

# FOLIA FORESTALIA<sup>328</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1977

---

---

JORMA LAITINEN JA SAULI TAKALO

---

MOOTTORISAHAVINTTURIN KÄYTÖSTÄ  
PIENTEN PUIDEN JA TUUKKIEN ESI-  
JUONNOSSA

---

PRELIMINARY SKIDDING OF  
SMALL TREES AND SAWLOGS  
BY POWER SAW WINCH

---

- 1976
- No 255 Metsätalastollinen vuosikirja 1974.  
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.  
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta.  
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.  
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.  
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten.  
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.  
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikonen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.  
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.  
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa f. carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.  
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.  
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.  
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.  
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.  
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.  
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.  
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.  
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.  
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.  
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftresultat från Skogsforskningsinstitutets företageekonomiska forskningskogar åren 1945—74.  
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä.  
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutarve.  
The need for future education in forestry
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.  
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.  
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.  
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.  
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.  
Forest worker's equipment costs 1975—1976.

F O L I A   F O R E S T A L I A   3 2 8

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Jorma Laitinen ja Sauli Takalo

MOOTTORISAHAVINTTURIN KÄYTÖSTÄ PIENTEN PUIDEN JA  
TUKKIEN ESIJUONNOSSA

Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power  
saw winch

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. *Folia For.* 328: 1–31.

Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetyn moottorisahavintturin tutkimiseksi suoritettiin loka-marraskuussa 1976 joukko hakettavan kuitupuun ja tukkien juontokokeita. Tutkimuksessa käytettiin aikatutkimustekniikkaa. Mekaanisella kauko-ohjauksella varustetulla vintturilla vinsattiin ensiharvennusmännikössä kokopuutaakkoja, joiden keskikoko oli  $0,083 \text{ m}^3$  runkopuuta. Tukkien esikasauksessa keskimääräinen taakka oli  $0,210 \text{ m}^3$ . Saavutetut tuotokset olivat  $2,36 \text{ m}^3$  kuitupuuleimikossa ja  $5,85 \text{ m}^3$  tukkileimikossa työmaatuntia kohden. Vastaavasti tehotuntia kohden lasketut tuotokset olivat 3,69 ja  $10,20 \text{ m}^3$ . Keskimääräiset vinnsausmatkat olivat 13,6 ja 10,6 m.

Käyttötuntia kohden laskettuna olivat moottorisahavintturin kustannukset 21,90 mk vuoden 1976 syksyn kustannustason mukaan ilman työmaakohtaisia siirtokustannuksia. Yksikkökustannukset olivat tällöin 3,41–11,14 mk/ $\text{m}^3$ . Vertailussa vintturin yksikkökustannukset olivat pientraktoriperustaisen kaato-kasaukskoneen kustannuksia korkeammat, mutta teleskoopityypin esikasaukskoneen kustannuksia alhaisemmat, kun siirtokustannuksia ei otettu huomioon. Tukkien vinnsausissa moottorisahavintturi oli traktori-vintturin kanssa jokseenkin yhtä edullinen ja esikasauslaitetta edullisempi.

Vinnsausken todettiin vahingoittavan vain vähän jäävää puustoa. Vintturi arvioitiin kestäväksi ja käyttökelpoiseksi rakenteeltaan. Painoa on kuitenkin mahdollisuus entisestään vähentää, vetotehoa lisätä ja apulaitteita parantaa.

---

The aim of this study was to analyze the working performance of the power saw winch developed at the Finnish Forest Research Institute by the other author (Takalo). The winch was equipped with a mechanical long distance control system. The study was done in October and November 1976. The winched loads were whole trees in a first thinning pine stand and saw logs in spruce and birch stands. Small pines were to be chipped at the strip road. The mean volume of the pulpwood load without limbs was  $0,083 \text{ m}^3$ . The volume of the average log was  $0,210 \text{ m}^3$ .

The winched volumes per work place hour were  $2,36 \text{ m}^3$  in pulpwood stand and  $5,85 \text{ m}^3$  in timber stands. The corresponding volumes per effective hour were 3,69 and  $10,20 \text{ m}^3$ .

The winching costs were 21,90 Fmk per work place hour according to the level of costs in autumn 1976. The costs per solid cubic meter at that time were from 3,41 to 11,14 Fmk. In the thinning of small-sized pine they were higher than the costs of a small tracked feller-buncher but lower than the costs of a buncher with a telescope boom. In skidding saw logs it was cheaper to use the power saw winch than the buncher.

Quite a few injuries were found on standing trees after skidding. The winch construction proved to be a durable and useful one. It is possible, however, to reduce further the weight (now about 25 kg), increase the pulling capacity and improve the accessory items.

It is most economic to skid by the winch in small and isolated stands.

## ALKUSANAT

Tämä tutkimus on syntynyt metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastossa kehitetyn kevyen juontovintturin käyttökelpoisuuden selvittämiseksi. Laitteen ideoinnista ja kehittelystä on vastannut kenttäimestari Sauli Takalo. Työhön on osallistunut DI Seppo Kovalainen. Apuaan ovat antaneet myös Oy Elfving Ab ja Oy Fiskars Ab.

Allekirjoittaneista Takalo on vastannut maastotöiden järjestelyistä sekä toisen luvun alustavasta käsikirjoituksesta ja Laitinen aineiston käsittelystä sekä tutkimusraportin laadinnasta. Käsikirjoituksen ovat lukeneet vs. pro-

fessorit Matti Kärkkäinen ja Pertti Harstela. Prof. Kalle Putkisto on tarkastanut samasta aiheesta valmistuneen opinnäytetyön.

Maastotöissä oli mukana metsäharjoittelija Tapio Järvinen. Konekirjoituksen ovat hoitaneet rouva Aune Rytönen ja neiti Leena Turunen. Piirroukset ovat MH Paavo Simolan ja neiti Leena Kunnarin. Englanninkielisen tekstin on tarkastanut John Derome, B.Sc.

Kiitokset kaikille työn valmistukseen vaikuttaneille.

Helsingissä heinäkuussa 1977

*Sauli Takalo*

*Jorma Laitinen*

## SISÄLLYS

	Sivu
ALKUSANAT	3
1. JOHDANTO	5
2. MOOTTORISAHAVINTTURI	5
21. Rakenne, toiminta ja apuvälineet	5
22. Erot aikaisempiin laitteisiin	7
3. AINEISTO	7
31. Tutkimusleimikot ja aineiston koko	7
32. Vinssausmenetelmät	7
33. Aineiston keruu ja käsittely	8
4. TULOKSET	8
41. Työajan jakaantuminen	8
42. Työvaiheiden pituudet	9
43. Työvaiheanalyysi	9
44. Tuotokset	11
45. Ergonomia	12
46. Puuston vaurioituminen	12
47. Kustannukset	14
48. Vintturin kehittäminen	14
5. TULOSTEN TARKASTELU	14
51. Kustannus- ja tuotosvertailua	14
52. Soveltaminen käytäntöön	15
KIRJALLISUUS	17
TAULUKOT	18

## 1. JOHDANTO

Vintturit tarjoavat erään ratkaisun puutavaran siirtämiseen. Metsäkuljetuksen mekanisoi- tuessa niiden suosio on laskenut. Kuitenkin vinttureiden etuihin on kiinnitetty huomiota esim. Ruotsissa, jossa N y l i n d e r i n (1976 s. 5) mukaan vinssaus harvennusemetsissä on voimakkaasti yleistymässä. Vuonna 1974 siellä korjattiin 7,8 % harvennuspuidusta vintturimenetelmällä ja osuuden on ennakoitu olevan 1982 peräti 42 %.

Markkinoillamme on useita voimakkaita laitteita vinssausta varten. Koska metsäkäyttöön sopiva kevyt ja lisäksi halpa vintturi on puutunut, katsottiin moottorisahan lisälaitteeksi sopivan prototyyppivintturin tutkiminen aiheelliseksi.

Moottorisahavintturin ja juontomenetelmän soveltuvuutta haketettavan, pieniläpimittaisen harvennuspuiden esijuontoon pidettiin eräänä tämän tutkimuksen perusongelmana. Tukkien esikasaus oletettiin myös vintturille soveltuvaksi. Esimerkiksi ylis- tai siemenpuiden poisto, jossa kasattavien tukkien määrä on pieni, arveltiin sopivaksi työksi.

Suomessa on tiettävästi kehitetty aiemmin vain yksi moottorisahavintturi. Toimintaperiaatteeltaan ja rakenteeltaan Nikun 1960-luvun alussa suunnittelema vintturi eroaa täysin metsäntutkimuslaitoksessa kehitetystä laitteesta.

K a r h u (1962) selvitti tutkimuksessaan Nikun moottorisahavintturin soveltuvuutta kuitupuun juontoon. Perusajatuksena kokeilussa oli pyrkimys yhdistää vinssaus hakkuuseen samojen miesten urakaksi. Pelkän vinssauksen osalta tuntituotokseksi kahden miehen ryhmällä tuli n. 3 pinokuutiometriä 4 m pituista kuitupuuta eli kiintotilavuutena 2,1 m<sup>3</sup>. Kustannuksiltaan moottorisahavintturi kilpaili tuolloin tasavertaisesti hevosjuonnon kanssa. Veto- kyvyn todettiin riittävän 0,2–0,4 m<sup>3</sup> kokoisten taakojen vetoon. Järeiden sahapuurunkojen vetoon teho ei yleensä riittänyt.

Itävaltalaisen Kohlbratin ja yhdysvaltalaisen moottorisahavinttureiden valmistajien Olympic Instrumentsin ja Lewisin mukaan vinttureiden maksimivetokyvyt vaihtelevat 10–18 kN vins- sausnopeudesta riippuen. Kohlbrat ilmoittaa tuotokseksi puiden juonossa 5–7 m<sup>3</sup>/h mainitsematta olosuhteista mitään. Käyttöaloiksi metsätalouden lisäksi moottorisahavinttureiden valmistajat ehdottavat maataloutta ja viinitarhoja, rakennus- ja teollisuustyömaita, sähkö- sekä posti- ja lennätinlaitoksia. Myös palokun- nat ja puolustuslaitos voisivat valmistajien mukaan käyttää vinttureita.

