

# SILVA FENNICA

Vol. 7 1973 N:o 3

Sisällys Contents	MATTI KÄRKKÄINEN: Näkökohta kuitupuupölkkyjen siirtelymatkasta	153
	<i>Summary: A note on the moving distance of pulpwood bolts</i>	162
	KAUKO HAHTOLA, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN ja AARNE REUNALA: Metsänomistajien puunmyyntikäyttäytyminen	163
	<i>Summary: The timber sales behaviour of private forest owners</i>	176
	ILPO TIKKANEN: Metsäpoliittisten toimenpiteiden vaikuttavuus. Vaikuttavuuden arvioinnin taustaa ja metodologisesta lähestymisestä	178
	<i>Summary: Effectiveness of policy measures as applied to small woodlands</i>	190
	MATTI KELTIKANGAS ja KUSTAA SEPPÄLÄ: Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu	192
	<i>Summary: Variations in the profitability of forest fertilization</i>	232
	KAUKO HAHTOLA: Metsänomistajien käyttäytymistutkimuksissa sovelletut tutkimusotteet	236
	<i>Summary: Research approaches applied in the Finnish studies of forest owners' behavior</i>	252

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA  
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

# Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

**PUBLISHER:**

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

**OFFICE:**

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

**EDITOR:**

MATTI KÄRKKÄINEN

**EDITORIAL BOARD:**

MAX HAGMAN (Chairman), YRJÖ VUOKILA (Vice Chairman), J. E. ARNKIL, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, OLLI MAKKONEN, MATTI NUORTEVA and KUSTAA SEPPÄLÄ (Secretary).

*Silva Fennica* is published quarterly. It is a sequel to the Series, vols. 1 (1926)–120(1966). Its annual subscription price is 20 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions and exchange inquiries can be addressed to the office.

# Silva Fennica

NELJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN AIKAKAUSKIRJA

**JULKAISIJA:**

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

**TOIMISTO:**

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

**TOIMITTAJA:**

MATTI KÄRKKÄINEN

**TOIMITUSKUNTA:**

MAX HAGMAN (puheenjohtaja), YRJÖ VUOKILA (varapuheenjohtaja), J. E. ARNKIL, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, OLLI MAKKONEN, MATTI NUORTEVA ja KUSTAA SEPPÄLÄ (sihteeri).

*Silva Fennica*, joka vuosina 1926–66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1–120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestyyvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilauksia ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistolle. *Silva Fennican* tilaushinta on 20 mk.

SILVA FENNICA VOL. 7, 1973, No 3: 153–172

## NÄKÖKOHTA KUITUPUUPÖLKKYJEN SIIRTELYMATKASTA

MATTI KÄRKKÄINEN

*SUMMARY:*

*A NOTE ON THE MOVING DISTANCE OF PULPWOOD BOLTS*

Saapunut toimitukselle 6. 6. 1973

Tutkimuksessa tarkastellaan numeerista simulointia käyttäen kuitupuupölkkyjen keskimääräiseen siirtomatkiaan vaikuttavia tekijöitä suunnattua kaatoa käytettäessä. Tulosten mukaan käytännössä yleisesti esiintyvillä puilla pölkkyjen kuutiomäärillä painotettu keskimääräinen siirtelymatka on 30 m ajouraväliä käytettäessä 0...16 % suurempi kuin painottamaton keskiarvo johtuen siitä, että ajouralle päin suunnatussa kaadossa kaukana olevien puiden raskaimmat tyvipölkkyt jäävät kauimmaksi ajourasta. Samoin on tulosten mukaan ilmeistä, että suunnatun kaadon matkaa lyhentävä vaikutus riippuu ajouravälistä optimaalisen ajouravälin ollessa erilainen eripituusille puille.

