

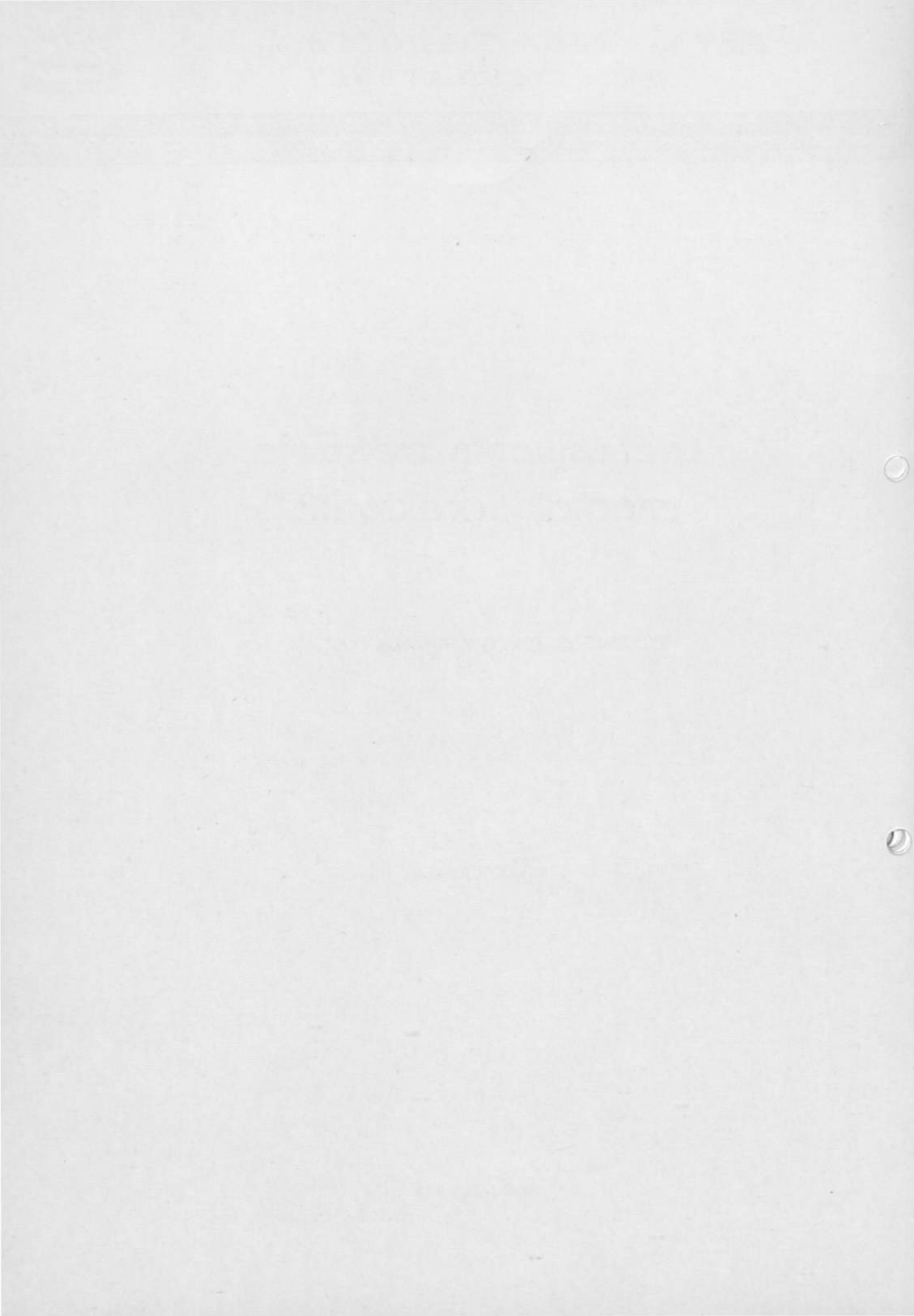


Laahusjuonto metsä- ja maataloustraktorilla

SKIDDING BY FOREST AND FARM TRACTOR

MIKKO KAHALA

HELSINKI 1972



M E T S Ä T E H O

Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton metsätyöntutkimusosasto
Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish
Woodworking Industries

LAAHUSJUONTO METSÄ - JA
MAATALOUSTRAKTORILLA

Skidding by Forest and Farm Tractor

Mikko Kahala

SISÄLLYSLUETTELO

Table of Contents

	Sivu Page
Tiivistelmä	3
1 JOHDANTO	5
2 TUTKIMUSMENETELMÄ	5
21 Tutkimuskohteet, niiden valinta ja aineiston keruu	5
22 Aineiston käsittely	6
3 TUTKIMUSAINEISTO	6
31 Tutkimustyömaat, aineiston määrä ja laatu	6
32 Tutkitut traktorit	9
4 TUTKIMUSTULOKSET	9
41 Tulosten jaottelu	9
42 Kuorman koko	10
43 Kuormaus	12
44 Purkaminen	16
45 Tyhjänä- ja kuormattuna-ajo	18
46 Työajan jakautuminen	19
47 Tuotos ja siihen vaikuttavat tekijät	20
48 Juontokustannukset	25
5 TULOSTEN TARKASTELUA	26
KIRJALLISUUTTA - R e f e r e n c e s	27
S u m m a r y (in English)	29

T I I V I S T E L M Ä

Tutkimuksessa selvitetään olosuhde- ja leimikkotekijöiden vaikutuksia laahustraktoreilla ja laahusjuontovarusteisilla maataloustraktoreilla tapahtuvassa juonnossa. Laahustraktoreiden osalta tutkimuksessa käsitellään puiden ja runkojen juontoa vaijerimenetelmällä ja runkojen juontoa pihti- menetelmällä. Maataloustraktorin osalta käsitellään runkojen ja katkottujen tukkien laahusjuontoa. Tutkimuksessa ei vertailla yksityisten traktorimerkkien ja -tyyppien välisiä eroja.

Tutkimusaineisto on kerätty vuonna 1971 Metsätehon jäsenyritysten työmailla. Tutkittuja traktoreita oli 20 kpl ja tutkimusaineiston kokonaismäärä oli 2 520 k-m³.

Tutkimustuloksista voidaan todeta seuraavaa.

Työajan jakautuminen

Tehoajan osuus työajasta, jossa ovat mukana kaikki keskeytykset, oli laahustraktorilla vaijerijuonnossa 78.9 %, laahustraktorilla pihtijuonnossa 72.7 % ja maataloustraktorijuonnossa 75.0 %.

Lyhyitä, alle 15 minuutin keskeytyksiä, jotka luetaan ns. käyttöaikaan, oli laahustraktorilla vaijerijuonnossa 10.3 %, pihtijuonnossa 24.0 % ja maataloustraktorijuonnossa 17.9 % käyttöajasta (= tehoaika + alle 15 min:n keskeytykset).

Kuorman koko

Laahustraktorilla vaijerijuonnossa kuorman koko on erittäin voimakkaasti riippuvainen rungon (tai puun) koosta.

Puujuonnossa kuormankoko on laahustraktorilla vaijerijuonnossa 40...50 % pienempi kuin runkojuonnossa kuormankoko (kuusi).

Pihtijuonnossa kuormankoko jää hajaltaan juonnettaessa pieneksi verrattuna vaijerijuonnossa kuormankokoihin.

Maataloustraktorilla rungon koon vaikutus kuorman kokoon on vähäisempi kuin laahustraktorilla.

