

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian tutkimusosasto
2/1978

KANTOJEN NOSTOON, PALOITTELUUN, PUHDISTUKSEEN JA MURSKAUKSEEN
TARKOITETUT LAITTEET JA TEKNOLOGIA

MARKKU MÄKELÄ

Helsinki 1978-03-01



ALKUSANAT

Tämä seloste on tehty Suomen ja Neuvostoliiton tieteellisteknisen yhteistyön puitteissa. Työn luonteesta johtuen on siinä pitäydytty vain suomalaisissa koneratkaisuissa, eikä teksteissä ole myöskään mainittu kirjallisuusviitteitä.

Työssä olen käyttänyt kirjallisina lähteinä Airi Eskelisen, Markku Melkon ja Heikki Vesikallion Metsätehon Selostetta (10/1977) "Kivennäismaiden kantojen korjuun taloudellisuus", Pauli Nyholmin esitelmää "Stumpwood as marginal raw material for industry" EVAF:n konferenssissa toukokuussa 1977 sekä Ove Tallbergin esitelmää "Utilization of stumpwood" Canadian Pulp and Paper Association kokouksessa maaliskuussa 1977. Suullista tietoa olen saanut Kauko Kumpulaiselta Korpivaara, Konekemia Oy:stä, Juhani Leinoselta Tervolan Konepaja Ky:stä sekä Arvo Luukkoselta ja Pauli Nyholmilta Joutseno-Pulp Oy:stä.

1978-03-01

Markku Mäkelä

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. Kanto- ja juuripuun käyttömahdollisuudet.....	1
2. Kanto- ja juuripuun käyttö Suomessa.....	1
3. Kanto- ja juuripuun korjuu.....	2
31. Kantojen nostaminen.....	4
32. Paloittelu.....	7
33. Puhdistus.....	9
4. Kanto- ja juuripuun tehdaskäsittely.....	10
5. Kanto- ja juuripuun korjuun ja murskauksen kustan- nukset.....	13
6. Lopuksi	15

KANTOJEN NOSTOON, PALOITTELUUN, PUHDISTUKSEEN JA MURSKAUKSEEN TARKOITETUT LAITTEET JA TEKNOLOGIA

1. Kanto- ja juuripuun käyttömahdollisuudet

Puun tarkempi hyväksikäyttö on edelleen kaikkialla ajankohtainen asia. Toisaalta ollaan kiinnostuneita kokopuun eli puun kaiken maanpäällisen osan, toisaalta kanto- ja juuripuun käytöstä.

Tuore kanto- ja juuripuu on uusista raaka-ainelähteistä ominaisuuksiltaan lähinnä perinteistä runkopuuta. Sen kuoripitoisuus, kuitujen mitat ja selluloosan määrä ovat lähellä runkopuun vastaavia ominaisuuksia. Kanto- ja juuripuun puuaineen tiheys sekä sivuaineiden, erityisesti mäntyöljyn määrät ovat suurempia kuin runkopuulla. Tuoreen kanto- ja juuripuun laajempaa käyttöä on rajoittanut lähinnä korjuu- ja haketusmenetelmien ongelmallisuus.

Kanto- ja juuripuun käytössä metsäteollisuudessa on lähdetty siitä periaatteesta, että kantopuu tulisi olemaan tehtaiden lisäraaka-aine, jota käytetään normaalin raaka-aineen seassa tietyssä seossuhteessa. Tämä on käytännössä myös korjuu- ja kuljetustekninen kysymys, sillä kanto- ja juuripuuta on hakattuun runkopuuhun verrattuna runsas 20 %. Näin ollen tehtaiden puunhankinta-alueilta saatavan kanto- ja juuripuun määrä voi olla korkeintaan tätä suuruusluokkaa. Kokeiluissa on lisäksi havaittu, että sulfaattisellussa voisi kantopuun osuus olla 5-15 % ilman, että se haitallisesti vaikuttaisi sellun laatuun. Levyteollisuudessa sekoitussuhde voisi olla suurempi.

2. Kanto- ja juuripuun käyttö Suomessa

Suomessa kiinnostus tuoreen kanto- ja juuripuun käyttöön metsäteollisuuden raaka-aineena on juontanut ennakoidusta puuraaka-aineen pulasta. Aiemmin kanto- ja juuripuuta on kylläkin käytetty tervanpolttoon sekä kotitalouksien polttopuuna, viimeksi laajemmin toisen maailmansodan aikana ja hieman sen jälkeen.