### 1. JOHDANTO

Ihmistyövaltaisissa puunkorjuumenetelmissä joudutaan usein ihmistyövoimin siirtämään pienikokoisia kuitupuupölkkyjä kourakasioihin tai muihin muodostelmiin. Mm. tämän työvaiheen helpottamiseksi pyritään hakkuussa käyttämään suunnattua kaatoa siten, että pölkkyjen siirtelymatka saadaan lyhyemmäksi. Kun kasa on monien tutkimusten mukaan puutavaran teon raskaimpia työvaiheita (Esim. SAMSET ym. 1969, s. 492–493, LEVANTO 1970, s. 22, HARSTELA 1971, s. 14), pölkkyjen siirtelymatkan lyheneminen voi huomattavasti vaikuttaa työntekijän kuormittumiseen.

Suunnatun kaadon pölkkyjen siirtelymatkaa pienentävästä vaikutuksesta on tuloksia Suomessa esittänyt PUTKISTO (1956, 1959 a, b). Tulosten mukaan keräysalueen muodon pysyessä samana siirtelymatkan lyheneminen riippuu keräysalueen pinta-alasta, pölkkyjen pituudesta sekä rungosta saatavien pölkkyjen lukumäärästä. Esimerkkinä siirtelymatkan lyhenemisestä voidaan

todeta (PUTKISTO 1959 a, s. 7), että neliön muotoisen keräysalueen pinta-alan ollessa 400 m<sup>2</sup>, pölkkyjen pituuden 2 m ja rungosta saatavien pölkkyjen lukumäärän ollessa 3, suunnatun kaadon matkaa lyhentävä vaikutus on runkoa tai pölkkyä kohti 2,9 m.

Suunnatun kaadon vaikutusta arvioitaessa saattaa olla aiheellista ottaa huomioon myös pölkkyjen erilainen koko. Esimerkiksi kun puutavara tehdään ajouran varteen, jolloin kaukana ajourasta olevat puut kaadetaan kohtisuoraan sitä kohti, kauimmaisat pölkkyt ovat raskaita tyvipölkkyjä. Näin ollen laskemalla pelkästään pölkkyjen keskimääräinen siirtelymatkan lyheneminen voidaan mahdollisesti päätyä työntekijän kannalta todellista vaikutusta liioitteleviin arvioihin.

Pölkkyjen koon merkityksen lisäksi huomiota on syytä kiinnittää myös siihen, miten ajouraväli vaikuttaa suunnatun kaadon pölkkyjen siirtelymatkan lyhenemiseen. Tähänastisissa selvityksissä on yleensä tarkasteltu ajouravälin sijasta keräysalueen koon vaikutusta — johon tosin ajouraväli vaikuttaa — ja todettu, ettei pienillä puilla suunnatun kaadon matkaa lyhentävä vaikutus riipu keräysalueen koosta tai myös ajouravälistä. Kun tämä toteamus on nykyaikaisia hakkuumenetelmiä, mm. verraten leveitä traktoreiden ajouria käytettäessä kyseenalainen, on aiheellista selvittää myös ajouravälin vaikutusta.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pölkkyjen siirtelymatkaa kahta laskentamenetelmää käyttäen. Ensimmäisessä menetelmässä tutkitaan keskimääräistä pölkkyjen siirtelymatkaa suunnattua kaatoa käytettäessä siten, että kunkin pölkyn siirtoetäisyyttä ei painoteta pölkyn suuruuden mukaan. Toisessa menetelmässä lasketaan painotettu siirtoetäisyyden keskiarvo, jolloin painoina käytetään kunkin pölkyn kuutiomäärää. Myös laskentamenetelmien erojen riippuvuutta puiden koosta ja ajouravälistä pyritään tässä tutkimuksessa selvittämään.

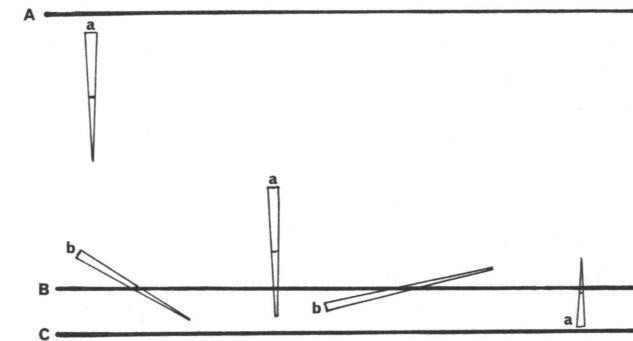
Prof. KALLE PUTKISTO on kritisoinut käsikirjoitusta. Kiitän tuesta.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ

