METSÄTEHON
TIEDOTUS
METSÄTEHO REPORT

332

Kanto- ja juuripuun korjuu

HARVESTING OF STUMP
AND ROOT WOOD

PENTTI HAKKILA

HELSINKI 1974

Metsätehon tiedotus — Metsäteho Report 332

M E T S Ä T E H O

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n metsätyöntutkimusosasto
Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish Forest Industries

K A N T O - J A J U U R I P U U N K O R J U U

Harvesting of Stump and Root Wood

Yhteenveto Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta tutkineen työryhmän toiminnasta vuosina 1970—1974

Pentti Hakkila

METSÄTEHO, Rauhankatu 15, 00170 HELSINKI 17

SISÄLLYS
Contents

	Sivu Page
ALKUSANAT	3
TIIVISTELMÄ	4
1 JOHDANTO	5
2 TYÖRYHMÄN TAVOITE	5
3 TUTKIMUKSEN RAHOITUS	5
4 KANTO- JA JUURIPUUN MÄÄRÄ	6
4.1 Tuore kanto- ja juuripuu	6
4.2 Polttoturvesoitten kanto- ja liekopuu	7
5 LAITEKEHITTELY- JA KOKEILUOHJELMA	8
6 KORJUUKETJUT	9
6.1 Kantoharvesteriin perustuvat korjuuketjut	9
6.2 Erilliseen paloittelukoneeseen perustuva korjuuketju	13
6.3 Polttoturvesoitten liekopuun korjuuketju	15
7 KORJUUKUSTANNUKSET	15
KIRJALLISUUTTA — References	17
Summary in English	18

Oy Kirjapaino F.G. Lönnberg, Helsinki 1974 ISBN 951-673-022-1

ALKUSANAT

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto asetti vuonna 1970 kaksi työryhmää tutkimaan ja kehittämään kanto- ja juuripuun korjuun teknologiaa ja prosessitekniikkaa. Prosessitekniikkaa tutkinut tehdaspään ryhmä sai työnsä päätökseen vuonna 1972 ja julkaisi loppuraporttinsa samana vuonna. Korjuuteknologiaa tutkinut ja kehittänyt metsäpään työryhmä, jonka puheenjohtajana toimi aluksi professori V e i j o H e i s k a n e n ja sen jälkeen professori P e n t t i H a k k i l a, sai työnsä päätökseen vuoden 1973 lopulla, ja yhteenveto tuloksista valmistui keväällä 1974.

Asetettujen työryhmien koordinoijana toimi metsäneuvos O l a v i L i n n a m i e s Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitosta ja hänen kuolemansa jälkeen metsänhoitaja Y r j ö H a s s i. Kone- ja laitekehittelyn osalta metsäpään työryhmän työtä valvoi Teollisuuden Kantotoimikunta, jonka puheenjohtajana toimi metsäpäällikkö H a n n u S a a r i n e n Yhtyneet Paperitehtaat Oy:stä.

Kone- ja laitekehittelyä rahoittivat kauppa- ja teollisuusministeriö, Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ja kehittämistyöhön osallistuneet metsäteollisuusyritykset. Varsinaisen tutkimustyön kustannukset maksettiin pääosin Metsäntutkimuslaitoksen ja osin Metsätehon varoista.

Koska pääosa metsäpään tuloksista on julkaistu erillisinä osina ja yhteenvetoraportti on pienen painosmäärän vuoksi jäänyt suhteellisen suppean piirin käyttöön, Metsäteho on katsonut aiheelliseksi saattaa metsäpään tulokset tiedotussarjassaan laajempaan tietoisuuteen. Tämän tiedotuksen käsikirjoituksen on laatinut professori P e n t t i H a k k i l a. Hänelle esitämme kiitoksemme.

METSÄTEHO

TIIVISTELMÄ

Julkaisu on yhteenveto Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton asettaman kanto- ja juuripuun korjuuta tutkineen metsäpään työryhmän toiminnan tuloksista vuosilta 1970–1974.

Kanto- ja juuripuun määrä

Suomen vuotuisissa hakkuissa jää metsään tähteeksi noin 10 milj. m^3 kanto- ja juuripuuta, joka kokonaisuudessaan on potentiaalista sulfaattimassan raaka-ainetta. Tästä on teknisesti korjuukelpoista kuitenkin ainoastaan pieni osa.

Käytännössä voi korjuu tulla kysymykseen vain uudistushakkuitten yhteydessä, lähinnä avo- ja siemenpuuhakkuualoilla, joilla niilläkin on rajoituttava tukkipuitten juurakoihin. Työmaan vähimmäiskooksi edellytetään 300 m^3 tukkipuurunkoja eli 60 m^3 kanto- ja juuripuuta.

Ottaen vielä huomioon kivisyyden ja luontaisen taimettumisen asettamat rajoitukset sekä 10 %:n hukkapuuosuus, arvioidaan teknisesti korjuukelpoiseksi 1.0...1.5 milj. mäntykuitupuukiintokuutiometriä vastaava kanto- ja juuripuumäärä. Pelkkään sulfaattimassateollisuuteen ohjattuna se merkitsisi 10 %:n raaka-ainelisää. Riippuu kuitenkin lopulta hintasuhteista ja metsänomistajakunnan asenteista, miten suuri osa teknisesti korjuukelpoisesta kanto- ja juuripuusta on käytännössä teollisuudelle saatavissa.

Edellisen lisäksi nostetaan polttoturvetyömailta sulfaattimassan valmistukseen kelvollista kanto- ja liekopuuta, jonka määrä kasvaa voimakkaasti kuluvalla vuosikymmenellä. Sen etuja ovat kivien, hiekan ja kuoren puuttuminen sekä suuret keskitetyt työmaat, jotka yleensä sijaitsevat rautatieyhteyksien tuntumassa. Valtiovallan energiakriisin jälkeen asettama polttoturpeen tuotantotavoite, 20 milj. m^3 vuonna 1980, merkitsee toteutuessaan lisäksi 400 000 m^3:n liekopuumäärän nostamista vuosittain.

Korjuumenetelmät

Toimintavarmat ja kustannuksiltaan edullisimmat korjuuketjut rakentuvat Pallarin kantoharvesterin ympärille. Kaivukoneen päälle rakennettu harvesteri suorittaa juurakon irrottamisen, karkean puhdistamisen, paloittelun sekä esikasauksen tai lähikuljetuksen. Lyhyillä matkoilla lähikuljetus tapahtuu harvesteriin kytketyllä kipattavalla 15...20 m^3:n peräkärryllä, mutta yli 250...300 m:n etäisyyksillä käytetään kourakuormaimella varustettua kuormatraktoria.

Kantoharvesterin tuotos ja korjuukustannukset vaihtelevat puulajin, juurakon ja leimikon koon, maaperän, kuljetusmatkan ja koneen siirtojen mukaan. Keskimääräisessä leimikossa on tuntituotos ilman lähikuljetusta kuusen juurakoilla yli 2 m^3:n, mutta männyllä tuotos jää mainitun rajan alle (taulukko 1, s. 12). Jos esimerkiksi kannon kuorellinen läpimitta on 35 cm ja ajomatka 300 m, ovat kangasmaalta korjatun, paloitellun kanto- ja juuripuun tienvarsikustannukset ilman kantohintaa ja yleiskustannuksia kesällä 1974 kuusella 38 ja männyllä 52 mk/m^3 (taulukko 2, s. 15).

