

SILVA FENNICA

Vol. 11 1977 N:o 4

Sisällys
Contents

- PAAVO VALONEN: Ajouraväli ja tekomiehen fyysinen kuormittuminen kuitupuun teossa 259
Summary: Strip road spacing and the physical strain put on forest workers during pulpwood cutting 262
- SEPPO KELLOMÄKI: Polut ulkoilun kanavoinnissa 263
Summary: Potential of trails in guiding recreational activity 268
- EERO VÄISÄNEN, SEPPO KELLOMÄKI and PERTTI HARI: Annual growth level of some plant species as a function of light available for photosynthesis 269
Seloste: Eräiden metsäkasvilajien vuotuinen kasvu ja fotosynteesissä käyttökelpoisen valon suhde 275
- SEPPO KELLOMÄKI, EERO VÄISÄNEN, PEKKA KAUPPI and PERTTI HARI: Production of structural matter by a plant community in successional environment 276
Seloste: Kasviyhdyksunnan kuiva-ainetuotos valaistukseltaan muuttuvassa ympäristössä 283
- OLLI JÄRVINEN, KULLERVO KUUSELA ja RISTO A. VÄISÄNEN: Metsien rakenteen muutoksen vaikutus pesimälinnustoomme viimeisten 30 vuoden aikana 284
Summary: Effect of modern forestry on the numbers of breeding birds in Finland in 1945–1975 292

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, SF-00170 Helsinki 17, Finland

EDITOR:

MATTI KÄRKKÄINEN

EDITORIAL BOARD:

MATTI NUORTEVA (Chairman), VEIKKO J. PALOSUO (Vice Chairman), AULIS E. HAKKARAINEN, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, SEPPÖ KELLOMÄKI, MATTI LEIKOLA, and KUSTAA SEPPÄLÄ (Secretary).

Silva Fennica is published quarterly. It is sequel to the Series, vols. 1 (1926)–120(1966). Its annual subscription price is 30 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, and exchange inquiries can be addressed to the office. The subscriptions should be addressed to: Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 1, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

Silva Fennica

NELJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN
AIKAKAUSKIRJA

JULKAISIJA:

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

TOIMISTO:

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

TOIMITTAJA:

MATTI KÄRKKÄINEN

TOIMITUSKUNTA:

MATTI NUORTEVA (puheenjohtaja),
VEIKKO J. PALOSUO (varapuheenjohtaja), AULIS E.
HAKKARAINEN, VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, SEPPÖ
KELLOMÄKI, MATTI LEIKOLA 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 30 mk.

AJOURAVÄLI JA TEKOMIEHEN FYYSINEN KUORMITTUMINEN KUITUPUUN TEOSSA

PAAVO VALONEN

SUMMARY:

*STRIP ROAD SPACING AND THE PHYSICAL STRAIN PUT ON FOREST WORKERS
DURING PULPWOOD CUTTING*

Saapunut toimitukselle 1977-09-28

Tekomiehen fyysistä kuormittumista ja työajan menekkiä kuitupuun teossa verrattiin kasattaessa ajouran varteen 15...25 m:n ja 26...35 m:n ajouraväleillä sekä kasattaessa palstalle. Aineisto kerättiin kahdelta tekomieheltä kahden työpäivän ajalta.

Kasattaessa palstalle ajanmenekki oli 17...21 % ja sydämen sykinnän taajuus 9...12 % alhaisempi kuin kasattaessa ajouran varteen 15...25 m:n uravälillä. Ajouravälin piteneminen 26...30 m:iin lisäsi ajanmenekkiä 18...30 %, mutta ei näyttänyt vaikuttavan sykinnän taajuuteen. Tulos johtunee siitä, että kasaumatkan tullessa riittävän suureksi tekemies mahdollisesti kompensoi suurentuneen kuormittumisen työahtia ja -tekniikkaa muuttamalla sekä lisäämällä taukoja.