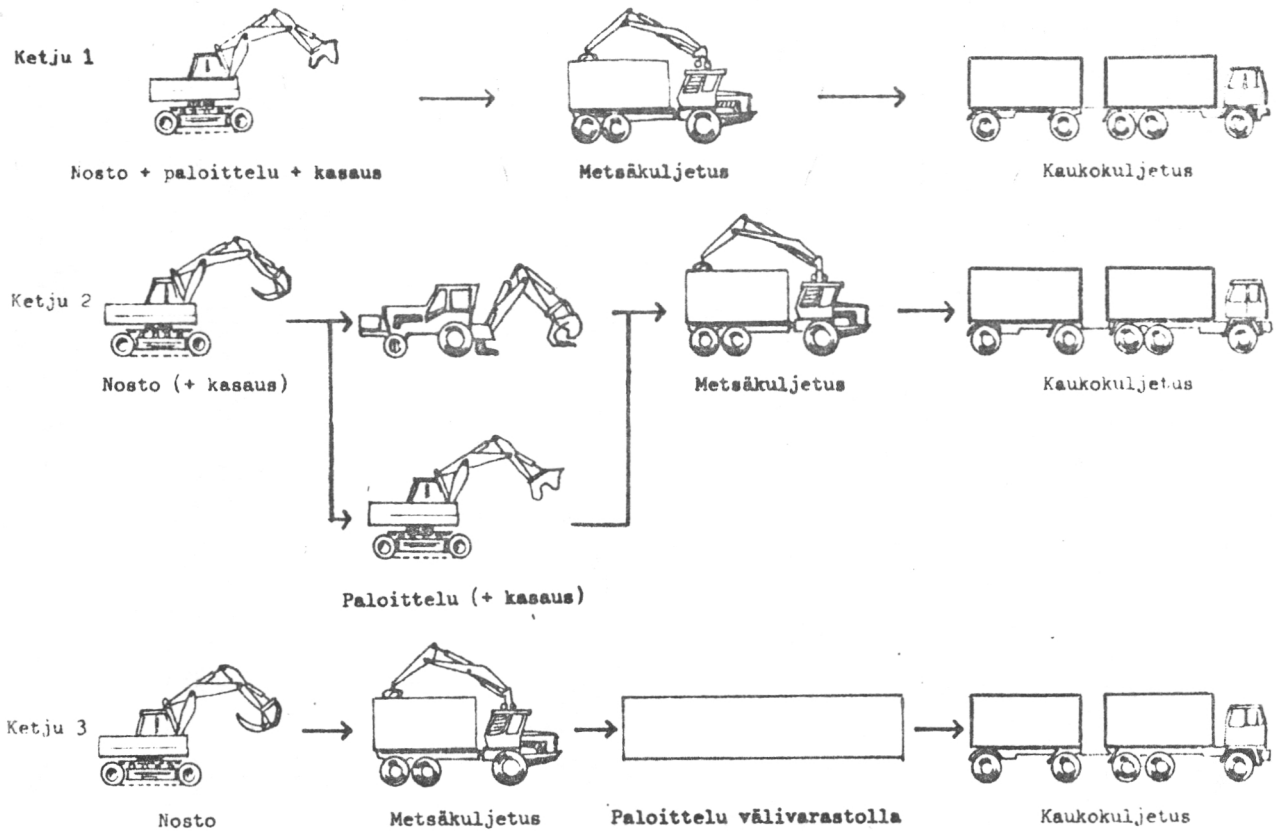
1960-luvun alkupuolella heräsi kiinnostus tuoreen kanto- ja juuripuun käyttämisestä metsäteollisuuden, lähinnä sulfaattiteollisuuden raaka-aineena. Tällöin eräät metsäteollisuusyritykset tekivät kanto- ja juuripuun käyttömahdollisuuksia selvitelletä kokeita. Kun asiaan alettiin kiinnittää laajempaa huomiota, käynnistettiin 1960-luvun lopulla Metsäntutkimuslaitoksen johdolla toiminut yhteispohjoismainen kanto- ja juuripuun hyväksikäyttöä selvitelletyt tutkimusprojekti sekä vuonna 1970 Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n toimeksiannosta kanto- ja juuripuun korjuuta ja teollista hyväksikäyttöä selvitelletyt projekti, jossa pääpaino oli kanto- ja juuripuun korjuuseen ja tehdaskäsittelyyn soveltuvien koneiden ja laitteiden kehittämisessä. Tutkimus- ja kehitystyön tuloksina saatiin kanto- ja juuripuun korjuuseen myös taloudellisesti soveltuvat koneet sekä tehdaspuolella suositus kantojen käsittelyasemasta.

