

7/1979

METSÄKULJETUS KONEELLISEN PUUTAVARAN-
VALMISTUKSEN JÄLKEEN

Mikko Kahala

METSÄTEHON



SELOSTE



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

SELOSTE
7/1979

7/1979

METSÄKULJETUS KONEELLISEN PUUTAVARAN- VALMISTUKSEN JÄLKEEN

Mikko Kahala

Sisällys	Sivu
TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	2
2 TUTKIMUSKOhteiden VALINTAPERUSTEET	2
3 TUTKIMUSaineisto	3
4 TUTKIMUSTulokset	3
4.1 Yleistä	3
4.2 Kuormaus	3
4.3 Kuormausajo	5
4.4 Muut tehotuntituotokseen vaikuttavat tekijät ..	6
4.5 Tuotokset	6

TIIVISTELMÄ

Tutkimus selvittää koneellisen hakkuun vaikutusta havusahatukin ja havukuitupuun metsäkuljetukseen ja sen tuotostekijöihin. Siinä käsitellään vain suurella kuormatraktorilla tapahtuvaa Kockums KS 875-78 ATK, Lokomo - Ösa 705, Valmet 448 ja Volvo BM 985 Tvigg-prosessorien ja Pika 75 -harvesterin valmistaman puutavaran metsäkuljetusta.

Erot koneellisen ja manuaalisen hakkuun jälkeisessä metsäkuljetuksessa aiheutuvat kuormauksen ja kuormausajon eroista. Tiheyden, $m^3/100\text{ m}$ ajouraa, ollessa sama Pika 75 -harvesterin ja Kockums-prosessorin valmistaman sahatukin kuormaus on noin 30 % ja Lokomo - Ösa 705, Valmet 448 ja Tvigg-prosessorien valmistaman sahatukin noin 15 % nopeampaa kuin manuaalisesti hakatun sahatukin kuormaus. Pitkän kuitupuun kuormauksessa vastaava ero koneellisen hakkuun jälkeisen metsäkuljetuksen hyväksi on monitoimikonetyypistä riippumatta noin 20 %, jos sitä verrataan suoritun pitkän kuitupuun kuormaukseen. Lyhyen, 3 m kuitupuun kuormaus ei koneellisen hakkuun jälkeen olennaisesti poikkea manuaalisesti hakatun 3 m kuitupuun kuormauksesta.

Kuormausajoon käytetään kuutiokysikköä kohti koneellisen hakkuun jälkeisessä metsäkuljetuksessa hieman vähemmän aikaa kuin manuaalisen hakkuun jälkeisessä.

Ajettaessa sahatukkia suurella kuormatraktorilla tuotos on Pika 75 -harvesterin ja Kockums-prosessorin jälkeen 15...23 % ja Lokomo - Ösa 705, Valmet 448 ja Tvigg-prosessorien jälkeen 8...13 % suurempi kuin manuaalisesti hakattua sahatukkia ajettaessa. Pitkän, 3...6 m kuitupuun ajossa tuotosero on koneellisen hakkuun hyväksi monitoimikonetyypistä riippumatta 11...16 % verrattuna suoritun puutavaran ajoon.

Lyhyen, 3 m kuitupuun ajossa tuotos on koneellisen hakkuun jälkeen hyvissä tiheyksissä 1...3 % pienempi kuin manuaalisen hakkuun jälkeen. Tiheyden

huonotessa tuotos muuttuu koneellisen hakkuun jälkeen suuremmaksi kuin manuaalista hakkuuta seuraavassa metsäkuljetuksessa.

1 JOHDANTO

Monitoimikoneilla valmistetun puutavaran hakkuussa työn jälki poikkeaa yleensä vastaavasta manuaalisen hakkuun työn jäljestä. Eroja voi olla puutavaramuodostelmien koossa, laadussa ja sijainnissa kuormauksen kannalta samoin kuin ajourien määrässä pinta-alayksikköä kohti. Nämä kaikki aiheuttavat sen, että metsäkuljetus koneellisen hakkuun jälkeen on monilta osin erilaista kuin manuaalisen hakkuun jälkeinen puutavaran metsäkuljetus.