1. JOHDANTO

Metsätyötieteellisille tutkimusaineistoille on ominaista suuri hajonta (esim. HARSTELA 1975). Sen aiheuttavat toisaalta työolosuhteiden ja toisaalta työntekijän ominaisuuksien ja tilan vaihtelu. Ergonomisissa tutkimuksissa, esimerkiksi mitattaessa tekomiehen kuormittumista puutavaran teossa, joudutaan tekemisiin sangen monimutkaisten riippuvuuksien ja syy-seuraussuhteiden kanssa (HARSTELA 1975, s. 15).

Tässä raportissa esitettävät tulokset perustuvat sangen pieneen aineistoon, jossa suuri kontrollioimaton hajonta tekee niiden tulkinnan epävarmaksi. Koska metsätyön-

tekijöiden kuormittumista kasaumatkan funktiona selvitellettiin tutkimusten koehenkilöiden määrä Suomessa on kuitenkin pieni, oletetaan esitettävillä tuloksilla olevan mielenkiintoa ainakin metsäergonomian tutkijoille.

Tutkimusaineiston keräsivät Tapio Järvinen ja Pertti Laakso. Aineiston käsittelyssä avustivat Kaija Kanninen ja Raili Voipio. Konekirjoituksesta huolehti Aune Rytönen. Englanninkielisen tekstin tarkasti John Derome. Käsikirjoituksen lukivat Pertti Harstela ja Matti Kärkkäinen. Esitän kaikille parhaat kiitokseni.

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA SUORITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli toisaalta verrata tekomiehen kuormittumista kuitupuun teossa kahdella eri ajouravälillä sekä toisaalta verrata kuormittumista uran varteen teossa ja palstalle teossa (jäljempänä menetelmä 3). Tutkitut ajouravälit olivat 15...25 m (jäljempänä menetelmä 1) ja 26...35 m (jäljempänä menetelmä 2). Aineisto kerättiin kahden tekomiehen työskentelystä kahden päivän ajalta kustakin menetelmästä. Koehenkilöiden iät ja hapenottokyvyt olivat seuraavat:

	Ikä, v.	Max. hapenottokyky, ml/kg/min
Tekomies 1	32	49
Tekomies 2	56	33

Tutkimuspalstat valittiin toisen harvennuksen leimikosta. Pääpuulaji oli kuusi ja rungon keskikoko 0,09 m³ ja oksaisuusluokka 3. Puutavara tehtiin kolmemetriseksi ja karsittiin pinnanmyötäisesti. Lumen syvyys oli 20 cm.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Ajanmenekille ja sykinän taajuudelle laskettiin niiden riippuvuutta olosuhde- ja työvaikeustekijöistä kuvaavat regressioyhtälöt. Sykinän taajuuden havaittiin riippuvan voimakkaasti puun järjestysnumerosta. Ilmiön katsottiin aiheutuneen koetilanteen outouden aiheuttamista psyykkisistä reaktioista. Analyysin yksinkertaistamiseksi jätettiin aineistosta kunkin menetelmän ensimmäinen päivä pois.

Tarkasteltaessa tekomenetelmän vaikutusta ajanmenekkiin oli tarkoituksena käyttää yhteenlasketulle siirtymis-, kaato- ja karsinta-ajalle samaa mallia kaikille menetelmille tekemieskohtaisesti (vrt. HARSTELA 1976, s. 10). Kontrollin vuoksi laskettiin ajat myös menetelmittäin ja saatiin seuraavat tulokset:

	Siirtymis-, kaato-, karsinta- ja katkenta-aika, cmin/puu (%)
Tekomies 1	
Menetelmä 1	360,3 (100)
2	313,5 (87)
3	295,4 (82)
Tekomies 2	
Menetelmä 1	333,3 (100)
2	293,3 (88)
3	376,6 (113)

Menetelmien välillä havaittiin olevan suuri vaihtelu, jota ei saatu regressiomalleissa selitetyksi.