Suoritettun kehittäelytyön ja tutkimusten rohkaisemina aloitti Joutseno-Pulp Oy vuonna 1975 ensimmäisenä maailmassa tuoreen kanto- ja juuripuun käytön sulfaattisellun lisäraaka-aineena. Joutseno-Pulpin kannonkäytön yhteydessä on kehitetty edelleen korjuumenetelmiä, niissä käytettäviä nosto- ja paloittelukoneita sekä kannonpalojen pienentämiseen käytettävää kantomurskelaitosta. Tästä johtuen on Suomi edelleenkin johtava maa tuoreen kanto- ja juuripuun korjuun ja teollisen hyväksikäytön teknologiassa.

3. Kanto- ja juuripuun korjuu

Kanto- ja juuripuun korjuu voidaan jakaa kannonnostoon, paloitteluun ja metsäkuljetukseen. Tässä esityksessä ei pyritä käsittelemään kaikkia mahdollisia vaihtoehtoja, vaan keskitytään lähinnä käytännössä parhaiksi ja edullisimmiksi havaittuihin. Kysymykseen tulee tällöin kuvassa 1 esitettävät korjuuketjut 1 ja 2.

Kuva 1. Kanto- ja juuripuun korjuuketjut



Korjuuketjussa 1 kannot nostetaan, paloitetellaan ja kasataan Pallarin kantoharvesterilla. Noston ja paloittelun välillä voi olla tietty viive, jolloin paloiteteltavat kannot puhdistuvat osasta epäpuhtauksista. Paloittelun jälkeen tapahtuva kasaus voidaan korvata myös esikuljetuksella, jolloin kanto-harvesteri on varustettava joko kipattavalla kontilla tai perävaunulla, johon kannot paloitetellaan. Kun kontti tai perävaunu on täynnä, kipataan kuorma metsäkuljetuksen kannalta edulliseen paikkaan. Metsäkuljetus voidaan suorittaa normaalilla kuormatraktorikalustolla, tosin parhaiten työhön soveltuu keskikokoinen, kipattavalla kuormatilalla ja levennetyllä kuormaimen kouralla varustettu kuormatraktori. Metsäkuljetus voidaan edullisissa olosuhteissa korvata palstalta lähtevällä autokuljetuksella. Paloittelun kanto- ja juuripuun kaukokuljetukseen soveltuu parhaiten hakkeen kuljetuksessa käytettävä täysperävaunukalusto. Tällöin on kuitenkin lavojen laitoja syytä vahvistaa.

Korjuuketjussa 2 kannot nostetaan ja kasataan aumoihin kaivukoneeseen asennetulla kantokoukulla. Paloittelu suoritetaan joko traktorikaivuriin tai kaivukoneeseen asennetulla Pallarin kantoharvesterilla. Tässä korjuuketjussa pidetään noston ja paloittelun välillä riittävä väli epäpuhtauksien määrän vähentämiseksi. Metsä- ja kaukokuljetus tapahtuvat kuten ketjussa 1.

Korjuuketjuna 3 on esitetty eräs tulevaisuudessa mahdollinen korjuuketju. Siinä nosto tapahtuu kaivukoneeseen asennetulla kantokoukulla kuten ketjussa 2. Kokonaiset kannot kuljetetaan välivarastolle kuormatraktorilla. Paloittelu tapahtuu välivarastopaloittelijalla, jollaista ei kuitenkaan ole toistaiseksi toiminnassa käytännön työssä. Eräs mahdollinen välivarastopaloitteliija on OK-2 sarjan kannonpaloitteliija. Kanto-palojen kaukokuljetus suoritetaan kuten ketjuissa 1 ja 2.

31. Kantojen nostaminen

Yleistä

Kantoja voidaan nostaa kaivukoneeseen asennetulla Pallarin kantoharvesterilla tai kantokoukulla. Nostomenetelmän valintaan vaikuttavat mm. valitun korjuuketjun muut vaiheet sekä kantojen järeys.

Pallarin kantoharvesteri

Pallarin kantoharvesteri on hydraulisen kaivukoneen tai traktorikaivurin lisälaitteeksi tarkoitettu kannon nosto- ja paloittelulaite. Kantojen nostossa tosin peruskoneeksi soveltuu ainoastaan kaivukone.

Peruskoneen tulee olla painoltaan 12-21 tonnia. Mitä järeämpää on kannokko, sitä suurempi peruskone tarvitaan.

