikka perustui Hydrecopumppuun teholtaan 103 l/min. kun paine on 130 kp/cm<sup>2</sup>. Puomisynterinin sisäläpimitta oli 115 mm ja muiden hydraulisynterineiden vastaava läpimitta 102 mm.

Koska kysymyksessä olivat ainoastaan alustavat juurakonnostokokeet, joissa pyrittiin löytämään lähinnä ne pääperiaatteet, joita noudattaen tutkimuksia myöhemmin ehkä voitaisiin jatkaa, keskittyttiin aikatutkimusten pääpaino nimenomaan juurakon irroittamistapahtumaan. Siirtyminen juurakolta toiselle sitä vastoin riippuu siinä määrin maaston laadusta, juurakoiden

tiheydestä sekä kaivurista ja sen lisälaitteista, että tämän sinänsä tärkeän työvaiheen tarkempi tutkiminen ei näyttänyt näissä alustavissa koeksissa perustellulta.

Traktorikaivurin siirtymisaikaan laskettiin kuuluvaksi tukijalkojen nostaminen, siirtymisen uuden juurakon luo kaivuasentoon ja tukijalkojen laskeminen takaisin maahan. Ukonniemen työmaalla, jolla traktori oli ilman teloja, tutkittujen 700 siirron keskiaika oli 50 senttiminuuttia. Vääräjärvellä sen sijaan traktori oli varustettu metallisilla täysteloilla. Tällä vaikeakulkuisella työmaalla juurakoita oli verraten harvassa, ja keskimääräiseksi siirtymäajaksi saatiinkin 109 senttiminuuttia.

Suoritetuissa tutkimuksissa ei siis otettu huomioon erilaisia keskeytyksiä, sillä työn kekeiluluonteen vuoksi työrytmi ei voinut saavuttaa sille ominaista jatkuvuutta. Jos otetaan huomioon ainoastaan varsinainen kaivuaika ja siirtymisaika, olisi kahdeksan tunnin vuorossa päästy 300–400 juurakon työtulokseen, kun kannon läpimitta oli 8–9". Läpimitan noustessa 14–15":aan työsaavutus olisi pudonnut 90 juurakkoon. Keskeytykset luonnollisesti pienentävät työtulosta, mutta toisaalta on myös muistettava, että kaivurin kuljettajat eivät olleet perehtyneet kysymyksessä olevaan työhön. Mainitut päivätulokset antavat niin ollen vain karkean arvion käytetyn traktorikaivurin potentiaalisesta tehokkuudesta juurakonnostotyössä.

Suoritetussa tutkimuksessa tehtiin havaintoja eri läpimittaisten kantojen maastairroittamiseen kuluneista ajoista.

Taulukko 1. Juurakon irroittamiseen kulunut aika senttiminuutteina Nuffield-maataloustraktoriin asennettua Hymas 4 Super-traktorikaivuria käytettäessä

Puu- laji	Kantolaji	Kannon läpimitta, tuumaa						Kant- toja, kpl
		6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16+	
		Juurakon irroittamisaika, senttimin.						
Mänty	tuore, terve	31	75	166	293	459	747	131
Mänty	vanha, kova	..	65	86	143	193	302	158
Mänty	tuore, räjäyt.	..	..	91	103	146	197	108
Mänty	vanha, laho	..	52	83	61	157	..	133
Kuusi	tuore, terve	28	39	146	258	454	631	174

Kantojen edullisimmaksi irroitustekniikaksi osoittautui pienempien kantojen kohdalla veto kannon takaa. Kantojen läpimitan kasvaessa helpotti irroitusta kannon vipuaminen ylöspäin kantokoukulla. Silloin kun kantoa ei saatu irtomaan vipuamalla eikä vetämällä, täytyi kantokoukulla yrittää katkoa sivujuuria. Männy kantojen kohdalla tämä usein onnistui vasta kun kannon ympäriltä oli poistettu maata.

