3/1979

RUNKOLUKUSARJAN VAIKUTUS MONITOIMIKONEIDEN LEIMIKOITTAISIIN TUOTOKSIIN

Markku Mäkelä
Jaakko Peltonen

METSÄTEHON SELOSTE

METSÄTEHO

Opastinsilta 8 B · 00520 HELSINKI 52
Puhelin (90) 140 011

SELOSTE
3/1979

3/1979

RUNKOLUKUSARJAN VAIKUTUS MONITOIMIKONEIDEN LEIMIKOITTAISIIN TUOTOKSIIN

Markku Mäkelä
Jaakko Peltonen

Sisällys

	Sivu
TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	2
2 TUTKIMUSMENETELMÄ	3
3 TUTKIMUSAINEISTO	4
4 TUTKIMUSTULOKSET	6
4.1 Yhtä puuta kerrallaan käsittelevät monitoimikoneet	6
4.1.1 Yleistä	6
4.1.2 Pika 75 -harvesteri	6
4.1.3 Tvigg-prosessori	9
4.1.4 Valmet-prosessori	11
4.2 Työnvaiheita lomittavat monitoimikoneet	11
4.2.1 Yleistä	11
4.2.2 Kockums KS 875-78 ATK -prosessori	13
4.2.3 Lokomo 961 S -harvesteri	15
4.2.4 Lokomo — Ösa 705 -prosessori	15
4.2.5 Valmet 448 -prosessori	19
5 TULOSTEN TARKASTELU	19
KIRJALLISUUTTA	21

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa selvitetään, miten hyvin rungon keskikoon kohdalta valittu rungoittainen tuotos vastaa runkolukusarjan huomioon ottavaa monitoimikoneiden todellista leimikoittaista tuotosta. Pika 75 -harvesterilla sekä Tvigg- ja Lokomo — Ösa 705 -prosessorilla rungon koko vaikutti erojen suuruuteen. Muilla monitoimikoneilla erot olivat rungon koosta riippumattomia vakioita ja niiden suuruus oli keskimäärin yksi prosentti.

Leimikon puuston runkolukusarjan muoto ja muut leimikkotekijät eivät merkittävästi vaikuttaneet erojen suuruuteen ja vaihteluun.

1 JOHDANTO

On oltu epätietoisia, miten tarkkaan monitoimikoneiden leimikoittaiseen tuotokseen päästään määrittämällä tuotos aikatutkimuksissa saadulta rungonkokoluokittaiselta tuotoskäyrältä leimikon rungon keskikoon kohdalta. Myöskään ei ole tiedetty, miten leimikon puiden läpimittajakauman rakenne vaikuttaa leimikoittaiseen tuotokseen.

Vastaavaa hakkuun aikatutkimustulosten soveltumista käytäntöön eli leimikoittaisten tuotosten määritykseen on selvitellyt Makkonen (1950). Tuloksissa todetaan, että leimikon rungon keskikokoa käytettäessä leimikoittainen työajan virhe voi olla kuitupuuta valmistettaessa yli 10 %:n, mutta tukkeja valmistettaessa vain 0...4 %.

Monitoimikoneiden leimikoittaisen ajanmenekin määrittämiseen parhaiten soveltuvaa rungonkokotunnusta on selvitellyt Kärkkäinen (1973). Leimikon runkojen aritmeettinen keskiarvo (= leimikon keskirunko) antaa selvityksen mukaan tarkemman ennusteen monitoimikoneen todellisesta ajanmenekistä kuin kuutiomäärällä painotettu keskiarvo tai geometrinen keskiarvo.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimustulokset laskettiin pääosin Metsätehon monitoimikoneiden tuotossimulointiohjelmalla (Peltonen 1973), jossa korjattavan leimikon runkolukujakauma otetaan huomioon. Simuloinnissa tuotos saadaan summaamalla leimikon jokaisen puun tekoon kulunut aika ja jakamalla valmistettu puumäärä näin saadulla leimikon käsittelyajalla. Simulointiohjelma laskee leimikoittaiset tuotokset halutuille leimikoille annettuja työvaikeustekijöitä käyttäen. Lisäksi tulostuvat rungonkokoluokittaiset tuotospisteet.

Laskennassa tarvittavat lähtötiedot olivat:

- leimikon runkolukujakauma,
- rungonkokoluokittaiset keskikuutiot,
- eri työnvaiheiden rungonkokoluokittaiset ajanmenekit ja työnvaiheiden lomittuvuustiedot sekä
- työpisteiden väliset siirtymisajat ja -matkat eri maastoluokissa sekä työpisteessä käsiteltävien puiden lukumäärä eri tiheysluokissa.

Leimikkotiedot saatiin määrittämällä kolme runkolukusarjaltaan erilaista leimikkotyyppiä. Yksi näistä oli tyypillinen monitoimikonekorjuuleimikko (= perusjakauma), toisen runkolukujakauma oli tätä selvästi laajempi ja kolmannen puolestaan suppeampi. Runkolukujakaumia käyttäen määritettiin kullekin leimikkotyypille kahdeksan eri mallileimikkoa (keskirunko 200... 800 dm^3). Näiden lisäksi käytettiin vuoden 1977 PMP:n keskimääräisleimikoita "avohakkuu keskijäreät" ja "avohakkuu kuitupuuvaltaiset".

Monitoimikoneita koskevissa aikatutkimuksissa tuotokset esitetään yleensä rungon koon funktiona. Tällöin rungon koolla voidaan tarkoittaa joko absoluuttisesti tietyn kokoisia runkoja ja jonkin runkolukujakauman rungon keskikokoa jossakin leimikossa. Ensimmäinen määrittely merkitsee sitä, että kaikki rungot ovat samansuuruisia, ja jälkimmäinen sitä, että käsiteltävät rungot noudattavat jotakin jakaumaa.

Määritysmenetelmästä aiheutuvat leimikoittaiset tuotoserot saatiin vertaamalla simuloinnin antamia leimikoittaisia harhattomia tuotoksia saman