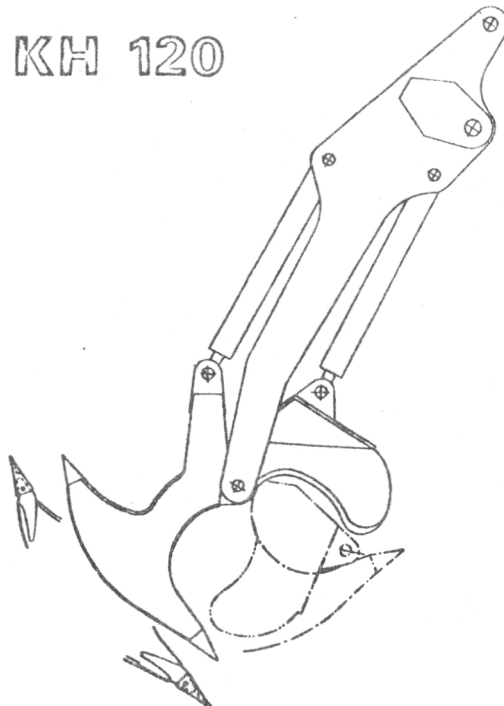
Kantoharvesteri asennetaan peruskoneeseen kauhan tai kauhan ja viimeisen puomin tilalle mallista riippuen. Kantoharvesteria on saatavana kahta mallia ja kolme kokoa. Uusimman mallin (KH-116 ja KH-120) rakenne selviää kuvasta 2. Kantoharvesteri käsittää erikoisesti muotoillun kauhanvarren, jonka päässä on nk. "murtolaite" kantojen nostamista ja siirtelyä varten. Paloittelua varten on murtolaitteen väliin menevä veitsi. Kantoharvesterissa on kaksi hydraulisylinteriä, joista toinen, kaivukoneen oma kauhasylinteri liikuttaa murtolaitetta, toinen sylinteri liikuttaa paloitteluveistä. Vanhemmassa mallissa (KH-10, KH-16, KH-20) käytetään kaivukoneen omaa viimeistä puomia ja hydraulisylinteriä. Siinä vain paloitteluveitsi liikkuu murtolaitteen ollessa kiinteä. Pallarin kantoharvestereiden eri mallien tärkeimmät tekniset tiedot ovat seuraavat:

Malli	KH-10	KH-16	KH-20	KH-116	KH-120
Peruskone	Traktorikaivuri	Kaivukone	Kaivukone	Kaivukone	Kaivukone
Leikkuuvoima, kN	250	390	490	490	590
Murtovoima, kN	60	90	100	200	230
Harvesteriosan massa (ilman puomia), kg	580	680	750	730	370
Suurin avautuma, mm	630	630	800	1100	1100

Kuva 2. Pallarin kantoharvesteri

KANTOHARVESTERI

KH 120



Pallarin kantoharvestereita on valmistettu kaikkiaan 85 kappaletta. Mallittain ne jakautuvat seuraavasti:

Malli	Kappaletta
KH-10	1
KH-16	14
KH-20	22
KH-116	1
KH-120	47

Suomeen on kantoharvestereita myyty 36 kpl, Ruotsiin 47 kpl, Norjaan 1 kpl ja Ranskaan 1 kpl.

Nostossa kantoharvesterin murtolaite asetetaan kannon taakse. Kanto irrotetaan puomilla samanaikaisesti koneeseen ja hieman ylöspäin nostamalla. Irrotuksessa voidaan käyttää apuna murto-laitteen hydraulisylinteriä. Haluttaessa voidaan varsinainen kanto-osa paloittaa alustavasti ennen nostoa. Tämä helpottaa suurien kantojen nostoa.

Pallarin kantoharvesterilla voidaan periaatteessa nostaa kuinka suuria kantoja tahansa, mikäli käytetään riittävän järeää peruskonetta. Skandinavian oloissa on 16-21 tonnin kaivukone ja kantoharvesteri KH-120 osoittautunut riittäväksi yhdistelmäksi.

Joutseno-Pulp Oy käytti vuonna 1976 kantojen korjuumenetelmää, jossa kannot ensin nostettiin kasalle, josta ne myöhemmin paloitteltiin erillisenä työvaiheena. Nostosta ja paloittelusta jäljempänä esitettävät tuotokset perustuvat tällaiseen korjuuketjuun.

Vuoden 1976 keskimääräinen nostotuotos Joutseno Pulp Oy:n työmailla oli Pallarin kantoharvesterin mallilla KH-16 $3,1 \text{ m}^3/\text{h}$ (kiintotilavuus). Vastaava tuotos mallilla KH-116 oli $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Nostokoukku

Nostokoukku asennetaan kantojen nostossa hydraulisen kaivukoneen kauhan tilalle. Peruskoneena voidaan käyttää verraten kevyttäkin kaivukonetta.

Kantoja nostettaessa koukku asetetaan ensin kannon taakse. Irrotus tapahtuu kaivukoneen puomia samanaikaisesti ylös ja koneeseen päin vetämällä. Suuria kuusen kantoja nostettaessa voidaan kantokoukulla ensin katkaista sivujuuret ja sitten vasta nostaa varsinainen kanto-osa.