Tämä tutkimus selvittää koneellisen hakkuun vaikutusta havusahatukin ja havukuitupuun metsäkuljetuksen tuotostekijöihin. Tutkimusta ovat pyytäneet ohjelmakseen sopijaosapuolet ja sitä voidaan pitää sekä manuaalisen hakkuun jälkeistä metsäkuljetusta käsittelevän maksuperustetutkimuksen (Metsätehon tiedotus 355) että edellisen monitoimikoneiden valmistaman puutavaran metsäkuljetusta käsitelleen tutkimuksen (Metsätehon seloste 12/1976) täydennystutkimuksena.

2 TUTKIMUSKOhteiden VALINTAPERUSTEET

Tutkimuskohteet valittiin samoin periaattein kuin vuotta aiemmin manuaalista hakkuuta seuraavan metsäkuljetuksen tuotosperusteiden selvittämistä varten kerätyssä aineistossa. Niitä olivat muun muassa se, että traktoreiden kuljettajilla oli oltava vähintään yhden vuoden kokemus puutavaran metsäkuljetuksesta. Tutkittavien traktoreiden tuli olla sellaisia varsinaisia metsätraktoreita, joita aineiston keruun alkaessa (2.5.1978) valmistettiin ja myytiin Suomessa.

Tutkimus kohdistui Kockums KS 875-78 ATK, Lokomo - Ösa 705, Pika 75, Valmet 448 ja Volvo BM 985 Tvigg-monitoimikoneiden hakkuumuodostelmista suoritettavaan metsäkuljetukseen.

TAULUKKO 1.

Tutkimusaineisto

Monitoimikone	Traktori	Työmaa	Puutavaralaji	Aineiston määrä, m ³	Maasto- luokka
Kockums KS 875-78 ATK	Kockums 850	Jämsänkoski	Sahatukki, pitkä kuitupuu	79.1	3
"	Valmet 872 K	Sonkajärvi	" "	140.8	1-2
Lokomo - Ösa 705	Lokomo 928	Imatra	" , 3 m kuitupuu	87.0	2
"	"	Loppi	" , pitkä kuitupuu	102.0	2
"	Valmet 882 K	Saarijärvi	" , 3 m kuitupuu	96.7	2
Pika 75	Kockums 850	Keuruu	" , pitkä kuitupuu	107.6	1
"	SMV-21	Multia	" , "	113.1	2
Valmet 448	Valmet 882 K	Savonranta	" , 3 m kuitupuu	111.2	3
Volvo BM 985 Tvig	Kockums 850	Kuusamo	" , pitkä kuitupuu	137.8	1
"	Valmet 882 K	Pudasjärvi	" , "	124.2	2
Yhteensä	10 kpl	—	—	1 099.5	—

3 TUTKIMUSAINIETO

Tutkimusaineisto kerättiin kesällä ja syksyllä 1978 seuraavien kuljetuksen-
antajien työmailta.

Enso-Gutzeit Osakeyhtiö
Puulaaki Oy
Tehdaspuu Oy
Veitsiluoto Osakeyhtiö
Yhtyneet Paperitehtaat Oy

Tutkimusaineisto selviää taulukosta 1. Sahatukin lajitiheys vaihteli 8:sta 22 m³:iin/100 m ajouraa ja kuitupuu 6:sta 12 m³:iin/100 m ajouraa. Aines-
tot kerättiin yhtä poikkeusta lukuun
ottamatta (Tvig/Kuusamo) lumettomana
aikana.

Traktoreiden ikä vaihteli 0:sta 4 vuo-
teen. Traktorit olivat niin sanottuja
suuria kuormatraktoreita paitsi yksi,
Valmet 872 K, joka luetaan kuuluvaksi
keskikokoisiin kuormatraktoreihin. Se
on kuitenkin kooltaan niin lähellä
suurta kuormatraktoria, että myöhemmin
esitettävien tulosten voitaneen katsoa
koskevan kaikilta osin suurta kuorma-
traktoria.