Ongelman luonteesta johtuen tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään numeerista simulointia. Simuloitavien puiden tarpeelliset tiedot, kuten pituus ja rungosta saatavien pölkkyjen kuutiomäärät, otettiin KÄRKKÄISEN (1973) mäntyä koskevasta tutkimuksesta, joka perustuu TIIHOSEN (1961) julkaisemiin kapenemistaulukoihin. Simuloinnissa rungoista tehtiin 2 m pitkiä kuitupuupölkkyjä 6 cm minimiläpimittaan saakka. Käytetty ajouran leveys oli 4 m ja ajourien välit joko 20, 30 tai 40 m.

Simuloinnissa käytetyn suunnatun kaadon työmenetelmä vastaa käytännössä usein esiintyvää menetelmää, jossa kaukana ajourasta olevat puut kaa-

detaan kohtisuoraan ajouraa kohti, ajouran lähellä olevat puut vinosti sitä vasten ja ajouralla olevat puut sen suuntaisiksi tai vinosti pois päin (JOHANSSON ym. 1969, liite 1). Simulointilogiikka näkyy myös kuvassa 1 esitetystä kaavakuvasta. Korostettakoon tässä yhteydessä, että tämän tutkimuksen simuloinnissa puutavarapölkkyjä siirretään ainoastaan kohtisuoraan ajouraan nähden, mutta ajouradan suuntaista siirtämistä ei tehdä. Näin ollen keskimääräinen siirtoetäisyys määräytyy yksinomaan siitä, kuinka kaukana pölkkyt ovat ajouran reunasta. Mainittakoon myös, että etäisyydet on määritetty pölkyn keskipisteen etäisyyden perusteella.



Kuva 1. Kaavakuva simuloinnin logiikasta.

Fig. 1. Simulation logic chart.

A = palstan raja

boundary of the strip

B = ajouran reuna

boundary of the strip road

C = ajouran keskiviiva

center line of the strip road

Etäisyys AC = puolet ajouravälistä

Distance AC = half of the strip road spacing

Etäisyys BC = puolet ajouran leveydestä

Distance BC = half of the strip road width

Puut a: Jos käyttöosan keskipiste ei ulotu ajouran reunaan, puu kaadetaan kohtisuoraan reunaan kohti.

Trees a: If the center of the usable part of the stem does not reach the boundary of the strip road, trees are felled towards the boundary.

Puut b: Muuten käyttöosan keskipiste sijoitetaan ajouran reunaan.

Trees b: If the center reaches the boundary, then the center of the usable part of the stem is located on the boundary.

Vaikka oletamus ajouran suuntaisesta pölkkyjen siirtämisen puuttumisesta onkin epärealistinen useissa tapauksissa, tämä ei heikennä tulosten yleistävyyttä periaatetasolla. Jos esimerkiksi havaitaan, että kuutiomäärillä

painotettu pölkkyjen kohtisuora etäisyys ajourasta on suurempi kuin painottamaton etäisyys, sama toteamus pitää vieläpä korostuneempana paikkansa silloin kun pölkkyjä siirretään myös ajouran suunnassa metsävarastomuodostelmaan. Sitä paitsi tiheissä leimikoissa ajouran suuntaista pölkkyjen siirreltä voidaan pitää myös muuten merkityksettömänä. — Tässä tutkimuksessa ajouran suuntainen siirtäminen haluttiin jättää huomiotta erityisesti siksi, ettei tuloksia olisi tarpeen esittää erilaisia varastomuodostelmien etäisyyksiä varten. Realistinen esimerkkitapaus kuitenkin esitetään.

Jossakin määrin epärealistinen on myös olettamus siitä, että ajouran reuna määrää pölkkyjen siirtoetäisyyden. Kun kuitenkin kohtisuorasta ajouran suuntaiseen vaihteleva pölkkyjen suunta ei aiheuta virheellisyyksiä periaate-tasolla, erilaisten kasojen ja muiden muodostelmien vaikutusta keskimääräi-siin pölkkyjen siirtoetäisyyksiin ole tarpeellista käsitellä.