## 2. MOOTTORISAHAVINTTURI

### 2.1. Rakenne, toiminta ja apuvälineet

Kokeillun prototyyppivintturin voimanlähteenä on käytetty Raket 621 -moottorisahaa. Vintturi kiinnite- tään terälaipan pultteihin. Runko-osa on valmistettu hitsaamalla teräsprofiilista ja muotoiltu sopivasti puu- hun kiinnittämistä varten. Voiman siirto köysirum- malle tapahtuu hammasratasvaihteiston ja ketjuväli- tyksen avulla. Köysirummun toinen pääty toimii myös kytkimen vastinpintana. Kytkeväpää kääntä-

mällä lisääntyä ensin sahan käyntinopeus ja köysi- rumpu siirtyä sitten kytkinlevyä vasten. Kytkevä- pää käytön keventämiseksi ohjausnaru kiertää kahden taittopöydän kautta. Kaasuttimeen on asennettu yli- kierrokset estävä rajoitin. Kuva 1 selvittää vintturin rakennetta. Tärkeimmät tekniset tiedot ilmenevät taulukosta 1.

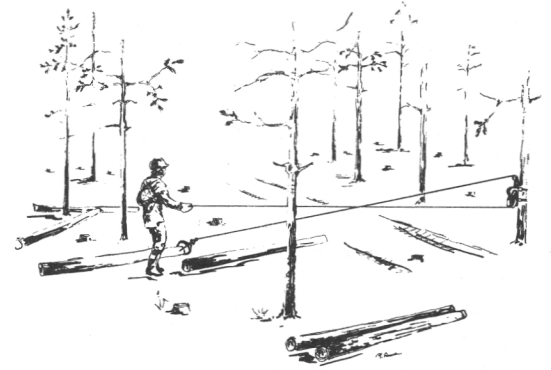
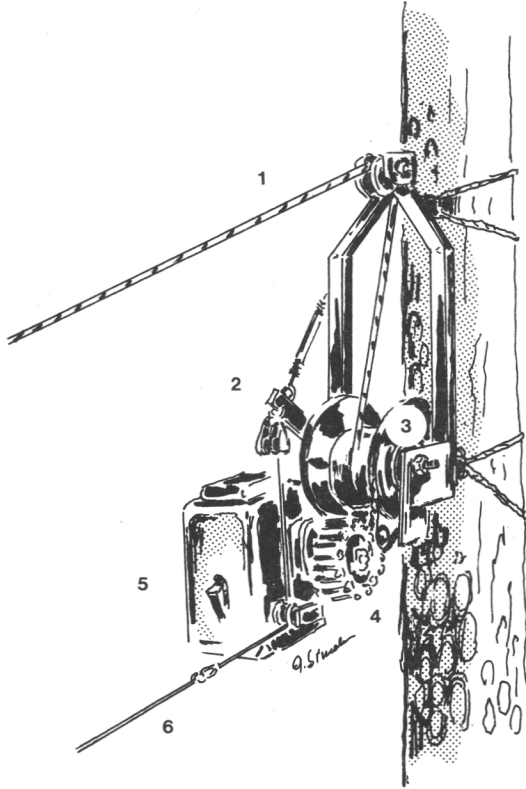
Vintturin hallinta on mahdollista ohjausnarulla aina 30 m päästä vintturista. Käyttäjän selässään kantama Nederman-narukela kelaa jousivoimalla ulos-

vedetyn narun takaisin. Käytetty naru oli noin 4 mm vahvuista keinokuitua. Nederman-kela tekee mahdolliseksi yhden miehen menetelmän vintturilla työskentellessä. Se toimii tavallaan radio-ohjauksen vaihtoehtona. Mekaanisen kauko-ohjauksen käyttöä esittää kuva 2.

Taakan kiinnijuuttumisen ja puustovaurioiden välttämiseksi on tärkeää, että taakan kulkusuuntaa voidaan muuttaa. Tämä tapahtuu tavallisesti taittopyörän avulla. Harvennusleimikossa työskentelyä varten kehitettiin kevyt apulaite, jossa taittopyörä on kiinnitetty toisesta päästään kaarevaan terästankoon. Tangon

kaari asetetaan puun taakse ja juontoköysi taittopyörän ympäri. Ohjausnarusta vetämällä kytketään vintturin veto päälle ja taakka saadaan liikkumaan haluttuun suuntaan. Lisäksi työvälinettä voidaan käyttää myös kankaen taakan irrotuksessa. Tavalliselle puun ympäri kiinnitettävälle taittopyörälle on käyttöä lähinnä tukkileimikoissa.

Taakan kiinnittämiseksi juontoköyteen käytettiin kolmea eri tapaa, pelkkää vaijerisilmukkaa, juontoalustaa ja tukkisaksia. Eri juontoalustoista valittiin pulkkamainen, piikkipankolla varustettu malli, jota kuitenkin ei käytetty varsinaisessa tutkimuksessa.

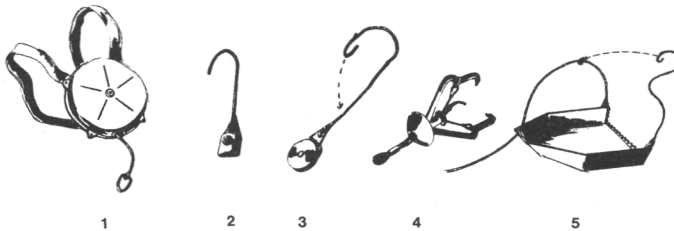


Kuva 2. Vintturin kauko-ohjaukseen käytetään itsekelautuvaa narukelaa.

Picture 2. One man operation is possible with an autowinding stringreel

Kuva 1. Moottorisahavintturi puuhun kiinnitettynä. Pääosat: 1) juontovaijeri 2) kytkinvipu 3) köysirumpu 4) hammasvaihteisto 5) moottori 6) ohjausnaru

Picture 1. Power saw winch attached to a tree. Main parts: 1) wire 2) clutch handle 3) wire drum 4) gearbox 5) engine 6) control string



Kuva 3. Moottorisahavintturin apuvälineet painoineen 1) narukela 3,0 kg 2) aputaittopyörä 3,2 kg 3) taittopyörä 5,2 kg 4) tukkisakset 6,0 kg 5) juontoalusta 7,0 kg

Picture 3. Accessory items and their weights: 1) stringreel 3,0 kg 2) small block 3,2 kg 3) big block 5,2 kg 4) tongs 6,0 kg 5) skidding plate 7,0 kg



Koukkupäisestä juontoköydestä taakan ympäri tehty silmukka osoittautui alustaa paremmaksi. Tukkien juonnossa käytettiin Fiskarsin kolmihaaraisia aksia.

## 22. Erot aikaisempiin laitteisiin

Aikaisempien moottorisahavintturien suurimpina heikkouksina olivat kytkinrikot ja painosta johtuva käsittelyn hankaluus. Vetopiste laitteissa oli alhaalla ja työskentely yksin hankalaa. Tapaturmien ehkäisyyn ei oltu riittävästi paneuduttu vinttureita suunniteltaessa. Työmenetelmät vaativat tavallisesti vähintään kaksi miestä.

Mainittuja heikkouksia on pyritty poistamaan mahdollisimman paljon. Vintturiin on asennettu oma kytkin, jotta saahan kohdistuva rasitus vähenisi. Moottorisahan kytkin ei yksin kestäisi rasitusta, joka syntyy vinsattavan taakan törmätessä esteeseen.

Rakenteen yksinkertaisuudella on paino saatu puoleen em. Nikun vintturiin verrattuna. Laitteen käsittely ja siirtely metsässä on helpottunut, ja kuljetus työmaalle henkilöauton tavaratilassa on mahdollista.

Työskenneltäessä vintturi kiinnitetään puuhun rinnaankorkeudelle. Tällöin vetopiste tulee noin 1,5 m

korkeuteen, mikä voi vähentää taakan töksähtelyä alemmaan vetopisteeseen verrattuna. Tällä on merkitystä varsinkin lähellä vintturia vinsattaessa puita edellisten taakkojen päälle. Ero pienvinttureihin, jotka toimivat maanpinnan tasossa, on havaintojen mukaan selvä.

Aiemmissa moottorisahavinttureissa ei ollut kauko-ohjauksen mahdollisuutta. Työntekijä joutui silloin vintturia käyttäessään olemaan aivan laitteen vieressä. Tämä oli vaarallista, jos vetovaijeri katkesi. Vintturien kiinnitystapa oli myös puutteellinen. Vajeriankkurointi puuhun tai kantoon salli vintturin rajutkin liikkeet vinsattaessa. Käyttäjän loukkaantumisvaara oli ilmeinen. Naruohjauksen käyttö ja tukeva kiinnitys nyt kehitetyssä vintturissa lisäävät huomattavasti työntekijän turvallisuutta.

Itsekelautuvaa narukelaa käytettäessä ei apumiestä tarvita. Työskentely yksin on mahdollista, ja käyttäjä voi ohjata vintturin toimintoja aina 30 m päästä.

Sahanmoottorit kehittävät nykyisin yleisesti yli 170 r/s. Kaasuttimeen asennetulla pyörimisnopeuden rajoittimella ylärajaksi tulee 116–125 r/s. Näin saadaan moottorin kestoikää lisätyksi tehoa sanottavasti menettämättä.

## 3. AINEISTO

### 31. Tutkimusleimikot ja aineiston koko

Maastotyöt suoritettiin loka-marraskuussa 1976. Työmaat sijaitivat Suomusjärvellä ja Padasjoella. Kuitupuuleimikko oli hieman epätasainen ensiasteen harvennumännikkö, metsätyypiltään CT. Maastoltaan työmaa oli suhteellisen tasainen ja pinta-alaltaan yhteensä 1,0 ha. Puuston kokonaismäärä oli keskimäärin 75,59 m<sup>3</sup>/ha ja palstoittainen hajonta<sup>1)</sup> 12,85 m<sup>3</sup>/ha. Harvennuksessa poistettiin kaikkiaan 13,10 m<sup>3</sup>/ha. Tästä vinsattiin vajaa 11 m<sup>3</sup>/ha. Loppu kertyi palstatienvierestä, suoraan vinsastaakkoihin kaadetuista puista.