Kantojen läpimitan suuret täytyi kantokoukulla poistaa yhä enemmän maata kannon ympäriltä, ja juuri tästä aiheutuivat isojen ja pienten kantojen väliset suuret aikaerot. Kun juurakko saadaan maata kaivamalla ja sivujuuria katkomalla niin paljon irti, että sitä voidaan irti vedettäessä kiertää pysty akselinsa ympäri, irtoa maata siinä määrin juurakosta, että sen pystyy vetämään irti.

Käytettäessä kaivinkonetta kantojen ylösvipuamiseen saadaan kantoon kohdistuva voima suurenmaan siten että kantokoukun kannonpuoleista päätä, siis akselin ja kantokoukun väliä lyhennetään tai vastaavasti vaikuttavan voiman ja akselin väliä pidennetään. Mitä enemmän irroitusvoimaa pystytään kantoon kohdistamaan, sitä helpommin juurakko irtoa joko juurenhaarojen katketessa tai juurenhaarojen ja maan välisen tartunnan ja juurta ympäröivän maan sisäisen kiinnevoiman pettäessä.

Vääräjärven maastossa suoritettussa kuusen kantojen irroituskokeessa muutettiin nostotekniikkaa sillä tavoin, että yritettiin saada kanto nostetuksi osina. Näin säästyttyisiin myöhemmin suoritettavalta lohkomiselta ja saataisiin paremmin irtonainen maata pois kannosta. Pieniä kuusen kantoja yhdestä haarasta vetämällä ne usein lähtivät kokonaisina. Suurimpien kuusen kantojen lohkomiseen ei koneen voima riittänyt. Heikoimmin onnistui lohkominen melko korkealla rinteellä, jossa kuusen juuret olivat syvemmällä kuin rinteiden alla olevassa notkossa. Suurimman kuusen kannon kaivaminen kesti lähes puoli tuntia, jonka jälkeen kaivuri ei enää jaksanut nostaa sitä syntyneestä kuopasta ylös. Kannon lohkeamista auttaa moottorisahalla

kantoon tehty leikkaus. Keskimäärin rikkoutuivat kuusen kannot tutkimuksen aikana hieman yli kahteen (2.2) osaan.

Juurakon irrottamiseen tarvittava aika riippuu voimakkaasti kannon läpimitasta. Tässä tutkimuksessa käytetyltä kaivurilta kului suurimpien juurakoitten irrottamiseen yli 20 kertaa niin pitkä aika kuin 6–7 tuumaisten kantojen irrottaminen. Taulukossa esitetyn aineiston lisäksi nostettiin Ukonniemen työmaalla 733 pienikokoista, tervettä männyn ja kuusen juurakkoa, joitten kannon läpimita oli alle 6 tuumaa. Niitten irrottaminen vaatii keskimäärin 36 senttiminuuttia eli yhtä pitkän ajan kuin 6–7 tuumaisten kantojen irrottaminen.

Pinnalliset kuusen juurakot irtosivat keskimäärin hieman nopeammin kuin männyn. FIOLEK (1961) onkin osoittanut, että juurakon irrottamiseen tarvittava voima on sitä pienempi, mitä suurempia, kapenevampia ja pinnallisempia juuret ovat.

Kun juurakko jätetään maahan muutamaksi vuodeksi, sen irrottamiseen tarvittava voima pienenee huomattavasti (vrt. YAMAZAKI ja YAWATA 1954, FIOLEK 1961, MARINOV ja ANTONOV 1964). Taulukko 1 osoittaa, että järeimpien viisivuotisten männynjuurakoitten nostoaika on ollut vain puolet tuoreitten nostoajasta. Lahot juurakot nousevat vieläkin nopeammin, mutta usein oli kuitenkin vaikeata saada kantokoukulla pitävää tartuntaotetta lahosta puusta.