Tehtyjen kokeilujen perusteella havaittiin, että tarkkuudeltaan riittä-viin tuloksiin päästään simuloimalla 0,2 m välein olevien puiden suunnattua kaatoa ja pölkkyjen kasaamista. Näin ollen esim. 30 m ajouraväliä käytettäessä kutakin puuta koskevat tulokset perustuvat 75 simuloidusta puusta saatu-jen pölkkyjen etäisyyksiin.

Suunnatussa kaadossa tutkimuksen työmenetelmässä ilmenevää pyrki-mystä minimoida pölkkyjen siirtelymatka simuloitiin kahdella tavalla. Toisessa menettelytavassa oletettiin, että hakkuumies pyrkii saamaan rungon käyttöosan keskikohdan ajouran reunaan, jonne metsävarastomuodostelma tehdään. Toisessa menetelmässä taas oletettiin, että hakkuumies arvioi rungon käyttöosan painopisteen sijainnin ja pyrkii saamaan sen ajouran reunaan. Kun kummankin menetelmän perusteella tehtävät johtopäätökset osoittautuivat samoiksi, tulosten esittelyn yhteydessä mainittavat lukuarvot esitetään ainoastaan edellisestä menetelmästä.

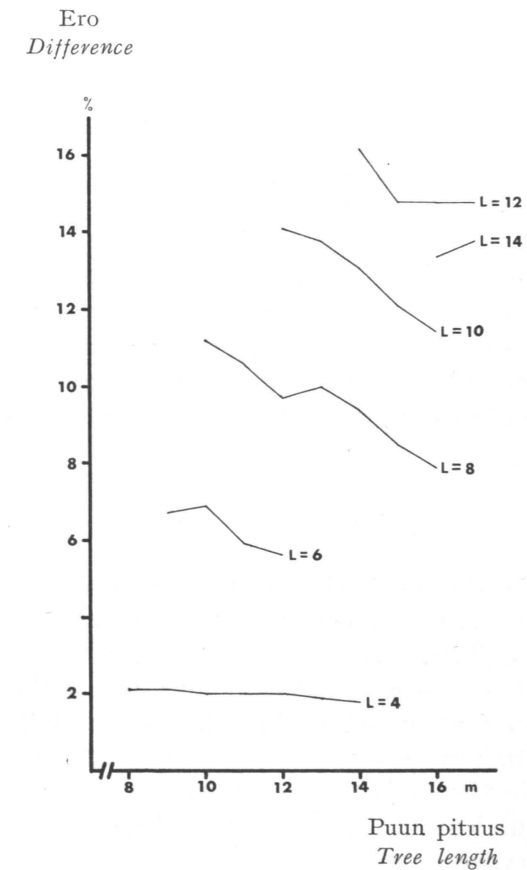
### 3. TULOKSET

#### 31. KUUTIOMÄÄRÄLLÄ PAINOTTAMISEN MERKITYS

Tehtyjen simulointien perusteella näyttää ilmeiseltä, että useimmissa tapauksissa pölkkyjen kuutiomäärällä painotettujen siirtoetäisyyksien keski-arvo on alle 10 % suurempi kuin painottamaton pölkkyjen siirtoetäisyyksien keskiarvo. Eroa ei ole luonnollisesti lainkaan silloin, kun puusta saadaan ainoastaan yksi pölkky. Myös silloin, kun puusta saadaan kaksi kaksimetristä pölkkyä, ero on varsin pieni, 30 m ajouraväliä käytettäessä noin 2 % painottamattomasta siirtoetäisyydestä. Kolmipölkkyisissä puissa ero on suuruusluokaltaan n. 6 %, nelipölkkyisissä puissa taas n. 8...10 % jne. Painottamattoman ja painotetun etäisyyden ero kasvoi aina kuusipölkkyisiin

puihin saakka ja laski tämän jälkeen jonkin verran. Tässä tutkimuksessa simuloituilla puilla suurimmat erot olivat suuruusluokaltaan n. 16 %.