Kantoharvesterin käyttö rajoittuu erillistä paloittelutyötä lukuun ottamatta sulan maan kauteen. Laaja korjuutoiminta sitoo niin ollen lukuisia koneyksiköitä, joitten työllistäminen on vaikeata talvikaudella. Tilanne helpottuu, kun harvesteriketjun rinnalla käytetään menetelmää, jossa irrottaminen tapahtuu kesäaikana pyöräkuormaajalla ja paloittelu välivarastolla talvikaudella harvesterilla. Välivarastopaloitteluun on kehitetty myös prototyyppilaite, Nisulan kantoloukku.

Polttoturvesoilla liekopuun korjuu tapahtuu erikoiskalustolla. Nosto suoritetaan telatraktorin vetämällä, esikasauskauhalla varutetulla MTP-26-kannonnostokoneella. Lähikuljetuksessa käytetään telatraktoria ja peräkärryä. Kuormaukseen soveltuu mm. Sinkkilän koura. Paloittelu voidaan suorittaa harvesterilla tai kantoloukulla, josta kuormaus voidaan järjestää automaattisesti elevaattorilla vaihtolavalle.

1 JOHDANTO

Metsäteollisuuden, erityisesti sulfaattimassateollisuuden raaka-ainetilanteen kiristyessä alettiin 1960-luvulla kiinnittää huomiota hakkuutähteiden käyttömahdollisuuksiin. Eräät yhtiöt, lähinnä Yhtyneet Paperitehtaat Oy ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiö, sekä Metsäntutkimuslaitos sisällyttivät kehitysohjelmiinsa kanto- ja juuripuun hyväksikäyttöön tähdänneitä tutkimuksia. Vuosikymmenen lopulla myös Kemi Oy ja Oulu Osakeyhtiö ryhtyivät selvittämään kanto- ja juuripuun käyttömahdollisuuksia, ja Metsäntutkimuslaitoksen johdolla pantiin alulle yhteispohjoismainen hakkuutähdeprojekti.

Edessä oli kuitenkin niin mittava tehtävä, että käytettävissä olleet rahoitusmahdollisuudet ja tutkijavoimat eivät hajanaisiksi jakautuneina näyttäneet riittävän asetetun päämäärän saavuttamiseksi. Tämän vuoksi Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto kutsui tammikuussa 1970 koolle kokouksen, jonka tuloksena eri tahoilla käyntiin saatetut, kanto- ja juuripuun hyväksikäyttöön tähtäävät tutkimusohjelmat päätettiin koordinoida kahden työryhmän puitteissa.

Dipl.ins. Juhani Kallan johtama *tehdaspään kantoryhmä* sai työnsä päätökseen syksyllä 1972. Tuolloin jaettiin rahoitukseen osallistuneille 250-sivuinen raportti Kantojen käyttö sulfaattiselluloosan raaka-aineena (ISOTALO 1972).

Käsillä oleva yhteenveto on tiivistetty esitys *metsäpään kantoryhmän* työn tuloksista. Se pyrkii antamaan kuvan projektin kulusta sekä kanto- ja juuripuun korjuumahdollisuuksista työryhmän saatettua tehtävänsä ohjelman mukaisena päätökseen kesäkuussa 1974. Kehitys- ja tutkimustyön yksityiskohtaiset tulokset on esitetty lukuisissa julkaisuissa, joista tärkeimmät on mainittu tämän yhteenvedon lopussa.

2 TYÖRYHMÄN TAVOITE

Metsäteollisuuden Keskusliiton asettamien ryhmien työnjaossa tehdaspään pääasialliseksi tavoitteeksi tuli selvittää, miten puhdasta ja minkälaatuista haketta tai mursketta kannoista ja juurista on mahdollista valmistaa nykyään käytettävissä olevin teknisin laittein, sekä etsiä tarkoitukseen parhaiten soveltuva laitteisto. Ohjelmaan sisältyi lisäksi laboratorio- ja puoliteknisen mittakaavan keittoja sekä tehdassulfaattikeitto. Pääosa kokeista tehtiin Kemin kannonkäsittelyasemalla.

Metsäpään työryhmän tärkeimmät tehtävät olivat vastaavasti seuraavat.

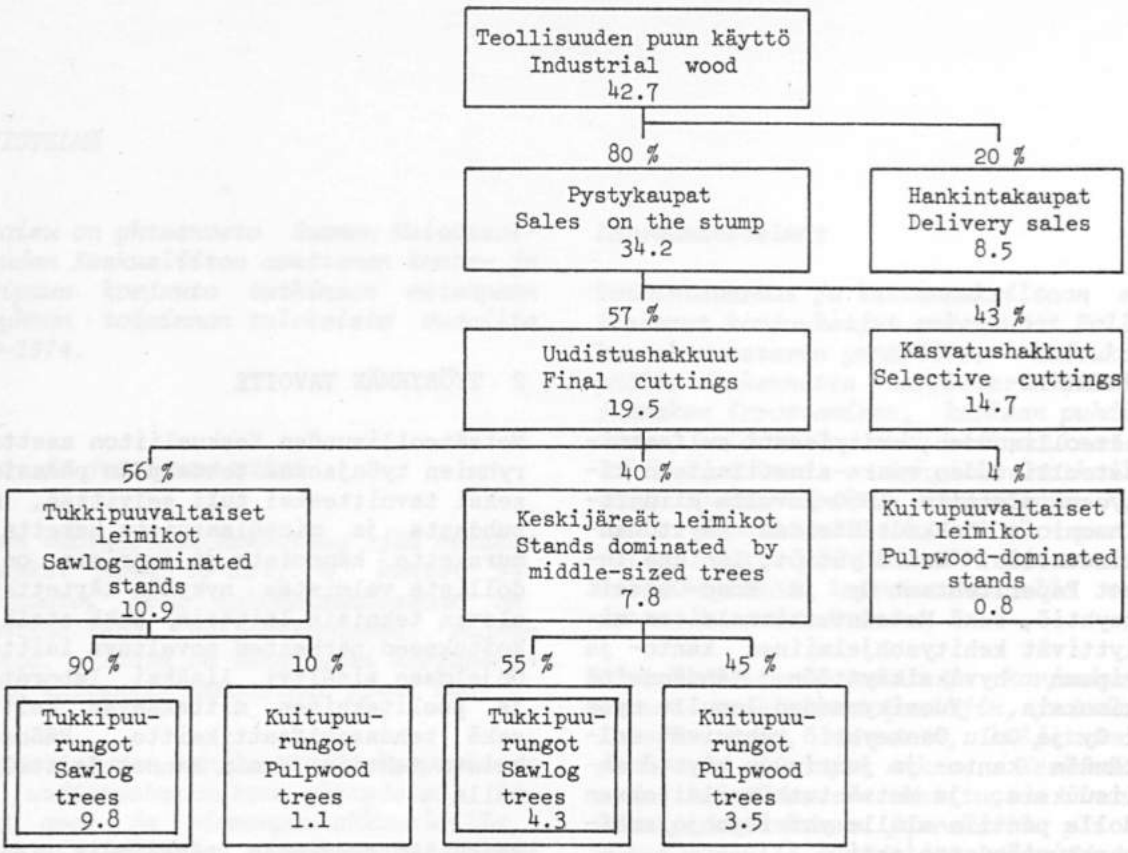
- Selvittää korjattavissa olevan kanto- ja juuripuun määrä.

- Kehittää kanto- ja juuripuulle käyttökelpoinen, toimintavarma ja taloudellinen korjuumenetelmä. Tehdaspään alkuperäisen ohjeen mukaan toivottiin tavaran lähinnä hakkurilaitteiston mitoituksen vuoksi saapuvan tehtaalle paloina, joitten suurin läpimitta on 30 cm ja suurin pituus 60 cm. Alle 5 cm:n paksuisen juuripuun mukaan tuloa ei sen kemiallisen koostumuksen, kuoriprosentin ja epäpuhtauksien suuren määrän vuoksi pidetty suotavana.