Joutseno-Pulp Oy:n työmailla vuonna 1976 oli kantojen nostotuotos kantokoukulla keskimäärin $3,7 \text{ m}^3/\text{h}$ (kiintotilavuus). Nostotuotos oli suurempi kuin keskimääräinen tuotos Pallarin kantoharvesterilla samana vuonna.

32. Paloittelu

Yleistä

Tuoreen kanto- ja juuripuun paloittelussa käytetään Suomessa tällä hetkellä käytännön mittakaavassa Pallarin kantoharvesteria. OK-1 kannonpaloittelijalla on kokeilumielessä kylläkin paloitettu myös tuoretta kanto- ja juuripuuta. Koneen pääkäyttökohteena on kuitenkin polttoturvesoilta nostettavan kanto- ja juuripuun paloittelu.

Pallarin kantoharvesteri

Kanto- ja juuripuu paloitellaan Pallarin kantoharvesterilla seuraavasti: Paloitettava kanto- tai kannonosa asetetaan murtolaitteen ja veitsen muodostamaan pihtiin. Veitsi painetaan hydraulisylinterillä murtolaitteessa veitsen kohdalla olevaan ragoon, jolloin välissä ollut puu leikkautuu poikki.

Kanto halkaistaan yleensä aluksi varsinaisesta kanto-osasta puunsyiden suuntaisesti. Näin saadut puolikkaat voidaan halkaista vielä samalla tavalla. Sen jälkeen katkotaan syntyneet palat puunsyitä vastaan tapahtuvilla leikkauksilla haluttuun palakokoon.

Joutseno-Pulp Oy:n kanto- ja juuripuun korjuuketjussa paloittellaan kannot paloihin, joiden suurimmat sallitut läpimitat ovat 30 x 70 cm. Mittavaatimus on seurausta jäljempänä esitetävän kantomurskelaitoksen palakokovaatimuksista.

Joutseno-Pulp Oy:n kannonkorjuutyömailla oli vuonna 1976 keskimääräinen paloittelutuotos Pallarin kantoharvesterin mallilla KH-16 $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$ (kiintotilavuus). Vastaava tuotos KH-116:lla oli $2,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Traktorikaivurilla ja kantoharvesteri KH-10:llä suoritetusta paloittelusta ei ole toistaiseksi käytettävissä tarkkoja tuotostietoja. Ne lienevät kuitenkin hyvin lähellä kaivukoneperustaisten kantoharvestereiden tuotostasoa.

Ruotsissa käytetään kannon korjuussa ketjua, jossa Pallarin kantoharvesteri nostaa ja välittömästi sen jälkeen paloittaa kanto- ja juuripuun. Erilaisilla kaivukoneilla saavutetut keskimääräistuotokset ovat vaihdelleet tässä yhdistetyssä nostossa ja paloittelussa $2,4-5,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Huomattavasti suomalaista tasoa parempi tuotos selittyy ainakin osittain suuremmalla palakoolla (maksimi 50 x 50 x 150 cm).

OK-kannonpaloitteliija

OK-kannonpaloitteliija on alunperin suunniteltu polttoturvesoiden kanto- ja liekopuun paloitteluun. Kolme OK-1 sarjan konetta on jatkuvasti tällaisessa käytössä. Koneita on myös kokeilumielessä käytetty tuoreen kanto- ja juuripuun paloitteluun. Koneesta on suunniteltu myös OK-2 sarja, jossa on mm. suurempi leikkausnopeus ja syöttöaukko. Liian pieni syöttöaukko OK-1 koneilla vaikeuttaa ajoittain suurten kokonaisten kantojen syöttöä.

OK-paloitteliija on omalla 85 kW:n dieselmoottorilla varustettu paloittelukone. Sitä siirretään työmaalla traktorilla vetämällä. Kannot syötetään koneen syöttöaukkoon erillisellä kuormaimella. Hydraulisesti toimiva, vaakasuorassa edestakaisin liikkuva terästä paloittelee syöttöaukon alaosassa olevan kantopuun. Palaset kulkeutuvat kuljettimelle, jonka alussa on esipuhdistukseen tarkoitettuja kiekko-seuloja. Kuljetin nostaa kannonpalat joko kasaan tai kuljetusajoneuvon lavalle.

OK-kannonpaloittelijoiden tarkemmat tekniset tiedot ovat seuraavat:

	OK-1	OK-2
Paloitteluvoima, MN	1300	1300
Paloittelunopeus, iskuja/min	6	12
Syöttöaukon mitat, mm	1300x700	1300x700 tai 130x1050 tai 1300x1300
Paino, t	12	n. 13

OK-kannonpaloittelijoiden jäljiltä kanto- ja juuripuupalat ovat suhteellisen puhtaat irtonaisista epäpuhtauksista. Paloittelun kantopuun palakoko on koneen jäljiltä varsin pientä. Keskimääräinen palojen tilavuus on 3-4 litraa.