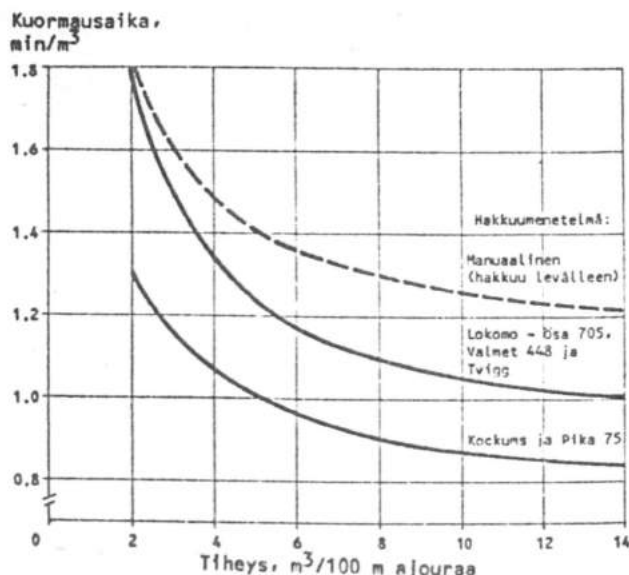
4 TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Yleistä

Erot koneellisen ja manuaalisen hakkuun
jälkeisessä metsäkuljetuksessa synty-
vät kuormauksessa ja kuormausajossa
esiintyvistä eroista. Sen sijaan hak-
kuun suoritustapa ei ainakaan suuremmin
vaikuttane purkamiseen, tyhjänä- ja
kuormattuna-ajoon eikä kuorman kokoon.
Tästä syystä seuraavassa käsitellään
laajemmin vain kuormausta ja sen yh-
teydessä suoritettavaa kuormausajoa.
Kaikki työnvaiheajat, kuormankoot ja
tuotokset ovat vertailukelpoisia Met-
sätehon tiedotuksessa 355 esitettyjen
suurta kuormatraktoria koskevien vas-
taavien arvojen kanssa.

4.2 Kuormaus

Kuvissa 1, 2 ja 3 esitetään puutavara-
lajeittain kuormausajan riippuvuus
tiheydestä. Kussakin tapauksessa kuor-
mausajat ovat niiden monitoimikonei-
den osalta samat, joiden tekemistä
puutavaramuodostelmista kuormaus tapah-
tui samalla nopeudella. Kuvista ilme-
nee myös kunkin puutavaralajin kuorma-
usaika manuaalista hakkuuta seuraa-
vassa metsäkuljetuksessa.



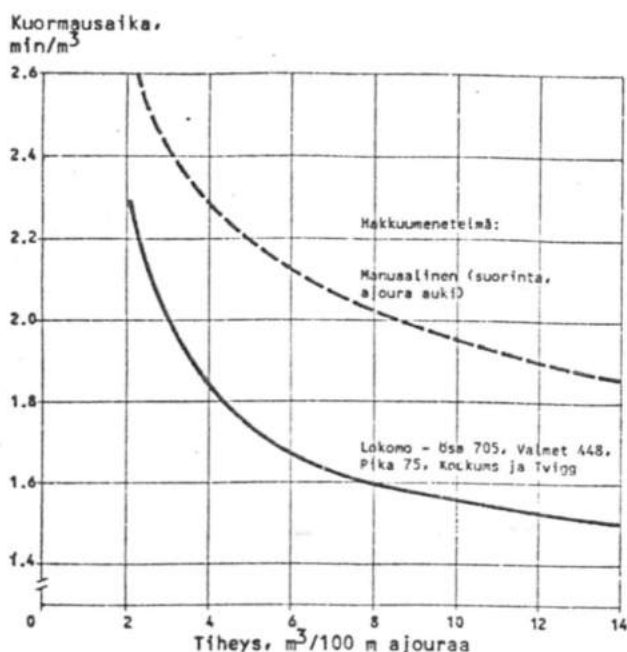
Kuva 1. Sahatukin kuormausaika. Suuri kuormatraktori

Sahatukin samoin kuin pitkän, 3...6 m kuitupuun kuormaus on koneellisen hakkuun jälkeen nopeampaa kuin manuaalisen hakkuun jälkeen. Pika 75 -harvesterin tai Kockums-prosessorin valmistaman sahatukin kuormaus on noin 30 % ja vastaavasti Lokomo - Ösa 705:n, Valmet 448:n ja Tviggin valmistaman sahatukin noin 15 % nopeampaa kuin manuaalisesti hakatun levällään olevan sahatukin kuormaus. Pitkän, 3...6 m kuitupuun kuormauksessa vastaava ero kuormaus-