Ajomatka ei missään tutkituista juontomenetelmistä vaikuta kuorman koon.

Tuotokset, juontokustannukset ja niihin vaikuttavat tekijät

Runkojuonnossa vaijerimenetelmällä päästään tutkitun tyyppisillä suurilla runkojuontotraktoreilla korkeisiin juontotuotoksiin.

Pihtijuonnossa tuotokset ovat runkoja hajaltaan juonnettaessa 0...50 % pienemmät kuin vaijerijuonnossa, siten että lyhyillä ajomatkoilla tuotosero on pienempi ja kasvaa ajomatkan pidentessä. Juontokustannuksissa ero ei ole aivan yhtä suuri, mikä johtuu pihtimenetelmän pienemmistä käyttökustannuksista.

Karsimattomien kuusirunkojen vaijerijuonnossa tuotos on 20...30 % pienempi ja kustannukset ovat vastaavasti suuremmat kuin karsittujen runkojen juonnossa laahustraktorilla.

Maataloustraktorijuonnossa tuotokset ovat huomattavasti pienemmät kuin laahustraktorilla tapahtuvassa juonnossa. Runkojuonnossa maataloustraktorin tuotokset ovat 25...50 % laahustraktorin vastaavista tuotoksista. Juontokustannusten ero on hieman pienempi, mikä johtuu maataloustraktorin alhaisista tuntikustannuksista.

Apumiehen käyttö maataloustraktorilla tapahtuvassa juonnossa nostaa tuotosta olosuhteiden mukaan 15...25 %. Apumiehen käyttö ei kuitenkaan ole taloudellista pienten absoluuttisten tuotosten vuoksi.

Runkojuonnon tuotos maataloustraktorilla on hieman korkeampi kuin katkotujen tukkien juontotuotos.

Vanerikoivurunkojen ja havupuurunkojen laahusjuontotuotoksissa ei ole kummallakaan traktorityypillä eroja.

Vanerikoivun maataloustraktorilla tapahtuvan tukkijuonnon tuotos samoissa olosuhteissa on yleensä suurempi kuin havutukin juontotuotos, mikä johtuu vanerikoivupölkkyjen suuremmasta koosta.

Merkittävimmin laahusjuonnon tuotokseen vaikuttava leimikkotekijä on rungon koko.

Myös ajomatalla on huomattava vaikutus laahusjuonnon tuotokseen, joten menetelmä soveltuu parhaiten lyhyille ajomatoille.

Leimikon tiheyden vaikutus juontotuotokseen on suhteellisen pieni rungon koon ja ajomatkan vaikutukseen verrattuna.

Tuotokset, juontokustannukset ja niiden vaihtelut tekijät

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa käsitellään erityyppisillä runkojuontotraktoreilla ja laahusjuontovarusteisilla maataloustraktoreilla suoritettavia metsäkuljetusmenetelmiä. Tutkimuksen tarkoituksena on ensisijaisesti maksuperusteita varten selvittää leimikkoyynnä muiden tekijöiden vaikutusta ajotuotokseen eri menetelmissä. Tutkimuksessa ei vertailla eri traktorimerkkien ja -tyyppien keskinäisiä eroja.

Laahusjuontoa suoritetaan joko puina, runkoina tai katkottuina pölkkyyinä. Runkojuontotraktorin eli laahustraktorin osalta tutkimuksessa käsitellään puiden ja runkojen juontoa vaijeri- ja pihtijuontomenetelmillä. Laahusjuontovarusteisen maataloustraktorin osalta, jota seuraavassa nimitetään maataloustraktoriksi, käsitellään runkojen ja katkottujen pölkköjen juontoa. Tältä osin tutkimus käsittää sekä havupuiden että vanerikoivun juonnon.

2 TUTKIMUSMENETELMÄ

21 Tutkimuskohteet, niiden valinta ja aineiston keruu

Tutkimuskohteita valittaessa noudatettiin seuraavia perusteita.

- Laahustraktoreiden tuli olla "suuria", yli 100 hv:n tehoisia. Myös maataloustraktoreiden osalta pyrittiin tutkimaan suhteellisen järeitä tyyppejä.
- Traktorinkuljettajien tuli olla ammattitaitoisia ja kysymyksessä olevan traktorin käsittelyyn ja työmenetelmään tottuneita.
- Tutkimustyömaiden tuli olosuhteiltaan edustaa mahdollisimman keskimääräisiä laahusjuontona ajettavia työmaita. Laahustraktoreiden osalta pyrittiin aineistot keräämään avohakkuuolosuhteista. Maataloustraktorijuonnon osalta oli tutkimuskohteina myös kasvatushakkuutyömaita.
- Aineistoa kerättiin ainoastaan Etelä-Suomesta.
- Tutkimuskohteet valittiin yhteistyössä kuljetuksenantajien paikallisten edustajien ja Metsätehon edustajan kesken.

Tutkimuksessa käytettiin tavanomaista aikatutkimusmenettelyä. Aikatutkimus kohdistui traktorin ja sen kuljettajan työskentelyyn. Mahdollisen apumiehen ajankäyttöä siltä ajalta, joka ei suoranaisesti liittynyt traktorin työskentelyyn, ei seurattu. Aikatutkijana oli koko ajan sama metsäkuljetuksen aikatutkimuksiin perehtynyt henkilö.

Ajettu puumäärä todettiin kuorellisina kiintokuutiometreinä rungoittain tai pölykyittäin. Puumäärän mittaamisessa käytettiin seuraavia tapoja. Kaikilla laahustraktorityömailla oli palstojen kuutiomäärät ja runkojen läpimittaluokittaiset yksikkökuutiot mitattu ennakolta pystymittausta käyttäen. Näissä tapauksissa kustakin juonnetusta puusta tai rungosta mitattiin ainoastaan rinnankorkeusläpimitta, jonka avulla pystymittaustietojen perusteella saatiin selville runkojen yksikkökuutiot. Maataloustraktorilla tapahtuneen juonnon osalta ei pystymittausta ennakolta yleensä ollut suoritettu. Tällöin katkotut pölkyt kuutioitiin pituuden ja keskeltä kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella ja rungot rinnankorkeusläpimitan, kapenemisen ja pituuden mittauksiin perustuen.

22 Aineiston käsittely

Aineiston peruskäsittely on suoritettu tietokoneella. ATK-ohjelman on suunnitellut Metsätehon matemaatikko luonnont. kand. Jaakko Peltonen. Hän on myös valvonut ATK-käsittelyn ja suorittanut tulosten lopullisessa käsittelyssä tarpeelliset matemaattiset tarkastelut.

3 T U T K I M U S A I N E I S T O

31 Tutkimustyömaat, aineiston määrä ja laatu

Tutkimusaineisto kerättiin vuoden 1971 kuluessa. Aineistoa kerättiin seuraavien Metsätehon jäsenyritysten työmailta.

Enso-Gutzeit Osakeyhtiö

Heinolan Faneritehdas, Zachariassen & Co

Oy Wilh. Schauman Ab

G.A. Serlachius Oy

Tehdaspuu Oy

Yhtyneet Paperitehtaat Oy

Taulukossa 1 esitetään tutkimusaineiston määrä traktorityypeittäin ja kuljetusmenetelmittäin. Tutkimusaineistoon sisältyi laahustraktoreiden osalta kuormia yhteensä 585 ja maataloustraktoreiden osalta 303.