33. Puhdistus

Kanto- ja juuripuun puhdistamista edesauttaa noston ja paloittelun erottaminen ajallisesti toisistaan. Kun nostetut kannot ovat riittävän kauan noston jälkeen kasoissa, varisee osa irtonaisista kivistä, hiekasta ja mullasta pois sateiden ja auringon vaikutuksesta. Menetelmää käytetään Joutseno-Pulp Oy:ssä.

Kanto- ja juuripuu puhdistuu osittain epäpuhtauksista paloittelun yhteydessä. Tällöin varisee pois irtain osa epäpuhtauksista. OK-kannonpaloittelijoiden puhdistuskiekkoseulat edistävät

tätä puhdistumista. Osa paloittelussa jäljelle jääneistä epäpuhtauksista irtoaa vielä kantopalojen metsä- ja kaukokuljetuksessa.

Osa korjuussa ja kaukokuljetuksessa kantopalaasiin jäljelle jääneistä kivistä, hiekasta ja mullasta voi olla kasvanut kantopuun sisään tai on muuten niin kovasti paloissa kiinni, ettei niiden erottaminen puuaineesta ole palojen muotoa muuttamatta mahdollista. Näiden epäpuhtauksien poistaminen vaatii kannonpalojen pienentämistä.

4. Kanto- ja juuripuun tehdaskäsittely

Kanto- ja juuripuu tulee tehtaalle Suomessa kehitetyssä kannonkorjuuketjussa paloina. Koska suurin osa tuoreesta kanto- ja juuripuusta on peräisin kivennäismailta, on palojen mukana kiviä, hiekkaa ja multaa. Tästä syystä on Suomessa nähty ainoana ratkaisuna kannonpalojen murskaaminen ilman leikkaavia teriä. Tulokseen päädyttiin laajoissa kanto- ja juuripuun tehdaskäsittelykokeissa Metsäteollisuuden Keskusliiton kanto-projektin aikana.

Kanto- ja juuripuupalojen saattaminen hakemuotoon tapahtuu kantomurskelaitoksessa (kuva 3). Sen ensimmäinen prototyyppi, joka perustui pitkälti tutkimusten suosituksiin, aloitti toimintansa Joutseno-Pulp Oy:n Joutsenon tehtailla vuonna 1973. Laitteistossa on sittemmin suoritettu moninaisia kokeita ja parannustöitä ennen kuin se on saanut nykyisen muotonsa.

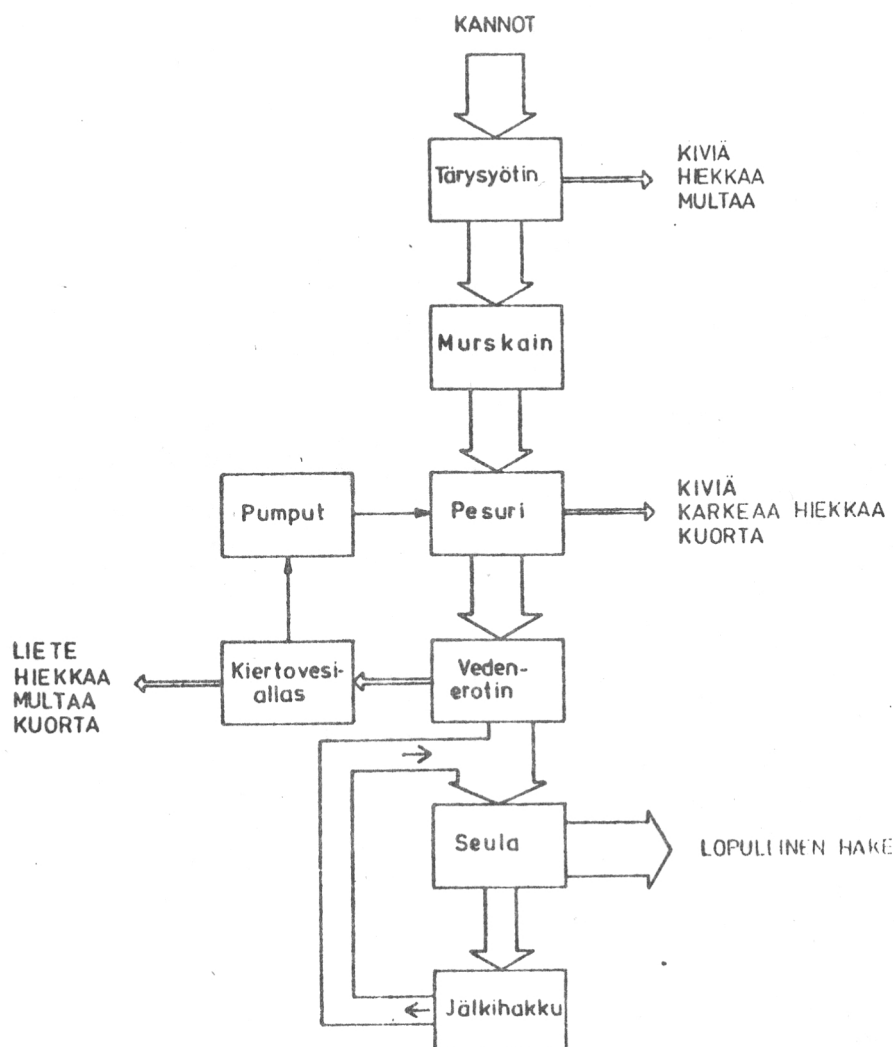
Kantomurskelaitoksen tehtävä on pienentää tehtaalle tulevat kantopalat haketta vastaavaksi murskeeksi ja samalla poistaa murskeesta mahdollisimman paljon kuorta ja epäpuhtauksia. Tehtaalle kantopuu toimitetaan paloina, joiden suurimmat sallitut läpimitat ovat 30 x 70 cm. Kuorta paloissa on keskimäärin 5-8 % ja kiviä, hiekkaa ja multaa 8-12 %. Kantopuun kosteus on keskimäärin 50-55 % ja kuutiometrin (irtotilavuus) massa 270-360 kg/m³.