Tuoreitten juurakoitten irrottamiseen vaadittavaa kaivuriaikaa voidaan oleellisesti supistaa kantojen esiräjätämisen avulla. Kustannussyistä ei kuitenkaan kannata nykyisin menetelmän räjätystä kaikkia juurakoita, mutta se saattaa tulla kysymykseen järeimmillä juurakoilla, joitten irrottaminen käytettävissä olevalla kaivurilla on kohtuuttoman hidasta. Lisäksi on joukossa aina sellaisia juurakoita, jotka esimerkiksi kivien välissä sijaitsevat hyvin vaikeasti kaivurilla irroittavissa.

### 3. PYSTYPUITTEN KAATAMINEN JUURINEEN

Jos juurakon nostotyö yhdistetään puun kaatotapahtumaan, saavutetaan huomattavia etuja. Koko korjuuprosessi nopeutuu ja yksinkertaistuu

organisatorisesti, kun juurakon maasta irrottaminen erillisenä työvaiheena jää pois. Samalla rungossa kiinni olevan juurakon kuljetta-

minen tien varteen tai käsittelypaikalle helpottuu, mikäli käytettävissä on riittävän voimakas juontokalusto. Lisäksi puun runkoa voidaan käyttää vipuvartena juurakkoa irroitettaessa, jolloin voimantarve pienenee oleellisesti.

Kokeissa kiinnitettiin em. syistä erityistä huomiota nimenomaan puitten juurineenkaatoon. Tämän periaatteen pohjalta on kuitenkin mahdollista löytää vain osaratkaisuujuurakon- nosto-ongelmaan, sillä metsissämme jo olevat juurakkovarastot eivät ole nostettavissa näillä keinoilla.

Ensimmäiset kokeet tehtiin Ruokolahden Vääräjärvellä sijainneella avohakkuualueella syksyllä 1965, jolloin maa oli jo routaantunut 10 cm:n syvyydeltä ja maanpinta niinkään 10 cm:n lumikerroksen peitossa. Tutkimuksia suoritettaessa lämpötila oli  $-15^{\circ}\text{C}$  ja tuuli varsin kova. Työskentelyolosuhteet olivat siis vaikeahkot. Aineisto sisälsi 7 mänty- ja 32 kuusirunkoa, joitten tukkiosan tilavuus oli 12 tekn. j<sup>3</sup>.

Puut vedettiin nurin Tree Farmer-metsätraktorin vintturilla vetämällä. Vaijerin pituus oli 30 m ja paksuus 14 mm. Vaijerin päähän oli kiinnitetty liukulukot, joihin oli kytketty Timberjack-metsätraktorin lukoilla varustetut ”hanskat”.

Menetelmässä tarvittiin traktorin kuljettajan lisäksi apumies vaijerin kiinnittämistä, irrottamista ja siirtämistä varten. Työtä aloitettaessa vaijeri kiinnitettiin tikkaita apuna käyttäen kolmen metrin korkeudelle rungossa, mutta myöhemmin havaittiin metsätraktorin voiman riittävän myös 1 1/2–2 metrin korkeudelta tapahtuvaan vetoon.

Kun runko vedetään tai työnnetään juuriin nurin, osa juurista jää helposti maahan kiinni. Tämän estämiseksi voidaan käyttää erilaisia metallitukia, juontovaunua, puupukkia tai vaikkapa vain järeätä pölkkyä, jotka kaatuvan rungon tyven alle jäädessään vipuavat juurakon kokonaan ilmaan (vrt. CZEREYSKI, GALINSKA ja ROBEL 1965). Vastaavanlaista järeätekoista pukkilaitetta kokeiltiin myös käsillä olevassa tutkimuksessa, mutta sen käyttö ei hankalan siirtotyön vuoksi osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi. Sen sijaan päädyttiin työmenetelmään, jossa vintturivetoa jatkettiin vielä puun omaan painoon perustuvan kaatumisen jo lähdettyä alulle. Näin juurakko saatiinkin yleensä helposti irroitetuksi.