T a u l u k k o - Table 1

Aineiston määrä - Material

Menetelmä - Method	Laahustraktori - Skidder		Maataloustraktori - Farm tractor	
	Ajettu puu- määrä, k-m ³ Skidded, solid cu.m	Tutkittu trak- toreita, kpl Number of tractors	Ajettu puu- määrä, k-m ³ Skidded, solid cu.m	Tutkittu trak- toreita, kpl Number of tractors
Puujuonto, vaijerimenetelmä Full-tree skidding, cable method				
- havupuu - softwood pulpwood	427	2	-	-
Runkojuonto, vaijerimenetelmä Tree-length skidding, cable method				
- havupuu - softwood pulpwood	1 376	9	24	1
- vanerikoivu - veneer birch	-	-	100	2
Runkojuonto, pihtimenetelmä Tree-length skidding, grapple method				
- havupuu - softwood pulpwood	272	2	-	-
Tukkijuonto Sawlog skidding				
- havupuu - softwood sawlog	-	-	153	5
- vanerikoivu - veneer birch	-	-	168	7
Yhteensä - Total	2 075	13	445	15

Tietoja tutkimustyömaista ja niiden sijainnista esitetään taulukossa 2. Runkojuonnon ja tukkijuonnon osalta ei kuusta ja mäntyä ole eroteltu. Puujuonnoissa aineisto oli kokonaisuudessaan kuusta. Katkottu vanerikoivu oli kaikissa tapauksissa maksimipituudeltaan 32 jalkaa. Maastoluokituksena on käytetty metsätraktorilla tapahtuvan puutavaran kuljetuksen ohjemaksutaulukoissa esitettyä nelijakoista luokitusta. Korostettakoon, että sitä on käytetty myös maataloustraktoriaineistoissa. Maastoluokalla tarkoitetaan taulukossa 2 kunkin tutkitun kohteen keskimääräistä maastoluokkaa, joka on saatu kuormittaisen maastoluokituksen perusteella.

Keskimääräiset ajomatkat tyhjänä, kuormattuna ja kuormattaessa olivat asetelman 1 mukaiset.

A s e t e l m a 1

Keskimääräiset ajomatkat

	Laahustraktori		Maatalous- traktori
	Vaijerijuonto- menetelmä	Pihtijuonto- menetelmä	
Ajomatka tyhjänä, m			
- maastossa	165	128	210
- varsitiellä	-	-	19
Ajomatka kuormattuna, m			
- maastossa	133	85	195
- varsitiellä	-	-	10
Ajomatka kuormattaessa, m	37	59	19

T a u l u k k o 2

Tutkimustyömaat

Työmaa	Työ-ryhmä, miestä	Puu-tavara-laji	Rungon keskikoko, k-m ³	Tiheys, runk./ha	Keskim. ajomatka, m	Maasto-luokka keskim.	Lumen paksuus, cm	Hakkuu-tapa
L A A H U S T R A K T O R I								
<u>Puujuonto, vaijerimenetelmä</u>								
Keuruu	2	havu	0.37	400	30	II	—	avo
Taipalsaari	2	—	0.32	410	110	II	45	—
<u>Runkojuonto, vaijerimenetelmä</u>								
Juuka	2	havu	0.61	200	150	II	70	avo
—	2	—	0.28	150	520	II	—	—
Keuruu	2	—	0.28	200	130	II	15	—
Liekka	2	—	0.36	180	90	II	—	—
Pihlajavesi	2	—	0.41	330	190	II	30	—
—	2	—	0.44	380	140	II	15	—
Ruokolahti	2	—	0.35	340	120	I	10	—
Sonkajärvi	2	—	0.45	100	160	II	—	—
—	1	—	0.64	120	50	II	—	—
<u>Runkojuonto, pihtimenetelmä</u>								
Ruokolahti	1	havu	0.34	330	100	I	15	avo
Tuusniemi	1	—	0.34	180	140	II	90	—
M A A T A L O U S T R A K T O R I								
<u>Runkojuonto</u>								
Hartola	1	vaneri	0.43	90	110	II	—	avo
Längelmäki	1	havu	0.35	500	360	I	40	—
Sysmä	1	vaneri	0.54	150	130	II	—	kasvatus
<u>Tukkijuonto</u>								
Hartola	1	vaneri	0.22	90	70	II	—	avo
Hauho	1	havu	0.20	100	100	II	45	kasvatus
Kiintelysvaara	2	vaneri	0.23	50	180	II	—	avo
Kontiolahti	1	—	0.23	50	130	II	—	kasvatus
Kuhmoinen	2	havu	0.15	150	150	II	50	—
Mäntsälä	1	—	0.21	70	410	II	45	—
Parikkala	1	—	0.34	100	360	II	—	avo
Riistavesi	2	vaneri	0.54	110	220	III	—	—
Simpele	1	—	0.24	80	130	II	—	—
—	1	—	0.23	80	70	II	—	—
Sääminki	2	—	0.27	70	380	II	—	—
—	1	havu	0.26	60	230	II	—	—

x) Katkotulla tukilla pölkyn koko

T a u l u k k o 3

Tutkitut traktorit

Traktorin merkki ja tyyppi	Tut- kit- tu, kpl	Lisävarusteet		Traktorin käyttöönottovuosi				Traktorin omistaja	
		Merkki	kpl	1968 tai aik.	1969	1970	1971	Kulje- tuksen- antaja	Ura- koit- sija
LAAHUSTRAKTORIT									
Clark 666 Ranger	3			1	2			3 ¹⁾	
Kockum Garrett KL 860	1					1			1
Lokkeri	3	Jukka-juontopihti ²⁾	2		1	2		3	
Timberjack 230	1			1					1
MAATALOUSTRAKTORIT									
Ford 4000	1	Jukka-juontovinssi + lovipankko	1	1					1
Ford 5000	3	Farmi-juontovinssi + -"-	3	1	2				3
Fordson Major	1	-"- + -"-	1	1					1
Massey-Ferguson 165	3	-"- + -"-	2	1	2				3
		Omatek. vinssi + -"-	1						
Valmet 500	2	Farmi-juontovinssi + -"-	1		1	1			2
Valmet 565	2	-"- + -"-	1	1	1				2
		Omatek. vinssi + -"-	1						

¹⁾Yksi traktoreista vuokrakone

²⁾Traktoreilla, joissa oli juontopihti, juonnettiin myös vaijerimenetelmällä pihti poistettuna

32 Tutkitut traktorit

Taulukossa 3 esitetään tietoja tutkituista traktoreista. Laahustraktoreita oli tutkimuksen kestäessä seurattavina 8 kpl ja maataloustraktoreita 12 kpl.

Laahustraktorin kuljettajien keski-ikä oli 27 vuotta (vanhin 30 v ja nuorin 22 v) ja maataloustraktorin kuljettajien keski-ikä 30 vuotta (vanhin 50 v ja nuorin 19 v). Laahustraktorin kuljettajien ajokokemus vaihteli 3 kuukaudesta 5 vuoteen olleen keskimäärin 3.5 vuotta. Maataloustraktorin kuljettajat olivat olleet metsääjossa keskimäärin 3 vuotta. Metsäajo ei heillä kuitenkaan yleensä ollut ympärivuotista, vaan rajoittui lähinnä talvikauteen.

4 T U T K I M U S T U L O K S E T

41 Tulosten jaottelu

Tuloksia esitettäessä käytetään seuraavaa jaottelua.