Leimikko jaettiin 7 varsinaiseen aikatutkimuspalstaan. Palstojen koko oli yleensä noin 30x40 m ja yksi 30x80 m. Lisäksi varattiin pieni palsta vintturijuontoa ja -menetelmää havainnollistavan filmin kuvausta varten. Tämän palstan tietoja ei laskettu mukaan lopullisiin tuloksiin.

Somusjärven tukkileimikko oli aukkoisessa, ojitetussa, mustikkatyyppin kuusikossa. Aukko paikoissa kasvoi pituudeltaan 5–6 m kuusia tai koivuja. Maastoluokka arvioitiin olevan tekovaikeusluokkaa 1. Vinsasta suoritettiin 70x80 m kokoisella palstalla. Hakkuuta edeltäneeksi kokonaiskuutiomääräksi laskettiin 299 m<sup>3</sup>/ha. Esikasauksessa vinsattiin 21 m<sup>3</sup>. Tällöin arvioitiin kaikkien tukkien olevan normaalipituisen hydraulikuormaimen ulottuvilla.

Padasjoen tukkileimikko oli mustikkatyyppin koivikossa. Koivikon alla oli 1–2 m pituinen istutuskuusikko. Maasto oli hieman viettävää. Kokonaiskuutiomääräksi laskettiin 208 m<sup>3</sup>/ha. Esikasattava määrä 75x80 m palstalla oli 18 m<sup>3</sup>.

Taulukosta 2 ilmenee tutkimustyömaita koskevia tietoja.

### 32. Vinsausmenetelmät

Tutkimustyömaalla kuitupuun juonnettiin kokonaan tyvi edellä. Alustavissa kokeissa todettiin töiden suunnittelu ja valmistelu tärkeiksi. Sopivien, 3–5 puun muodostamien juontotaakkojen kasaaminen ja järjestely palstalla vaikuttaa selvästi työskentelyyn moottorisahavintturilla. Parhaimmaksi työmenetelmäksi todettiin siirtelykaato. Tässä työmenetelmässä kaato ja kasaus nivelletään toisiinsa siten, että tekeminen voi käyttää kaatuvan puun liike-energiaa kasaukseen. Maassa olevia taakkoja ei enää siirrellä (L e h t o n e n 1976). Lisäksi käytettäessä saahan liitettyä kaatokahvalaitetta voi hakkuumies työskennellä pystyasennossa. Juontoköyden kiinnittäminen helpottuu, jos taakat saadaan kasatuksi maasta irti esim. kannon päälle.

Taakan kulkua ohjattiin tarpeen mukaan pienellä aputaitopyörällä. Näin voitiin välttää töksähtelyä ja puuston vaurioitumista. Palstatienvarten jäi alue, josta puut kaadettiin suoraan vinsattuihin taakkoihin. Näin voitiin ruuhkaa taakkojen irrotuspaikalla vähen-

1) Hajonnalla tarkoitetaan jäljempänä keskihajontaa eli standardipoikkeamaa.

tää ja vinssaus helpottui. Käytetty palstatieväli oli 60 m.

Puiden jatkokäsittelynkä kannalta oli eduksi, että vintturin toisinaan vaurioittama kiinnityspuu kaadettiin harvennuksessa. Muussa tapauksessa puu usein vaikeutti vinssattuihin puukasoihin tarttumista hakurin kuormaimella.

Työmenetelmä avohakattavissa tukkileimikoissa moottorisahavintturia varten poikkeaa jonkin verran tavanomaisesta. Vintturin kiinnitystä varten oli palstatien reunaan jätettävä puita pystyyn noin 15–20 m välein. Muussa tapauksessa työskentely vintturilla vaikeutui, jos kiinnittämiseen jouduttiin käyttämään kantoa. Myös kaato suoritettiin niin, ettei raskas tyvitukki jäänyt kannon taakse ajateltuun vinssausuuntaan nähden. Jos näin kävi, ainoa keino oli turvautua taittopyörään ja muuttaa vetosuuntaa. Vetokyvyn ollessa riittämätön saatiin voimaa lisättyä kiinnittämällä taittopyörä tukkiin ja vaijerin pää vintturin kiinnityspuuhun. Vinssausnopeus luonnollisesti laski näissä tapauksissa.

Vinssauksessa tyydyttiin vetämään tukit metsätraktorin normaali pituiseen kuormaimen ulottuville.

Esikasauksen jälkeen kiinnityspuut kaadettiin ja valmistettiin tavaralajeiksi. Palstatieväli oli 50–60 m.

### 33. Aineiston keruu ja käsittely

Ennen varsinaista tutkimusta katsottiin aiheelliseksi suorittaa maastokokeita vinssausmenetelmän kehittämiseksi. Vintturin käyttäjänä toimi laitteen kehittäjä. Aikatutkimusaineisto kerättiin palautusmenetelmällä.

Vinssatun kuitupuumäärän selvittämiseksi mitattiin siirtelykaadolla juontotaakoihin kasattujen puiden rinnankorkeusläpimitta, kapeneminen ja pituus. Runkopuun kuorellinen kuutiomäärä laskettiin taulukoita käyttäen. Tilavuuksien laskennassa tarvitut läpimittaluokittaiset pituudet saatiin käyttämällä kaadettuja puita koepuina myös pystyyn jääneelle puustolle.

Tukkien mittausta tapahtui normaalisti mittaussäänön mukaisesti.

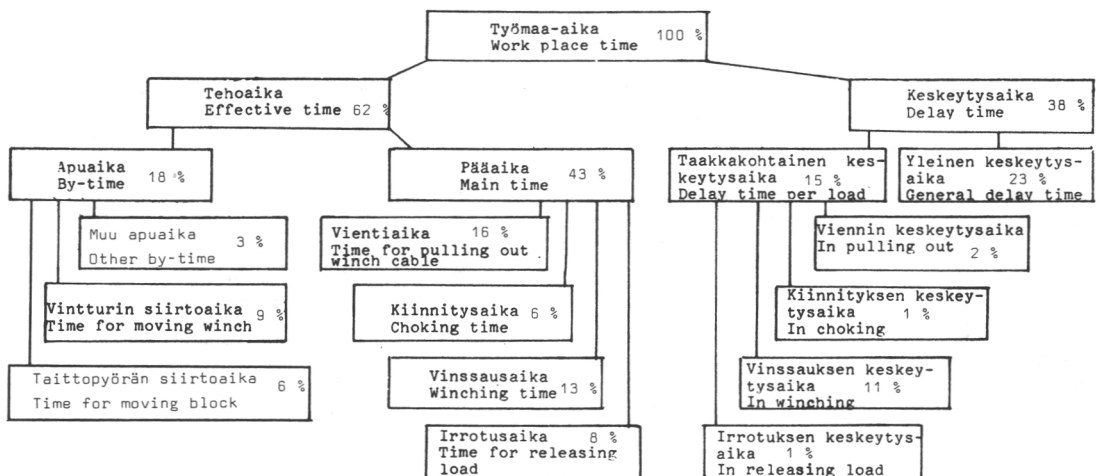
Aikatutkimusaineiston laskentatyöt suoritettiin tietokoneella. Vinssauksista analysoivien mallien laadinnassa on käytetty useimmiten valikoivaa regressioanalyysiä.

## 4. TULOKSET

### 41. Työajan jakaantuminen

Työmaa-ajan rakenne käy ilmi kuvasta 4. Tehoajan osuus siinä on 62 % ja keskeytysten 38 %. Keskeytysten osuutta on pidettävä suu-

rena. Lukuja arvosteltaessa on syytä muistaa, että kyseessä on prototyypivintturi, jota voidaan vielä kehittää. Vintturin aiheuttamien keskeytysten suhteellinen vähäisyys vaikuttaa tyydyttävältä koneen toimintavarmuutta ajatel-



Kuva 4. Aikakäsitteiden väliset suhteet ja työmaa-ajan rakenne  
Picture 4. Relationships between time concepts and structure of work place time.

len. Keskeytyksiin luettiin tosin mukaan vain työmaalla suoritettut korjaukset.

Apuaikoihin ei ole laskettu mukaan vintturin ajoneuvosta leimikolle tehtyjä siirtoja, jotka tapahtuivat lyhyestä 0–100 m matkasta johtuen kantamalla. Siirrot palstalla olivat 10–20 m pituisia. Taittopyörän siirtoaika mitattiin omaksi työvaiheekseen, koska sen käyttö on oleellinen ja usein toistuva työvaihe kuitupuun juonossa. Muu apuaika sisälsi mm. moottorin käynnistyksen ja tankkauksen.

Taakkakohtaisia keskeytyksiä oli selvästi eniten vinssauksessa. Vinssauksen yleisimmät keskeytysten aiheuttajat olivat maasto, puusto ja edelliset vinssatut taakat luettelussa järjestyksessä. Vinssattujen taakkojen aiheuttama ruuhka vaikeutti uuden taakan vetämistä perille. Puiden irtoaminen taakasta luettiin kalustosta aiheutuviin keskeytyksiin samoin kuin narukelan häiriöt, vajerin sotkeutumiset ja vastaavat. Köydenviennissä suurin aiheuttaja oli kalusto. Narukelan toiminta ja ohjausnarun lyhyys haittasivat toisinaan selvästi työskentelyä. Kiinnityksen ja irrotuksen keskeytykset olivat vähäisiä. Taakkakohtaiset keskeytykset selviävät taulukosta 3.

Yleisiin keskeytyksiin luettiin muut kuin pääajan työvaiheiden aikana tapahtuneet. Vinssauskalustoon liittyvät syyt olivat yleisimmät, lepotaust ja tutkimuksen aiheuttamat seuraavia, keskenään jokseenkin yhtä yleisiä. Ruokailutaukoja ei luettu mukaan tutkimusaineistoon. Muut syyt olivat työvälineiden hakemista, henkilökohtaisia apuaikoja, joita ei luettu levoksi tai vastaavia. Keskeytysten syiden prosenttiosuudet selviävät taulukosta 4. Luvuista ilmenee, että keskeytysten määrää voidaan huomattavasti laskea. Jo yksistään tutkimuksen osuuden poistuminen vähentäisi noin 5 prosenttisyksikköä työmaa-ajasta laskettua keskeytysten osuutta. Myös vintturilaitteiston toimintavarmuutta voidaan kehittää.