- Toimittaa tehdaspään kokeissa tarvittava raaka-aine Kemi Oy:n tehdasvarastolle rakennettuun koetehtaaseen.

3 TUTKIMUKSEN RAHOITUS

Kun tehdaspään ryhmässä rajoituttiin lähinnä markkinoilla jo olevien laitteiden kokeiluun, metsäpään työssä sitä vastoin kiinnitettiin päähuomio uusien koneitten ja niitten työmenetelmien kehittelyyn. Ohjelma rahoitettiin tältä osin kauppa-



Kuva 1. Kanto- ja juuripuun korjuutyömaina kysymykseen tulevien tukkipuuhakkuitten arvioitu määrä miljoonina kiintokuutiometreinä vuonna 1980

Fig. 1. Estimated total of sawlog cutting operations that come into question as stump and root wood harvesting work sites, in million solid cu.m in 1980

ja teollisuusministeriön ja Metsätehon välisillä tutkimussopimuksilla siten, että KTM maksoi puolet ja metsäteollisuus toisen puolen.

Varsinaiset tutkimuskustannukset rahoitettiin pääasiallisesti Metsäntutkimuslaitokselle yhteispohjoismaisiin hakkuutähdetutkimuksiin myönnetyillä määrärahoilla. Myös Metsätehon tutkimusvaroja käytettiin ohjelman toteuttamiseen.

Työryhmässä olivat edustettuina seuraavat yhtiöt ja tutkimuslaitokset: Enso-Gutzeit Osakeyhtiö, Kemi Oy, Oy Keskuslaboratorio Ab, Metsähallitus, Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho, Oulu Osakeyhtiö, Oy W. Rosenlew Ab, Oy Wilh. Schauman Ab, Tehdaspuu Oy, Vapo ja Yhtyneet Paperitehtaat Oy.

4 KANTO- JA JUURIPUUN MÄÄRÄ

4.1 Tuore kanto- ja juuripuu

Koska kanto- ja juuripuun käytön yleistyminen vie parhaassakin tapauksessa useita vuosia, kohdistetaan arviot saatavilla olevista raaka-ainemääristä vuoteen 1980. Laskelmat perustuvat Metsäntutkimuslaitoksen kantopuun määrää koskeviin tutkimuksiin (HAKKILA 1972), Metsätehon 1970-luvun puunkorjuuennusteeseen (RYSÄ — SAVOLAINEN — VÄISÄNEN 1972) sekä Metsätilastolliseen vuosikirjaan (Folia Forestalia 195).

Laskelmissa on edellytetty teknisesti korjuukelpoisen kantoleimikon sijaitsevan teollisuuden tai metsähallituksen toimesta

korjattavalla uudistushakkuualalla. Uudistushakkuisiin luetaan myös siemen- ja suojuspuuasentoonhakkuut, joista viimeksi mainittujen saanti kantopuun korjuutyömaiksi tuottanee elävien puitten vaurioitumisvaaran vuoksi kuitenkin vaikeuksia. Koska on käytettävä raskaita koneita ja koska jokainen juurakko joudutaan käsittelemään erillisenä yksikkönä, tulevat kustannussyistä vain tukkipuitten juurakot kysymykseen. Hankintakauppojen piiriin jäävistä uudistushakkuualoista lienee kanto- ja juuripuun korjuuseen kelvollisia lähinnä pienen kokonsa vuoksi vain varsin vähäinen osa.

Mainitut edellytykset täyttäviä tukkipuurunkoja lasketaan korjattavan vuonna 1980 uudistushakkuualoilta yhteensä 14.1 milj. m^3 (Kuva 1, s. 6). Koneellisina kannonkorjuutyömaina tulevat kysymykseen kuitenkin vain hakkuualat, joilta on korjattu vähintään 300 m^3 tukkipuurunkoja. Kun tätä pienemmät leimikot vähennetään pois, arvioidaan edellisestä jäävän jäljelle 75 % eli 10.6 milj. m^3. Edelleen on vielä hylättävä kivisyyden vuoksi vaikeasti korjattavat kannokot, jolloin arvioidaan lopulta jäävän jäljelle 75 % edellisestä eli 7.9 milj. m^3.

Kun läpimitaltaan alle 5 cm:n paksuiset juurenosat jätetään pois, on kanto- ja juuripuun määrä tukkipuilla keskimäärin 23 % kantoleikkauksen yläpuolella olevan rungonosan kuiva-aineesta. Edellä mainitusta 7.9 milj. runkopuukiintokuutiometristä saatava käyttökelpoinen kanto- ja juuripuumäärä vastaa siten 1.8 milj. kiintokuutiometrin raaka-ainemäärää mäntykuitupuuksi muunnettuna. Juurakoitten puuaineen korkean tiheyden vuoksi todellinen tilavuus on tosin vain 1.6 milj. m^3, mutta raaka-ainemäärä vastaa siis 1.8 milj. m^3:ä mäntykuitupuuta.

Luontainen taimettuminen tulee jonkin verran pienentämään mainittua lukua, sillä luontaisesti syntyneen, riittäväksi katsottavan taimiaineksen säilyttäminen asettunee metsänomistajan kannalta kanto- ja juuripuun korjuun edelle. Myös on otettava huomioon, että kannonkorjuutyössä jää teknisesti korjuukelpoisesta tavarasta 10 % tähteeksi. Lopullinen teollisuudelle vuosittain saatavissa oleva puumäärä vastannee niin ollen 1.0...1.5 milj. m^3:ä mäntykuitupuuta. Kuinka paljon tästä teknisesti korjuukelpoisesta kanto- ja juuripuusta on sitten käytännössä talteen otettavissa, riippuu lopulta hintasuhteista, metsänomistajakunnan asenteista ja muista tekijöistä.

Vertailuna esitetään alla massateollisuuden puunkäyttö vuonna 1972 (Metsätilastollinen vuosikirja 1972). Voidaan todeta, että kaikkiaan on kysymyksessä suuruusluokaltaan 5 %:n lisäraaka-ainemäärä massateollisuutemme nykyiseen puunkäyttöön. Ohjattuna yksinomaan sulfaattimassateollisuuteen, jonka käyttöön kanto- ja juuripuu sekä teknisistä että taloudellisista syistä ensisijaisesti soveltuu, voisi tuore kanto- ja juuripuu tuottaa vuosittain noin 10 %:n lisäraaka-ainemäärän ko. teollisuuteen.

	Sulfaatti-massa-teollisuus	Koko massa-teollisuus
	milj. m^3 v. 1972	
Raakapuu	8.57	19.78
Liekopuu	0.03	0.03
Pystykuiva puu	0.19	0.20
Teollisuuden jätepuu		
Hake	2.33	3.16
Sahanpuru	0.47	0.67
Muu jäte	0.16	0.16
Ulkomainen raakapuu	1.40	2.03
Ulkomainen jätepuu	0.45	0.45
Yhteensä	13.60	26.48

4.2 Polttoturvesoitten kanto- ja liekopuu

Hakkuutyömaitten tuoreen kanto- ja juuripuun lisäksi saadaan polttoturvetyömailta kivetöntä kanto- ja liekopuuta, jonka määrä kasvaa voimakkaasti kuluvalla vuosikymmenellä. Myös tämä, iältään usein satoja vuosia vanha puuaines on osoittautunut käyttökelpoiseksi sulfaattimassan raaka-aineeksi. Tuoreeseen kanto- ja juuripuuhun verrattuna sen etuja ovat kivien, hiekan ja kuoren puuttuminen sekä suuret keskitetyt työmaat, jotka yleensä sijaitsevat rautatieyhteyksien tuntumassa.