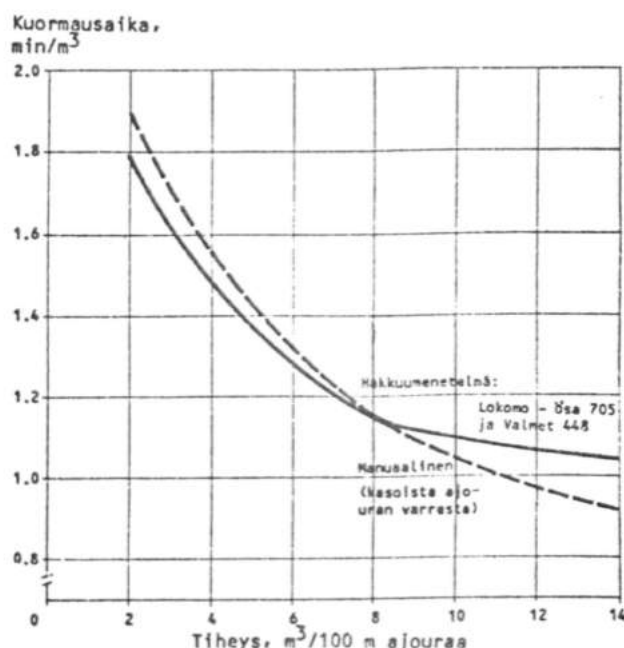
nopeudessa on koneellisen hakkuun jälkeisen metsäkuljetuksen hyväksi monitoimikonetyypistä riippumatta noin 20 % verrattuna suoritun pitkän kuitupuun ajoon, jossa ajourat on aukaistu hakkuun yhteydessä.

Lyhyttä, 3 m kuitupuuta valmistettiin tutkimuksen yhteydessä Lokomo - Ösa 705 ja Valmet 448 -prosessoreilla. Kuormaus metsätraktoriin on pienissä tiheyksissä ollut hieman nopeampaa kuin manuaalisen hakkuun jälkeen, mutta tiheyden ollessa suurempi kuin 8 m³/100 m ajouraa kuormaus on koneellisen hakkuun jälkeen ollut manuaalisen hakkuun jälkeistä kuormauksista hitaampaa. Syynä tähän on ennen muuta kuormauksen kannalta selvästi huonompi kasan laatu koneellisessa hakkuussa.

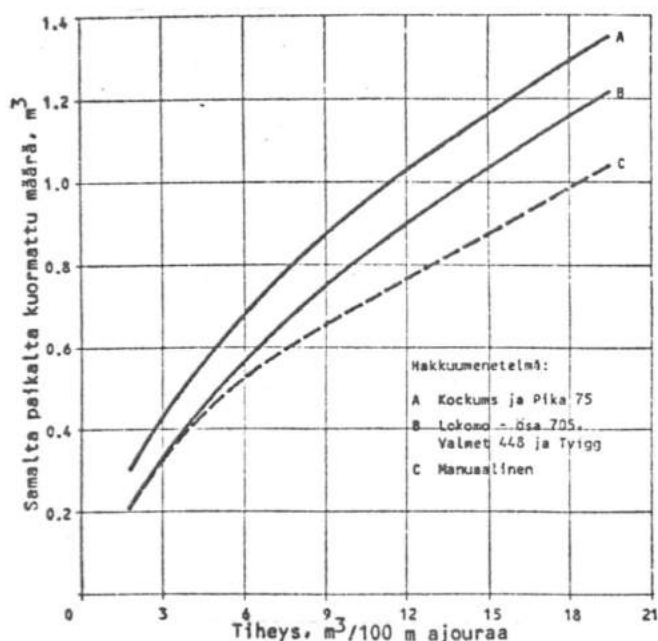
Ajouraväli on koneellisessa puutavaran valmistuksessa ja sitä seuraavassa metsäkuljetuksessa kapea, 10...12 m, kun se manuaalisen hakkuun yhteydessä on sahatukkia ja pitkää kuitupuutakin valmistettaessa vähintään 15...20 m. Tästä huolimatta samalta paikalta kuormatut puumäärät ja lyhyen kuitupuun kaskoot ovat koneellisen hakkuun yhteydessä selvästi suuremmat kuin manuaalisen hakkuun jälkeisessä metsäkulje-