Murskattu ja pesty kantoraaka-aine vastaa puhtaudesta runkopuuhaketta. Sen hiekkapitoisuus ylittää harvoin 0,2 %. Kuoren osuus vaihtelee puolestaan 0,8-2,0 %.

- Seulonta ja jälkihakku on pesuvaiheen jälkeen. Murskauksen jälkeen on käytettävistä riippuen noin 50-85 % kanto-
puusta hyvää tai hyväksyttävää jaetta. Ylisuuret palaset kierrätetään jälkihakun kautta.

Lohkokaavio kantomurskelaitoksen toiminnasta ja laitteistosta on esitetty kuvassa 4.

Kuva 4. Lohkokaavio kantojen murskauksesta



Murskatun kanto-
puun palat ovat epäsäännöllisempiä ja karkeam-
pia kuin runkopuuhakkeen palaset. Kantomurskeen seulontajakau-
ma on ollut keskimäärin seuraava:

Jaekoko, mm	Osuus, %
> 32	4
25-32	20
19-25	23
13-19	25
6-13	22
0-6	6

Kantomurskelaitos pystyy tekemään tunnissa 30-55 m³ (irtotilavuus) mursketta. Teoreettinen ^{vuotuinen} tuotanto on tällöin noin 300 000 m³ (irtotilavuus) eli 120 000 m³ (kiintotilavuus) mursketta. Sulfaattiselluna tämä määrä on 19 000 t. Mikäli kanto- ja juuripuuta sekoitettaisiin 10 % sellutehtaan normaalin raaka-aineen joukkoon, riittäisi kantomurskelaitoksen vuosituotanto melko suurelle sellutehtaalle.

5. Kanto- ja juuripuun korjuun ja murskauksen kustannukset

Kantojen korjuun ja murskauksen kustannukset on seuraavassa esitetty syksyn 1976 kustannustasolla. Vaikka kaikki kustannukset ovat nousseet tuosta ajankohdasta, ei niiden suhteissa liene tapahtunut suurempia muutoksia.