#### 42. Työvaiheiden pituudet

Työvaiheiden pituudet taakkaa kohti lasketuina keskiarvoina käyvät ilmi taulukosta 5. Työvaiheiden keston jakaumat ovat vinot, mitä kuvaa osaltaan hajontojen suuruus. Keskimääräiset vinssausmatkat ja taakan koot ilmenevät taulukosta 6. Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta juontoköyden vientimatka oli sama kuin vinssausmatka.

Aputyövaiheiksi luettiin vintturin ja taittopyörän siirtelyt sekä muut ajat. Muut ajat sisälsivät sahan käynnistyksen, tankkauksen ja normaalit säätötyöt. Työvaiheiden kestot ilmenevät taulukosta 7. Suuret hajonnat johtuvat leimikoittain eripituisista siirtomatkoista ja taittopyörän malleista.

#### 43. Työvaiheanalyysi

##### *Köyden vienti*

Köyden vientiajan riippuvuus matkasta on tässä tutkimuksessa käyräviivainen. Tämä johtuu siitä, että mitä kauemmaksi vajeri vedetään, sitä raskaammaksi työ muodostuu (vrt. *H a r s t e l a ja R u o s t e* 1970 s. 16).

Mallin vaiheet on esitetty kaavoina (1) ja (2). Lisäksi on merkitty näkyviin myös yhteiskorrelaatiokertoimen neliö  $R^2$  eli selitysaste ja jäännöshajonta  $S_{yx}$ .

		$R^2$	$S_{yx}$
(1)	$y_1 = 31,60 + 0,049x_6^2$	0,151	24,29
(2)	$y_1 = 29,18 + 0,043x_6^2 + 8,60x_2$	0,175	23,99

jossa  $y_1$  = vientiaika, cmin/taakka  
 $x_2$  = menetelmävalemuuttuja,

0 = tukkien juonto  
 1 = kuitupuiden juonto

$x_6$  = köyden vientimatka, m

Kaavasta (2) ilmenee, että kuitupuuleimikossa köyden vientiaika on keskimäärin 8,6 cmin pidempi kuin tukkeja juonettaessa, koska työntekijä joutuu valitsemaan kulku- ja vinssausreitinsä harvennusemissä tarkemmin kuin aukealla. Vientiajan kuvaajat ovat kuvassa 5.

##### *Kiinnitys*

Kiinnitys tapahtui joko pujottamalla köysi puukasan pään ympäri tai asettamalla tukisakset pölkyn päähän.

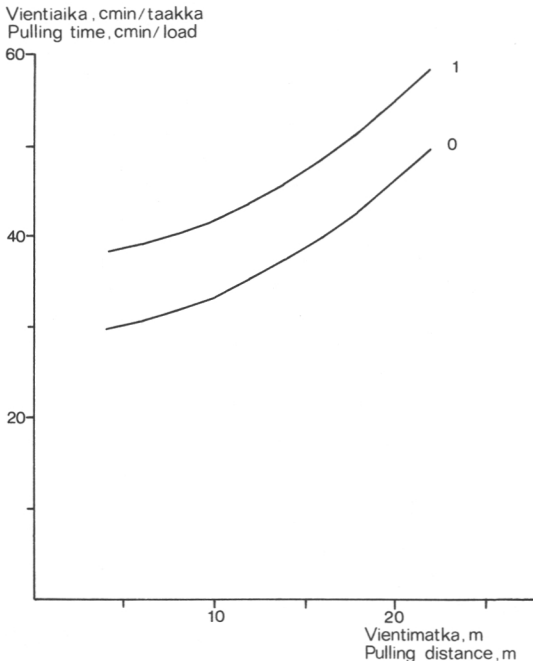
Kiinnityksen mallin laadinnassa asetettiin menetelmä, vinssausmatka, puiden lukumäärä taakassa ja taakan kuutiomäärä pakollisiksi selittäjiksi. Tämän jälkeen ainoa valikoivan regressioanalyysin lisäämä merkittävä selittäjä oli matkan neliöjuuri. Mallin vaiheet ovat yhtälöissä (3) ja (4).

	$R^2$	$S_{yx}$
(3) $y_2 = 3,80 + 15,61x_2 + 0,206x_6 + 0,009x_5 + 0,823x_4$	0,371	11,29
(4) $y_2 = 10,71 + 14,22x_2 + 1,243x_6 + 0,010x_5 + 0,728x_4 - 5,911\sqrt{x_6}$	0,401	11,03

$y_2$  = kiinnitysaika, cmin/taakka  
 $x_2$  = menetelmävalemuuttuja, 0 = tukkien juonto, 1 = kuitupuiden juonto  
 $x_4$  = puiden luku taakassa, kpl  
 $x_5$  = taakan kuutiomäärä, dm<sup>3</sup>  
 $x_6$  = köyden vientimatka, m

Vahvin selittäjä on menetelmävalemuuttuja. Kuitupuiden juonnossa kiinnitysaika on mallin mukaan 14,22 cmin pidempi kuin tukkeja juonnettaessa. Ero on miltei sama työvaiheittaisissa keskiarvoissa.

Kiinnitysmenetelmistä johtuu, että taakan koko ja puiden lukumäärä taakassa merkitsevät sängen vähän kiinnitysaikaan. On ilmeistä, että esim. juontoköyden kuitupuutaakaan ali pujottaminen vaikuttaa kiinnitysaikaan enemmän kuin taakan koko. Pujottaminen on luonnollisesti helppoa, jos taakka on koholla maasta.



Kuva 5. Juontoköyden vientiajan riippuvuus vientimatkasta (1) kuitupuusta ja (0) tukkileimikoissa

Picture 5. Correlation between pulling time and distance in (1) pulpwood and (0) timber stands

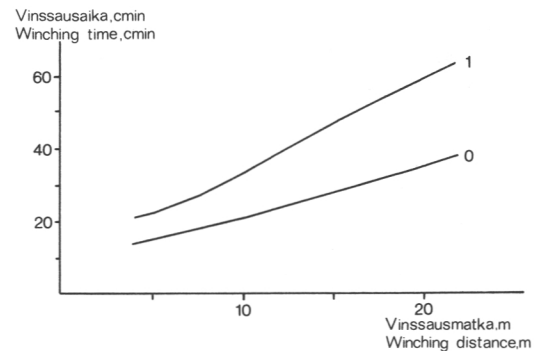
### Vinssaus

Vinssausajan malli laskettiin sekä kuitupuulle että tukeille erikseen. Valikoivan regressioanalyysin eteneminen on esitetty kuitupuulle yhtälöinä (5), (6) ja (7).

$$\begin{aligned}
 (5) \quad y_3 &= 35,79 + 0,051x_6^2 & R^2 &= 0,206 \quad S_{yx} = 25,57 \\
 (6) \quad y_3 &= 50,08 + 0,093x_6^2 - 7,74\sqrt{x_6} & R^2 &= 0,268 \quad S_{yx} = 24,65 \\
 (7) \quad y_3 &= 54,49 - 0,106x_6^2 - 37,01\sqrt{x_6} + 10,64x_6 & R^2 &= 0,325 \quad S_{yx} = 23,75
 \end{aligned}$$

$y_3$  = vinssausaika, cmin/taakka  
 $x_6$  = vinssausmatka, m

Kuitupuun vinssausajan merkittävin selittäjä on vinssausmatka. Muuttujan eri asteet kuvaavat mallin käyräviivaisuutta. Taakan koko olisi ollut seuraava selittäjä mallissa. Tilastollista merkitsevyyttä sille analyysillä ei kuitenkaan pystytty osoittamaan.



Kuva 6. Vinssausajan riippuvuus vinssausmatkasta (1) kuitupuusta ja (0) tukkileimikoissa

Picture 6. Effect of distance on winching time, in (1) pulpwood and (0) timber stands

Tukkipuiden vinssausajan regressioanalyysin vaiheet ovat yhtälöissä (8), (9) ja (10).

$$(8) \quad y_4 = 7,316 \sqrt{x_6} \\ R^2 = 0,751 \quad S_{yx} = 13,69$$

$$(9) \quad y_4 = 4,614 \sqrt{x_6} + 0,044 x_5 \\ R^2 = 0,791 \quad S_{yx} = 12,61$$

$$(10) \quad y_4 = -2,62 \sqrt{x_6} + 0,058 x_5 + 1,744 x_6 \\ R^2 = 0,813 \quad S_{yx} = 11,94$$

$y_4$  = tukkien vinssausaika, cmin/taakka  
 $x_5$  = taakan koko, dm<sup>3</sup>  
 $x_6$  = vinssausmatka, m

Mallista (10) ilmenee vinssausajan riippuvan lähinnä matkasta. Taakan koko on myös merkittävä. Vinssausaikoja selventävät kuvaajat ovat kuvassa 6.

Kuitupuun vinssausajat ovat huomattavasti tukin aikoja pidemmät. Tämä selittyy kokopuiden suuremmalla hinausvastuksella. Tukin vinssauksessa oli maan pinta lisäksi luminen, kun taas kuitupuuleimikossa maa oli jokseenkin paljas. Lisäksi vinssausmenetelmä edellytti käyttäjän seuraavan taakan vierellä. Pystyäkseen tähän on vinssaaaja joutunut alentamaan vinssausnopeutta.