- Laahustraktori

Puujuonto, vaijerimenetelmä

Runkojuonto, -"-

-"- pihtimenetelmä

- Maataloustraktori

Runkojuonto

Tukkijuonto

Juonnettaessa runkoja laahustraktorilla vaijerimenetelmällä käytettiin tapauksesta riippuen joko latvasta- tai tyvestäjuontoa pääosan aineistosta ollessa latvasta-juontoa. Puujuonto laahustraktorilla samoin kuin maataloustraktorilla tapahtunut runkojuonto oli kaikissa tapauksissa tyvestäjuontoa. Tyvestä- ja latvastajuontoa ei tulosten esittelyn yhteydessä yleensä käsitellä erikseen, koska menetelmien juontotuotokset eivät paljonkaan poikenneet toisistaan.

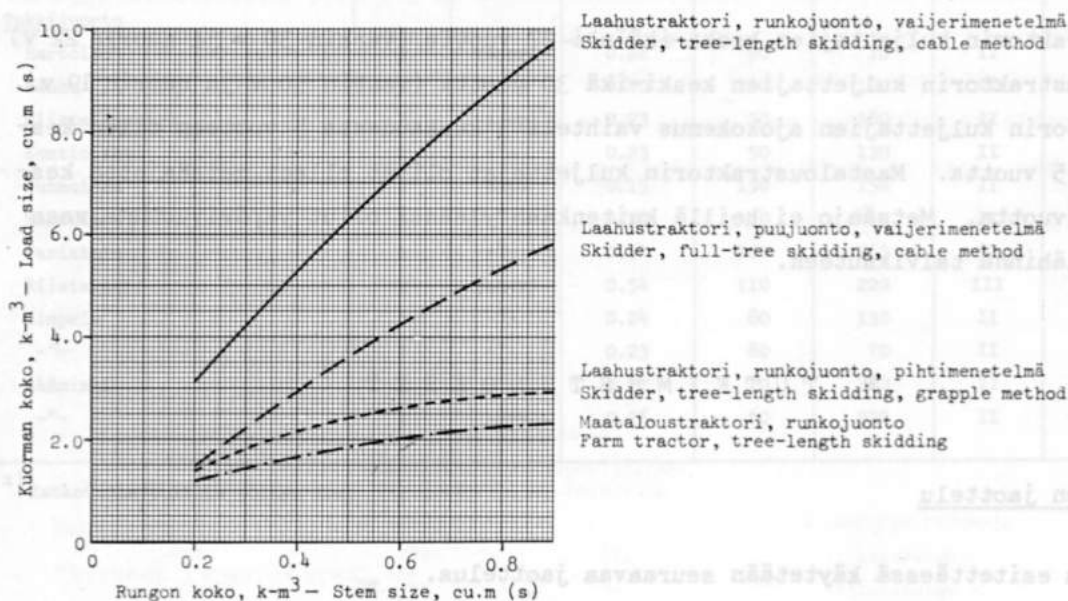
Tuloksia ei esitetä traktorimerkeittäin. Syynä on se, että tämäntyyppisellä tutkimuksella ei traktoreista aiheutuvia mahdollisia eroja varmuudella kyetä selvittämään eikä se toisaalta tutkimuksen luonteen vuoksi ole aiheellistakaan.

Tulosten yhteydessä esitettävät kuormankokoa, kuormaus- ja purkamisaikaa sekä kuormattuna- ja tyhjänäajoa kuvaavat funktiot ovat vastaaviin traktorikohtaisiin funktioihin perustuvia. Juontotuotoksia esittävät arvot ja funktiot taas perustuvat työvaiheittaisiin "keskimääräisfunktioihin".

42 Kuorman koko

Kuorman kokoon laahusjuonnossa vaikuttavat lähinnä

- juonnettavien runkojen tai pölkkyjen koko
- juonnettavan puutavaran laatu (karsittu, karsimaton)



Kuva 1. Kuorman koko kuorman runkojen keski-koon funktiona runko- ja puujuonnossa

Fig. 1. Load size as a function of the average size of stems in the load, in tree-length and full-tree skidding

- juontomenetelmä (vaijeri, pihti, puristuspankko)

- juontotraktori, sen tyyppi ja teho

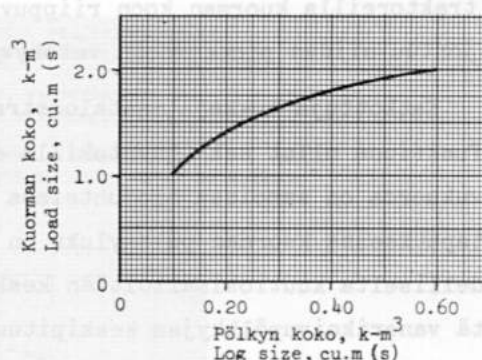
Kuvissa 1 ja 2 esitetään kuorman koon riippuvuus rungon tai pölkyn koosta tutkituissa laahusjuontotyypeissä. Yksityistapauksessa kuormankoko voi poiketa esitetystä.

Juonnettaessa runkoja laahustraktorilla vaijerimenetelmällä käytettiin, kuten aikaisemmin on todettu, pääasiassa latvasta juontoa. Juonnettaessa runkoja tyvestä näyttää puun koon vaikutus kuormankokoon olevan hieman pienempi kuin latvasta juonnettaessa. Laahustraktorilla vaijerimenetelmällä juonnettaessa oli juontosilmukoita runkojuonnossa kuormaa kohti yleensä korkeintaan 15 kappaletta. Kuhunkin silmukkaan kiinnitettiin yksi runko. Niissä tapauksissa, joissa juontosilmukoiden määrä kuormaa kohti oli tätä suurempi, kuormankoko kasvoi, mutta kuormasta tuli samalla "ylisuuri". Kuormaus hidastui, koska apumies ei traktorin varastolla käynnin aikana ehtinyt kiinnittää kaikkia juontosilmukoita runkoihin, vaan traktori joutui palstalla odottamaan silmukoiden kiinnittämisen ajan. Toisaalta myös purkamisessa ilmeni tällöin suuresta kuormasta aiheutuvaa työn hankaloitumista.

Puujuonnon kuormankoko on laahustraktorilla vaijerimenetelmällä juonnettaessa ollut 50...40 % pienempi kuin runkojuonnossa. Puulaji on tällöin ollut kuusi.

Pihtijuonnossa kuormankoko on jäänyt laahustraktorilla pieneksi verrattuna vaijerimenetelmällä tapahtuvaan runkojuontoon. Syynä tähän on ennen muuta se, että juontopihtiä käytettäessä jokainen runko joudutaan "hakemaan erikseen" kuormaan. Tällainen kuormausmenettely on hankala, koska pihdissä jo olevat rungot vaikeuttavat seuraavan rungon luokse pääsemistä ja sen kuormaamista. Mikäli rungot (tai puut) on tavalla tai toisella kasattu, voidaan pihtimenetelmässä päästä huomattavasti suurempaan kuormankokoon kuin hajallaan olevien runkojen kuormauksessa.