Pölkkyjen kuutiomäärillä painotettujen ja painottamattomien siirto-etäisyyksien keskiarvojen ero ei kuitenkaan riipu ainoastaan rungosta saata-vien pölkkyjen lukumäärästä eli käyttöosan pituudesta. Selvää on, että kapenevuuden lisääntyessä erot kasvavat. Samoin voitiin havaita, että ka-penevuuden ja rungon käyttöosan pituuden ollessa sama painottamattoman ja painotetun siirtoetäisyyden ero väheni puun läpimitan kasvaessa. Mai-nittakoon myös, että aivan pienimpiä ja suurimpia puita lukuunottamatta



Kuva 2. Esimerkki erilaisista puista tehtyjen kaksimetristen pölkkyjen kuutiomäärillä painotettujen ja painottamattomien siirtoetäisyyksien eroista. Ajouraväli on 30 m. Ero on prosen-teissa painottamattomasta siirtomatkaista. L = puun käyttöosan pituus m.

Fig. 2. Example of differences between moving distances of twometer bolts weighted and unweighted by bolt volumes of various trees. Strip road spacing is 30 m. Difference is expressed in per cent of the unweighted moving distances. L = length of the usable part of stem in meters.

erot olivat käytettäessä 30 m ajouraväliä suuremmat kuin käytettäessä 20 tai 40 m ajouraväliä.

Kuvassa 2 on esitetty esimerkki simuloinnin tuloksista, jotka tässä tapauksessa koskevat kapenevuudeltaan 3...4 cm olevia mäntyrunkoja ja käytettäessä 30 m ajouraväliä. Simuloitujen runkojen koon vaihteluvälit on esitetty seuraavassa jaotelmassa.

Puiden käyttöosan pituus m	Pölkkylyuku	Puiden kuutiomäärien vaihtelurajat dm <sup>3</sup>
4 .....	2	22...23
6 .....	3	44...45
8 .....	4	55...98
10 .....	5	90...147
12 .....	6	100...206
14 .....	7	236...348

Tässä yhteydessä kannattaa myös mainita, että painotun ja painottamattoman keskimääräisen siirtoetäisyyden ero riippuu melko voimakkaasti suunnatun kaadon toteuttamisesta. Edellä esitetyt tulokset koskevat tapauksia, jolloin on oletettu, että hakkuumies pyrkii sijoittamaan rungon käyttöosan keskikohdan ajouran reunaan. Tällöin painottamattoman ja painotetun välinen ero on suurempi kuin silloin, jos pyritään sijoittamaan rungon käyttöosan painopiste tulevan metsävarastomuodostelman paikalle. Aikaisemmin esitetyt johtopäätökset ovat kuitenkin samoja myös tässä tapauksessa.

### 32. AJOURAVÄLIN VAIKUTUS

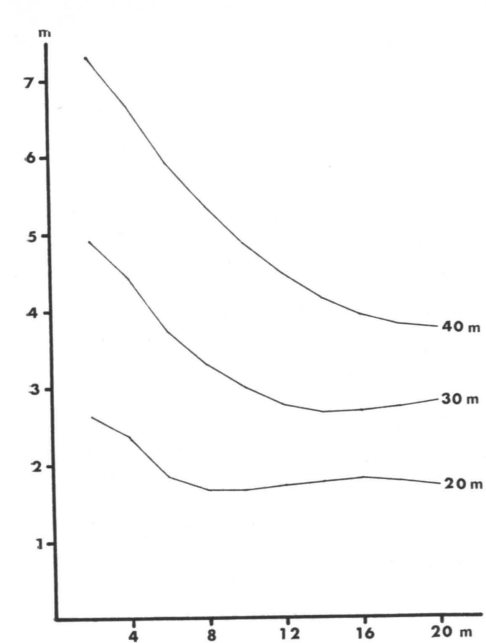
Tuloksia tämän tutkimuksen toisesta ongelmasta, ajouravälin vaikutuksesta erilaisista puista saatavien pölkkyjen keskimääräisiin siirtomatkoihin, on esitetty kuvassa 3. Täydellisyyden vuoksi keskimääräinen pölkkyjen siirtomatka on esitetty käyttöosan pituudeltaan aina 20 m pitkille puille, joskin voidaan olettaa, ettei käytännössä kovin pitkiä puita tehdä kaksimetrisiksi pölkkyiksi. Keskimääräinen siirtomatka on esitetty käytettäessä 20, 30 tai 40 m ajouraväliä. Keskimääräisiä siirtomatkoja ei tässä tapauksessa ole painotettu pölkkyjen kuutiomäärällä, jotta rungon kapenevuuden yms. tekijöiden vaikutusta ei tarvitsisi ottaa huomioon.