#### Irrotus

Irrotusajaksi luettiin taakan pysähtymisestä alkanut ja juontoköyden irrottamiseen kulunut aika. Näin ollen siihen toisinaan saattoi sisältyä myös vinssausajan siirtymistä taakan päälle. Työntekijän ei aina ollut mahdollista seurata taakkaa aivan sen vieressä. Irrotusaikaa kuvaava regressioyhtälö laadittiin valitsemalla pakollisiksi selittäjiksi taakan koko, puiden luku taakassa, vinssausmatka ja -menetelmä: Tätä mallia täydennettiin valikoivan regressioanalyysin lisämillä muuttujilla.

$$(11) \quad y_5 = 14,07 - 1,094x_2 + 0,206x_6 + 0,023x_5 + 0,740x_4$$

$$(12) \quad y_5 = 10,24 + 6,44x_2 + 0,589x_6 + 0,022x_5 + 0,606x_4 - 0,620x_2x_6$$

$$(13) \quad y_5 = 14,29 + 5,53x_2 + 1,183x_6 + 0,023x_5 + 0,552x_4 - 0,611x_2x_6 - 3,418 \sqrt{x_6}$$

$y_5$  = irrotusaika, cmin/taakka  
 $x_2$  = menetelmävailemuuttuja, 0 = tukkien juonto, 1 = kuitupuun juonto  
 $x_4$  = puiden lukumäärä taakassa, kpl  
 $x_5$  = taakan kuutiomäärä, dm<sup>3</sup>  
 $x_6$  = vinssausmatka, m

Kaavasta ilmenee pakollisiksi selittäjiksi valittujen suhteellisen vähäinen merkitys. Menetelmämuuttujan kerrointen mukaan kiinnitysilmaan ja tukkisaksien irrotusajan kuvaajat leikkaavat toisensa. Tämän mukaan saksat ovat hitaammat irrottaa tukista kuin silmukka kuitupuutaakasta yli 9 metrin etäisyydeltä vinssattaessa. Tämä saattaa johtua siitä, että kuitupuun vinssauksessa työntekijä seuraa paremmin taakan mukana. Myös saksien tukkiin painumisesta aiheutuva kiinnijuuttuminen ja tästä johtuva hitaampi irrotus voi olla yleisempää pidemmällä matkoilla.

#### 44. Tuotokset

Tuotoksia laskettiin sekä työmaatuntia että tehotuntia kohden, jolloin keskeytysten osuus on eliminoitu. Esijuonnon tuotokset kuitupuuleimikossa olivat 1,55 m<sup>3</sup>/työmaatunti ja 2,36 m<sup>3</sup>/tehotunti vinssattua runkopuuta. Lisäksi tulee mukaan oksien osuus, jolloin vastaavat luvut ovat 1,97 m<sup>3</sup> ja 3,00 m<sup>3</sup>. Oksaprosenttina on tällöin käytetty 27 %. Viherainetta ei otettu huomioon. Tuotoksiin voidaan laskea mukaan myös se palstateiden varresta kertyvä puumäärä, jota ei itse asiassa jouduttu siirtelemään, koska se saatiin kasatuksi pelkästään siirtelykaatoa käyttäen (vrt. H a r s t e l a ja R u o s t e 1970). Kun näin saatava tuotoslisä otetaan huomioon, tulee runkopuutuotokseksi 1,86 m<sup>3</sup>/työmaatunti ja 2,83 m<sup>3</sup>/tehotunti. Vastavasti oksat mukaan lukien saadaan 2,36 m<sup>3</sup>/työmaatunti ja 3,59 m<sup>3</sup>/tehotunti. Keskimääräinen vinssausmatka kuitupuuleimikossa oli 13,65 m ja taakan koko 83 dm<sup>3</sup>.

Tukkien osalta tulokset laskettiin leimikoitain. Syynä tähän olivat puuston erilainen koko ja olosuhteet. Keskimääräinen vinssausmatka oli Suomensjärvellä kuusikossa 10,2 m

$R^2$                        $S_{yx}$

(11)  $y_5 = 14,07 - 1,094x_2 + 0,206x_6 + 0,023x_5 + 0,740x_4$                       0,078                      8,80

(12)  $y_5 = 10,24 + 6,44x_2 + 0,589x_6 + 0,022x_5 + 0,606x_4 - 0,620x_2x_6$                       0,133                      8,70

(13)  $y_5 = 14,29 + 5,53x_2 + 1,183x_6 + 0,023x_5 + 0,552x_4 - 0,611x_2x_6 - 3,418 \sqrt{x_6}$                       0,156                      8,57

ja Padasjoella koivikossa 10,8 m. Taakan koot olivat vastaavasti 257 dm<sup>3</sup> ja 173 dm<sup>3</sup>. Pidemmästä vinssausmatkasta ja pienemmästä taakan koosta huolimatta koivuleimikossa saatiin hieman korkeampi tuotos, mikä johtunee edullisemmasta maastosta.

Moottorisahavintturilla saadut tuotokset ovat taulukossa 8.

#### 45. Ergonomia

Nyt kehitettyä moottorisahavintturia voidaan pitää edeltäjiään turvallisempana. Narukelan käyttö sallii työntekijän liikkumisen kaukana vintturista. Vaijerin katkeaminen voinee näin vain harvoin vahingoittaa vintturin käyttäjää. Vintturin tukeva kiinnitystapa vähentää osaltaan tapaturmavaaraa.

Tutkimustyömailla havaituista vaaratilanteista ehkä todennäköisin on kiinnityspuun kaatuminen. Pienestä vetovoimastaan huolimatta vintturi jaksaa vetää puita nurin, koska vetopiste on korkealla (n. 1,5 m). Kuitupuuleimikoissa kaatui kaksi vintturin kiinnityspuuta ja yksi taittopyörän tukipuu. Kiinnityskorkeutta ja vintturin vetovoimaa säätelemällä puiden kaatumisia voidaan välttää.

Myös narukelan toiminta todettiin puutteelliseksi. Kelan juuttuminen tai narun loppuminen sai vintturin yllättäen vetämään käyttäjän palauttaessa juontoköyttä palstalle. Tällöin saattavat esim. tukkisaksien kärjet vahingoittaa kantajaansa.

Taittopyörä muodostaa oman riskinsä. Oikea käyttö edellyttää työntekijän sijoittumista taittopyörän vastakkaiselle puolen puuta ja veto-vaijeriin muodostuvan kulman ulkopuolelle niin, ettei taittopyörä tai köysi luiskahtaessaan osu käyttäjään. Vaijerin käsitteleminen vaatii riittävän vahvojen nahkakäsineiden käyttöä. Näin eivät mahdollisesti katkenneet säikeet vahingoita vintturin käyttäjää.

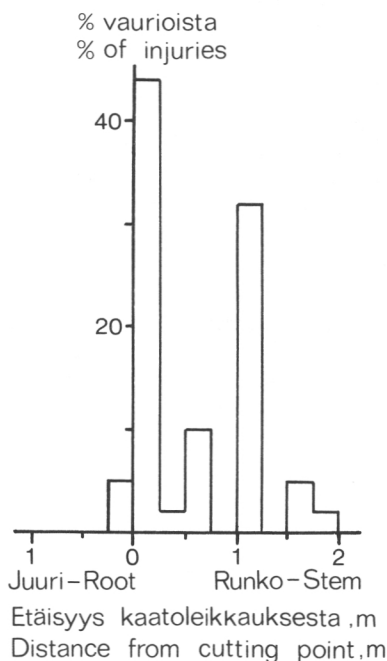
Vinssattujen, jäisten taakkojen päällä liikkuaessaan saattaa työntekijä liukastua tai kaatua. Erityisesti vintturin siirrot voivat olla vaarallisia. Työskennellessä suhteellisen kaukana vintturista käyttäjän altistuminen melulle on vähäisempää kuin normaalisti sahaa käytettäessä. Kuulosuojainten käyttö on kuitenkin perusteltua.

Vintturijuontoa voidaan pitää K l e n i n ja L o u h e v a a r a n (1976) mittauksen perusteella raskaana työnä. Raskain työvaihe on

yleensä juontoköyden vienti vinssattavan taakan luo. Myös taakkojen kiinnijuuttuminen saattaa aiheuttaa työntekijöille suuria fyysisiä ponnistuksia. H a r s t e l a (1970 s. 16) toteaa juontoköyden palauttamisessa mitatun työntekijältä yli 180 sydämen sykettä minuutissa. Tässä tutkimuksessa todettiin suuntaa-antavasti vintturin käyttäjän pulssin kohoavan 135 lyöntiin minuutissa. Työtä luonnollisesti keventää lyhyt vinssausmatka. Narukelan ja taittopyörän käyttö vähentää fyysistä työtä taakan juutuessa kiinni.

#### 46. Puuston vaurioituminen

Vintturijuonnon kasvaviin puihin aiheuttamia vahinkoja inventoitiin kuitupuuleimikossa aikatutkimuksen jälkeen. Vaurioituneita, rinnankorkeusläpimitaltaan yli 5 cm vahvoja puita todettiin yhteensä 41 kpl/ha. Kaikkiaan vahingoittui runkoluvusta 4 %. Määrää on pidettävä pienenä verrattuna P ä i v ä t i e n (1974) tuloksiin. Osansa vähäisiin vaurioihin lienee myös työssä käytetyllä taittopyörällä, jolla taakan



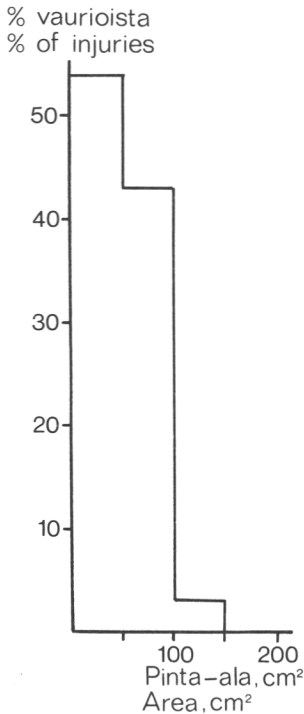
Kuva 7. Etäisyys kantoleikkauksesta vaurion lähimpään pisteeseen  
Picture 7. Distance from the cutting level to the nearest point of the injury

kulkua ohjaamalla pyrittiin välttämään sekä töksähtelyä että vaurioitumista. Lopullinen palstalle jäänyt vaurioiden määrä on esitetty hieman alhaisempi, koska vaurioituneita vintturin kiinnityspuita poistettiin vinsauksen jälkeen.

Vaurioiden sijaintikohta puussa on esitetty kuvassa 7. Oletetun kaatoileikkauksen yläpuolella olevat luokiteltiin runkovaurioiksi ja vastaavasti alapuolella olevat juurivaurioiksi.