Laskelma polttoturvesoilta saatavasta kanto- ja liekopuusta perustuu valtiovalvan aikaisempaan tavoitteeseen, jonka mukaan polttoturpeen vuosituotanto nostetaan 10 milj. m^3:iin vuoteen 1980 mennessä (Valtion Polttoainekeskus 1972). Turpeennostoaloja tuotantokuntoon raivattaessa kertyvä puu koostuu pääasiassa

Kuva 2. Laahustraktorin perään sijoitettu juurakon irrottamisen prototyyppilaite. — Kaikki valok. Metsäntutkimuslaitos

Fig. 2. Prototype device for extraction of the stump-root system; placed behind a skidder. — All photographs by the Finnish Forest Research Institute

Kuva 3. Pyöräkuormaajaan sijoitettu juurakon irrottamisen prototyyppilaite

Fig. 3. Prototype device for extraction of the stump-root system; mounted on a wheel loader

suon pinnalla olevista juurakoista, kun taas varsinaisen turvetuotannon yhteydessä saatava puu on suon sisältä nostettavaa liekopuuta.

	Vuosi			
	1974	1976	1978	1980
	Arvioitu puumäärä, m^3			
Tuotannosta syntyvää puuta	25 000	63 000	110 000	170 000
Raivauksesta syntyvää puuta	40 000	40 000	40 000	40 000
Yhteensä	65 000	103 000	150 000	210 000

Vuoden 1974 alussa polttoturpeen tuotantotavoite on energiakriisin seurauksena kaksinkertaistettu edellisestä. Tämä merkinnee asetelman kanto- ja liekopuun määrän kaksinkertaistumista ainakin sen tärkeimmän osan, tuotannosta syntyvän puun, osalta.

Mikäli polttoturvetyömailta saatavalle puulle löytyy edes pääosan sen nostokustannuksista peittävää käyttöä ja kysyntää, saattaa turvetuotanto ohjautua entistä kantoisemmille soille, jolloin puumäärät edelleen kohoavat. Nykyisin nimittäin turpeen noston yhteydessä kertyvää kantoja liekopuuta pidetään negatiivisena ja kustannuksia aiheuttavana tekijänä, jonka johdosta työmaat pyritään valitsemaan mahdollisimman vähän puuainesta sisältäviltä soilta. Kuitenkin toisaalta tiedetään, että polttoturpeen laatu on usein erityisen hyvä soilla, joilla liekopuuta on runsaasti.

5 LAITEKEHITTELY- JA KOKEILUOHJELMA

Kanto- ja juuripuun korjuututkimusten alkuvaiheessa kehitystyö kohdistettiin juurakoitten maasta irrottamiseen. Nostokokeita tehtiin ensiksi räjäyttämällä ja räjäytysmenetelmää täydentäen vintturilla, maataloustraktorisovitteisella raivauskoukulla sekä metsätraktorin kourakuormaimella. Lisäksi kokeiltiin puitten kaatoa juurineen (AHONEN 1971), rakennettiin juurakon irrottamiseen tarkoitettuja erikoislaitteita (kuvat 2 ja 3) sekä kehitettiin raskaisiin pyöräkuormaajiin soveltuva kannonnostokauha (AHONEN ja MÄKELÄ 1972). Ketjun muista vaiheista erillään suoritetussa irrotustyössä osoittautui näistä vaihtoehdoista tarkoituksenmukaisimmaksi kantokauhalla varustettu pyöräkuormaaja, jonka toiminta tosin rajoittuu vain kantaville maille.

Korjuuketjun vaikeimmaksi ongelmaksi muodostuu kuitenkin juurakoitten paloittelu

kuljetuskelpoiseen ja tehdaspään edellyttämään muotoon. Paloittelussa kokeiltiin räjäyttämistä, Lypsyniemen Konepajan maataloustraktorikäyttöistä, välivarastolla toimivaa paloittelulaitetta sekä moottorisahaa. Uutena paloitteluratkaisuna kehitettiin maataloustraktorikäyttöinen välivarastokone, Nisulan kantoloukku.

Ohjelman puitteissa kehitettiin myös kanto- ja juuripuun korjuuseen tarkoitettu monitoimikone, kaivukoneeseen rakennettu Pallarin kantoharvesteri (HAKKILA ja MÄKELÄ 1973 ja 1974). Kone suorittaa irrottamisen, karkean puhdistamisen, paloittelun, kasauksen ja lyhyen matkan lähikuljetuksen tarjoten jo nykyisellään toimintavarman vaihtoehdon kanto- ja juuripuun korjuuseen. Kantoharvesteria voidaan käyttää myös juurakoitten paloittelukoneena välivarastolla.

Kantoharvesterin peruskoneena on tutkimuksessa ollut RH 4 -kaivukone, joka varustetaan joko 50, 60, 70 tai 95 cm:n teloin. Kangasmaille soveltuvat parhaiten kapeat telat, sillä leveät telat vaikeuttavat liikkumista etenkin kivisessä maastossa. Heikosti kantavilla suomailla taas käytetään leveätelaista RH 4-950 LC -tyyppiä, jonka pintapaine täydessä työvarustuksessa on 190 g/cm^2. Viimeksi mainitussa on yleisemmästä RH 4 -tyypistä poikkeava alustarakenne, joten 95 cm:n suotelat sopivat vain siihen.

Kantoharvesterin työskentelytekniikka perustuu kaivukoneen puomin päähän kiinnitettyyn nosto-paloittelulaitteeseen, jolla tiheydeltään keskinkertaisessa kantoleimikossa voidaan samalta sijalta irrottaa ja paloitella monesti useitakin juurakoita. Nosto-paloittelulaite voidaan sijoittaa muihinkin vastaavan tyyppisiin kaivukoneisiin. Koneen on kuitenkin oltava riittävän järeä ja puomin kääntökulman tulee olla esteettömästi 360°.

RH 4 -kaivukoneen puomin pyörimisnopeus on 18 r/min. Puomin ulottuvuus on lyhyemmällä varrella 6.3 m, pidemmällä 7.2 m. Irrottamisvoima kynsien kärjessä on vastaavasti 6.0 t ja 5.0 t. Koneen maavara on 43 cm, moottorin teho 38 kW (51 hv) DIN ja ylin ajonopeus 2.4 km/h.

Lähikuljetuksessa kokeiltiin maataloustraktoria, kourakuormaimella varustettua kuormatraktoria sekä kantoharvesteria ns. perälaatikolla tai vaihtoehtoisesti kipattavalla peräkärryllä varustettuna. Kaukokuljetuksessa tutkittiin auto- ja junakuljetusta. Kuljetustutkimusten yhteydessä tehtiin myös pinotiheysmittauksia (MÄKELÄ 1972).

Ohjelmaan sisältyi lisäksi polttoturvesoille soveltuvan kanto- ja liekopuun korjuuketjun luominen (MÄKELÄ 1973). Polttoturvesuon raivauksessa nostettavillä pintajuurakoilla kokeiltiin traktorisovitteista kaivuria ja Pallarin kantoharvesteria. Turpeen sisästä saatavan liekopuun nostoon kokeiltiin vastaavasti S-100-telapuskutraktorin vetämää MTP-26-kannonnostokonetta, johon kehitettiin liekopuun esikasauskauha. Lähikuljetus suoritettiin telapuskutraktorin vetämällä kipattavalla peräkärryllä. Paloittelussa kokeiltiin kantoharvesteria ja Nisulan kantoloukkua.