Kuvan 3 perusteella voidaan havaita, ettei suunnatun kaadon matkaa lyhentävää vaikutusta ole todellakaan syytä tarkastella ajouravälistä riippumattomana tekijänä. Suurimmillaan ajouravälin vaikutus keskimääräiseen pölkkyjen siirtomatkaan on silloin, kun käyttöosan pituus on n. 6 m. Tällöin ajouravälin kasvaminen 20 metristä 30 metriin, siis 50 %, lisää keskimääräistä siirtomatkaa 104 %. Vastaavasti ajouravälin kasvaminen 20 metristä 40

metriin, siis 100 %, lisää keskimääräistä siirtomatkaa peräti 224 %. Pienimmillään ajouravälin vaikutus on taas käyttöosaltaan 16...18 m pitkillä puilla. Tällöin keskimääräinen pölkkyjen siirtomatka kasvaa suurin piirtein saman verran kuin ajouraväli.

Keskimääräinen siirtomatka  
Average moving distance

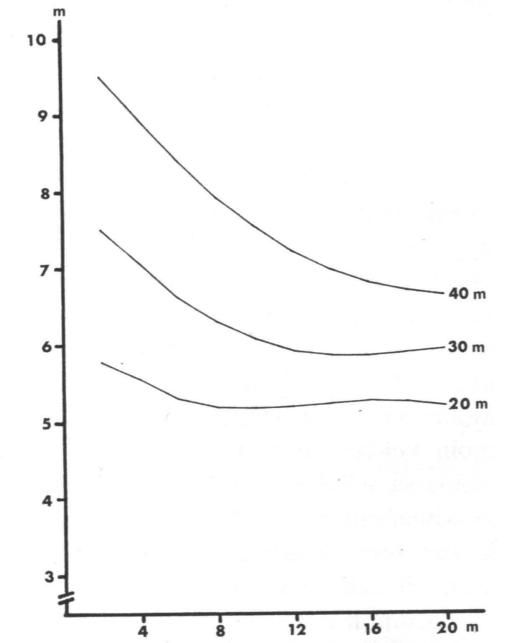
Kuva 3  
Fig. 3



Rungon käyttöosan pituus  
Length of usable part of stem

Keskimääräinen siirtomatka  
Average moving distance

Kuva 4  
Fig. 4



Rungon käyttöosan pituus  
Length of usable part of stem

Kuva 3. Kaksimetristen pölkkyjen keskimääräisen siirtomatkan riippuvuus rungon käyttöosan pituudesta käytettäessä 20, 30 ja 40 metrin ajouraväliä. Ajouran leveys on 4 m. Pölkkyjä siirretään ainoastaan palstatielle päin.

Fig. 3. Dependence of the average moving distance of two-meter bolts on the length of the usable part of the stem when strip road spacing is 20, 30, and 40 m. The width of the strip road is 4 m. Bolts are moved only towards the strip road.

Kuva 4. Kaksimetristen pölkkyjen keskimääräisen siirtomatkan riippuvuus rungon käyttöosan pituudesta käytettäessä 20, 30 ja 40 metrin ajouraväliä. Ajouran leveys on 4 m. Pölkkyt siirretään muodostelmiin, joiden etäisyys toisistaan on 8 m.

Fig. 4. Dependence of the average moving distance of two-meter bolts on the length of the usable part of the stem when strip road spacing is 20, 30, and 40 m. The width of the strip road is 4 m. Bolts are moved into the piles which are situated 8 m from each other along the strip road.