Kaatotyön suorittanut metsätraktori juonti kokonaiset puut tyvi edellä 50–100 metrin etäisyydellä sijainneelle varastoalueelle, missä

kannot ensin traktorin odottaessa irroitettiin moottorisahalla rungosta ja karsimattomat rungot sitten siirrettiin varastopaikan toiseen reunaan. Jos juurakko jätettiin runkoon kiinni juontotaakka saattoi kerrallaan sisältää vain yhden suuren tai kaksi pienempää tukkipuuta. Juonnon aikana oksat karsiintuivat suurimmaksi osaksi pois.

Kokeitten aikana työmenetelmää vaihdettiin useaan otteeseen, sillä kysymyksessä oli ensisijaisesti erilaisten vaihtoehtojen käyttökelpoisuuden tunnusteleminen. Täydellisiä aikatutkimuksia ei niin ollen tehty. Mainittakoon kuitenkin, että rungon nurinveto kesti keskimäärin 51 senttiminuuttia. Tämä työvaihe on siis hyvin lyhyt, mutta vaijerin kiinnitys, siirtäminen ja irroitus sen sijaan vaativat paljon pitemmän ajan. Erityisesti nurinvedetyn rungon alle jääneen vaijerin lukon irrottaminen osoittautui hankalaksi, etenkin kun kaatuva runko usein työnsi lukon maan sisään. Välineitä ja menetelmiä on luonnollisesti mahdollisuus kehittää tältä osin. Jos puu juonnetaan samaa kiinnitystä käyttäen suoraan varastopaikalle, jää yksi kiinnitys- ja irroitustapahtuma kokonaan pois työprosessista.

Edellä selostetut kokemukset toistuivat, kun syksyllä 1966 tehtiin vastaava koe Timberjack-metsätraktorilla. Aineisto sisälsi vain kuusi mäntyä, joitten tukkiosan tilavuus oli keskimäärin 15 tekn. j<sup>3</sup>. Työajan jakautuma oli seuraava:

Vaijerin kiinnitys	40 cmin
Nurin veto	30 ”
Vaijerin irroitus	100 ”
Yhteensä	170 cmin

Syksyllä 1966 kokeiltiin mäntyrunkojen nurinvetämistä Ruotsinpyhtäällä Caterpillar D 4-raivaustraktoriin kytketyllä 30 metrin pituisella 14 mm:n vaijerilla. Kysymyksessä oli nyt väljennysmetsikkö, jossa vaijerin siirto rungolta toiselle oli hankalaa. Maasto oli erittäin kivistä, mistä syystä traktori liikkui raivatulla tiemaalla ja kaatoi tielle päin. Aineisto sisälsi 43 järeätä mäntyrunkoa.

Traktorin kuljettaja oli tässäkin tapauksessa tottumaton kysymyksessä olleeseen työhön, mutta työn edistessä myös kuljettajan tekniikka kehittyi. Suurimpien runkojen nurinveto helpottui, kun vetoliike opittiin rytmittämään huojuvan puun tahdissa tapahtuvaksi, niin että latvuksen massaa voitiin käyttää hyväksi nurivedon ratkaisevassa vaiheessa. Puut siis kaadet-

tiin kokeissa juurineen ja juurakko irroitettiin maasta jatkamalla vetoa vielä puun kaatumisen jo alettua. Kuljettajan lisäksi tarvittiin apumies. Keskeytyksiä aiheuttavana tekijänä esiintyi tässäkin kokeessa vetovaijerin katkeileminen.

Tällaisessa työmenetelmässä rungon koko vaikutti nurinvetoaikaan niin vähän, ettei sillä näyttänyt olevan merkitystä kokonaisajan käytön kannalta. Kun tutkituista puista pienimpien, rinnankorkeusläpimitaltaan 8-tuumaisten, nurinvetoon kului keskimäärin 21 senttiminuuttia niin järeimmät, 18-tuumaiset, kaatuivat 39 senttiminuutissa. Kokonaisajankäyttö runkoa kohti oli seuraava:

Työvaihe	Aika, cmin
Vaijerin siirto	62
Vaijerin kiinnitys	42
Nurinveto	37
Vaijerin irroitus	28
<b>Yhteensä</b>	<b>169 cmin</b>

Asetelman perusteella näyttäisi mahdolliselta, että tutkitulla menetelmällä päästäisiin 280 puun päivätulokseen.