Maataloustraktorilla kuorman koon riippuvuus rungon (tai pölkyn) koosta on huomattavasti lievempi kuin laahustraktorilla. Tämä aiheutuu ennen kaikkea siitä, että maataloustraktorin vetokyky on pieni. Tällöin rungon tai pölkyn koon kasvaessa tulee hyvin nopeasti vastaan raja, jolloin joudutaan vähentämään kuorman runko- tai pölkkylukua. Laahustraktorilla ei esiintynyt vaijerijuonnossa rajaa, jossa runkolukua olisi jouduttu traktorin vetokyvyn vuoksi rajoittamaan. On muistettava, että tutkitut laahustraktorit olivat järeitä, noin 130 hv:n tehoisia. Pienillä laahus-



Kuva 2. Kuorman koko kuorman pölkkyjen kesikokoon funktiona tukkiuonnossa. Maataloustraktori (Havutukki ja vanerikoivu)

Fig. 2. Load size as a function of the average size of logs in the load, in sawlog skidding. Farm tractor (Softwood sawlog and veneer birch)

traktoreilla kuorman koon riippuvuus rungon koosta on ilmeisesti vähäisempi, mikä johtuu niiden pienemmästä vetokyvystä.

Katkottuja tukkeja maataloustraktorilla juonnettaessa on kuormankoko pölkyn koon funktiona ollut sekä havutukilla että vanerikoivulla sama. Käytännössä vanerikoivukuorma on samoissa olosuhteissa suurempi kuin havutukkikuorma, koska kummassakin tapauksessa kuorman pölkyluku on yleensä sama, mutta vanerikoivupölkyt ovat todelliselta kuutiosisällöltään keskimäärin suurempia kuin havutukkipölkyt, syystä että vanerikoivupölkkyjen keskipituus on suurempi kuin havutukkipölkkyjen.

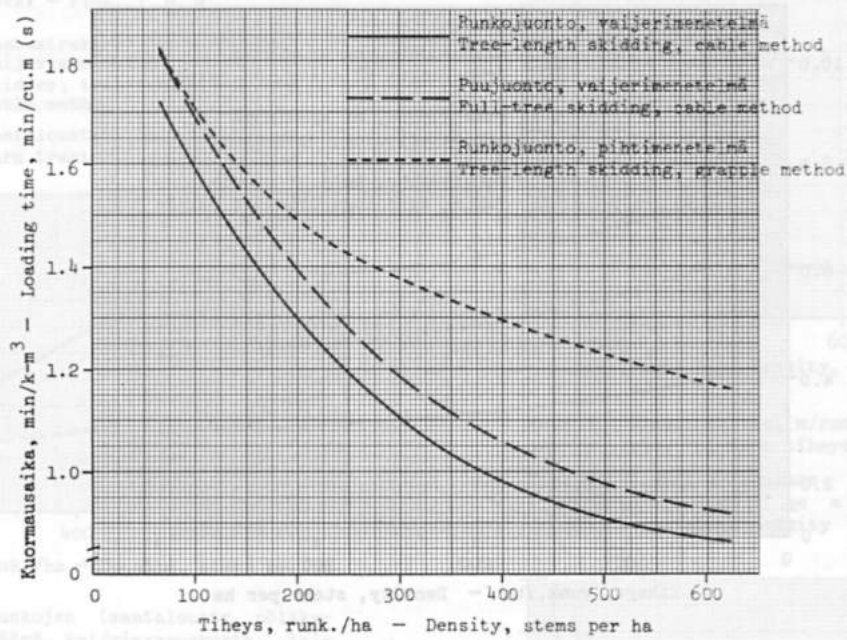
Ajomatkan ei missään juontomenetelmässä todettu vaikuttavan kuormankokoon. Poikkeuksen muodostaa laahustraktori aivan lyhyillä, alle 50 metrin ajomatkoilla, joilla kuormankoko näyttää olevan 5...10 % pienempi kuin pitemmillä ajomatkoilla.

43 Kuormaus

Kuormausvaiheen on tässä tutkimuksessa katsottu alkavan silloin, kun traktori palstalle saavuttuaan on pysähtynyt ja mahdollisesti kääntynyt kuormausta varten. Kuormaukseen vaijerijuontomenetelmässä luetut työvaiheet ovat: päävaijerin veto runkojen tai pölkkyjen luo, laahustraktorilla juontosilmukoiden kiinnitys päävaijeriin, maataloustraktorilla päävaijerissa olevien juontosaksien kiinnitys pölkkyyn tai runkoon, runkojen tai pölkkyjen vinssaus traktorin luokse, maataloustraktorilla runkojen irrotus juontosaksista ja kiinnitys juontoketjuun ja lovipankkoon sekä traktorin siirtyminen kuormauspaikalta toiselle. Kuormausajoa ei siis käsitellä omana vaiheenaan lähinnä syystä, että kuormausajon ja vinssauksen raja on hyvin horjuva. Juonnettaessa laahustraktorilla pihtimenetelmällä on kuormausvaiheen katsottu alkavan, kun pihdillä tartutaan ensimmäiseen runkoon tai traktoria aletaan peruuttaa rungon luo. Irronneiden runkojen tai pölkkyjen uudelleenkiinnitys samoin kuin vinssausvaiheessa kantoihin tai kiviin osumisista aiheutuneet juuttumiset on katsottu keskeytyksiksi.

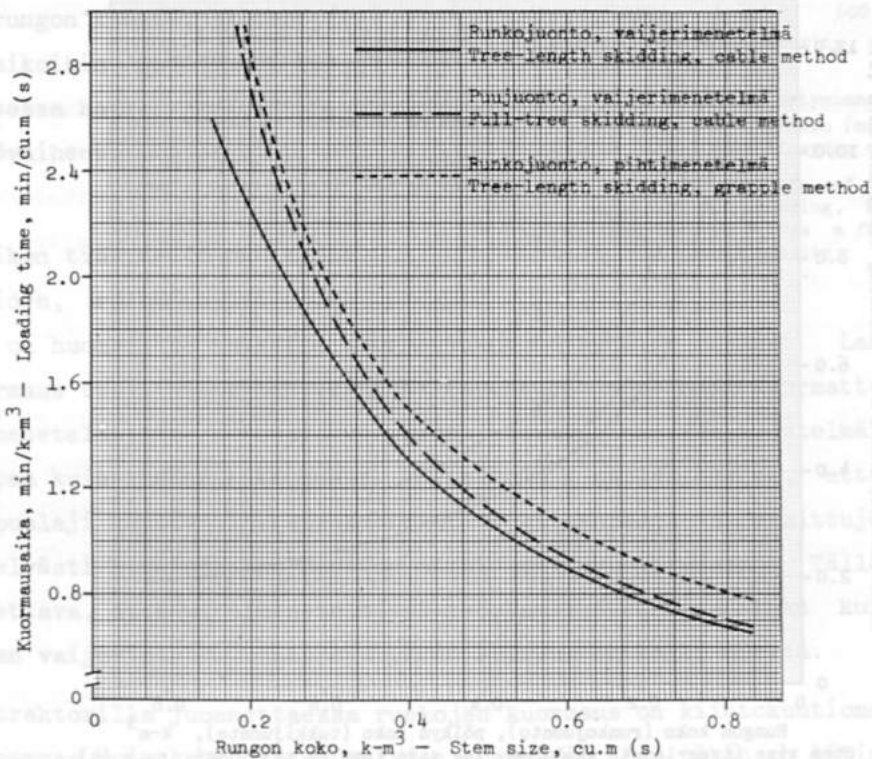
Laahustraktorilla vaijerimenetelmää käytettäessä työryhmässä oli kuljettajan lisäksi apumies. Hän kiinnitti juontosilmukat runkoihin sillä aikaa, kun traktori oli viemässä kuormaa varastolle. Tähän työhön käytettyä aikaa ei ole seurattu. Pihtijuonnossa ei apumiestä luonnollisesti ollut. Maataloustraktorilla tapahtuvassa juonnossa rungot tai pölkyt kiinnitettiin kaikissa tapauksissa suoraan päävaijerissa oleviin juontosaksiin. Tästä aiheutuu se, että maataloustraktorilla niissäkin tapauksissa, joissa työryhmään kuului kuljettajan lisäksi apumies, kuormaus kokonaisuudessaan tapahtui traktorin ollessa kuormauspaikalla.