Vain 2 kpl eli 5 % todettiin juurivaurioiksi. Tämä selittynee sillä, että taakan töksähtelyä puihin pyrittiin välttämään ja samaa juontouraa käytettiin harvoin kahden tai useamman taakan vinsaukseen. Vinsauksen maanpintaa kuluttava vaikutus ei ollut suuri. Vaurioiden aiheuttaja pystyttiin selvittämään varsin luotettavasti jälkikäteenkin. Aiheuttajien osuudet on esitetty taulukossa 9.

Taakka ja vintturi osoittautuivat suurimmiksi vaurioiden aiheuttajiksi. Vintturin aiheuttamia vaurioita ei kuitenkaan pidetty tärkeänä, koska jatkokäsittely edellytti useimpien kiinnityspuiden kaatoa.



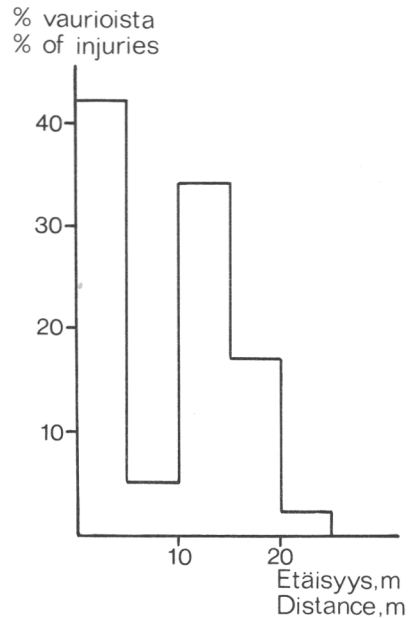
Kuva 8. Vaurioiden jakaantuminen pinta-alan mukaan  
 Picture 8. Frequency of areas of injuries

Vauriotyypit jaettiin neljään luokkaan. Pintavaurioiksi luettiin tapaukset, joissa puun kuori oli vioittunut mutta puuaine ehjä. Toiseen ryhmään kuuluivat syvät, varsinaista puuainetta koskevat vauriot. Lisäksi laskettiin vintturin kallistamat ja kaatamat puut. Tulokset ovat taulukossa 10.

Vauriotyyppien jakauma on samantapainen P ä i v ä t i e n (1974) tuloksien kanssa. Kaatuneiden ja kallistuneiden puiden osuudet ovat tässä tutkimuksessa suuremmat. Vintturin kiinnityspuiden pieni koko selittää kaatuneiden osuutta.

Vaurioiden pinta-alat olivat pieniä, keskimäärin 35 cm<sup>2</sup>. P ä i v ä t i e (1974) sai Radiotirvintturiä koskevassa tutkimuksessaan vastaavaksi luvuksi 68 cm<sup>2</sup>. H a n n e l i u k s e n ja L i l l a n d t i n (1970) traktorivaurioita koskevassa selvityksessä pinta-alat olivat huomattavasti suuremmat, keskimäärin 177 cm<sup>2</sup>. Kuva 8 selvittää vaurioiden jakautumisen.

Vahingoittuneita puita todettiin koko palstalla, eniten kuitenkin palstatien lähellä. Vaurioiden kerääntyminen palstatien lähelle on luonnollista. Mitä lähemmäksi palstatietä tullaan, sitä enemmän taakkoja kussakin kohdassa on vinsattu. Lisäksi vintturin kiinnityksen



Kuva 9. Vaurioituneiden puiden etäisyys palstatiestä  
 Picture 9. Distance from injured trees to strip road

vioittamat puut ovat aina palstatiin varressa. Kuvassa 9 on esitetty vaurioituneiden puiden jakautuminen sijainnin mukaan.

#### 47. Kustannukset

Moottorisahavintturin tuntikustannuslaskelmia varten sahan ja vintturin yhteiseksi hinnaksi arvioitiin 4 000 mk. Samoin arvioitiin laite kestävyydeltään luotettavaksi. Polttoainekustannukset selvitettiin kulutuksen seurannalla aikatutkimuksen yhteydessä. Käyttötuntia kohden lasketut kustannukset ovat tällöin taulukossa 11 esitetyn mukaiset.

Mikäli pelkkä vintturiosa hankintaan sahan lisälaitteeksi ja vintturin aiheuttamat lisäkustannukset halutaan laskea, voidaan siihen käyttää kaavaa (14). Poltto- ja voiteluaineiden kustannukset on oletettu tällöin vintturiä käytettäessä yhtä suuriksi kuin sahattaessakin.

$$(14) \quad L = W + T + \frac{P}{100} \frac{[(n+1) \cdot K + (n-1)J] + 2 \cdot (K-J)}{2n \cdot H}$$

jossa

L = vintturista aiheutuvat lisäkustannukset, mk/h

p = korkoprosentti, 10 %

n = käyttövuosien luku, 3 a

H = vuotuinen käyttötuntimäärä, 200 ja 500 h

K = vintturiosan hankintahinta, 2 000 mk

J = jäännösarvo, 200 mk

W = juontoköysikulut, 1 mk/h

T = lisäkorjauskustannukset, 0,22 mk/h

Tällöin vintturista aiheutuvat lisäkustannukset ovat 2,70–4,92 mk/h vuotuisen käytön ollessa 200–500 tuntia.

Jos kaavaa (14) käytetään sahan ja vintturiosan yhteisten käyttötuntikustannusten laskeamiseen, täytyy poltto- ja voiteluaineiden sekä vinssaajan aiheuttamat menot lisätä kaavan antamaan tulokseen.

Tutkimuksessa tuotos vaihteli 1,97–6,44 m<sup>3</sup> työmaatuntia kohden. Vuoden kokonaiskäyttötuntien ollessa 500 tuntia yksikkökustannukset ovat 3,41–11,14 mk/m<sup>3</sup>.

#### 48. Vintturin kehittäminen

Moottorisahavintturilla työskenneltäessä todettiin laitteessa olevan vielä kehittämistä. Vintturin keventäminen on mahdollista käyttämällä kalliimpia kevytmetalliseoksia osien valmistamisessa. Painon alentaminen on mahdollista myös poraamalla kevennyksiä runkoon, vaihtamalla hammasvaihteisto halvemaksi, ketjuvälitteiseksi ja käyttämällä nykyistä ohuempaa vetoajuria. Näin lienee vähennettävissä 20 % kokonaispainosta. Käyttämällä ohuempaa vaijeria voidaan sen pituutta lisätä, jos painon alentamista ei pidetä tärkeänä.

Vinssausnopeus todettiin liian suureksi. Työntekijällä oli vaikeuksia seurata taakkaa maksimivinssausnopeudella. Pienentämällä vinssausnopeutta 30 % saadaan lisää vetovoimaa, jota tarvittaisiin tukkien vinssauksessa. Uusi nopeus on tällöin keskimäärin 0,56 m/s ja sitä vastaava vetovoima 8,6 kN. Vetovoiman lisäys on siis yli 40 %. Vetokykyä voidaan lisätä myös suurentamalla moottorin tehoa, mikä tosin aiheuttaisi samalla painon nousua.

Apuvälineistä narukelan toiminta oli ajoittain heikkoa. Palautusjousen irtoamisen takia kela jouduttiin toisinaan avaamaan ja korjaamaan. Kelausvoiman heikkeneminen kosteuden ja pakkasen takia vaatisi myös parantamista.

Pienen taittopyörän materiaali oli liian heikko. Seuraavissa malleissa raaka-ainetta ja kaaren muotoilua on syytä muuttaa. Suurempi, pehmustettu kaari sopisi paremmin paksunkin puun ympärille sitä vahingoittamatta.

## 5. TULOSTEN TARKASTELU

#### 51. Kustannus- ja tuotosvertailua

Taulukkoon 12 on koottu moottorisahavintturin lisäksi kahden Radiotir-vintturin koskevan tutkimuksen ja maataloustraktorisovit-

teista vintturiä koskevan tutkimuksen työmaatuntia kohden lasketut tuotokset. Vertailua hankaloittavaa kustannustason muutosta on pyritty korjaamaan deflatoimalla yksikkökustannukset kuluttajahintaindeksillä syksyn 1976



tasolle. Harstelan ja Ruoste (1970) tutkivat laitteet edustavat traktorivinttureita. Taulukon mukaan moottorisahavintturin tuotokset voivat olla lähes samaa tasoa muiden laitteiden kanssa.

Kuitupuuleimikon osalta tuloksia päätettiin verrata muihin haketustyömaiden korjuuvaihtoehtoihin, joiksi valittiin pientractoriin perustuva kaato-kasauskone ja esikasausyksikkö. Kaato-kasauskoneita edustaa raumalainen Ky. M. Laineen valmistama Makeri TTS-kaatolaitteella varustettuna. Kone suorittaa kaadon, kerää muutamia puita kaatolaitteeseensa ja kuljettaa puut palstatiin varteen. Esikasausyksiköksi valittiin Orion-Yhtymä Oy Normetin kasauslaitteella varustettu Valmet-metsätraktori. Toimintaperiaatteeltaan Normet on mekaanisesti hallittava, teleskooppipuomiin perustuva laite, jonka suurin kasausnopeus on 14,6 m.

Menetelmien edullisuutta arvioitaessa tulee muistaa, että ne eivät suinkaan ole vaihtoehtoisia, vaan toisiaan täydentäviä. Soveltuvuus vaihteleviin olosuhteisiin on ilmeisen erilainen.

Makerilla on ennakkotietojen mukaan päästy 4,5 m<sup>3</sup> tehotuntituotokseen rungon keskiköön ollessa 34 dm<sup>3</sup> (Valonen ja Kalaja 1977).

Keskeytysten ollessa 20 % työmaatumittuotokseksi on laskettu 3,6 m<sup>3</sup>. Tuntikustannuksiksi on Makerille laskettu 100 mk ja Normetin esikasausyksikölle 115 mk. Normetin tiedot on laskettu vastaavalle taakan koolle Taipaleen (1976) ilmoittamien tietojen mukaan. Maastoltaan ovat vertailutyömaat vastanneet jokseenkin hyvin moottorisahavintturilla korjattua kuitupuuleimikköä. Vertailun mahdollistamiseksi on siirtelykaadon osuudeksi laskettu sosiaalikulustannuksineen 17,51 mk/m<sup>3</sup>. Varsinaisia taksoja ei siirtelykaadolle ole kuitenkaan hyväksytty. Tutkimustyömaan olosuhteissa tavaralajimittelmän yksikkökustannukset olisivat olleet 29,11 mk/m<sup>3</sup> ja sosiaalikulustannukset lisättynä 40,75 mk/m<sup>3</sup>. Vertailu on esitetty taulukossa 13.