6 KORJUUKETJUT

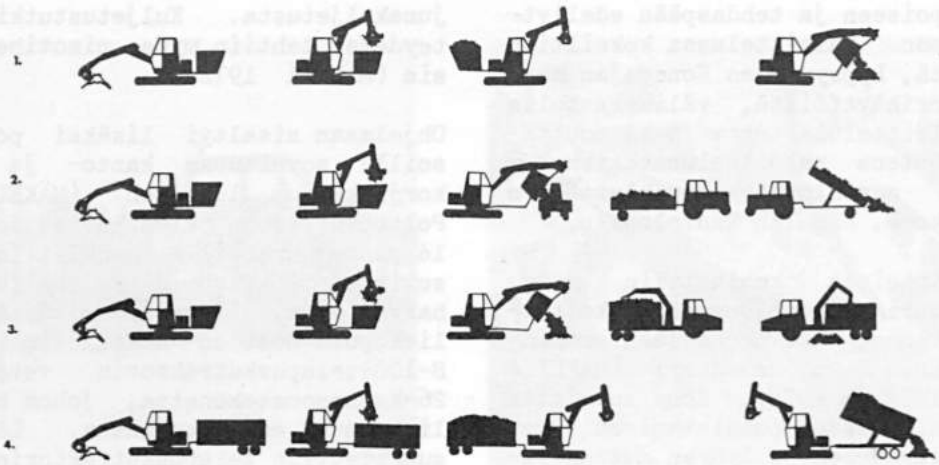
6.1 Kantoharvesteriin perustuvat korjuuketjut

Projektin päättyessä rakentuvat toimintavarmat ja kustannuksiltaan edullisimmat ketjut Pallarin kantoharvesterin ympärille. Lähikuljetusmatkasta ja maastosta riippuu, mikä vaihtoehto (kuva 4) tulee kysymykseen. Vaihtoehdot on kuvattu tarkemmin kirjallisuusluettelossa mainituissa erillisissä julkaisuissa.

1 Perälaatikolla varustettu harvesteri (kuva 5, s. 11) suorittaa kaikki työvaiheet irrottamisesta lähikuljetukseen. Menetelmä tulee kysymykseen vain alle 50 m:n matkoilla esikasauksen luonteisessa kuljetuksessa.

2 Perälaatikolla varustettu harvesteri purkaa paloittelemansa puutavaran suoraan maataloustraktorin kipattavaan peräkärryyn. Lähikuljetus maataloustraktorin peräkärryllä tulee kysymykseen helppokulkuisessa maastossa lähinnä 1 000...2 000 m:n matkoilla, joilta kanto- ja juuripuuta kuitenkin tultaneen korjaamaan vain vähän. Vaikeutena on harvesterin ja traktorin toimintojen kitkaton synkronointi.

3 Perälaatikolla tai peräkärryllä varustettu harvesteri purkaa paloittelemansa puutavaran palstalle. Lähikuljetus tapahtuu kourakuormaimella varustetulla kuormatraktorilla. Edullisissa maasto-oloissa kuorma-autokuljetus voi alkaa suoraan palstalta, jolloin



Kuva 4. Pallarin kantoharvesteri erilaisissa korjuuketjuvaihtoehdoissa

Fig. 4. Pallari Stumparvester in different harvesting system alternatives

varsinainen lähikuljetusvaihe jää pois. Menetelmä on edullisin 300...1 000 m:n etäisyyksillä.

4 Kipattavalla peräkärryllä varustettu harvesteri suorittaa kaikki työvaiheet irrottamisesta lähikuljetukseen (kuvat 6–8). Kuljetusmatka saa olla enintään 250...300 m. Mikäli matka on pidempi, harvesteri kippaa peräkärrynsä palstalle.

Käytännön toiminnassa aiheutuu järjestelyvaikeuksia ja ylimääräisiä kiinteitä ja siirtokustannuksia, mikäli samanaikaisesti pyritään rinnakkain soveltamaan monia erilaisia korjuuketjuvaihtoehtoja esimerkiksi kuhunkin yksityistapaukseen edullisimman lähikuljetusratkaisun pohjalta. Kokonaisuuden kannalta näyttää tästä syystä olevan edullisinta rakentaa harvesterin käyttöön perustuva kanto- ja juuripuun korjuu kauttaaltaan peräkärryvaihtoehdon varaan. Mikäli lähikuljetusmatka on yli 250...300 m:n, suoritetaan kuljetus välivarastolle harvesterin toiminnasta riippumattomana työvaiheena kourakuormaimella varustetulla kuormatraktorilla. Lyhyemmillä etäisyyksillä lähikuljetus tapahtuu harvesterin 15...20 m^3:n peräkärryllä, jolloin työmaalla ei tarvita muita koneyksiköitä.

Koska kantoharvesteri on varustettu teloilla, se kykenee korjaamaan myös suomaitten kanto- ja juuripuuta. Soilla on kuitenkin käytettävä 95 cm:n leveätelaista peruskonetta, jonka liikkuminen puolestaan on kivisillä kangasmailla vaikeata. Kantaville maille soveltuu lähinnä 60 cm:n teloilla varustettu peruskone. Koska mainitut telanleveydet edellyttävät erilaista alustarakennetta, joudutaan suomaitten kanto- ja juuripuu korjaamaan omalla kalustollaan, mikä tietenkin vaikeuttaa työmaitten järjestelyä.

Mikäli laajamittaista korjuuohjelmaa aletaan toteuttaa jo lähiaikoina, rakentuu se tuoreen kanto- ja juuripuun osalta ensisijaisesti harvesterin käytön pohjalle. Muitten laitteitten varaan perustetut korjuuketjut nimittäin eivät ole vielä täysin toimintavarmoja. Pallarin kantoharvesterin käyttöön liittyy myös seuraavia etuja.

- Kantoharvesteri voi toimia suomailla, kun käytetään leveätelaista peruskonetta. Soitten kivetön kanto- ja juuripuu taas on tehtaalla helpommin haketettavissa kuin kangasmaan kantopuu.

- Lisälaitteet ovat yksinkertaisia, toimintavarmoja ja halpoja. Niiden asentaminen peruskoneeseen on nopeaa ja yksinkertaista. Lisälaitteet nostavat peruskoneen työllistämisastetta.

- Korjuutyön kannalta on edullista, kun yksi kone suorittaa mahdollisimman monta työvaihetta. Tällöin ei esiinny vaikeuksia kalliiden koneiden työn synkronoinnissa. Myös siirtokustannukset työmaalta toiselle pienenevät koneyksiköitten lukumäärän mukana.

Kuva 5. Pallarin kantoharvesteri perälaatikolla varustettuna

Fig. 5. Pallari Stumparvester with rear box

Kuva 6. Pallarin kantoharvesteri peräkärryllä varustettuna

Fig. 6. Pallari Stumparvester with trailer

Korjuutoiminta pyritään ainakin alkuvaiheessa keskittämään edullisimmille työmaille, joilta kanto- ja juuripuu voidaan saada talteen mahdollisimman alhaisin kustannuksin. Tästä syystä on tärkeätä tuntea kustannusten vaihteluun vaikuttavat tekijät. Seuraavassa luetellaan eräitä tärkeimpiä leimikko- ja maastotunnuksia, joista kantoharvesterin nosto- ja paloittelutyön tuotos pääasiassa riippuu.

– *Puulaji.* Pinnallisemman juuristonsa ansiosta kuusen juurakon irrottaminen on nopeampaa kuin männyn. Kuusella on lisäksi vähemmän paloittelu- ja puhdistusvaihetta hidastavia ohuita juuria. Tuotos on niin ollen kuusella suurempi.