Kasausvaiheelle saatiin regressiomalleista seuraavat ajanmenekit:

	Kasausaika, cmin/puu (%)	Keskimääräinen kasausmatka, m/pölkky (%)
Tekomies 1		
Menetelmä 1	80,0 (100)	4,7 (100)
2	94,1 (118)	6,3 (134)
3	65,9 (83)	3,5 (74)
Tekomies 2		
Menetelmä 1	76,9 (100)	4,0 (100)
2	100,1 (130)	4,9 (123)
3	61,0 (79)	3,4 (85)

Menetelmien 1 ja 3 ajanmenekkien ero on samaa luokkaa kuin HARSTELAN (1976, s. 9) esittämä. KAHALAN ja SAVOLAISEN (1968, s. 8) tuloksista voidaan laskea kasauksen ajanmenekin kasvaneen 29...54 %, kun ajouraväli piteni 20 m:stä 30 m:iin. SILANDERIN (1968, s. 7) tuloksista havaitaan ajanmenekin 35 m:n uravälillä olleen 10 % suuremman kuin 25 m:n uravälillä. HAAJA (1970, s. 6) on todennut uravälin pitenemisen 15 m:stä 30 m:iin lisänneen kasausaikaa 21 %.

Tekomiehen kuormittumisen indikaattorina käytettiin kasauksen lopussa mitattua sydämen sykinän taajuutta. Regressiomalleista saatiin seuraavat tulokset:

	Sykinän taajuus kasauksen lopussa, sykettä/min (%)
Tekomies 1	
Menetelmä 1	120,6 (100)
2	118,4 (98)
3	110,6 (92)
Tekomies 2	
Menetelmä 1	131,8 (100)
2	133,5 (101)
3	115,6 (88)

Siirryttäessä ajouran varteen teosta 20 m:n uravälillä palstalle tekoon aleni sykinän

taajuus tekomiehestä riippuen 9...12 %. HARSTELAN (1976, s. 11) mukaan aleni sykinän taajuus vastaavasti 4 % kolmen koehenkilön keskiarvona.

Ajouravälin ja sen kautta kasausmatkan pidentyminen 23...34 %:lla ei juuri vaikuttanut kuormittumiseen. Tekomiehellä 1 sykinän taajuus oli lisäksi alhaisempi pidemmällä ajouravälillä.

Taukojen ja keskeytysten (ruokailutauot mukaan lukien) osuus työmaa-ajasta oli menetelmittäin (1, 2 ja 3) tekomiehellä 1 28, 33 ja 43 % sekä tekomiehellä 2 25, 33 ja 21 %.

4. TARKASTELU

HARSTELA (1977, s. 10) on todennut sykinän taajuuden kohoavan kiihtyvästi kasausmatkan pidetessä. Hänen aineistossaan kasausmatkat ajouran varteen teossa olivat 2,3...2,4 m, eli alhaisemmat kuin tässä tutkimuksessa palstalle teossa havaitut (HARSTELA 1976, s. 11). Kasausmatkan pitenemisellä on muun muassa seuraavia vaikutuksia:

- kantamisen osuus pölkkyjen siirrossa lisääntyy (HAAJA 1970, s. 9, HARSTELA 1976, s. 13).
- pölkyn kannattelemisen aiheuttamat staattisen lihastyön jaksot pitenevät
- pölkyn ottamiset ja laskemiset aikayksikköä kohden laskettuna vähenevät
- kasauksenvaiheen osuus työajasta lisääntyy

Metsätyötä on todettu tehtävän yleensä fysiologisenä optimina pidettyä tasoa korkeammalla kuormittumisasteella (esim. LEVANTO 1970, s. 20). Työtahtiin vaikuttanevat siten muut tekijät kuin se, että tuntuuko kuormittuminen miellyttävältä. Voitaneen kuitenkin sanoa metsätyöntekijöiden tunteman kokemuseräisesti, onko kuormittuminen sellainen, että ko. työtahdilla voi työskennellä koko päivän. Siten esimerkiksi kasaus-

matkan pitenemisen aiheuttamaa kuormittumisen lisääntymistä alettaisiin jollakin tasolla kompensoida lähinnä työtekniikkaa ja työtahtia muuttamalla tai lisäämällä taukoja.