Kuvissa 3 ja 4 esitetään kuormausajan riippuvuus leimikon tiheydestä ja rungon koosta juonnon tapahtuessa laahustraktorilla. Kuvissa 5 ja 6 (s. 14) esitetään vastaavat riippuvuudet juonnon tapahtuessa maataloustraktorilla. Maataloustraktorin



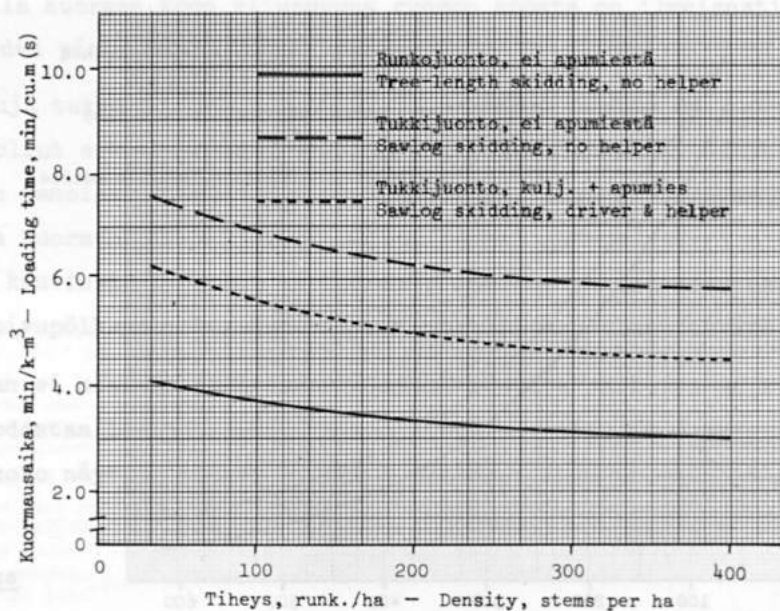
Kuva 3. Kuormausaika leimikon tiheyden funktiona. Laahustraktori. Rungon koko 0.40 k-m³

Fig. 3. Loading time as a function of stand density. Skidder. Stem size 0.40 solid cu.m



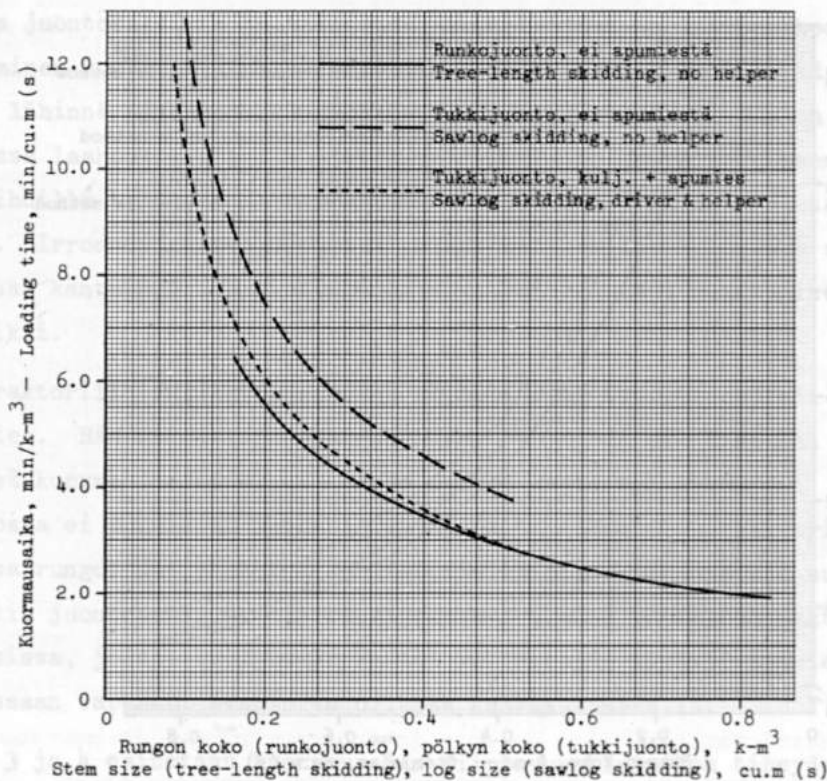
Kuva 4. Kuormausaika rungon koon funktiona. Laahustraktori. Leimikon tiheys 200 runk./ha

Fig. 4. Loading time as a function of stem size. Skidder. Stand density 200 stems per ha



Kuva 5. Kuormausaika leimikon tiheyden funktiona. Maatalous-traktori. Runkojuonto: rungon koko 0.40 k-m³. Tukkijuonto: pölkyn koko 0.25 k-m³.

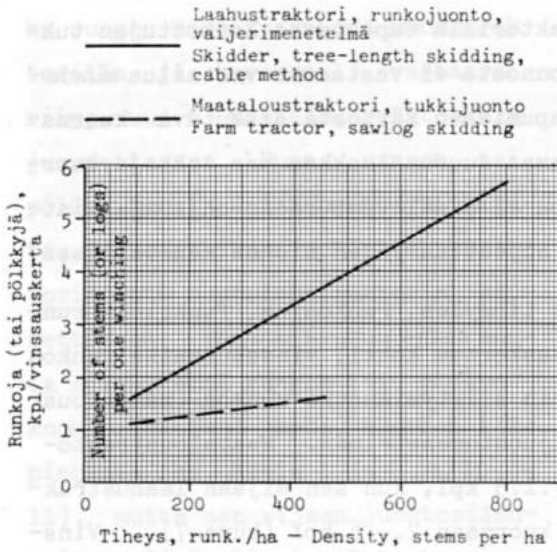
Fig. 5. Loading time as a function of stand density. Farm tractor. Tree-length skidding: stem size 0.40 solid cu.m. Sawlog skidding: log size 0.25 solid cu.m



Kuva 6. Kuormausaika rungon koon funktiona. Maataloustraktori. Leimikon tiheys 200 runk./ha

Fig. 6. Loading time as a function of stem size. Farm tractor. Stand density 200 stems per ha

KUVAT - FIGS. 7, 8, 9



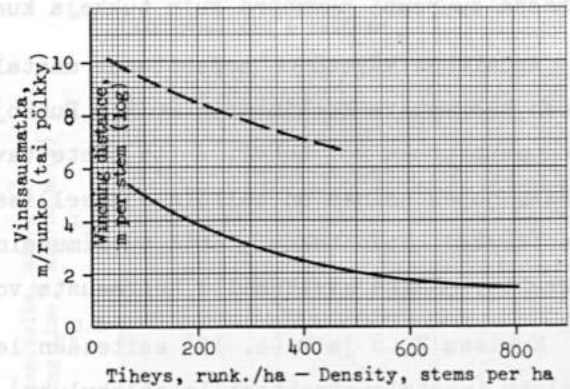
Kuva 7. Runkojen (maaloustr. pölkkyjen) lukumäärä, kpl/vinssauskerta, leimikon tiheyden funktiona

Fig. 7. Number of stems (farm tractor, logs) per one winching as a function of stand density

osalta on huomattava, että tukkijuonon yhteydessä on kysymys pölkyn koosta, ei siis rungon koosta. Esitettuihin kuormausaikoihin sisältyvät kussakin tapauksessa kaikki aikaisemmin luetellut työvaiheet. Ajat ovat tehoajoja.