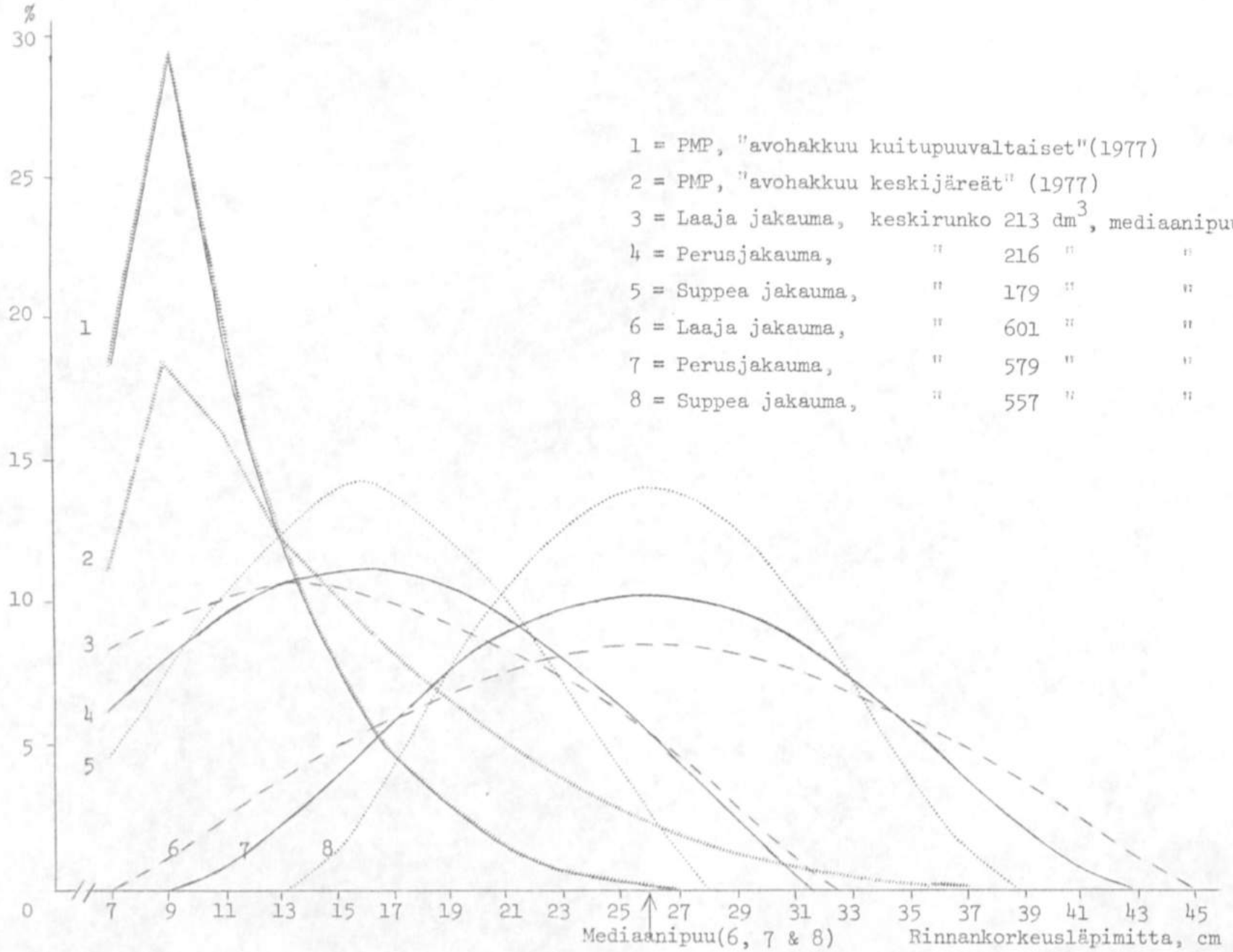
koneen rungonkokoluokittaiselta tuotoskäyrältä kyseisen leimikon keskirungon kohdalta (= keskirunkomenetelmä) saataviin tuotoksiin. Rungonkokoluokittainen tuotoskäyrä edellyttää kaikkien käsiteltävien puiden olevan tietyn kokoisia. Yhtä puuta kerrallaan käsittelevien monitoimikoneiden aikatutkimustuotoskäyrät ovat tällaisia. Työnvaiheita lomittavien koneiden tuotokset on maksuperustetutkimuksessa (Myllyniemi 1977) sen sijaan saatu menetelmällä, jossa aikatutkimus- ja laskentamenetelmä ainakin osittain ottaa huomioon käsitellyn leimikon runkolukujakauman (Louto ja Myllyniemi 1977). Tämä on toteutettu siten, ettei seuraavan puun ottamisesta aiheutuva karsintalinjan odotusaika ole vastaavankokoisen puun ottamisen aiheuttama odotusaika, vaan tutkimusleimikon runkolukujakauman perusteella on määritetty todennäköisesti seuraavana tuleva puu ja sen ottamisesta aiheutuva karsintalinjan odotus. Aiemmissa kokeilu- ja kehittämistutkimuksissa tuotos on laskettu kuitenkin myös työnvaiheita lomittaville koneille olettamalla, että kaikki käsiteltävät puut ovat samansuuruisia. Maksuperuste- ja kehittämistutkimusten tuotoslaskentamenetelmien antamien tulosten eroa työnvaiheita lomittaville monitoimikoneille on tarkasteltu kohdassa 4.2.1 (s. 11).

Aiempien työntutkimusten laskentavaiheessa simuloinnin antamaa leimikkokohtaista tuotosta on verrattu tietyn koneen vastaavassa leimikossa saavuttamaan todelliseen tuotokseen. Simulointimallin on havaittu antavan hyvin tarkkoja tuotosennusteita, joten laskentamenettelyä on pidettävä tältä osin luotettavana.

Leimikon järeysrakenteen vaikutus tuotokseen saatiin vertaamalla simuloinnin antamia perus-, laajan ja suppean runkolukujakauman leimikoittaisia monitoimikoneiden tuotoksia keskenään.

3 TUTKIMUSAINEISTO

Selvityksessä olivat mukana yleisimmät maassamme käytetyt monitoimikoneet. Selvitystä varten määritettyjen leimikkotyyppien runkolukujakaumat on esitetty kuvassa 1. Yksittäiset leimikot saatiin siirtämällä jakauman huippua (= mediaanipuu) kahden senttimetrin välein 16 ja 30 cm:n rinnankorkeusläpimittojen välillä. Näin saatujen 24 leimikon rungon keskikoko oli 179...820 dm^3. Taulukossa 1 (s. 6) on esitetty tarkemmat leimikkotiedot.



Kuva 1. Leimikkojen runkolukujakaumat

TAULUKKO 1. Tutkimusaineiston leimikkotietoja

Mediaanipuu, $d_{1.3}$ cm	Runkolukujakauma		
	laaja	perus	suppea
	Leimikon rungon keskikoko, dm^3		
–		56 x)	
–		138 x)	
16	255	216	179
18	303	266	235
20	360	326	302
22	423	400	377
24	508	485	463
26	601	579	557
28	706	682	661
30	820	795	773

x) PMP:n keskimääräisleimikoita

4 TUTKIMUSTULOKSET

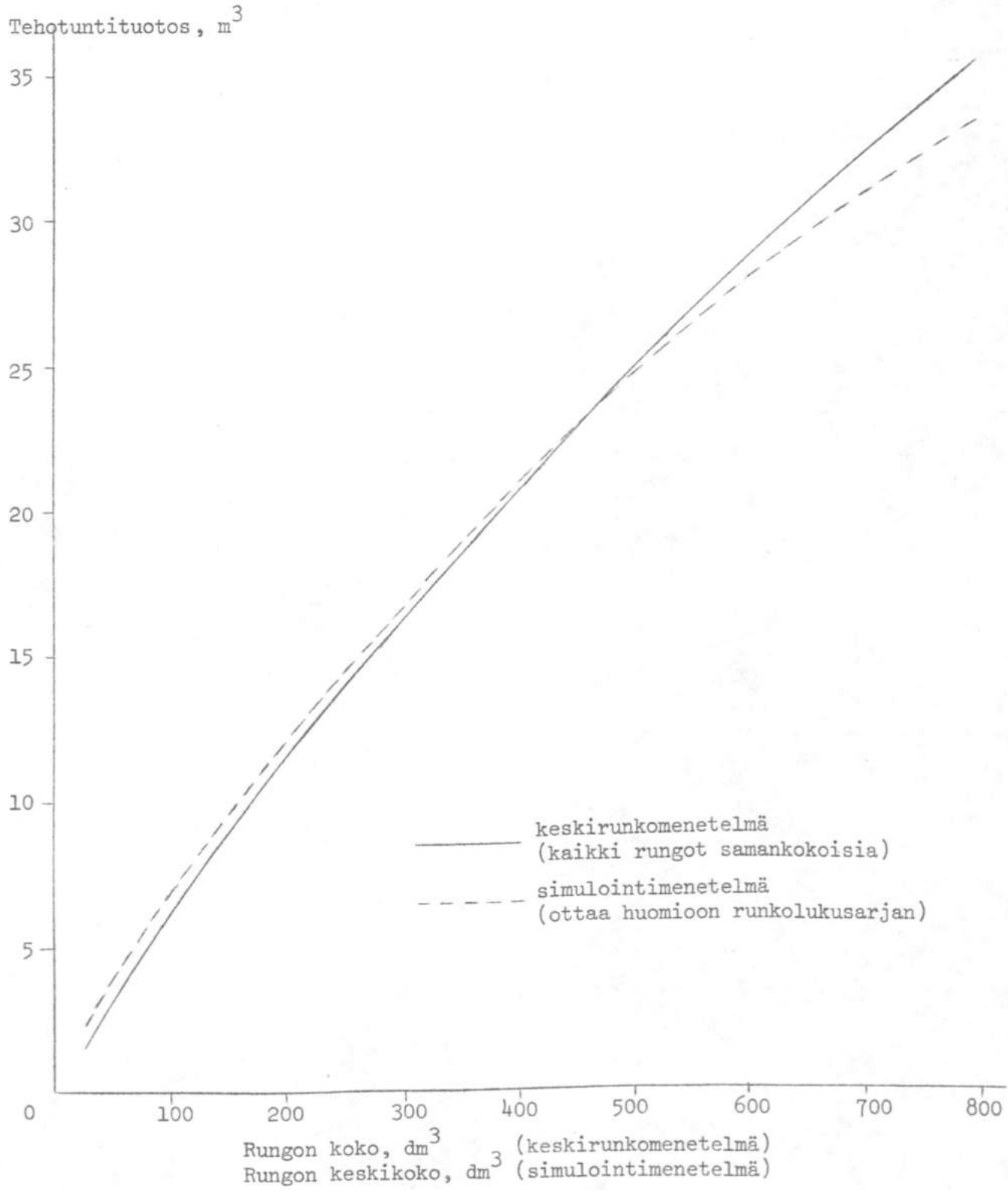
4.1 Yhtä puuta kerrallaan käsittelevät monitoimikoneet