Kuva 2. 3...6 m havukuitupuun kuormausaika. Suuri kuormatraktori



Kuva 3. 3 m havukuitupuun kuormausaika. Suuri kuormatraktori



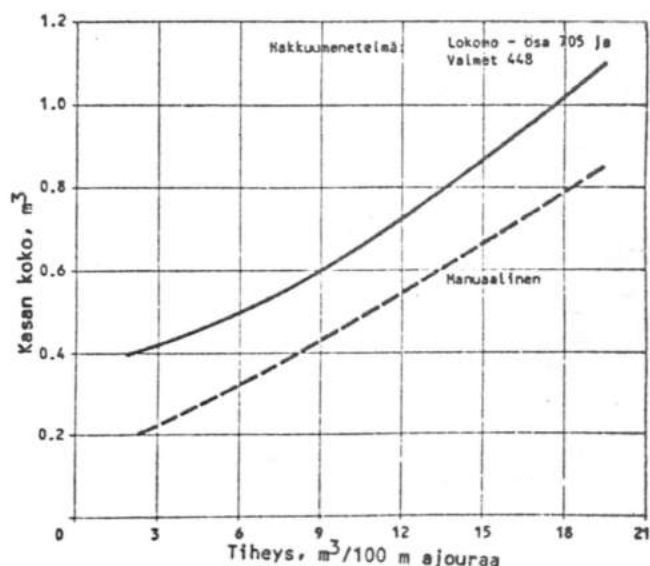
Kuva 4. Samalta paikalta kuormatun sahatukin ja pitkän kuitupuun määrä

tuksessa (kuvat 4 ja 5). Tämä nopeuttaa kuormausta. Se, että sahatukin ja pitkän kuitupuun samalta paikalta kuormattu määrä on Pika 75 -harvesterin ja Kockums-prosessorin jälkeisessä ajossa suurempi kuin Lokomo - Ösa 705:n, Valmet 448:n ja Tviggin jälkeen, johtuu ensin mainittujen monitoimikoneiden suuremmasta ulottuvuudesta. Sahatukin ja pitkän kuitupuun kuormausta koneellisen hakkuun jälkeen nopeuttaa myös se, että puutavara on kasattuna ajouran varressa, kun se manuaalisessa hakkuussa jää palstalle.

Pitkän, 3...6 m kuitupuun kuormausta koneellisen hakkuun jälkeen voisi olettaa nopeuttavan myös sen, jos puutavara on ajettu taskun kautta. Tällaista nopeutumista ei tässä aineistossa ilmennyt. Taskuttomia monitoimikoneita tutkimusaineistossa olivat Pika 75 ja Tvigg, kun taas Kockumsin, Lokomo - Ösa 705:n ja Valmet 448:n valmistama pitkä kuitupuu ajettiin taskun kautta.