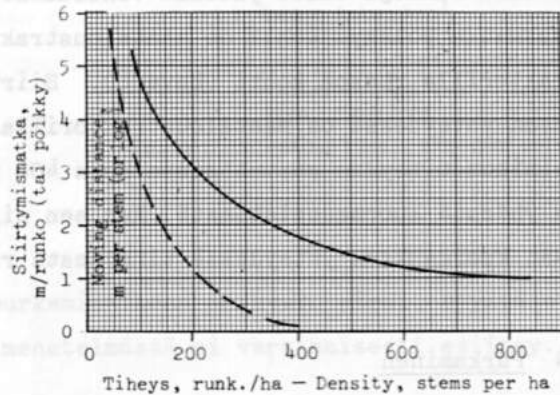
Sekä leimikon tiheydellä että kuormattavien puiden, runkojen tai pölkkyjen koolla on huomattava vaikutus kuormaukseen käytettyyn aikaan. Laahustraktorilla on kuormaus tutkituista menetelmistä tapahtunut nopeimmin kuormattaessa runkoja vaijerimenetelmällä. Kokonaisten puiden kuormaus samalla menetelmällä on hitaampaa kuin runkojen kuormaus. Syynä tähän on lähinnä se, että kokonaisten puiden (puulaji kuusi) vinssaus kuormaan on hitaampaa kuin karsittujen runkojen vinssaus. Selvästi hitainta kuormaus on ollut pihtimenetelmässä. Tällöin on kuitenkin muistettava, että pihtimenetelmässä työryhmässä on ainoastaan kuljettaja, kun sen sijaan vaijerimenetelmässä työryhmän suuruus on kaksi miestä.

Maataloustraktorilla juonnettaessa runkojen kuormaus on kiintokuutiometriä kohti selvästi nopeampaa kuin katkottujen tukkien kuormaus. Syy tähän on lähinnä siinä, että runko on useimmiten suurempi kuin yksittäinen tukki. Koska maataloustraktori-juonnossa ei yleensä käytetä juontosilmukoita, vaan runko tai pölkky kiinnitetään päävaijerissa oleviin sakiin, tulee kuormaan vinssauskertaa kohti runkoja kuormat-



Kuva 8. Vinssausmatka, m/runko (maaloustr. pölkky), leimikon tiheyden funktiona

Fig. 8. Winching distance, m per stem (farm tractor, log), as a function of stand density



Kuva 9. Traktorin siirtymismatka kuormauksen yhteydessä, m/runko (maaloustr. pölkky), leimikon tiheyden funktiona

Fig. 9. Moving distance of the tractor in connection with loading, m per stem (farm tractor, log), as a function of stand density

taessa suurempi puumäärä kuin tukkeja kuormattaessa.

Apumiehen käyttö on nopeuttanut maataloustraktorilla tapahtuvaa katkottujen tukkien kuormausta keskimäärin 20 %. Runkojen juonnosta ei vastaavaa vertailua aineiston puuttuessa voi tehdä, mutta oletettavasti apumiehen käytöstä aiheutuva kuormauksen nopeutuminen on tällöin suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin tukkeja kuormattaessa. Todettakoon, että tutkimusaineistoon ei sisällynyt radio-ohjattuja vinttureita. Näitä käyttämällä kuormausta voidaan nopeuttaa yhden miehen menetelmässä.

Kuvissa 7, 8 ja 9 (s. 15) esitetään leimikon tiheyden, runkoa/ha, funktiona runkoluku (maataloustraktorilla pölkyluku) vinssauskertaa kohti, vinssausmatka runkoa (maataloustraktorilla pölkkyä) kohti ja traktorin siirtymismatka runkoa (maataloustraktorilla pölkkyä) kohti käytettäessä vaijerijuontomenetelmää. Maataloustraktorilla on pölkkyä vinssauskertaa kohti vain 1...1.5 kpl, kun sen sijaan laahustraktorilla runkoja tulee yhdellä vinssauskerralla kuormaan 2...6 kpl (kuva 7). Vinssausmatka pölkkyä kohti on maataloustraktorilla huomattavasti pitempi kuin laahustraktorilla runkoa kohti (kuva 8). Siirtymismatka pölkkyä tai runkoa kohti kuormauksen yhteydessä on maataloustraktorilla lyhyempi kuin laahustraktorilla (kuva 9). Leimikon tiheyden saavuttaessa noin 400 runkoa/ha saadaan maataloustraktorin kuorma yhdestä kuormauspisteestä, kun sen sijaan laahustraktorilla juonnettaessa joudutaan kuormauksen yhteydessä tiheydestä riippumatta yleensä aina siirtymään.

44 Purkaminen

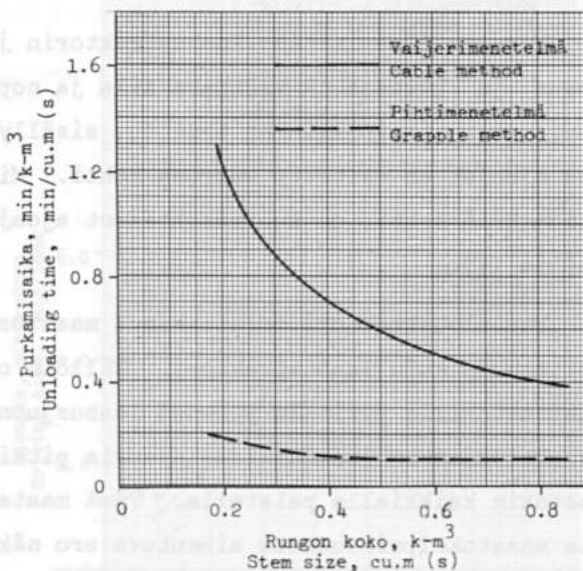
Juonnettaessa laahustraktorilla vaijerimenetelmällä purkamisaikaan kuuluvat juontosilmukoiden irrotus päävaijerista ja/tai juontosilmukoiden irrotus rungoista tai puista, kuljettajan nousu traktorista ja paluu traktoriin. Todettakoon kuitenkin, että ainoastaan kahdessa tapauksessa kuljettaja irrotti juontosilmukat, muissa tapauksissa sen teki erillinen "varastomies". Tällöinkin traktori odotti irrottamisen ajan, kunnes juontosilmukat oli saatu takaisin traktoriin, koska yleensä silmuksia ei ollut niin paljoa, että edellisen kuorman juontosilmukat olisi voinut jättää varastolle. Purkamisaikaan on katsottu kuuluvaksi sekä laahus- että maataloustraktorilla myös mahdollinen purkamisajo. Samoin siihen kuuluu runkojen ja puiden järjestely puskulevyllä sopivaan käsittelyasentoon kuten myös katkottujen tukkien työntäminen kasaan. Purkamisaikaan ei kuitenkaan ole sisällytetty eräissä tapauksissa esiintynyttä tukkien kasaamista tavallista suurempiin röykkiöihin.