4.1.1 Yleistä

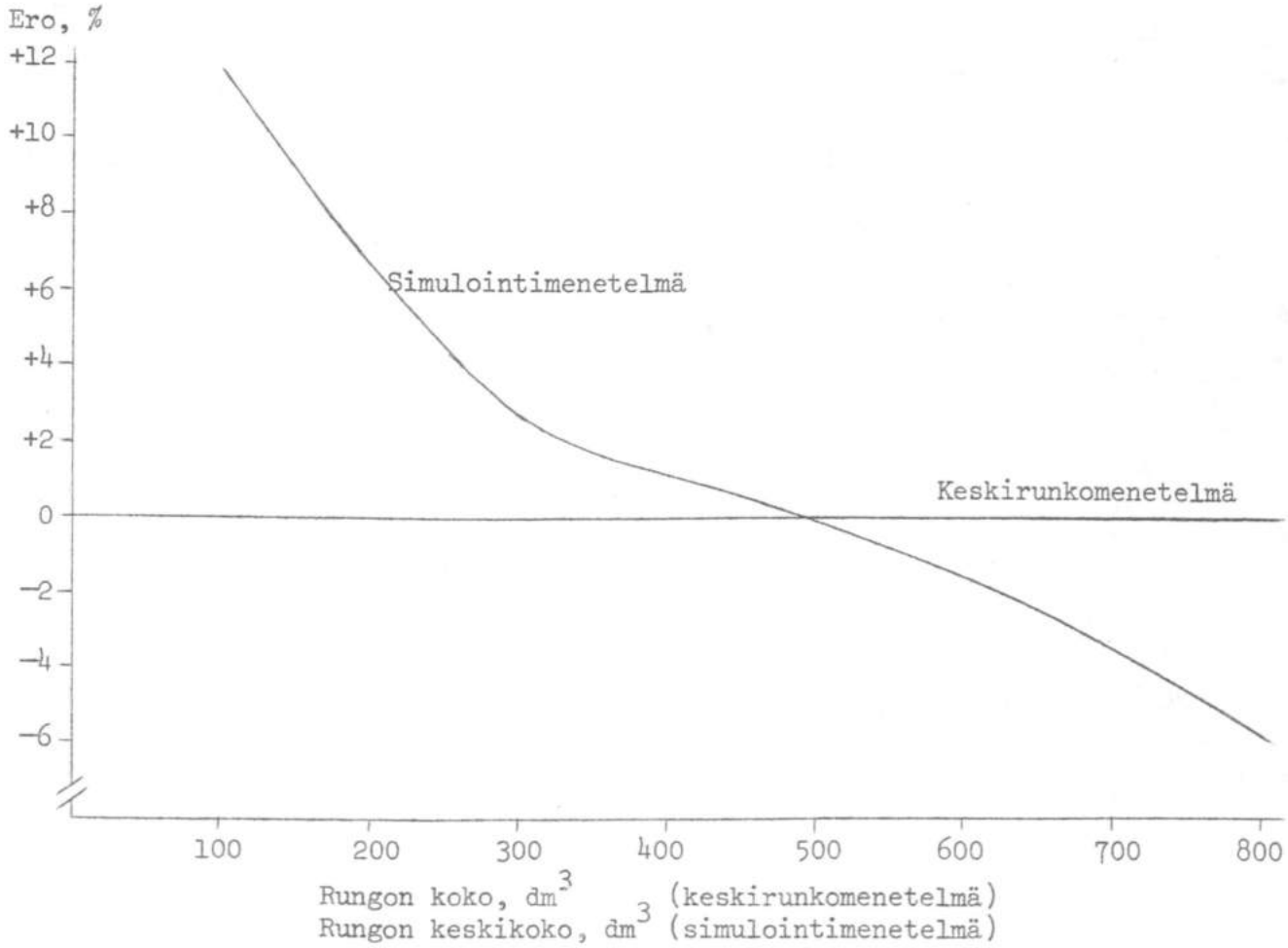
Yhtä puuta kerrallaan käsittelevien monitoimikoneiden tuotoslaskennassa tarvitut aikatutkimustiedot saatiin maksuperusteselvityksistä (Myllyniemi 1977, Mäkelä 1979). Ne perustuvat konemerkeittäin 3...4 koneen keskimääräistietoihin. Tämän vuoksi tulokset ovat yleistettävissä vaikutustensa suunnan sekä absoluuttisen tasonsa osalta.

4.1.2 Pika 75 -harvesteri

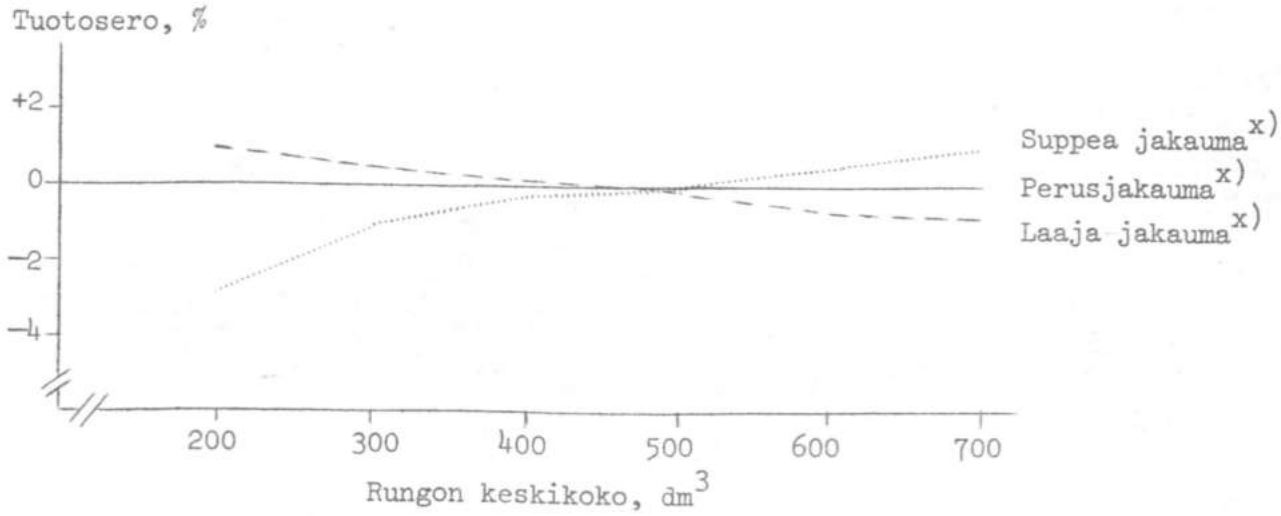
Rungonkokoluokittaiset tuotokset, jotka määritettiin leimikon rungonkokoluokittaiselta tuotoskäyrältä leimikon rungon keskikoon kohdalta, sekä simulointituotokset, joissa otettiin huomioon leimikon runkolukujakauma, laskettiin Pika 75 -harvesterille, kun maastoluokka oli 1 tai 2 ja leimikon tiheys 400, 600 tai 800 runkoa/ha. Simulointimenetelmällä saatujen tuotosten keskimääräinen poikkeama keskirunkomenetelmän antamista tuotoksista on esitetty kuvissa 2 ja 3 (s. 7 ja 8).



Kuva 2. Simulointi- ja keskirunkomenetelmän antamat tuotokset, Pika 75 -harvesteri



Kuva 3. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Pika 75 -harvesteri



Kuva 4. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Pika 75 -harvesteri

x) Jakaumat on esitetty kuvassa 1 (s. 5) ja selitetty sivulla 4.