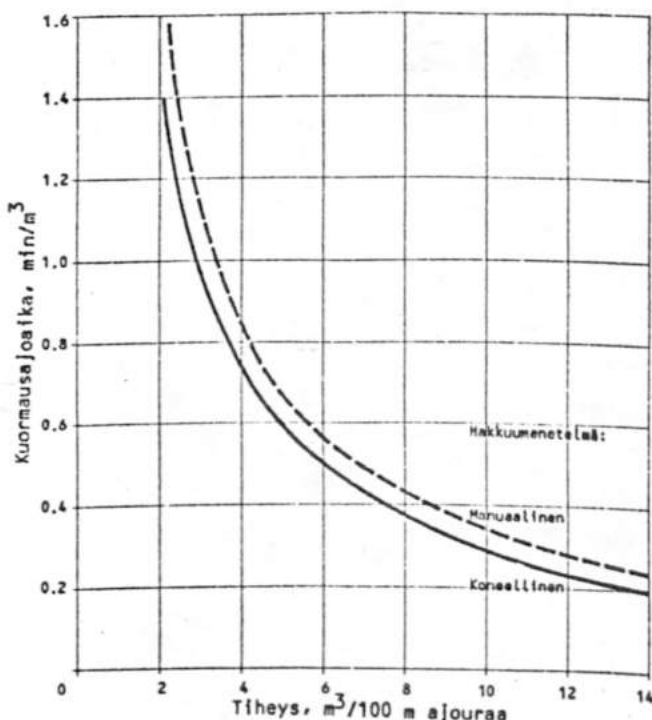
4.3 Kuormausajo

Kuormausajoon käytetty aika tiheyden funktiona ilmenee kuvasta 6. Ajoajat sisältävät myös kuormausajoon valmistautumisen, 0.04 min/siirtymiskerta. Ajoajat vastaavat aineiston keskiarvoa;



Kuva 5. 3 m kuitupuun kasankoko

1. maastoluokassa ajat ovat hieman esitettyä pienemmät ja vastaavasti 2. maastoluokassa suuremmat. Kuormausajonopeutena on käytetty Metsätehon tiedotuksessa 355 käytettyä suuren kuormatraktorin keskimääräistä kuormausajonopeutta, 36 m:ä/min. Tämän aineiston kuormausajonopeudet vaihtelivat traktoreittain 26:sta 40 m:iin/min.



Kuva 6. Kuormausajoaika. Suuri kuormatraktori

TAULUKKO 2

Koneellisen hakkuun jälkeisen metsäkuljetuksen tuotokset ja tuotoserot verrattuina manuaalisen hakkuun jälkeiseen metsäkuljetukseen. Suuri kuormatraktori, maastoluokka 1

Puutavaralaji ja monitoimikone	Ajomatka, m	Tiheys, m ³ /100 m ajouraa (Tiheysluokka)					Tuotosero, ± % verrattuna manu- aalisen hakkuun jälkeiseen met- säkuljetukseen
		16.0 (0)	10.6 (1)	7.0 (2)	4.5 (3)	2.2 (4)	
		m ³ /tehotunti					
Havusahatukki	50	31.4	29.1	26.7	23.4	17.3	+23 *)
	150	27.0	25.3	23.4	20.9	15.9	+20
Pika 75 ja Kockums	250	24.1	22.6	21.1	18.8	14.8	+18
	350	21.7	20.5	19.3	17.5	13.9	+17
	450	19.9	18.9	17.9	16.3	13.1	+15
Lokomo - Ösa 705, Tvigg ja Valmet 448	50	28.7	26.7	24.5	21.4	15.4	+13
	150	25.0	23.4	21.7	19.3	14.3	+11
	250	22.3	21.1	19.7	17.6	13.3	+10
	350	20.3	19.3	18.1	16.4	12.6	+ 9
	450	18.8	17.8	16.9	15.3	12.0	+ 8
3...6 m havukuitupuu	50	22.6	21.1	19.7	17.6	13.2	+16 **)
	150	20.0	18.8	17.7	16.0	12.3	+15
Pika 75, Kockums,	250	18.1	17.1	16.2	14.7	11.6	+13
Lokomo - Ösa 705, Tvigg	350	16.8	16.0	15.2	13.9	11.0	+12
ja Valmet 448	450	15.5	14.8	14.1	13.0	10.4	+11
3 m havukuitupuu	50	25.1	23.4	21.4	18.5	14.2	-3...+9 ***)
	150	20.8	19.7	18.2	16.1	12.7	-2...+8
Lokomo - Ösa 705 ja	250	18.1	17.2	16.1	14.4	11.7	-2...+7
Valmet 448	350	16.2	15.5	14.6	13.2	10.8	-2...+6
	450	14.8	14.2	13.5	12.2	10.2	-1...+5

*) Vertailuperuste: sahutukki levältään

**) " " : suorinta, ajoura auki

***) " " : kasoista ajouran varresta

Kuormausajoon käytetään kuutioyksikköä kohti koneellisen hakkuun jälkeisessä metsäkuljetuksessa hieman vähemmän aikaa kuin manuaalisen hakkuun jälkeisessä, koska tienvarsitiheyden ollessa sama siirtymiskertojen määrä on pienempi suurempien samalta paikalta kuormattavien puumäärien vuoksi.