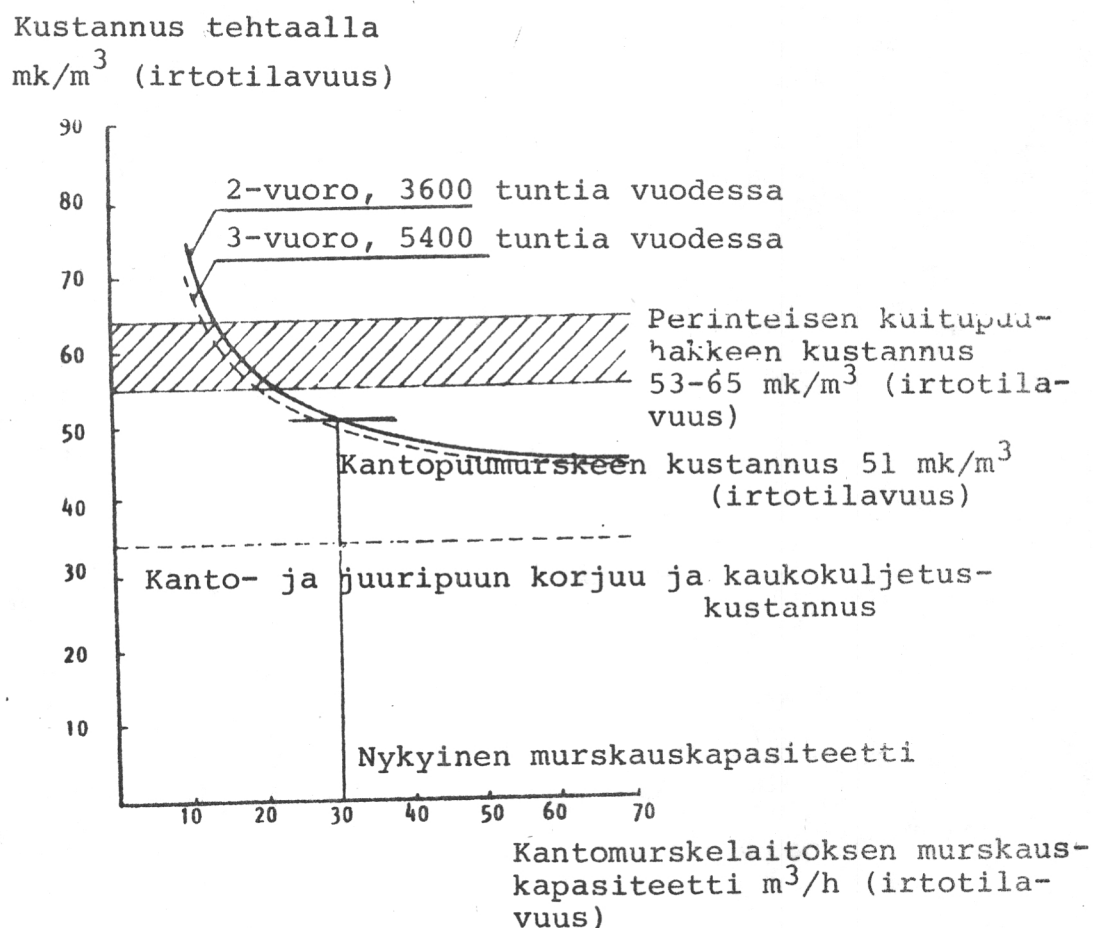
Kantojen korjuun ja kaukokuljetuksen keskimääräinen kustannusjakauma oli vuonna 1976 Joutseno-Pulp Oy:ssä seuraava:

Nosto ja kasaus	26 %
Paloittelu	31 %
Metsäkuljetus	11 %
Kaukokuljetus	24 %
Yleiskustannukset	8 %

Kantomurskelaitoksen kustannukset vaihtelevat sen käyttöasteen ja murskaustuotoksen mukaan. Mikäli kantomurskelaitos käy kahdessa vuorossa (3600 h/vuosi) ja keskimääräinen murskaustuotos on 35 m³/h olisivat kantojen murskauksen kiinteät kustannukset olleet 22 % ja muuttuvat kustannukset 13 %, kun korjuu ja kaukokuljetuskustannukset olivat 100 %.

Kuvassa 5 on esitetty kanto- ja juuripuun hankinnan kokonaiskustannusten riippuvuus kantomurskelaitoksen murskaustuotoksesta.

Kuva 5. Kanto- ja juuripuun hankinnan^{an/}kokonaiskustannukset.



Kuvan mukaan kannon korjuun ja kaukokuljetuksen osuus kokonaiskustannuksista on 63-72 % ja murskauksen osuus 37-28 % kantomurskeaseman murskaustuotoksen vaihdellessa 20-50 m³/h. Kanto- ja juuripuun kustannukset murskeena ovat alhaisemmat kuin runkopuuhakkeella kantomurskeaseman tuotoksen ollessa yli 22 m³/h. Runkopuu on kylläkin korjuu-, kaukokuljetus- ja haketuskuksiltaan selvästi kanto- ja juuripuuta edullisempaa, mutta kantohinta, jota kanto- ja juuripuulla ei oleteta olevan, muuttaa edullisuussuhteet.

6. Lopuksi

Kanto- ja juuripuu on korjuun ja tehdaskäsittelyn kannalta varsin ongelmallinen raaka-aine. Sen käsittelyn useissa vaiheissa tarvitaan poikkeuksellisen suuria voimia ja kaikenlaisia erikoisratkaisuja. Kanto- ja juuripuuhun liittyvä kone- ja menetelmäkehittäminen vaatii tämän raaka-aineen ominaisuuksien perinpohjaista tuntemista. Nämä ongelmat on kuitenkin saatu voitettua Suomessa monien hankalien vaiheiden jälkeen.