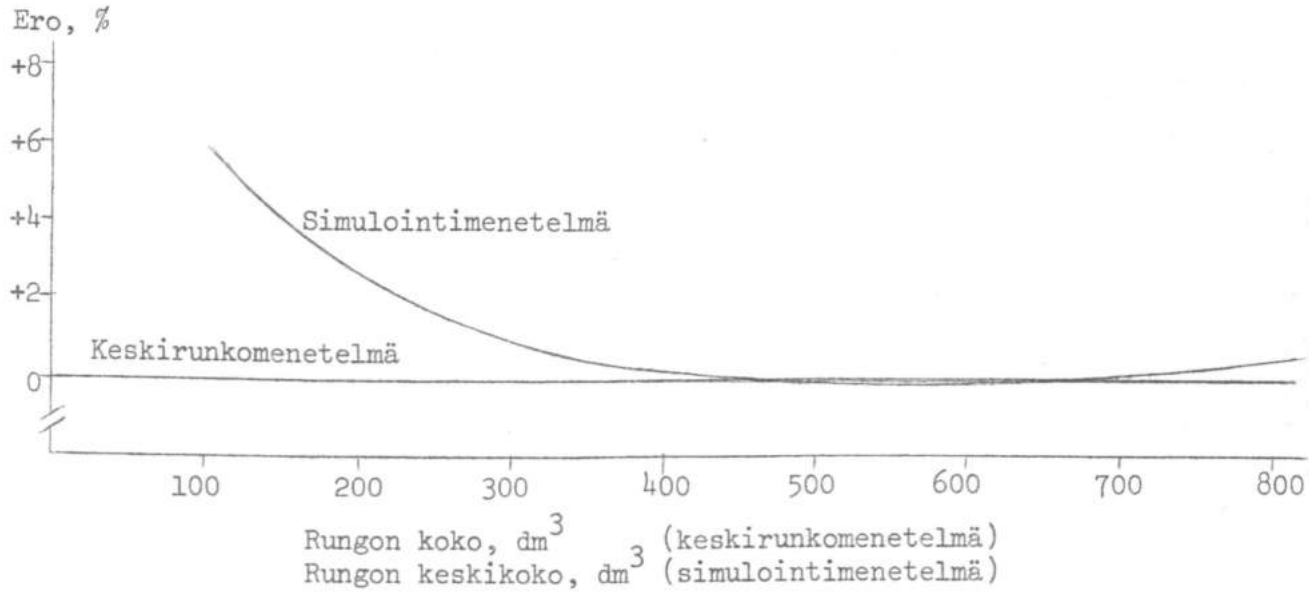
Simulointimenetelmä antoi Pika 75 -harvesterilla korjattavissa leimikoissa 11.9...0.0 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä leimikon rungon keskikoon ollessa 100...500 dm^3. Kun leimikon rungon keskikoko oli 500... 800 dm^3, simulointimenetelmän antama tuotos oli puolestaan 0.0...5.7 % pienempi kuin keskirunkomenetelmän antama tuotos. Keskimääräisoloissa, joilla tuonnempanakin siitä erikseen mainitsematta tarkoitetaan rungon keskikooltaan 300...400 dm^3:n leimikoita, simulointimenetelmä antoi 1.2...2.4 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä. Maastoluokka ja tiheys eivät mainittavasti vaikuttaneet menetelmien välisiin tuotoseroihin.

Tarkasteltaessa leimikon rakenteen vaikutusta monitoimikoneiden tuotoksiin perusvaihtoehtona niin tässä kuin myöhemminkin pidetään simulointimenetelmällä saatua perusrunkolukujakauman (ks. kuvaa 1, s.5) mukaista leimikoittaista tuotosta. Laajan runkolukujakauman leimikossa Pika 75 -harvesterin tuotos oli 0.9...0.0 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa, kun leimikon rungon keskikoko oli 200...500 dm^3, ja vastaavasti 0.0...0.9 % pienempi, kun rungon keskikoko oli 500...700 dm^3. Suppean jakauman leimikossa tuotos oli puolestaan rungon keskikooltaan alle 500 dm^3:n leimikossa 2.9...0.0 % pienempi ja rungon keskikooltaan yli 500 dm^3:n leimikossa 0.0...1.3 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa. Keskimääräisoloissa tuotos poikkesi laajan jakauman leimikossa 0.0...+0.4 % ja suppean jakauman leimikossa −0.4...−1.2 % perusjakauman leimikossa saavutetusta tuotoksesta (kuva 4, s. 8). Maastoluokka ja leimikon tiheys vaikuttivat leimikon rakenteesta johtuviin tuotoseroihin hyvin vähän.

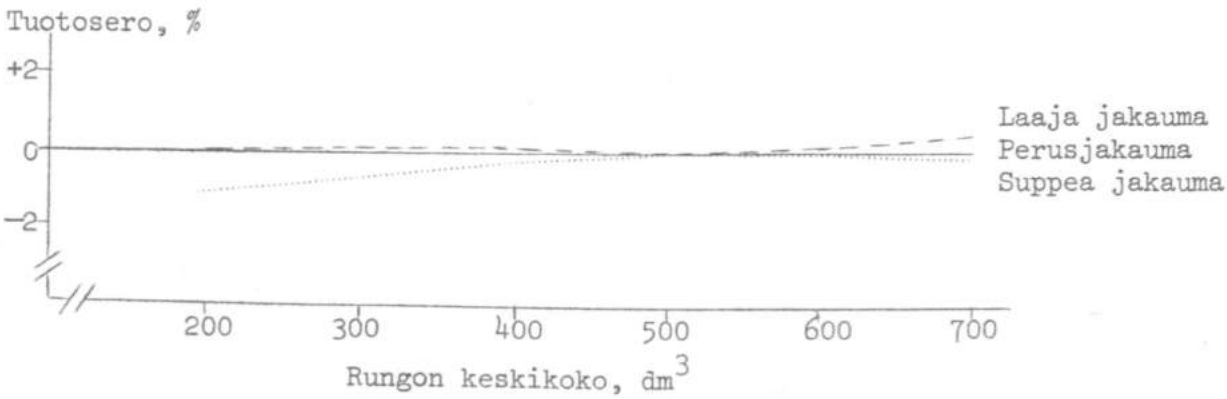
4.1.3 Tvigg-prosessori

Tvigg-prosessorille tuotosvertailu tehtiin, kun maastoluokka oli 1 ja leimikon tiheys 400, 600 tai 800 runkoa/ha. Simulointi- ja keskirunkomenetelmän väliset tuotoserot on esitetty kuvassa 5.

Simulointimenetelmä antoi Tvigg-prosessorille 6.2...0.2 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä, kun leimikon rungon keskikoko oli 100...400 dm^3, ja 0.0...0.5 % suuremman tuotoksen, kun rungon keskikoko oli 700...800 dm^3. Simulointituotos oli puolestaan 0.1...0.2 % pienempi leimikoissa, joiden rungon keskikoko oli 500...600 dm^3. Keskimääräisoloissa simulointituotos oli 0.2...1.5 % keskirunkomenetelmän antamaa tuotosta suurempi. Leimikon tiheys ei mainittavasti vaikuttanut tuotoseroihin.



Kuva 5. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Tvigg-prosessori



Kuva 6. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Tvigg-prosessori

Laajan runkolukujakauman leimikossa Tvigg-prosessorin tuotos oli 0.0...0.5 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa. Suppean jakauman leimikossa tuotos oli puolestaan 0.0...1.1 % pienempi kuin perusjakauman leimikossa. Keskimääräisoloissa tuotos poikkesi laajan jakauman leimikossa 0.0...+0.1 % ja suppean jakauman leimikossa 0.0...−0.3 % perusjakauman leimikossa saavutetusta tuotoksesta (kuva 6, s. 10). Leimikon tiheys ei mainittavasti vaikuttanut leimikon rakenteesta aiheutuviin tuotoseroihin.

4.1.4 Valmet-prosessori

Valmet-prosessorille tuotosvertailu tehtiin, kun maastoluokka oli 1 ja leimikon tiheys 400, 600 tai 800 runkoa/ha. Laskentamenetelmien väliset tuotoserot on esitetty kuvassa 7.