4.4 Muut tehotuntituotokseen vaikuttavat tekijät

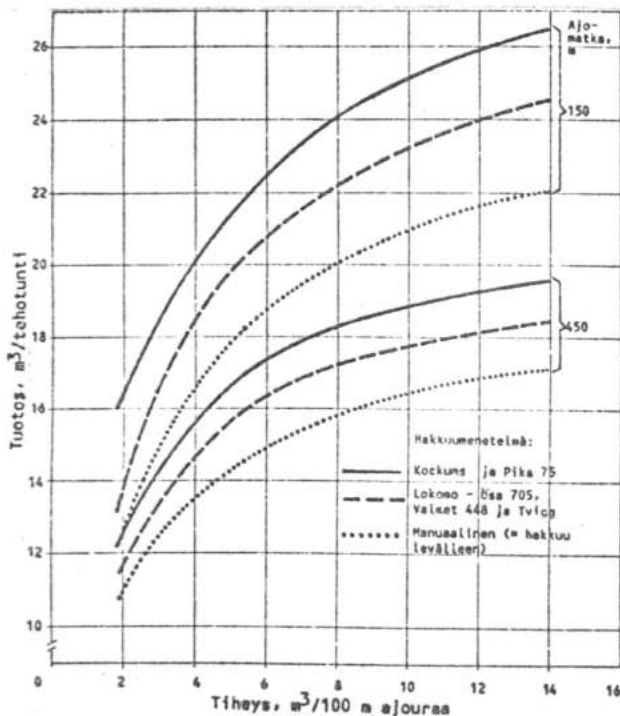
Tuotoslaskelmissa käytetään siis purkamisen ja tyhjänä- ja kuormattuna-ajon osalta samoja aikoja kuin suurella kuormatraktorilla Metsätehon tiedotuksessa 355. Sama koskee kuorman kokoja. Tyhjänä- ja kuormattuna-ajonopeus samoin kuin kuorman koot olivatkin tässä tutkimuksessa hyvin samanlaiset kuin aiemminkin. Sen sijaan tämän aineiston perusteella näyttää siltä, että

sahatukki ja pitkä kuitupuu on purettu keskimäärin 10...20 % nopeammin. 3 m kuitupuun purkamisajoissa ei ollut olennaisia eroja.

4.5 Tuotokset

Koneellisen hakkuun jälkeisen metsäkuljetuksen tuotokset ilmenevät taulukosta 2 ja kuvista 7-9. Tuotokset koskevat 1. maastoluokkaa.

Sahatukin samoin kuin pitkän, 3...6 m kuitupuun ajossa tuotokset ovat koneellisen hakkuun jälkeen suurempia kuin manuaalisen hakkuun jälkeen, kun pitkän kuitupuun ajoa on verrattu suoritun puutavaran ajoon. Jos manuaalisesti hakattu pitkä kuitupuu on kasoissa, tuotos on koneellisesti hakatun puutavaran ajossa tätä 2...8 % pienempi. Tämä aiheutunee lähinnä manuaalisen

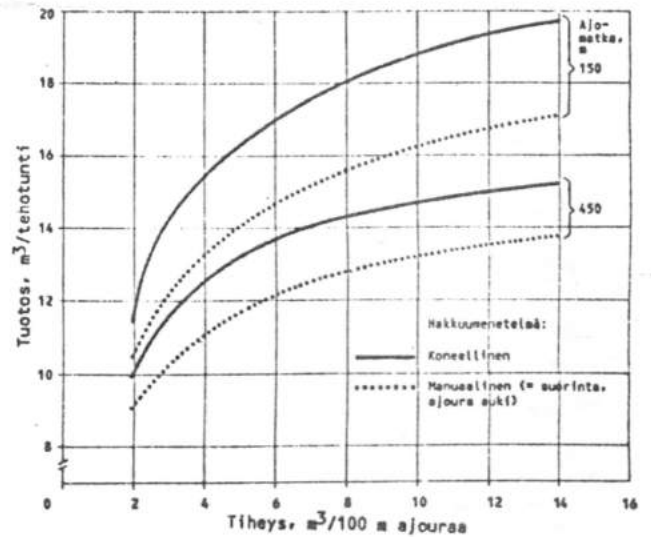


Kuva 7. Havusahatukin metsäkuljetustuotoksen riippuvuus tiheydestä ja ajomatkasta. Suuri kuormatraktori. Maastoluokka 1