– *Juurakon koko.* Työn tuotos kasvaa juurakon koon mukana jyrkästi siihen saakka, kun voiman tarve ylittää koneen kapasiteetin. Alle 25...30 cm:n läpimittaiset kannot ovat kantoharvesterille liian pieniä. Yli 45 cm:n kangasmaan männynkannot taas ovat toisaalta jo niin järeitä, että työn tuotos niitä korjattaessa alkaa laskea. Vertailun helpottamiseksi todettakoon, että keskimääräisessä Etelä-Suomen leimikossa puun kantoläpimitta on kolmanneksen suurempi kuin rinnankorkeusläpimitta.

Kuva 7. Pallarin kantoharvesteri paloittelutyössä

Fig. 7. Pallari Stumparvester in splitting work

Kuva 8. Pallarin kantoharvesterin peräkärryn purkaminen

Fig. 8. Unloading the trailer of the Pallari Stumparvester

TAULUKKO 1 Esimerkkejä kantoharvesterin tuotoksesta nosto- ja paloittelutyössä ilman lähikuljetusta koetyömailla
Table Examples of the output of the Stumparvester in extraction and splitting without forest haulage at the experimental work sites

Työmaan n:o Work site No.	Perus-kone Basic machine	Maaperä Soil	Kannon läpimitta, Diameter of stump, cm				
			25	30	35	40	45
			Tuotos, m^3/h – Output, solid cu.m/h				
KUUSI – Spruce							
1	RH 4-950 LC x)	Suo – Swamp	1.7	2.3	2.9	3.3	3.7
2	RH 4-950 LC	Kangas, kivinen Firm forest land, stones	1.7	2.0	2.3	2.4	..
3	RH 4-600 xx)	Kangas Firm forest land	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6
4	RH 4-950 LC	Kangas Firm forest land	2.1	2.4	2.7	3.0	..
MÄNTY – Pine							
5	RH 4-950 LC	Suo – Swamp	1.4	1.7	1.9	2.1	2.4
6	RH 4-950 LC	Kangas, kivinen Firm forest land, stones	..	1.8	1.5	1.4	1.3
7	RH 4-600	Kangas Firm forest land	..	1.4	1.4	1.5	1.7

x) Telojen leveys – Width of tracks 950 mm
xx) - " - 600 mm

– *Maaperä.* Irrottamistyön nopeus, kulkuvaikeus juurakolta toiselle siirryttäessä, puhdistamisen tarve paloittelun yhteydessä sekä läpimitaltaan tietyn kokoisen kannon sisältämä puumäärä riippuvat myös maaperästä. Ojitetuilla soilla päästään korkeimpaan tuotokseen, ja heikoimmiksi jäävät työtulokset runsaskivisillä kankailla.

– *Pintakasvillisuus.* Paloittelun yhteydessä tapahtuva puhdistaminen riippuu pääasiassa pintakasvillisuuden ja humuskerroksen juurakon ympärille muodostaman maton paksuudesta ja sitkeydestä. Puhdistaminen on tästä syystä helpointa kuivien kankaitten hiekkamailla ja vaikeinta usein suomailla.

– *Leimikon tiheys.* Varsinaisessa nosto- ja paloittelutyössä, lähikuljetusta siis lukuun ottamatta, on juurakolta toiselle tapahtuvan siirtymisen osuus ajankäytöstä keskimääräisessä leimikossa vain 10...15 %. Niin ollen menetelmä ei tämän työvaiheen osalta ole erityisen herkkä leimikon tiheyden vaihtelulle.

Taulukko 1 osoittaa nosto- ja paloittelutyön tuotoksen kannon läpimitan mukaan koetyömailla, joilla leimikon tiheys oli verraten edullinen. Keskeytysten osuudeksi on oletettu 10 % tehotyöajasta. Läpimitaltaan yli 30 cm:n kuusenkannoilla tuntituotos nousee yleisesti yli 2 m^3:n, mutta männyllä tulos on heikompi.

Voidaan olettaa, että jatkuvassa käytännön toiminnassa kuljettajan ammattitaito ja työskentelytekniikka hioutuvat niin, että työn tuotokset jonkin verran kohoavat tutkimuksissa saavutetuista. Ottaen kuitenkin huomioon harvesterin käytön myös lähikuljetukseen alle 250...300 m:n matkoilla on tuskin odotettavissa, että keskimääräinen tuntituotos suurestikaan ylittää 2 m^3:ä. Yhdessä vuorossa työskenneltäessä koneen keskimääräinen päivätuotos on silloin 15 m^3.

Kantoharvesterin työskentely rajoittuu paloittelua lukuun ottamatta sulan maan kauteen, sillä juurakoitten irrottaminen ja puhdistaminen eivät ole mahdollisia roudan aikana. Tästä seuraa, että yhdessä työvuorossa toimivan harvesteriyksikön

vuosituotos jää 2 000 m^3:iin kanto- ja juuripuuta. Laajan mitan korjuutoiminta sitoo siis lukuisan joukon harvesteriyksiköitä, joitten työllistäminen on talvikaudella vaikeata. Pohjois-Suomessa, missä kesäaika on lyhin, ongelma muodostuu erityisen vaikeaksi. Tätä voidaan kuitenkin lieventää siten, että pelkän harvesteriketjun rinnalla käytetään myös menetelmää, jossa irrottaminen ja paloittelu tapahtuvat eri koneilla. Kysymykseen tulee myös korjuuketju, jossa harvesteri keskittyy kesäaikana pääasiassa irrottamiseen ja suorittaa paloittelun talvikaudella välivarastolla.

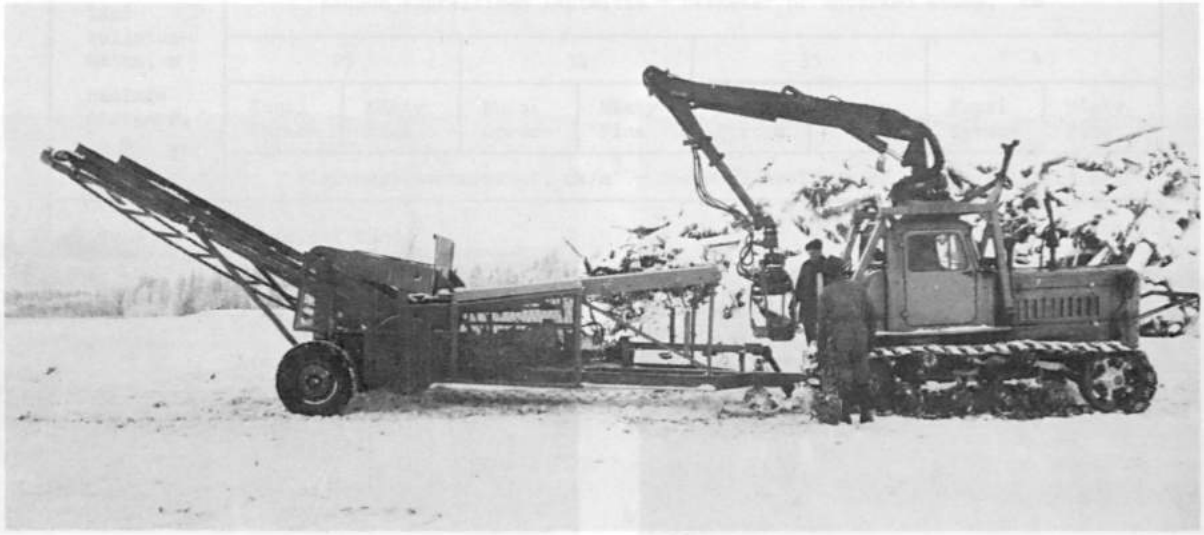
6.2 Erilliseen paloittelukoneeseen perustuva korjuuketju

Harvesteriketjujen vaihtoehtona ovat menetelmät, joissa irrottaminen ja paloittelu tehdään eri koneilla. Irrottamisessa voidaan kantavalla maaperällä tuolloin käyttää tukkikouralla tai kantokauhalla varustettua pyöräkuormaajaa (kuva 9), joka juurakoita tärisyttämällä suorittaa myös esipuhdistuksen sekä kasauksen.