Syksyllä 1966 kokeiltiin Ruokolahdella puitten juurineen kaatamista työntämällä. Tutkimus tehtiin siemenpuuasentoon hakatussa männikössä, joka nyt kaadettiin paljaaksi. Maaperä oli savensekaista

moreenia ja kumpuilevaa sekä suurten kivien vuoksi vaikeakulkuista.

Nurintyöntöön käytettiin Allis Chalmers HD6-raivaustraktoria, joka oli varustettu hydraulisesti hallittavalla puskuterällä. Kun terää ei kuitenkaan ollut mahdollista kääntää pystysuunnassa täysin rungon suuntaiseksi, se pyrki painumaan rungon pintapuuhun siten vahingoittaen tukkirungon arvokkainta tyviosaa. Työnnön tapahtuessa puuta rikkoutui varsin usein tuumankin syvyydeltä, millä seikalla saattaa olla jo vaikutusta sahaustuloksen arvoon. Raivaustraktorin puskuterään lienee helposti tehtävissä muutoksia, jotka takaavat puun tyvipään säilymisen vahingoittumattomana.

Kokonaisaineisto käsitti 134 järeätä mäntyä, joitten tukkiosan tilavuus oli 15 tekn.j<sup>3</sup>. Aineistosta poistettiin kuitenkin 8 puuta, joitten keskimääräinen nurintyöntöaika oli osaksi maantien ja osaksi suurten kivien aiheuttaman esteen vuoksi yli 400 cmin. Muitten koepuiden työntämisessä kulunut aika oli seuraava:

D <sub>1.3</sub>	Aika
≤ 14"	24 cmin
> 14"	31 "

Kokonaisia tukkipuita juurineen kaadettaessa työntäminen näyttää siten olevan huomattavasti tehokkaampaa kuin nurinveto vaijerilla.

#### 4. YHTEENVETO

Kanto- ja juuripuu muodostavat oksien ohella ainoan vielä käyttämättömän todella laajan puureservin kuituteollisuutemme perinteellisen raaka-aineen mahdollisesti käydessä riittämättömäksi. Kanto- ja juuripuista tuskin voidaan milloinkaan valmistaa korkealaatuisimpia kuitutuotteita. Toisaalta on kuitenkin osoitettu, että juurista ja kannoista on mahdollista saada tyydyttävää, markkinakelpoista sulfaattisellua. Juurakoitten korjuuseen liittyy kuitenkin poikkeuksellisia vaikeuksia, mutta kun on kysymys näin suuresta raaka-ainemäärästä, tulisi niihin kaikesta huolimatta kohdistaa nykyistä suurempaa huomiota metsäteknologisessa tutkimuksessa.

Käsillä oleva tutkimus liittyy metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston hakkuutähteitten hyväksikäyttöä selvittele-

vään tutkimusohjelmaan, joka on osa Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd-neuvoston puitteissa tapahtuvasta yhteispohjoismaisesta metsäteknologisesta tutkimusprojektista. Tavoitteena on – osaksi kirjallisuuden ja osaksi omissa kokeissa saavutettujen kokemusten perusteella – luoda yleiskuva juurakoitten maasta irroittamiseksi olevista menetelmistä.

Korjuuprosessin kokonaisuuden kannalta näyttävät suurimmat mahdollisuudet olevan menetelmissä, joissa puu kaadetaan juurineen ja juurakko irroitetaan rungosta vasta varastotai käsittelypaikalla. Kaataminen työntämällä on nurinvetämisestä edullisempi, sillä jälkimmäisen varjopuolena on apumiehen tarve, vetovaijerin katkeileminen ja vaijerin kiinnittämisestä, siirtämisestä ja irroittamisesta aiheutuva hitaus.