hakkuun laadultaan paremmasta kuormausmuodostelmasta. Sahatukin ajo Pika 75 -harvesterin ja Kockums-prosessorin jälkeen on nopeampaa kuin Lokomo - Ösa 705, Valmet 448 ja Tvigg-prosessorien jälkeen. Syynä tähän on suurempi samalta paikalta kuormattava puumäärä ja ehkä myös Pika 75 -harvesterin ja Kockums-prosessorin jossakin määrin parempi kuormausmuodostelma. Näiden syiden pitäisi vaikuttaa samansuuntaisesti myös pitkän kuitupuun ajossa. Tällaista ajotuotosten eroa ei tämän aineiston perusteella ilmennyt.

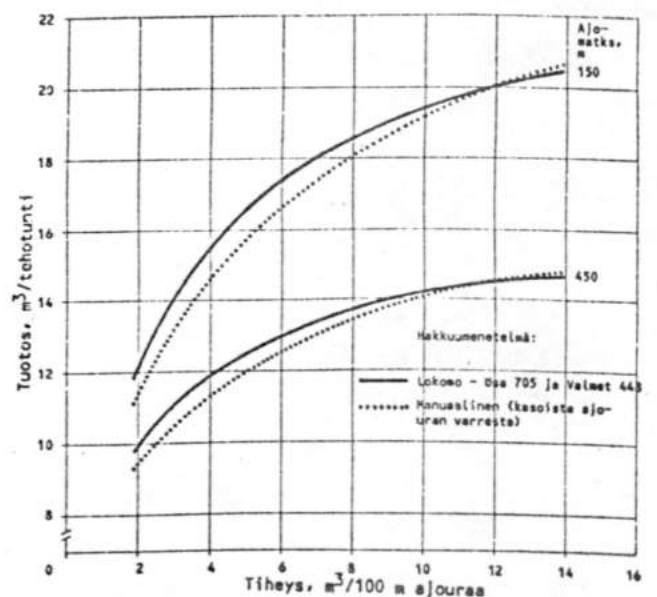
Lyhyen, 3 m kuitupuun ajo on hyvissä tiheyksissä ajotuotokseltaan hivenen, 1...3 %, huonompaa koneellisen kuin manuaalisen hakkuun jälkeen. Syynä on se, että koneellisessa hakkuussa lyhyen kuitupuun kasa on kuormauksen kannalta selvästi sekaisempi kuin manuaalisessa hakkuussa. Tiheyden huonotessa tuotos muuttuu kuitenkin koneellisen hakkuun jälkeen suuremmaksi kuin manuaalisen hakkuun jälkeisessä ajossa. Koneellisen hakkuun suurempi kasankoko huonoissa tiheyksissä nopeuttaa nimitäin kuormauksista enemmän kuin kasan huono laatu sitä hidastaa.

Maaston vaikutus ajotuotokseen tässä aineistossa oli hyvin samansuuntainen



Kuva 8. 3...6 m havukuitupuun metsäkuljetustuotoksen riippuvuus tiheydestä ja ajomatkasta. Suuri kuormatraktori. Maastoluokka 1

kuin manuaalista hakkuuta seuraavassa metsäkuljetuksessa. Toisessa maastoluokassa ajotuotokset ovat lyhyellä ajomatkalla (150 m) 4...6 % ja pitkällä ajomatkalla (450 m) 8...10 % alhaisemmat kuin 1. maastoluokassa. Maaston vaikeutuminen 2. maastoluokkaa huonommaksi saattaa koneellista hakkuuta seuraavassa metsäkuljetuksessa vaikuttaa tuotokseen enemmän kuin manuaalisen hakkuun jälkeen, koska koneellisen hakkuun kasausmuodostelmien laatu varsinkin rinteissä ja kivisissä maastoissa heikkenee kuormauksen kannalta nopeammin kuin manuaalisessa hakkuussa.



Kuva 9. 3 m havukuitupuun metsäkuljetustuotoksen riippuvuus tiheydestä ja ajomatkasta. Suuri kuormatraktori. Maastoluokka 1