Kuvasta 3 voidaan havaita myös se, että 40 m ajouraväliä käytettäessä keskimääräinen pölkkyjen siirtomatka alenee koko ajan rungon käyttöosan pituuden kasvaessa. Sen sijaan jo 30 m ajouraväliä käytettäessä on olemassa optimipiste, tässä tapauksessa käyttöosan ollessa n. 14 m. Jos taas ajouraväli on ainoastaan 20 m, kuten usein lienee avohakkuissa, siirtomatka on lyhimmillään rungon käyttöosan ollessa noin 8 m. — Näitä lukuja tarkasteltaessa on syytä kuitenkin muistaa, että ne liittyvät yksinomaan edellä selostettuun työmenetelmään. Mikäli käytetään toisenlaista työmenetelmää, tulokset saatavat muuttua jonkin verran. Ilmeistä kuitenkin on, että tehtyjen johtopäätösten pätevyys säilyy useimmissa järkevinä pidetyissä menetelmissä.

### 33. ESIMERKKI KOURAKASOJEN TIHEYDEN VAIKUTUKSESTA

Kuten tutkimusmenetelmän selostamisen yhteydessä on mainittu, periaatasolla tehtäviin johtopäätöksiin ei vaikuta se, ettei ajouran suuntaista pölkkyjen siirtelyä oleteta olevan lainkaan. Tämä näkyy myös kuvasta 4, jossa esitetyt siirtelymatkat perustuvat verraten harvasta leimikosta saataviin tuloksiin. Mainitussa tapauksessa on oletettu, että kourakasat tehdään 8 metrin välein, puut kaadetaan aiemmin esitetyn logiikan mukaisesti ja puista saatavat pölkkyt kuljetetaan suorinta reittiä kourakasaan. Myös tällöin tiheä ajouraverkko on suhteellisesti edullisin pienten puiden ollessa kyseessä. Samoin voidaan havaita, että 20 ja 30 metrin palstatieväliä käytettäessä on olemassa sellainen puiden optimikoko, jolloin saavutetaan lyhin mahdollinen keskimääräinen pölkkyjen siirtelymatka. Sen sijaan 40 metrin ajouraväliä käytettäessä keskimääräinen siirtelymatka jatkuvasti laskee puiden käyttöosan pituuden kasvaessa.

Aiemmin esitetyn mukaisesti myös tässä varsin realistiseksi katsottavassa tapauksessa on kuvan perusteella havaittavissa, ettei suunnatun kaadon matkaa lyhentävä vaikutus ole riippumaton ajouratiheydestä. Kuten edellä on todettu, etämä toteamus on yleistettävissä myös tiheämpiin tai harvempiin leimikkoihin, joissa varastomuodostelmien etäisyys on toinen kuin esimerkki-tapauksessa.

### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Tässä tutkimuksessa tehtyjen simulointien perusteella on ilmeistä, että teoreettisissa tarkasteluissa on syytä ottaa huomioon samasta rungosta saatavien pölkkyjen erilainen koko. Tämän ilmiön merkitystä ei kuitenkaan ole syytä liioitella, olihan painottamattoman ja painotetun siirtoetäisyyden välinen ero 30 m ajouravälillä suurimmillaankin vain n. 16 %. Kun kaksimet-

risiksi tai yleensä lyhyiksi kuitupuupölkkyiksi tehtävien runkojen koko on yleensä pieni, käytännöllinen merkitys on vähäinen. Sitä paitsi on ilman muuta selvää, ettei pelkkä fyysikaalisen työ määrän tarkastelu välttämättä anna oikeaa kuvaa metsätyön rasittavuudesta. Toisin sanoen ei ole selvitettyä, voidaanko kuutiomäärällä — tai vielä paremmin pölkyn painolla — painottamista yleensä suositella. Teoreettisissa tarkasteluissa sitä on kuitenkin pidettävä vähintään yhtä hedelmällisenä lähtökohtana kuin perinteellistä tarkastelutapaa, jolloin painotusta ei lainkaan suoriteta pölkyn koon perusteella.