Kevyttä kalustoa käytettäessä on suurimpia kantoja etukäteen lohkottava joko räjäyttäen tai muilla keinoin. Suurilla yhtenäisillä nostoalueilla on hyvät edellytykset käyttää raskaita rai-vastraktoreita ja pyörökuormaajia, jotka varus-tetaan juurakoiden irroittamiseen sopivin työ-

kaluin. Vasta sitten kun on olemassa tutkimus-tuloksia ja kokemuksia raskaammalla kalustolla suoritetusta juurakoiden irroittamisesta voidaan suuremmalla varmuudella sanoa, mikä kalusto ja mitkä irroitusmenetelmät sopivat parhaiten eri olosuhteisiin.

## KIRJALLISUUTTA

- ALESTALO, AARO ja HENTOLA, YRJÖ. 1966. Sulfaattisellua havupuiden kuorellisista latvuksista, oksista ja kannoista. Paperi ja Puu 48:737-742.
- ANDERSON, ARTHUR, B. 1954. Rosin from Jeffrey Pine Stump Wood. Tappi July 1964 Vol. 37 n:o 7.
- ARO, PAAVO. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Untersuchungen über den Einfluss des Brushhöhen und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchholzes und der Hiebsreste. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 20.4.
- BASKERVILLE, G. L. 1966. Dry-matter production in immature balsam fir stands: roots, lesser vegetation and total stand. Forest Science 12:49-53.
- CZEREYSKI, K., GALINSKA, I. and ROBEL, H. 1965. Rationalization of stump extraction. FAO/ECE/LOG/158.
- DEMIN, K. A., VASJUKOV, V. A. ja KUZNETSOVA, A. I. 1968. Mehanizirovannaja zago-tovka pnevogo osmola. Lesnaja Promyšlennost 5:5-6.
- FAO. 1968. Forestry Equipment Notes. B. 33.62. Mechanical stump extractor.
- FIOLEK, S. 1961. Opory karczowanych pnia-kow przemyslowych przeciw sile o kierunku pionowym. Resistance of stumps to a vertical force in extraction operations. Prace Inst. Bad. Lesn. No. 218:3-28.
- HELANDER, A. BENJ. 1918. Metsänkäyttöoppi. Porvoo.
- HIPPOLITI, G. 1963. Neue Geräte zur Stock-rodung in Pappelbeständen. Die Holzzucht 17:4-5.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1965. Metsänarvioiminen. Helsinki.
- JALAVA, MATTI. 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Helsinki.
- KAMIŃSKI, E. 1961. Swież a karpina sosnowa - nowy surowiec do produkcji celulozy i kalafonii. Pine green stump wood - a new raw material for pulp and rosin production. Sylwan 105:41-49.
- KOIVULEHTO, PENTTI. 1966. Kantojen rou-hinta selluloosateollisuuden raaka-aineeksi. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 83:163-165.
- MARINOV, T. and ANTOV, B. 1964. Investi-gations on the resistance of stumps (to uprooting) and the technology of harvesting resinous stumps. Gorskostop. Nauka, Sofija 1:61-71. (Forestry Abstracts 1966:4050).
- MATJUSJKINA, A. P., AGEJEVA, M. I. ja SKVORZOVA, L. V. 1966. Sulfaattisellu-loosaa männyn kanto- ja juuripuusta (suomen-nos). Bumazhnaja Pramyshlennostj No 12:10-11.
- MEDNIKOV, F. A. ja AKIMOVA, R. A. 1961. Tehnikoekonomiceskie pokazateli po perera-botke svezego osmola kanifolno-ekstrakcion-nom proizvodstve. Lesn. Z., Arhangel'sk 4 (5):160-164. (Forestry Abstracts 1962:6026).
- MURTO, JAAKKO, O. 1951. Mäntypuumme pihka voiteluöljyn raaka-aineena. Helsinki.
- MÄKINEN, VEIKKO, O. 1965. Männyn juura-koiden kuutiomäärästä ja sen osuudesta vas-taavan runkopuun kuutiomäärään. Metsäta-loudellinen Aikakauslehti 82:
- PERSOONS, E. 1965. Costs of clearing land followed by soil amelioration. Agricultura, Louvain 13 (1). (Forestry Abstracts 1966:6003).
- TALVITIE, Y. 1924. Puun hiilto ja hartsin valmistus. Porvoo.
- TIIHONEN, PAAVO. 1966. Puutavaralajitaulu-kot. Folia Forestalia 19.
- TRENDELENBURG, R. 1939. Das Holz als Rohstoff. München.
- YAMAZAKI, F., YAWATA, T., et al. 1954. Research on stump pulling (third to sixth reports). Journal. Agricultural Engineering Society of Japan, Tokyo 21:75-101 ja 369-379, 22:1-14. (Forestry Abstracts 1955).