Tukkien vinssauksessa tuotos työmaatumittunissa vaihteli 5,43–6,44 m<sup>3</sup>. Kappaletuotos oli vastaavasti 22–37 kpl/h. Salmisen (1968) tutkiman radio-ohjatun traktorivintturin tuotos oli esikasauksessa keskimäärin 45–60 kpl/h. Taakkana Salmisella oli toisinaan kaksi tukkia, mikä selittää tuotoseroa.

Taulukossa 14 on esitetty moottorisahavintturin ja Normetin kasauslaitteen tuotokset työmaatumittunissa ja vastaavat kustannukset. Normetin laitteen tuotokset ovat Taipaleen

(1976) tietojen mukaan laskettu 210 dm<sup>3</sup> taakalle. Maataloustraktorivintturin tuotoksena on pidetty Salmisen (1968) ilmoittamaa keskimääräistä kappaletuotosta ja tässä tutkimuksessa todettua tukin keskikokoa.

Yksikkökustannusten perusteella näyttää moottorisahavintturi muihin vaihtoehtoihin verrattuna varsin käyttökelpoiselta. Vintturin etuna on myös pienten pääomakustannusten suoma organisatorinen joustavuus, jolloin vuotuinen käyttötuntimäärä voi vaihdella tuntikustannusten oleellisesti muuttumatta.

Tuloksia arvioitaessa on syytä muistaa, että yksikköhintoihin vaikuttavista tekijöistä mm. koneiden siirrot työmaalta toiselle on jätetty pois.

Siirtojen yhdistäminen tarkasteluun muuttaa tilannetta vintturille edullisemmaksi, sillä leimikon sijainnista ja pienestä koosta suurille koneille aiheutuvat lisäkustannukset ovat usein merkittäviä. Moottorisahavintturin siirtokustannuksia sen sijaan voidaan pitää lähes olemattomana. Suurin taloudellisesti kannattava leimikon koko riippuu siirto- ja yksikkökustannuksista kaavassa (15) esitetyllä tavalla, jos vintturi on kallempi vaihtoehto.

$$(15) \quad V = \frac{a + (b_1 - b_2) d}{y_1 - y_2}$$

jossa

V = leimikon koko, m<sup>3</sup>

a = siirtymisestä esikasauskoneelle syntyvä vakio-kustannus, mk

b<sub>1</sub> = esikasauskoneen siirtokustannus, mk/km

b<sub>2</sub> = moottorisahavintturin siirtokustannus, mk/km

d = siirtomatka, km

y<sub>1</sub> = moottorisahavintturin yksikkökustannus, mk/m<sup>3</sup>

y<sub>2</sub> = esikasauskoneen yksikkökustannus, mk/m<sup>3</sup>

Kaavasta (15) voidaan todeta, että mitä suurempi on siirtokustannusten erotus tai mitä pienempi yksikkökustannusten erotus sitä suuremmaksi muodostuu kannattavan leimikon koko.

*Näin on ilmeistä, että moottorisahavintturin käytöllä voidaan saada aikaan kustannussäästöjä juuri pienikokoisten ja kaukana sijaitsevien tukileimikoiden esikasauksessa.*

## 52. Tulosten soveltaminen käytäntöön

Moottorisahavintturilla voidaan päästä määräolosuhteissa lähelle traktorivinttureilla saavutettavia tuotoksia. Maaston ja työntekijän mer-

kitystä tuotokseen ei tosin selvitetty tässä tutkimuksessa. Kummankin tekijän osuus on pienitehoisilla laitteilla tärkeämpi kuin voimakkailla traktorisoivilla laitteilla korkeisiin tuotoslukuihin pyrittäessä.

Haketettavan, kokopuina hyödynnettävän harvennuspuun korjuussa moottorisahavintturi ja kaatomies vaikuttaa esitetyillä laskentaperusteilla taloudellisesti kilpailukykyiseltä koneellisten vaihtoehtojen kanssa pienissä leimikoissa. Tukkien esijuonnossa vintturin kannattavuus

paranee. Isoissa leimikoissa koneelliset korjuuketjut ovat vintturia taloudellisempia.

Pyrkimys fyysisen työn keventämiseen ja tuottavuuden kohottamiseen samoin kuin ihmistyökustannusten konekustannuksia nopeampi nousu vähentävät vinttureiden kilpailukykyä. Tällä hetkellä moottorisahavintturin käyttö ja hankinta sahan lisävarusteeksi vaikuttaa perustellulta sopivissa olosuhteissa. Laitteen hankinnan edellytyksenä luonnollisesti on vintturin teollinen valmistaminen.

## KIRJALLISUUS

- HANNELIUS, S. & LILLANDT, M. 1970. Puuston vaurioituminen harvennusleimikoiden koneellisessa korjuussa. Summary: Damaging of Stand in Mechanized Thinning. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja 4: 1-32.
- HARSTELA, P. & RUOSTE, T. 1970. Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpuvintturilla käytävä- ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittelyä sekä tuotoskokeita. Summary: Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. Folia For. 91: 1-28.
- KARHU, R. 1962. Moottorisahavintturi lähikuljetuksessa. Suomen Metsänhoitajat 1962: 47-55.
- KLEN, T. & LOUHEVAARA, V. 1976. Kuitupuun kasauksen keventämisen ratkaisumahdollisuuksia harvennusmetsissä. Summary in English. Työterveyslaitoksen katsauksia 9: 1-85.
- Kohlbrat Multi KBF Universal -moottorisahavintturin esite. E. Kohlbrat Maschinen OHO, A-5550 Radstadt, Itävalta.
- LARSSON, T. & PERMALM, H. 1971. Studie av vinschbrosling med Radiotirsystemet. Summary: Study of Winsching by the Radiotir System. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 7: 1-27.
- LEHTONEN, E. 1976. Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Summary: Felling of small-sized trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw. Folia For. 261: 1-27.
- Lewis Donkey -moottorisahavintturin esite. Fred. A. Lewis Company, Medford, Oregon. USA.
- MÄKELÄ, J. & RUMMUKAINEN, A. 1976. Radiotir 740-erillisvintturi harvennuspuiden esijuonnossa. Summary: Preliminary skidding in thinnings by Radiotir 740 winch. Työtehoseuran metsätiedotus 253: 1-8.
- NYLINDER, M. 1976. Drivningssystem 1974 och utvecklingstendenser. Ekon. ForsknStift. Skogsarb. 6: 1-6.
- Olympic Instruments Olini -moottorisahavintturin esite. Olympic Instruments, Inc. Vashon, Washington. USA.
- PÄIVÄTIE, L. 1974. Radiotir-vintturin käyttö harvennushakkuissa. Summary: Winching by Radiotir in Thinnings. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja 29: 1-75.
- RYSÄ, M. 1970. Paperipuurunkojen esijuonto harvennushakkuualalla. Summary: Preliminary Skidding of Pulpwood Logs on a Thinning Site. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja 5: 1-17.
- SALMINEN, J. 1968. Tutkimuksia sahatukkien koneellisesta esikasauksesta. Summary: Studies on Mechanised Bunching of Sawlogs. Metsätehon tiedotus 277: 1-28.
- TAIPALE, J. 1976. Normetin kasauslaite. Summary: Normet's bunching device. Metsätehon katsaus 19/1976: 1-6.
- VALONEN, P. & KALAJA, H. 1977. Alustavia tuotos-tietoja Makeri-pientraktorista. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian tutkimusosasto 2/1977: 1-12.

Taulukko 1. Moottorisahavintturin teknisiä tietoja

Table 1. Specifications of power saw winch

Voimanlähde Power saw	Raket 621	Vetonopeus Pulling speed	0,8 m/s
Moottorin teho Power	2,57 kW/142 r/s	Vetovoima Pulling capacity	6 kN
Välityssuhde Gear ratio	60:1	Painot: Weights:	
Köysirumpu-drum: läpimitta diameter	70 mm	moottori-engine	6,0 kg
leveys width	90 mm	runko-frame	5,3 kg
laippojen korkeus plate height	200 mm	vaihteisto-gearbox	2,8 kg
Suurin pyörimisnopeus Max. rotation speed	2,1 r/s	rumpu-drum	3,1 kg
		akseli-shaft	0,6 kg
		kytkinlevy-clutchplate	1,5 kg
		vaijeri-wire	3,9 kg
		muut-others	1,8 kg
		Kokonaispaino Total weight	25 kg

Taulukko 2. Yleistietoja työmaista  
 Table 2. General information for working places

Leimikko Working place	Palstoja, kpl Number of plots	Taakkoja, kpl Number of loads	Vinsattu-Winched		
			Kpl/taakka Number of pieces per load	dm <sup>3</sup> /taakka Volume per load, dm <sup>3</sup>	Yhteensä, m <sup>3</sup> Volume of winched loads, m <sup>3</sup>
Kuitupuu Pulpwood	8	132	3,3	83	10,956
Kuusitukit Spruce logs	1	82	1	257	21,074
Koivutukit Birch logs	1	104	1	174	18,096
Yhteensä Total	10	318	-	-	50,126

Taulukko 3. Taakkakohtaiset keskeytykset työvaiheittain ja aiheuttajat

Table 3. Causes and durations of delay time during work phases

Työvaihe, keskeytyksen syy ja %-osuus työvaiheen keskeytysajasta Work phase, cause of delay and % of delay time during phase	Keskeytysaika, % koko keskeytysajasta Delay time, % of total delay time
1. Köydvienti-Pulling the wire Kalusto-Equipment           72 % Puusto-Trees                17 % Muu-Others                  11 %	16
2. Kiinnitys-Choking Maasto-Terrain            44 % Kalusto-Equipment        44 % Puusto-Trees               9 % Taakka-Load                3 %	4
3. Vinssaus-Winching Maasto-Terrain            30 % Puusto-Trees               21 % Kalusto-Equipment        21 % Vinssatut taakat-Winched loads 18 % Muut-Others                10 %	74
4. Irrotus-Releasing Kalusto-Equipment        52 % Vinssatut taakat-Winched loads 40 % Maasto-Terrain            5 % Hakkuutähteet-Slash       3 %	6
Yhteensä-Total	100