Esimerkkinä mainittakoon, että tukkikouralla varustettu 9.6 t:n Volvo LM 840 -pyöräkuormaaja yltää maaperän mukaan 31–36 juurakon tuotokseen tehotyötuntia kohti, kun keskimääräinen kantoläpimitta on 35 cm. Kantokauhalla varustetun 12.1 t:n Allis Chalmers TL-645 -pyöräkuormaajan tuntituotos on noin 50 juurakkoa. Tuotokset vastaavat 4...5 sekä 6...7 m^3:ä/h.

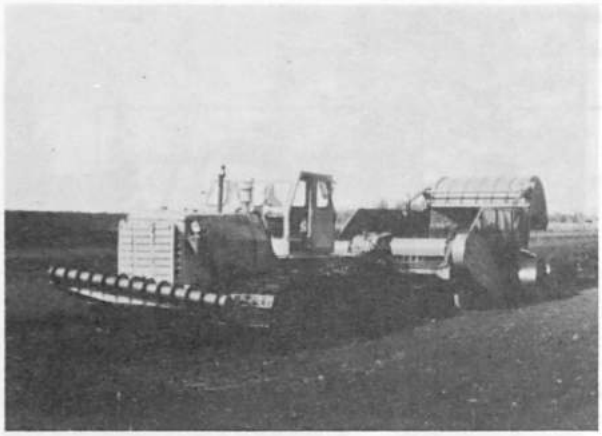
Kuva 9. Allis Chalmers TL-645 -pyöräkuormaaja kantokauhalla varustettuna

Fig. 9. An Allis Chalmers TL-645 wheel loader equipped with a stump bucket



Kuva 10. Nisulan kantoloukku. Käyttökoneena tavallisimmin maataloustraktori, tässä tapauksessa DT-75-telapuskutraktori

Fig. 10. Nisula Stump Crusher. A farm tractor is the usual driving machine, but in this case a DT-75 bulldozer is used



Kuva 11. S-100-telapuskutraktorin vetämä MTP-26-kannonnostokone polttoturvesuolla

Fig. 11. An MTP-26 stump extraction machine pulled by an S-100 bulldozer in a fuel peat bog

Kuva 12. Liekopuun kuormaus Sinkkilän kouralla lähikuljetusajoneuvoon polttoturvesuolla

Fig. 12. Loading of root wood by Sinkkilä grapple into a haulage vehicle in a fuel peat bog

Paloittelu siirretään välivarastolle. Lähikuljetus tapahtuu niin ollen kokonaisina juurakkoina kuormatraktorilla. Kun paloittelemattomien juurakoitten pinotiheys on korkeintaan 0.1, on kuormatilan käyttö lähikuljetuksessa kuitenkin verraten tehotonta. Niinpä Tree Farmer -laahustraktori, joka oli varustettu kuormaimella ja 18 m^3:n perävaunulla, ylti 400...500 m:n ajomatkalla vain 2.9 m^3:n tuntituotokseen. Kun juurakot pilkottiin metsässä, tuotos nousi kasvaneen pinotiheyden ansiosta 5.8 m^3:iin tunnissa.

Traktorikäyttöinen Nisulan kantoloukku on osoittautunut periaatteeltaan onnistuneeksi paloitteluratkaisuksi. Projektin puitteissa rakennettu prototyyppikone on kuitenkin mitoitukseltaan vielä liian pieni käytännön toimintaan (kuva 10, s. 13). Raskaampi malli on rakenteilla, ja sitä aiotaan ensimmäisessä vaiheessa käyttää lähinnä polttoturvesoitten liekopuun paloitteluun.

Välivarastolla suoritettavaan paloitteluun soveltuu kuitenkin myös Pallarin kanto-

Kuva 13. Pallarin kantoharvesterin paloittelemaa kanto- ja juuripuuta

Fig. 13. Stump and root wood split by Pallari Stumparvester

Kuva 14. Polttoturvetyömaalta nostettua kanto- ja liekopuuta

Fig. 14. Stump and moor wood extracted from a fuel peat work site

harvesteri. Mielekkäältä tämä järjestely näyttää erityisesti niinä vuodenaikoina, jolloin harvesteri ei roudan ja lumen vuoksi voi toimia irrotustyössä. Harvesteriketjua täydentäväksi onkin eräillä tahoilla suunniteltu rinnakkaisketjua, jossa irrottaminen tapahtuu kesäaikana pyöräkuormaajalla ja paloittelu talvikaudella harvesterilla.

6.3 Polttoturvesoitten liekopuun korjuuketju

Liekopuun nostaminen suoritetaan telatraktorin vetämällä MTP-26-kannonnostokoneella, joka lähikuljetusajoneuvon kuormauksen helpottamiseksi varustetaan esikasauskauhalla (kuva 11). Vastaava, mutta kevyempi koneyksikkö on kehitteillä kotimaassa.

Lähikuljetus tapahtuu telatraktorin vetämällä peräkärryllä. Liekopuun kuormaukseen soveltuu esimerkiksi Sinkkilän koura (kuva 12).

Paloittelu tapahtuu välivarastolla Nisulan kantoloukulla, josta kuormaus voidaan haluttaessa järjestää automaattisesti vaihtolavalle. Laajamittainen käytännön toiminta edellyttää kuitenkin ensimmäistä prototyyppikonetta raskaamman yksikön rakentamista. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös kantoharvesterin paloittelulaitetta.

7 KORJUUKUSTANNUKSET

Kanto- ja juuripuun korjuukustannukset vaihtelevat laajoissa rajoissa puulajin, juurakon koon, maaperän, leimikon koon, kuljetusmatkan, koneitten siirtojen ynnä muiden tekijöiden mukaan. Taulukon 2 esimerkkitapaukset edustavat tällä hetkellä käyttökelpoisinta ja taloudellisinta menetelmää, jossa Pallarin kantoharvesteriin on kytketty 15 m^3:n peräkärry. Laskelmat on suoritettu kesällä 1974 vallinneella kustannustasolla seuraavin olettamuksin.

TAULUKKO 2 Kanto- ja juuripuun kustannukset tienvarressa ilman kantohintaa ja yleiskustannuksia kannon keskiläpimitan ja lähikuljetusmatkan mukaan Pallarin kantoharvesteria käytettäessä kesällä 1974

Table Costs of stump and root wood alongside road, excluding stumpage price and overhead costs, depending on the mean stump diameter and forest haulage distance, using a Pallari Stumparvester in summer 1974

Lähikuljetusmatka, m / Haulage distance, m	Kannon kuorellinen läpimitta — Diameter of unbarked stump, cm							
	25		30		35		40	
	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Mänty Pine
	Tienvarsikustannukset, mk/m^3 — Costs alongside road, marks/solid cu.m							
KANGASMAA — Firm forest land								
50	38	..	33	44	31	44	27	41
100	40	..	36	46	32	46	30	42
300	47	..	42	52	38	52	35	50
500	49	..	44	54	40	54	37	51
1 000	53	..	48	58	44	58	40	55
SUOMAA — Peatland								
50	47	53	34	47	26	40	23	36
100	48	54	35	48	29	41	25	37
300	54	60	41	54	35	47	31	43
500	56	62	43	56	37	49	33	45
1 000	60	66	47	60	41	53	37	49

- Kangasmaalla on peruskoneena RH 4-600, jonka tuntivuokra on TVH:n ohjetaksan mukaan 60,00 mk.
- Suomaalla on peruskoneena RH 4-950 LC, jonka tuntivuokra on TVH:n ohjetaksan mukaan 72,50 mk.
- Kuormatraktorin tuntivuokra on 64,00 mk.
- Keskeytysten osuus on 10 % tehotyöajasta.
- Pinotiheys peräkärryssä on 0.30.