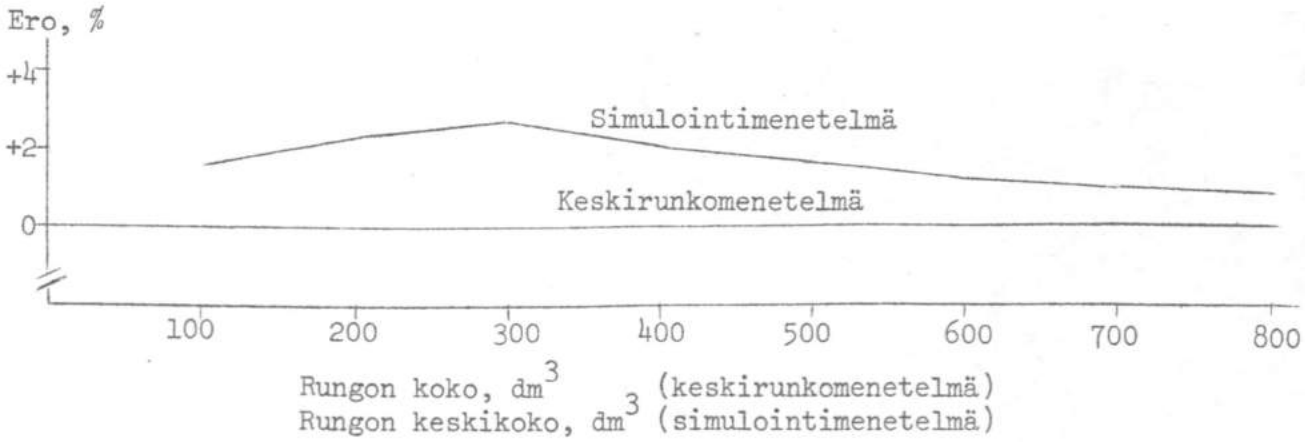
Simulointimenetelmä antoi Valmet-prosessorille 0.8...2.7 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä. Keskimääräisoloissa tuotos ero oli +2.0...+2.7 %. Leimikon tiheys ei mainittavasti vaikuttanut tuotoseroon.

Laajan runkolukujakauman leimikossa Valmet-prosessorin tuotos oli 0.0...0.8 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa. Suppean jakauman leimikossa tuotos oli puolestaan 0.3...1.0 % pienempi kuin perusjakauman leimikossa. Keskimääräisoloissa laajan jakauman ja perusjakauman leimikoiden välinen tuotosero oli +0.2...+0.7 %. Vastaava tuotosero suppean ja perusjakauman leimikoissa oli −0.9...−1.0 % (kuva 8). Leimikon tiheys ei vaikuttanut mainittavasti leimikon rakenteesta aiheutuviin tuotoseroihin.

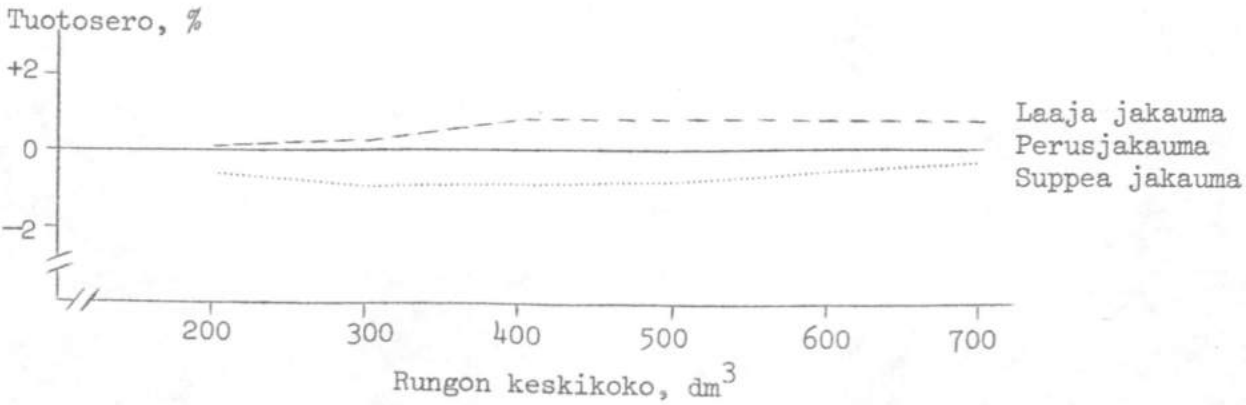
4.2 Työnvaiheita lomittavat monitoimikoneet

4.2.1 Yleistä

Työnvaiheita lomittavien koneiden osalta ei maksuperustetutkimuksesta (Myllyniemi 1977) ole saatavissa käytetyn simulointimenetelmän laskennassa tarvittavia työnvaiheittaisia ajankäyttötietoja niiden erilaisen jaon vuoksi. Niinpä kyseisten monitoimikoneiden ajankäyttötiedot on otettu muista aiemmista tutkimuksista. Tämän vuoksi työnvaiheita lomittavien monitoimikoneiden tuloksia on syytä tarkastella niiden vaikutusten suunnan eikä absoluuttisten arvojen osalta.



Kuva 7. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Valmet-prosessori



Kuva 8. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Valmet-prosessori

TAULUKKO 2. Tuotoslaskentamenetelmän vaikutus työnvaiheita lomittavan prosessorin tuotokseen eräällä aikatutkimustyömaalla

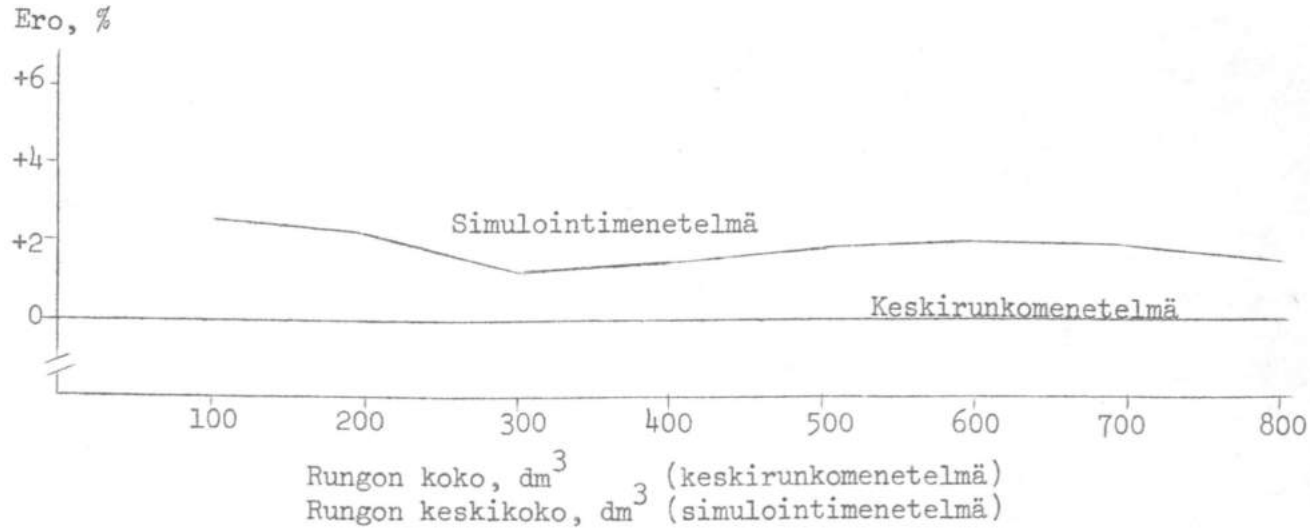
Läpimitta, $d_{1.3}$ cm	Rungon käyttöosan tilavuus, dm^3	Tuotoslaskentamenetelmä		
		Keskirunkomenetelmä, kaikki käsiteltävät puut samankokoisia (pikatestauksissa käytetty)	Runkolukusarja otettu osittain huomioon (maksuperustetutkimuksissa käytetty)	Simulointimenetelmä, runkolukusarja otettu täydellisesti huomioon
		Suhteellinen tuotos, %		
11	50	100	97	109
15	120	100	102	105
19	240	100	102	102
23	390	100	100	99
27	580	100	97	96
33	930	100	96	94

Taulukossa 2 on esitetty työnvaiheita lomittavan monitoimikoneen (esimerkissä Lokomo – Ösa 705 -prosessorin) tuotoksen riippuvuus tuotoslaskentamenetelmästä. Vertailu on laskettu yhdestä aikatutkimusaineistosta, joten tulosta on syytä pitää vain suuntaa antavana.