- Birch resources in Forestry Board Districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi.
- No 46 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1966, ennakkotietoja vuodelta 1967 ja ennuste vuodelle 1968.  
Wood utilization in Finland in 1966, preliminary data for 1967 and forecast for 1968.
- No 47 Metsätilastoa 1950—67.  
Forest Statistics of Finland 1950—67.
- No 48 Tarmo Peltomäki ja Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus.  
Specific consumption of thermal energy utilized by real estates.
- No 49 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1953—66.  
Forest balance of Finland in 1953—66.
- No 50 Kalevi Asikainen: Tasausvara ja sahatavaran tasaus.  
On the trimming allowance and trimming.
- No 51 Teuri J. Salminen: Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.  
On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark.
- No 52 Olli Makkonen: Paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön minimiläpimitan ollessa 5 cm.  
On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm.
- No 53 Simo Poso, Christian Keil and Tapani Honkanen: Comparison of film-scale combinations in examining some stand characteristics from aerial photographs.  
Eri filmi-mittakaavayhdistelmät eräiden metsikkötunnusten ilmakuvatulkinna.
- No 54 Pertti Veckman: Suomen piensahat vuosina 1965 ja 1967.  
Small sawmills in Finland in 1965 and 1967.
- No 55 Kimmo Paarlahti ja Kalevi Karsisto: Koetuloksia kaliummetafosfaatin, raakafosfaatin, hienofosfaatin ja superfosfaatin käyttökelpoisuudesta suometsien lannoituksessa.  
On the usability of potassium metaphosphate, raw phosphate, rock phosphate and superphosphate in fertilizing peatland forests.
- 1969 No 56 Terho Huttunen: Länsi-Suomen havusahatukkien koko ja laatu vuonna 1966.  
The size and quality of coniferous sawlogs in western Finland in 1966.
- No 57 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista.  
Skogsforskningsinstitutets beslut beträffande omvandlingskoefficienterna och kuberings-tabellerna, som används vid virkesmätning.
- No 58 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu.
- No 59 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot.
- No 60 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi.
- No 61 Matti Aitolahdi ja Olavi Huikari: Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu.  
Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators.
- No 62 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan metsävarat vuonna 1968.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968.
- No 63 Arno Uusvaara: Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957—65.  
Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957—65.
- No 64 Timo Kurkela: Haavanruosteeseen esiintymisestä Lapissa.  
Leaf rust on aspen in Finnish Lapland.
- No 65 Heikki Ravela: Metsärunko-ojien mitoitus.  
Dimensioning of forest main ditches.
- No 66 Matti Palo: Regression models for estimating solid wood content of roundwood lots.
- No 67 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1967—69.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1967—69.
- No 68 Lauri Heikinheimo, Seppo Paananen ja Hannu Vehviläinen: Stumpage and contract prices of pulpwood in Norway, Sweden and Finland in the felling seasons 1958/59—1968/69 and 1969/70.
- No 69 U. Rummukainen ja E. Tanskanen: Vesapistooli ja sen käyttö.  
A new brush-killing tool and its use.
- No 70 Metsätilastollinen vuosikirja 1968.  
Yearbook of forest statistics 1968.
- No 71 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot.
- No 72 Olli Makkonen—Pertti Harstela: Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa.
- No 73 Pentti Koivulehto: Juurakoiden maasta irrottamisesta.
- No 74 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Etelä-Suomessa.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