Lienee mahdollista, että lyhemmillä kasausmatkoilla sykinän taajuuden ja matkan riippuvuuden kuvaaja on HARSTELAN (1977, s. 10) esittämän kaltainen, mutta matkan pidetessä loivenisi lähestyksen edellä mainittua tasoa, jolla voi työskennellä koko päivän.

Loiveneminen voi olla seurausta lisääntyneistä tauoista, työtahdin tai työtekniikan muutoksista. Mutta jo fysiologiset seikat katkaisevat sykinän taajuuden eksponentiaalisen nousun jossakin vaiheessa, koska lähestytään maksimaalista taajuutta. Lähellä maksimaalista tasoa voidaan työskennellä vain lyhyitä jaksoja.

Stewensin ja Mack'n mukaan (ks. CAFARELLI ym. 1977, s. 147) koettu kuormittuminen lisääntyy eksponentiaalisesti fyysisen kuormittumisen funktiona. Näin ollen motivaatiokin kuormittumisen lisäämiseen vähentynee voimakkaasti kuormituksen lisääntyessä. Tämän tutkimuksen aineiston perusteella jäävät esitetyt hypoteesit kuitenkin kaipaamaan lisäselvitystä.

KIRJALLISUUTTA

CAFARELLI, E., CAIN, W. S. & STEWENS, J. 1977. Effort of dynamic exercise: Influence of

load, duration and task. Ergonomics 20(2): 147-158.

- HAATAJA, R. 1970. Tutkimus hakkuumiehen suorittamasta kuitupuun kasauksesta. Summary: Study of manual pulpwood bunching. *Metsäteho tied.* 299: 1–16.
- HARSTELA, P. 1975. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät. Teoreettinen ja empiirinen analyysi. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the worker in some forest work methods. *Commun. Inst. For. Fenn.* 87(2): 1–130.
- » — 1976. Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liukupuomi-kuormausta varten. Summary: Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading. *Folia For.* 260: 1–23.
- HARSTELA, P. 1977. Ergonomic and technic aspects of bunching round timber in thinnings. Seloste: Kasauksen ergonomia ja teknologia harvennushakkuissa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 89(4): 1–36.
- KAHALA, M. & SAVOLAINEN, R. 1968. Tutkimus ajouravälin vaikutuksesta paperipuun hakkuussa. Summary: Study on the effect of strip road spacing in pulpwood cutting. *Metsäteho tied.* 280: 1–15.
- SILANDER, S. 1968. Tutkimus ajouravälin vaikutuksesta pinotavaran hakkuussa Pohjois-Suomessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tutkimusllestus n:o 91: 1–20.

SUMMARY:

STRIP ROAD SPACING AND THE PHYSICAL STRAIN PUT ON FOREST WORKERS DURING PULPWOOD CUTTING

The physical strain put on forest workers during pulpwood cutting using three different stacking methods was studied. In the first and the second methods the bolts were stacked at the side of the strip road, the strip road spacings being 15...25 and 26...35 m. In the third method the bolts were stacked at scattered points on cutting strip. The bolt length was 3 m. The material consisted of the work load of two forest workers during a period of two days. Owing to the restricted size of the material and the large deviation characteristic of forest work science material, interpretation of the results was rather unprecise.

The time spent in stacking in the strip was, depending on the forest worker, 17...21 % less than that spent in stacking to the side of the strip road. When the strip road spacing was increased

26...35 m, the time spent increased by 18...30 %. The heart rate of the forest workers when stacking on the strip between the strip roads was 9...12 % less than that when stacking to the road side when the strip road spacing was 15...25 m. Increasing the strip road spacing to 26...35 m did not seem to affect the heart rate.

It has been found in earlier studies that the physical load increases exponentially as the stacking distance increases. However, the results obtained in this study suggest that the forest worker compensates for increased physical strain caused by an increased stacking distance by changing his working technique and rate and by increasing the number of his breaks.