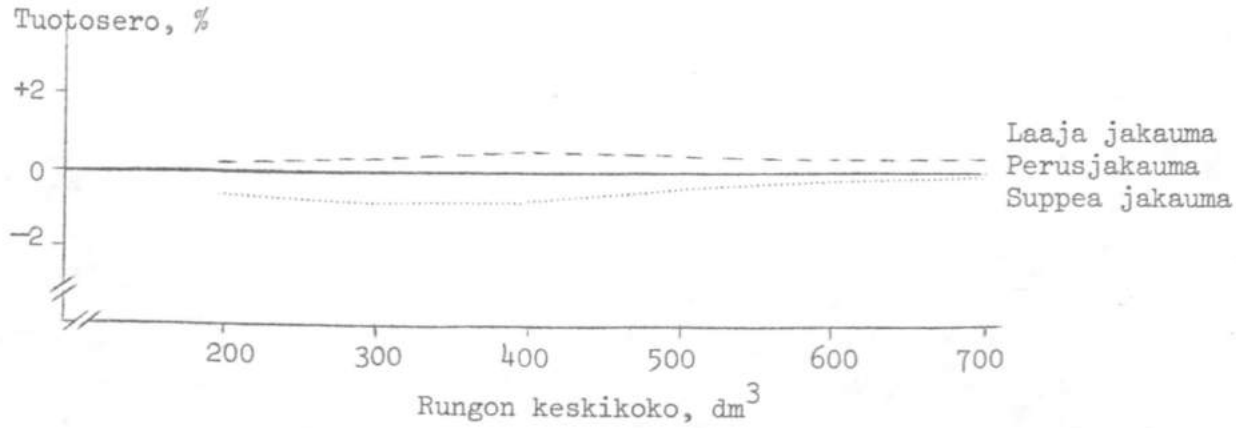
Maksuperustetutkimuksessa (Myllyniemi 1977) käytetty tuotoslaskentamenetelmä antoi saman tuotoksen kuin simulointimenetelmä tutkimusleimikon rungon keskikokoa vastaavassa rungonkokoluokassa (esimerkkiaineistossa 211 dm^3/runko). Rungon keskikooltaan tätä pienemmissä sekä järeämmissä leimikoissa maksuperusteselvityksessä käytetyn menetelmän tuotos sijoittui simulointimenetelmän ja samankokoisten puiden käsittelyyn perustuvan menetelmän tuotoskäyrien väliin.

4.2.2 Kockums KS 875-78 ATK -prosessori

Kockums KS 875-78 ATK -prosessorille tuotosvertailu tehtiin, kun leimikon tiheys oli 500 runkoa/ha ja maastoluokka 1 tai 2. Simulointimenetelmällä saatujen tuotosten keskimääräinen poikkeama keskirunkomenetelmällä saaduista tuotoksista on esitetty kuvassa 9. Simulointimenetelmän tuotoksessa on otettu huomioon leimikon runkolukusarja ja keskirunkomenetelmän tuotos on määritetty rungon keskikoon perusteella.



Kuva 9. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Kockums KS 875-78 ATK -prosessori



Kuva 10. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Kockums KS 875-78 ATK -prosessori

Simulointimenetelmä antoi Kockums-prosessorille 1.2...2.5 % keskirunkomenetelmää suuremman tuotoksen. Keskimääräisoloissa tuotosero oli +1.2...+1.4 %. Leimikon maastoluokka ei mainittavasti vaikuttanut tuotoseroihin.

Laajan runkolukujakauman leimikossa Kockums KS 875-78 ATK -prosessorin tuotos oli 0.2...0.5 % suurempi ja suppean runkolukujakauman leimikossa 0.2...0.9 % pienempi kuin perusjakauman leimikossa. Keskimääräisoloissa tuotos poikkesi laajan jakauman leimikossa +0.3...+0.5 % ja suppean jakauman leimikossa −0.8...−0.9 % perusjakauman leimikossa saavutetusta tuotoksesta (kuva 10, s. 14). Maastoluokka ei mainittavasti vaikuttanut tuotoseroihin.

4.2.3 Lokomo 961 S -harvesteri

Lokomo 961 S -harvesterille tuotosvertailu tehtiin, kun maastoluokka oli 1 ja leimikon tiheys 565 runkoa/ha. Vertailun tulokset on esitetty kuvassa 11.

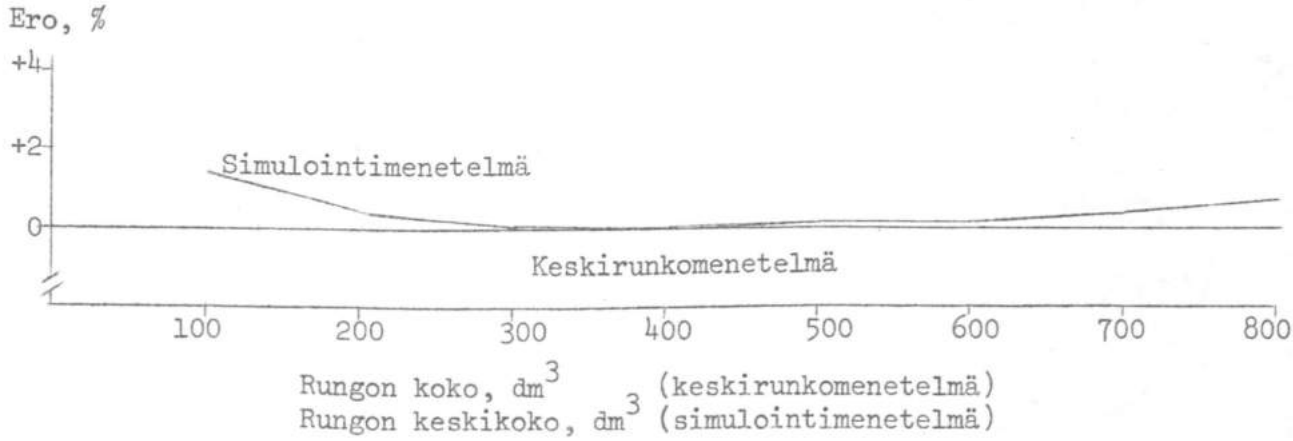
Simulointimenetelmä antoi Lokomo 961 S -harvesterille 0.0...1.4 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä. Keskimääräisoloissa molemmat menetelmät antoivat saman tuotoksen.

Leimikon rakenne ei normaalilla työskentelyalueella vaikuttanut tuotokseen. Rungon keskikoon ollessa 600...700 dm^3 tuotos poikkesi laajan runkolukujakauman leimikossa +0.1...+0.3 % ja suppean jakauman leimikossa −0.1 % perusjakauman leimikossa saavutetusta tuotoksesta (kuva 12).

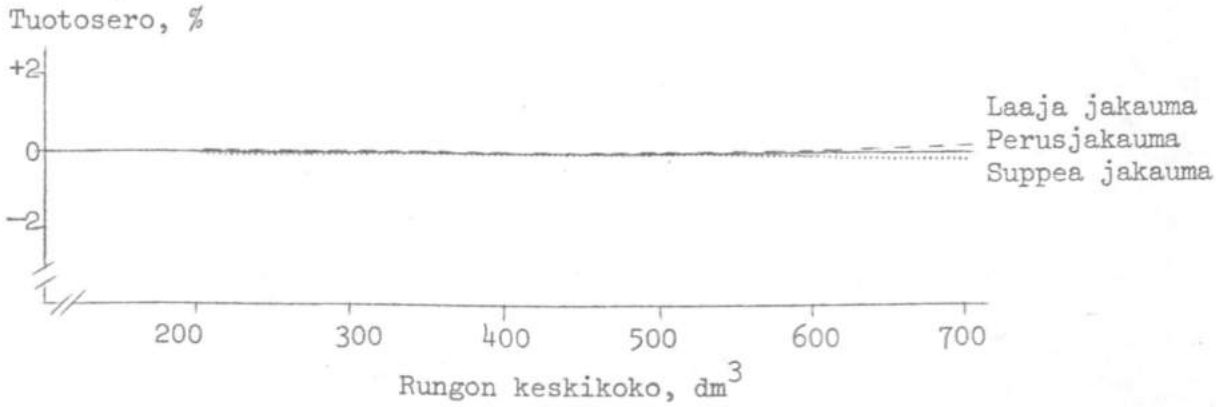
4.2.4 Lokomo – Ösa 705 -prosessori

Lokomo – Ösa 705 -prosessorille tuotosvertailu tehtiin, kun maastoluokka oli 1 ja leimikon tiheys 500 runkoa/ha. Simulointimenetelmän ja keskirunkomenetelmän väliset tuotoserot on esitetty kuvassa 13 (s. 17).