Käytännöllisen merkityksen kannalta ovat mielenkiintoisimpia ajouravälin vaikutusta koskevat tulokset. Etenkin pienikokoisten puiden ollessa kyseessä kannattaa harkita, onko mahdollisuuksia siirtyä verraten tiheään ajouraverkkoon, jos tämä voi käydä päinsä aiheuttamatta hyötyä suurempaa haittaa muille toiminnoille. Ainakin silloin, kun lajitiheys on ajouran varrella riittävä, avohakkuualoilla tulee kysymykseen pienin ajouraväli. Harvennushakkuissa puun tuotantoon liittyvät tekijät sekä yleensä alhainen lajitiheys estävät tavallisesti siirtymisen nykyistä tiheämpiin ajouraverkkoihin, vaikka se epäilemättä lyhentäisikin keskimääräistä pölkkyjen siirtomatkaa oleellisesti. On kuitenkin aiheellista riittävästi painottaa siirtomatkan lyhenemisen merkitystä myös näissä tapauksissa, onhan puutavaran kasaus aiemmin todetun mukaisesti hakkuun raskaimpia työvaiheita.

### KIRJALLISUUTTA

- HARSTELA, P. 1971. Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. *Folia For.* 105.
- JOHANSSON, G., PETERSSON, B. & PETERSSON, B. 1969. Basträdsmetoden. *Metodstudie* 1967. Redog. ForsknStift. Skogsarb. 5/1969.
- KÄRKKÄINEN, M. 1973. Kappaleotannan perusteita mäntykuitupuun mittauksessa. Foundations of boltwise sampling in pine pulpwood measurement. Helsingin yliopiston metsätieteellisen laitoksen tiedonantoja 24.
- LEVANTO, S. 1970. Työtahdin vaikutus metsätyöntekijän kuormittumiseen. The effect of work pace on logger stress. *Työtehoseura Julk.* 148.
- PUTKISTO, K. 1956. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillis-taloudellinen selvittely. Investigations of the use of wheel tractors for the forest transport of timber. *Techno-economic analysis. Metsäteho Julk.* 36.
- » — 1959 a. Pinotavaran tekijäin työskentelyjärjestelmän analysointia. Analysis of the working method of cordwood loggers. *Metsäteho Tied.* 162.
- » — 1959 b. Työpanoksen ero pinotavaran palstatienvarteen teon ja hajamuodostelmiin teon välillä ja sen huomioon ottaminen palkkaperusteissa. The difference between the work inputs to making cordwood alongside the strip road and to making it in dispersed formations, and the observance of this difference in wage bases. *Metsäteho Tied.* 164.
- SAMSET, I., STRØMNES, R. & VIK, T. 1969. Hogstundersøkelser i norsk gran- og furuskog. Cutting studies in Norwegian spruce and pine forests. *Medd. Norske Skogforsøksv.* 95.
- TIJHONEN, P. 1961. Männyn, kuusen ja koivun kapenemistaulukot. Ausbauchungstabellen für Kiefer, Fichte und Birke. *Commun. Inst. For. Fenn.* 54.1.

## SUMMARY:

### A NOTE ON THE MOVING DISTANCE OF PULPWOOD BOLTS

The aim of this paper is to analyze the moving distance of pulpwood bolts when directed felling of trees is used and the bolts are gathered alongside the strip road. The varying size of bolts is taken into account by weighting the distance of each bolt from the strip road by its volume. Apart from the effect of weighting, the role of strip road spacing and the size of trees is also discussed.

In this study a computer simulation technique was used. The tree data concerning pine were obtained from earlier Finnish papers, and it was supposed that each tree was cut up into two-meter bolts. The simulation logic can be seen in fig. 1.

According to the results, the weighted moving distance of the bolts is greater than the unweighted one, the difference depending on the length of the usable part of the stem and the total length of the felled trees. One example can be seen in fig. 2 where the strip road spacing is 30 m. As a rule, the differences between weighted and unweighted moving distances were smaller when the spacing was 20 or 40 m.

An interesting result concerning the average moving distance of bolts can be seen in fig. 3 and 4. According to the simulation results, the effect of strip road spacing on the average moving distance of bolts shows a complicated dependence on the usable length of the trees. A dense spacing of strip roads is especially preferable in the case of small trees since the differences are relatively smaller for bigger trees.