Tehdaspään kantoryhmän loppuraportissa esitettyjen kustannuslaskelmien mukaan kangasmaalta korjatun kanto- ja juuripuun tehdashinnan tulee korkeampien tehdaskustannusten vuoksi jäädä alle normaalin kuitupuun hinnan, mikäli kysymyksessä ei ole marginaaliraaka-aine (ISOTALO 1972). Kanto- ja juuripuun korjuukustannukset nousevat väistämättömästi perinteellisen runkopuun korjuukustannuksia korkeammiksi. Kaukokuljetuksen osalta erot tuskin kuitenkaan nousevat korkeiksi, kun käytetään oikein mitoitettua kalustoa.

Lopullinen tehdashinta jää niin ollen ratkaisevasti riippumaan metsänomistajalle maksettavasta kantohinnasta. Kanto- ja juuripuulle ei voida asettaa runkopuuhun verrattavaa kantohintaa. Kannonnostotyössä tapahtuva laikuttuminen ja maanmuokkaus saattavat kuitenkin jo sellaisinaan osoittautua lähes riittäväksi korvaukseksi metsänomistajalle, ja silloin näyttää myös kanto- ja juuripuun teollinen käyttö olevan taloudellisestikin täysin mahdollista.

KIRJALLISUUTTA
References

Tärkeimmät työryhmän toimintaan liittyvät julkaisut

AHONEN, MATTI 1971. Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Summary: Studies on the Harvesting of Stumps and Roots in Finland I. Experiment with the Felling of Trees with Their Rootstock. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 103. Helsinki.

AHONEN, MATTI ja MÄKELÄ, MARKKU 1972. Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajalla. Summary: Extraction of Stump-Root Systems by Wheel Loaders. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 140. Helsinki.

HAKKILA, PENTTI 1972. Mechanized Harvesting of Stumps and Roots. A Sub-Project of the Joint Nordic Research Programme for the Utilization of Logging Residues. Lyhennelmä: Kanto- ja juuripuun koneellinen korjuu. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 77.1. Helsinki.

HAKKILA, PENTTI and MÄKELÄ, MARKKU 1973. Harvesting of Stump and Root Wood by the Pallari Stumparvester. A Sub-Project of the Joint Nordic Research Programme for the Utilization of Logging Residues. Lyhennelmä: Kanto- ja juuripuun korjuu Pallarin kantoharvesterilla. Yhteispohjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 77.5. Helsinki.

HAKKILA, PENTTI ja MÄKELÄ, MARKKU 1974. Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista. Summary: Further Studies of the Pallari Stumparvester. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 200. Helsinki.

MÄKELÄ, MARKKU 1972. Kanto- ja juuripuun kuljetus. Summary: Transport of Stump and Root Wood. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 146. Helsinki.

MÄKELÄ, MARKKU 1973. Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta. Summary: Harvesting of Stump and Moor Wood from Fuel Peat Bogs. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 187. Helsinki.

Muu viitekirjallisuus

ISOTALO, ILMO 1972. Kantojen käyttö sulfaattiselluloosan raaka-aineena. Ei julkaistu.

Metsätilastollinen vuosikirja — Yearbook of Forest Statistics 1972. 1974. Suomen virallinen tilasto — Official Statistics of Finland XVII A:5. Metsäntutkimuslaitos — Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 195. Helsinki.

RYSÄ, MIKKO — SAVOLAINEN, RAIMO — VÄISÄNEN, UNTO 1972. Puunkorjuun kehitysennuste 1970-luvulle. Summary: Forecast of the Development of Timber Harvesting in the 1970s. Metsätehon tiedotus — Metsäteho Report 314. Helsinki.

Valtion Polttoainekeskus 1972. Turvetuotannon yhteydessä saatavan kantopuun määrän arvio. Ei julkaistu.

HARVESTING OF STUMP AND ROOT WOOD

By Pentti Hakkila

S u m m a r y

The publication summarises the results for 1970–1974 of the activity of the forest-end working group set by the Central Association of Finnish Forest Industries for the study of stump and root wood.

Amount of Stump and Root Wood

Approximately 10 million solid cu.m of stump and root wood, which is all potential sulphate pulp raw material, is left in the forest as residual timber in annual cutting operations in Finland. Technically, however, only a small proportion of this timber can be harvested.

In practice harvesting comes into question only in connection with regeneration cutting, chiefly in clear cutting and seed-tree cutting areas, and even then it must of necessity be limited to the stump-root systems of sawtimber trees. The minimum size of the working site is assumed to be 300 solid cu.m of sawtimber trees, i.e. 60 solid cu.m of stump and root wood.

Taking into account also the limitations imposed by stones and natural stocking with seedlings, and the 10 per cent waste wood proportion, it is estimated that it is technically feasible to harvest the stump and root wood equivalent of 1.0...1.5 million solid cu.m of pine pulpwood. Directed to the sulphate pulp industry alone, it would add 10 per cent to the raw material supply. Ultimately, however, the price ratios and the attitudes of the forest owners will decide how great a part of the technically harvestable stump and root wood can in practice be recovered for industrial use.

In addition to the foregoing, stump and moor wood usable for the production of sulphate pulp is extracted from fuel peat work sites. The amount of this wood will grow sharply in the 1970s. Compared with the ordinary stump and root wood from cutting areas, its advantages are the absence of stones, sand and bark, and large centralised working sites which are generally in the vicinity of the railway. The production target fixed by the authorities after the energy crisis, 20 million cu.m of fuel peat in 1980, will mean when implemented the annual extraction of 400,000 solid cu.m of wood as well.

Harvesting Methods

Reliable and the economically best harvesting systems are based on the Pallari Stumparvester. This harvester mounted on an excavator performs the uprooting of the stump, rough cleaning, splitting and bunching or hauling in the forest. A 15 ...20 cu.m tippable trailer coupled with the harvester is used for short-distance forest haulage, but a forwarder with grapple loader is used for distances longer than 250...300 m.

The output and harvesting costs of the Stumparvester vary with the tree species, size of the rootstock and the stand soil, haulage distance and movement from site to site. The per-hour output in an average stand without short-distance hauling is over 2 solid cu.m for spruce stumps, but less than this for pine (Table 1, p. 12). For instance, if the unbarked diameter of the stump is 35 cm and the haulage distance 300 m the cost alongside road of split stump and root wood, excluding stumpage price and overhead costs, was 38 marks/solid cu.m for spruce and 52 marks/solid cu.m for pine in summer 1974 (Table 2, p. 15).

The use of the Stumparvester is confined to the period of unfrozen soil, with the exception of the separate splitting work. Large-scale harvesting activity thus ties up in the summer time numerous machine units for which it is difficult to find employment in the winter. The situation can be eased by combining with the harvesting system a method in which uprooting is performed in the summer by a wheel loader and splitting at the landing

by a harvester in the winter. A prototype device, Nisula's Stump Crusher, has also been developed for splitting at landing.

Special equipment is used to harvest wood from fuel peat swamps. Extraction is done by an MTP-26 stump extracting machine equipped with a bunching bucket and drawn by a crawler tractor. A crawler tractor and trailer are used for haulage. The Sinkkilä grapple is a suitable device for loading. Splitting can be performed by harvester or stump crusher, from which loading can be arranged automatically by elevator to an interchangeable rack.

ISBN 951-673-022-1