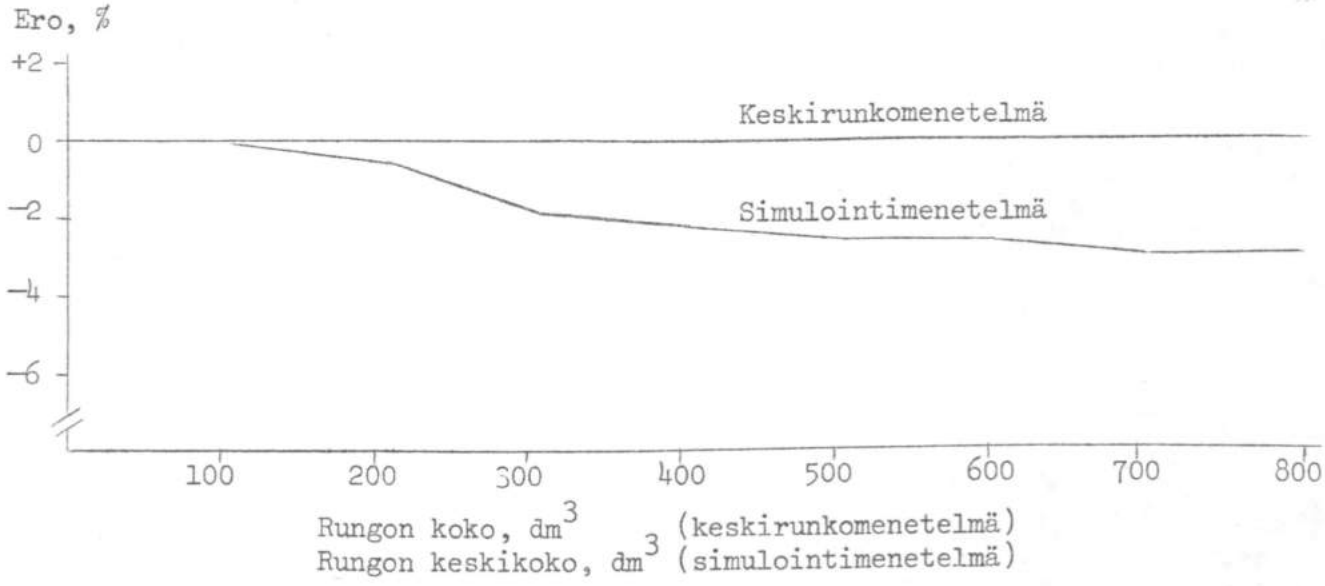
Simulointimenetelmä antoi Lokomo – Ösa 705 -prosessorilla korjattavissa leimikoissa 0.0...3.0 % pienemmän tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä. Keskimääräisoloissa tuotosero oli −1.9...−2.3 %.



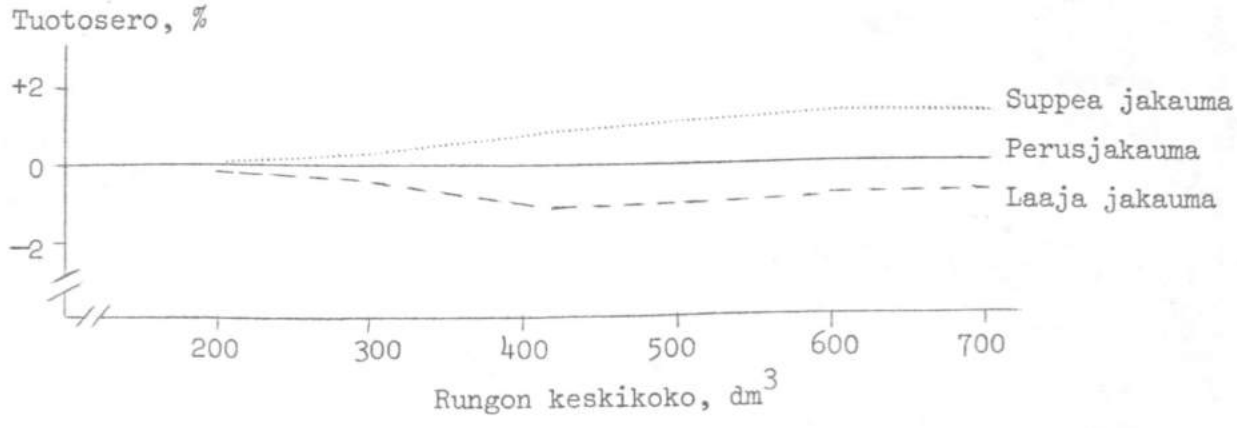
Kuva 11. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Lokomo 961 S -harvesteri



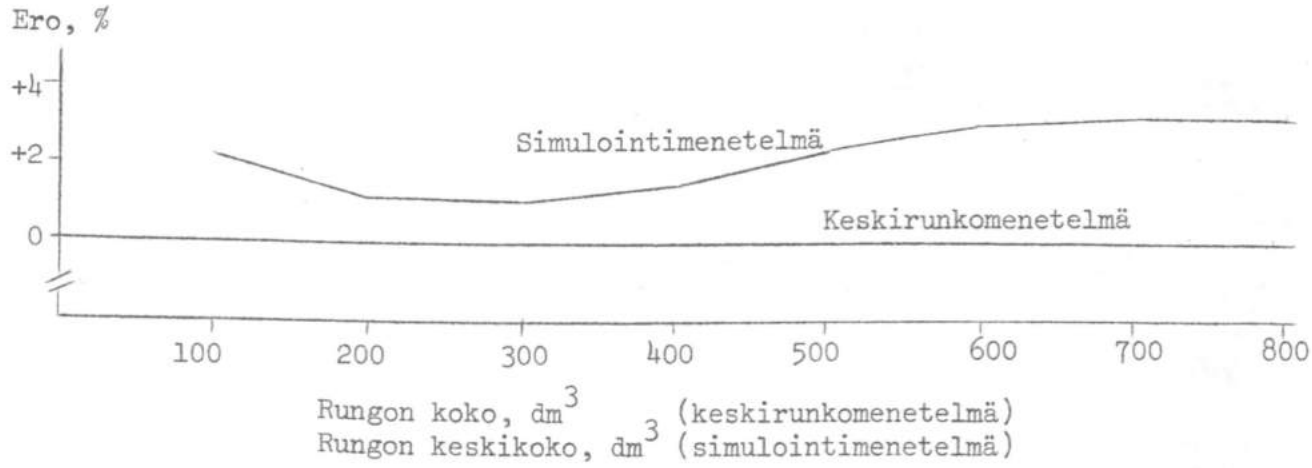
Kuva 12. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Lokomo 961 S -harvesteri



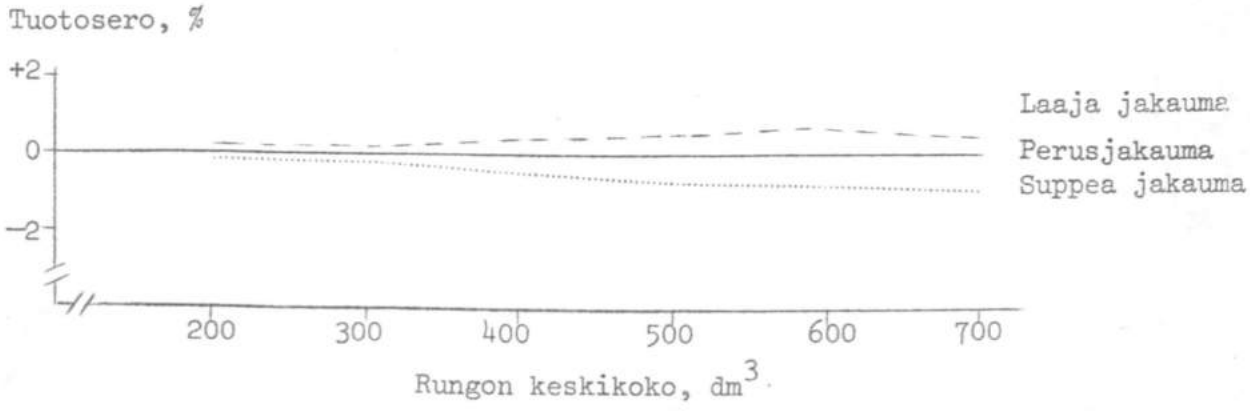
Kuva 13. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin,
Lokomo — Ösa 705 -prosessori



Kuva 14. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero,
Lokomo — Ösa 705 -prosessori



Kuva 15. Määritysmenetelmän vaikutus tuotoksiin, Valmet 448 -prosessori



Kuva 16. Leimikon rakenteen aiheuttama tuotosero, Valmet 448 -prosessori

Laajan runkolukujakauman leimikossa Lokomo — Ösa 705 -prosessorin tuotos oli 0.2...1.1 % pienempi ja suppean runkolukujakauman leimikossa 0.0...1.1 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa. Keskimääräisoloissa tuotoserot olivat laajan jakauman leimikossa −0.5...−1.1 % ja suppean jakauman leimikossa +0.2...+0.7 % (kuva 14, s. 17).