Taulukko 4. Yleisten keskeytysten syyt ja aikaosuudet  
 Table 4. Causes of general delays and their time shares

Keskeytyksen syy Cause of general delay	Osuus ajasta, % Time share, %
Vinssauskalusto Equipment	35
Lepo Rest	25
Tutkimus Study	21
Muut Others	19
Yhteensä Total	100

Taulukko 5. Työvaiheiden keskimääräiset kestot ja keskihajonnat leimikoittain taakkaa kohti  
 Table 5. Mean times and standard deviations of work phases in different stands per load

Työvaihe	Kuitupuu-Pulpwood		Tukit-Timber		Koko aineisto All the observations	
	Kesto Time	Hajonta Deviation	Kesto Time	Hajonta Deviation	Kesto Time	Hajonta Deviation
	cmin					
Köydvientti Pulling the wire	49,4	26,0	35,5	25,1	41,3	26,3
Kiinnitys Choking	25,7	15,3	8,6	7,4	15,7	14,1
Vinssaus Winching	49,3	28,6	23,7	13,8	34,3	24,7
Irrotus Releasing	20,1	9,1	21,7	9,5	21,1	9,4



Taulukko 6. Vinssausmatka ja taakan koko leimikoittain

Table 6. Winching distance and the volume of load in different stands

Muuttuja Variable	Kuitupuu-Pulpwood		Tukit-Timber		Koko aineisto All the observations	
	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation
Vinssausmatka, m Winching distance, m	13,7	9,0	10,5	5,9	11,8	7,5
Taakan koko, dm <sup>3</sup> Volume of load, dm <sup>3</sup>	83	12	210	105	157	102

Taulukko 7. Aputyövaiheiden keskimääräiset kestot ja hajonnat  
 Table 7. Mean times and deviations of by-time

Työ By-time	Keskisarvo Mean	Hajonta Deviation
	omin	
Vintturin siirto Moving the winch	276	111
Taittopyörän siirto Moving the block	77	81
Muut aputyöt Others	71	163

Taulukko 8. Moottorisahavinttuurin tuotokset  
 Table 8. Output of power saw winch

Taakka Load	Tuotos-Output	
	m <sup>3</sup> /työmaatunti m <sup>3</sup> /work place hour	m <sup>3</sup> /tehotunti m <sup>3</sup> /effective hour
1. Vinsattu kuitupuu: Winched pulpwood: Runkopuu-Stemwood Runkopuu oksineen Stemwood with limbs	1,55 1,97	2,36 3,00
2. Korjattu kuitupuu: Harvested pulpwood: Runkopuu-Stemwood Runkopuu oksineen Stemwood with limbs	1,86 2,36	2,83 3,59
3. Kaikki tukit-All sawlogs Kuusitukit-Spruce logs Koivutukit-Birch logs	5,85 5,43 6,44	10,20 9,51 11,14

Taulukko 9. Vaurioiden aiheuttajien osuudet vauriomäärästä  
 Table 9. Causes of injuries and their shares

Aiheuttaja Cause	Kpl Number of injuries	%
Taakka Load	18	44
Vintturin kiinnitys Winch	14	34
Juontoköysi Winch wire	5	12
Taittopyörä Block	4	10
Yhteensä Total	41	100

Taulukko 10. Eri vauriotyyppien jakaumat

Table 10. Quality of injuries and their shares

Vauriotyyppi Quality of injury	Kpl Number of injuries	%
Pintavaurio, kuoressa Only bark damaged	26	64
Syvä vaurio, puuaineessa Bark and wood damaged	9	22
Vinoon mennyt puu Bent tree	3	7
Kaatonut puu Fallen tree	3	7
Yhteensä Total	41	100

Taulukko 11. Moottorisahavintturin tuntikustannusten rakenne  
 Table 11. Working costs of power saw winch

Kustannuslaji Quality of cost	Kustannukset, mk/käyttötunti Costs, Fmk per work place hour	
	Käyttö, h/a - Use, hours per year	
	500	200
Korko (10%)-Interest (10%)	0,55	1,37
Tasapoisto-Even depreciation	2,53	6,33
Korjaus-Repairing	1,22	1,22
Juontoköysi-Winch wire	1,00	1,00
Poltto- ja voiteluaineet - Fuel and lubrication	1,20	1,20
Vinssaaajan palkka - Wages	11,00	11,00
Sosiaalikulustannukset 40 % - Social costs	4,40	4,40
Yhteensä - Total	21,90	25,52

Taulukko 12. Erillisvinttureiden (1-3) ja maataloustraktorisovitteisten (4,5) vinttureiden tuotokset ja kustannukset. Inflaatio eliminoitu kuluttajahintaindeksillä

Table 12. Output and costs of small separate (1-3) and tractor-mounted (4,5) winches. Inflation is eliminated with consumer's price index

Tutkimus Study	Tuotos, m <sup>3</sup> /h Output, m <sup>3</sup> /h	Kustannukset, mk/m <sup>3</sup> Costs, Fmk/m <sup>3</sup>	Indeksi Index	Muunnettu kustannus, mk/m <sup>3</sup> Transformed costs, Fmk/m <sup>3</sup>
1) Tämä tutkimus This study	1,97-6,44	3,40-11,12	200	3,40-11,12
2) PÄIVÄTIE (1974)	2,7	3,07	130	4,72
3) MÄKELÄ&RUMMUKAINEN (1976)	2,5-4,3	4,52-10,18	175	5,17-11,63
4) HARSTELA&RUOSTE (1970)	1,9-6,3	3,18-10,53	100	6,36-21,06
5) RYSÄ (1970)	3,5-6,7	1,70- 3,60	100	3,40- 7,20

Taulukko 13. Moottorisahavintturin (1), pientraktorin (2) ja kasaussyksikköön (3) perustuvien menetelmien kustannukset ja tuotokset työmaatunnissa kuitupuun korjuussa

Table 13. Costs and outputs per work place hour in pulpwood stand using power saw winch (1), small feller-buncher (2) or boom buncher (3) methods

Muuttuja Variable	1) Moottorisahavintturi Power saw winch	2) Makeri	3) Normet
Hinta, mk - Price, Fmk	4 000	150 000	220 000
Tuotos kokopuuta, m <sup>3</sup> /h Output, stemwood with limbs, m <sup>3</sup> /h	2,3	4,6	9,9
Tuntikustannus, mk/h Costs per hour, Fmk	22	100	115
Yksikkökustannus, mk/m <sup>3</sup> Costs per cu.m., Fmk	9,57	21,74	11,62
Siirtelykaato, mk/m <sup>3</sup> Felling and bunching per cu.m., Fmk	17,51	-	17,51
Kustannukset yhteensä, mk/m <sup>3</sup> Total costs per cu. m., Fmk	27,08	21,74	29,13



Taulukko 14. Tukkien esikasausvaihtoehtojen vertailu; moottorisahavintturi (1), traktorivintturi (2), ja kasausyksikkö (3). Kustannukset ja tuotokset laskettu työmaatuntia kohden.

Table 14. Alternatives in bunching sawlogs, power saw winch(1), tractor-mounted winch(2) and boom buncher(3). Costs and outputs are per work place hour.

Kasausmenetelmä Bunchingmethod	Tuotos, m <sup>3</sup> /h Output, m <sup>3</sup> /h	Kustannukset - Costs	
		mk/h per hour, Fmk	mk/m <sup>3</sup> per cu.m., Fmk
1) Moottorisahavintturi Power saw winch	5,8	22	3,79
2) Traktorivintturi Tractormounted winch	11,0	39	3,55
3) Normet	21,0	115	5,48



ODC 377:362.7  
ISBN 951-40-0300-4  
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. Folia For. 328:1-31.

The study analyzes the working performance of the power saw winch developed at the Finnish Forest Research Institute.

The winched volumes per work place hour were from 2,36 to 5,85 m<sup>3</sup>. Quite a few injuries were found on standing trees after skidding.

It is most economic to skid by the winch in small and isolated stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 377:362.7  
ISBN 951-40-0300-4  
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. Folia For. 328:1-31.

The study analyzes the working performance of the power saw winch developed at the Finnish Forest Research Institute.

The winched volumes per work place hour were from 2,36 to 5,85 m<sup>3</sup>. Quite a few injuries were found on standing trees after skidding.

It is most economic to skid by the winch in small and isolated stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 377:362.7  
ISBN 951-40-0300-4  
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. Folia For. 328:1-31.

The study analyzes the working performance of the power saw winch developed at the Finnish Forest Research Institute.

The winched volumes per work place hour were from 2,36 to 5,85 m<sup>3</sup>. Quite a few injuries were found on standing trees after skidding.

It is most economic to skid by the winch in small and isolated stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 377: 362.7  
ISBN 951-40-0300-4  
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Abstract: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. Folia For. 328:1-31.

The study analyzes the working performance of the power saw winch developed at the Finnish Forest Research Institute.

The winched volumes per work place hour were from 2,36 to 5,85 m<sup>3</sup>. Quite a few injuries were found on standing trees after skidding.

It is most economic to skid by the winch in small and isolated stands.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.



- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.  
*Cicadella viridis* (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.  
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.  
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.  
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.  
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.  
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.  
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.  
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.  
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.  
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.  
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.  
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.  
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.  
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.  
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjan-kohdasta turvemaalla.  
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.  
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.  
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkiyyypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.  
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.  
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.  
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.  
Step 1.  
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.  
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.  
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).  
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojausten kestävydestä ja sen mittaamisesta.  
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.

- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.  
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.  
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.  
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.  
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.  
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.  
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.  
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuodistusaloilla Lapissa.  
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.  
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.  
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.  
Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyypin kuusen kasvupaikkana.  
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.  
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.  
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisilla rämeillä. Ennakkotuloksia.  
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonossa.  
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.