4.2.5 Valmet 448 -prosessori

Valmet 448 -prosessorille tuotosvertailu tehtiin, kun maastoluokka oli 1 ja leimikon tiheys 500 runkoa/ha. Kuvassa 15 on esitetty laskentamenetelmien väliset tuotoserot (s. 18).

Simulointimenetelmä antoi Valmet 448 -prosessorilla korjattavissa leimikoissa 1.0...3.3 % suuremman tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä. Tuotosero oli keskimääräisoloissa +1.0...+1.5 %.

Laajan runkolukujakauman leimikossa tuotos oli 0.2...0.7 % suurempi kuin perusjakauman leimikossa. Suppean jakauman leimikossa tuotos oli puolestaan 0.2...1.0 % sitä pienempi. Keskimääräisoloissa tuotos poikkesi laajan jakauman leimikossa +0.2...+0.4 % ja suppean jakauman leimikossa −0.2...−0.5 % perusjakauman leimikossa saadusta tuotoksesta (kuva 16, s. 18).

5 TULOSTEN TARKASTELU

Simulointimenetelmä ottaa leimikoittaisten tuotosten määrityksessä huomioon leimikon runkolukujakauman. Keskirunkomenetelmä perustuu leimikon rungon keskikoon käyttöön. Menetelmien antamien leimikoittaisten tuotosten eroon vaikutti eniten aikakäyrien muoto, joiden mukaan eri laskentamenetelmillä saatavien tuotoskäyrien välinen ero määräytyy. Aikakäyrien muoto on merkkikohtainen ja se riippuu koneen teknisestä rakenteesta. Suurilla prosessoreilla siihen vaikuttaa muun muassa se, onko ottolaitteena liukupuomi- vai nivelpuomikuormain.

Selvityksessä käytettyjä yhtä puuta kerrallaan käsittelevien monitoimikoneiden merkkikohtaisia tuotoskäyriä voitiin pitää varsin luotettavina. Työnvaiheita lomittavien monitoimikoneiden osalta simulointimenetelmän laskennassa käytetyt ajanmenekkitiedot sen sijaan voivat poiketa jonkin verran

keskimääräisistä ajanmenekkitiedoista. Työnvaiheita lomittavien koneiden simulointituotoksia on kuitenkin verrattu tuotoksiin, joiden määrityksessä on oletettu kaikkien käsiteltävien puiden olevan samankokoisia. Jos simulointimenetelmällä saatuja tuotoksia olisi verrattu työnvaiheita lomittavien monitoimikoneiden maksuperustetutkimuksen laskentatavalla saatuihin tuotoksiin, tuotoserot olisivat olleet esitettyjä pienemmät.

Simulointimenetelmä antoi selvityksen mukaan suuremman leimikoittaisen tuotoksen kuin keskirunkomenetelmä muille koneille paitsi Lokomo — Ösa 705 -prosessorille ja järeissä leimikoissa Pika 75 -harvesterille. Keskimääräisoloissa (leimikon rungon keskikoko 300...400 dm^3) tuotosero oli keskimäärin +1.2 % (0.0...+2.7 %). Määritysmenetelmän aiheuttaman eron suuruus ei siis ollut merkittävä. Syytä on kuitenkin ottaa huomioon tuotoseron suunta. Tulosten mukaan nykyisin käytettävä rungon keskikokoon perustuva tuotosmääritys antaa Lokomo — Ösa 705 -prosessoria lukuun ottamatta monitoimikoneille pienemmän tuotoksen kuin ne saavuttaisivat samoilla ajanmenekkiarvoilla todellisissa leimikoissa.

Pika 75 -harvesterin sekä Tvigg- ja Lokomo — Ösa 705 -prosessorin simulointimenetelmään ja keskirunkomenetelmään perustuvien käyrien muodot erosivat selvästi toisistaan. Pika 75 -harvesterilla muutos oli niin suuri, että se tulisi ottaa huomioon tuotoskäyrän määrittämisessä. Muiden monitoimikoneiden simulointimenetelmän aiheuttama tuotosero ei vaikuttanut mainittavasti tuotoskäyrän muotoon.

Leimikon runkolukusarjan rakenne vaikutti tuotoksiin varsin vähän. Keskimääräisoloissa laajan runkolukujakauman ja perusjakauman leimikossa tuotosero oli keskimäärin +0.2 % (0.0...+0.7 %). Vastaavasti suppean ja perusjakauman leimikoissa tuotosero oli —0.6 % (0.0...—1.2 %). Leimikon runkolukusarjan rakenne vaikutti tuotoseron suuntaan siten, että simulointimenetelmän antaman tuotoksen ollessa keskirunkomenetelmän antamaa tuotosta suurempi (muilla paitsi Lokomo — Ösa 705 -prosessorilla), tuotos oli laajan runkolukujakauman leimikossa perusjakauman leimikossa saavutettua tuotosta suurempi ja suppean jakauman leimikossa vastaavasti sitä pienempi. Lokomo — Ösa 705 -prosessorin tuotoksiin vaikutukset olivat päinvastaiset.

Tämän selvityksen tulokset osoittavat, etteivät tuotoksen määritysmenetelmä eikä runkolukujakauman muoto kovin suuresti vaikuta monitoimikoneiden

tuotoksiin tavanomaisissa työskentelyoloissa. Vaikutusten suunnat olivat kuitenkin selvät ja johdonmukaiset.

Edellä esitetyn mukaan aikatutkimusten tuotoskäyriltä rungon keskikoon kohdalta määritetyt leimikoittaiset tuotokset ovat useimmilla monitoimikoneilla lähellä koneen todellista keskituotosta leimikossa. Pika 75 -harvesterilla tuotoskäyrien muotoerot ovat kuitenkin niin suuria, että ne tulisi ottaa huomioon sovellettaessa aikatutkimusten tuloksia käytäntöön.

Tässä esitelty ilmiö aiheuttaa myös jonkin verran eroja seurantatutkimusten ja aikatutkimusten tuotosvertailuihin. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi vertailulaskelmien saattamisessa yhteismitallisiksi.

KIRJALLISUUTTA

KÄRKKÄINEN, MATTI 1973. Runkojen järeys puunkorjuun monitoimikoneiden ajanmenekin ennustamisessa. Silva Fennica Vol. 7, N:o 1: 1–7. Hämeenlinna

LOUTO, MARTTI ja MYLLYNIEMI, ANTTI 1977. Monitoimikoneiden tuotosten ja yksikkökustannusten laskentasysteemi. Metsätehon moniste 1977-10-28. Helsinki

MAKKONEN, OLLI 1950. Hakkuutöiden aikatutkimustulosten soveltaminen käytäntöön. Metsätehon julkaisu n:o 25. Helsinki

MYLLYNIEMI, ANTTI 1977. Työvaikeustekijöiden vaikutus palstalla toimivien monitoimikoneiden tuotokseen. Metsätehon tiedotus 345. Helsinki

MÄKELÄ, MARKKU 1979. Työvaikeustekijöiden vaikutus Pika 75 -harvesterin tuotokseen. Metsätehon tiedotus 354. Helsinki

PELTONEN, JAAKKO 1973. Monitoimikoneiden tuotoslaskentasysteemi. Metsätehon moniste 1973-12-28. Helsinki