Pihtijuonnossa purkamisaikaan kuuluu runkojen irrotus pihdistä. Tämä aika on kuitenkin merkityksetön, koska irrotus yleensä tapahtuu ajon yhteydessä ilman pysähtymistä. Pihtijuonnon purkamisaikaan sisältyy myös runkojen ja tukkien järjestelyä.

Maataloustraktorilla sisältyvät purkamisaikaan periaatteessa samat työvaiheet kuin laahustraktorillakin. Purkamisaikaan ei maataloustraktorilla sisälly tukkien siirtelyä teloille tai suurempiin kasoihin.

Kuvassa 10 esitetään purkamisaika rungon koon funktiona laahustraktorilla ja kuvassa 11 vastaavat riippuvuudet maataloustraktorilla juonnettaessa. Puun, rungon tai pölkyn koolla on huomattava vaikutus purkamisaikaan sekä laahustraktoria että maataloustraktoria käytettäessä. Tämä aiheutuu ennen muuta siitä, että rungon tai pölkyn koon pienetessä myös kuorman koko pienenee (ks. kuvia 1 ja 2, s. 10 ja 11), mutta sen sijaan juontosilmukoiden määrä eli nippulukku kuormassa pysyy ennallaan tai hieman kasvaa. Tällöin rungon koon pienetessä "juontosilmukakohtaisten" vakioaikojen vaikutus kiintokuutiometriä kohti kasvaa.

LAAHUSTRAKTORI - Skidder

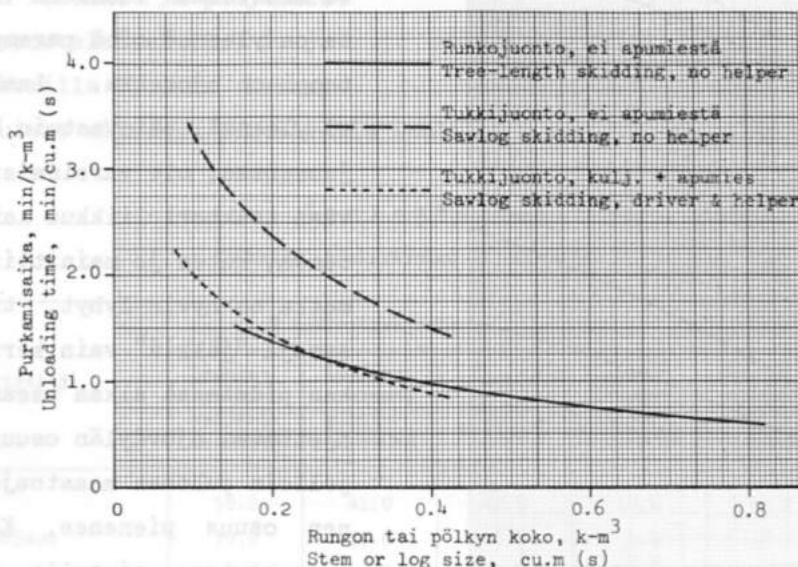


Kuva 10. Purkamisaika, min/k-m³, rungon koon funktiona

Fig. 10. Unloading time, min per solid cu.m, as a function of stem size

Pihtimenetelmässä rungon koon vaikutus purkamisaikaan on hyvin pieni, syystä että purkamista samassa mielessä kuin vaijerimenetelmässä ei varsinaisesti esiinny.

MAATALOUSTRAKTORI - Farm Tractor



Kuva 11. Purkamisaika, min/k-m³, rungon tai pölkyn koon funktiona

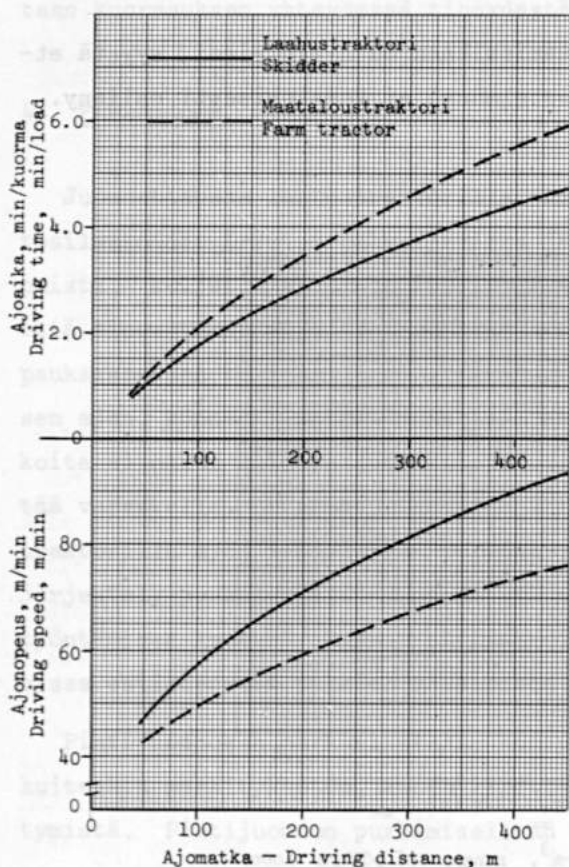
Fig. 11. Unloading time, min per solid cu.m, as a function of log or stem size

45 Tyhjänä- ja kuormattuna-ajo

Kuvassa 12 esitetään laahustraktorin ja maataloustraktorin tyhjänäajoaika ja -nopeus ja kuvassa 13 vastaava aika ja nopeus kuormattuna ajettaessa. Kuormausajo on, kuten aikaisemmin on todettu, sisällytetty kuormausaikaan. Korostettakoon, että ajoajat on esitetty kuormaa kohti. Mikäli ajoaika halutaan laskea ajettua kuutiometriä kohti, on kuormakohtaiset ajoajat jaettava kuormankoolla (kuvat 1 ja 2, s. 10 ja 11).

Maataloustraktori on liikkinut maastossa sekä tyhjänä että kuormattuna selvästi hitaammin kuin laahustraktori. Tällöin on lisäksi otettava huomioon, että maataloustraktorilla pyritään yleensä laahusjuonnossakin sen huonomman maastokelpoisuuden vuoksi ajamaan jonkinlaisia ajouria pitkin, kun taas laahustraktori voi liikkua jokseenkin kaikkialla palstalla. Tämä maataloustraktorin ja laahustraktorin erilaisesta maastokelpoisuudesta aiheutuva ero näkyy selvästi siitä, että vinssausmatka runkoa kohti on maataloustraktorilla pitempi kuin laahustraktorilla (kuva 8, s. 15).

Puujuonnossa on kuormattuna-ajonopeus laahustraktorilla pienempi kuin runkojuonnossa. Sen sijaan vaijeri- ja pihti-juontomenetelmän välillä ei runkojuonnossa ilmennyt eroja kuormattuna-ajonopeuksissa.



Kuva 12. Tyhjänäajoaika ja -nopeus
Fig. 12. Driving-unloaded time and speed

Laahusjuonnossa ajonopeus kasvaa sekä tyhjänä- että kuormattuna-ajossa ajomatkan pidetessä. Selityksenä tälle on lähinnä se, että laahusjuonnossa menetelmän luonteen vuoksi ajoalusta on yleensä sitä parempi, mitä pitempi on ajomatka. Laahusjuonnossa ei yleensä, päinvastoin kuin kuormajuonnossa, ole varsinaisia ajouria, vaan traktori liikkuu kaikkialla maastossa, kuten jo mainittiin. Jos ajomatka on hyvin lyhyt, traktori ajaa samoja "jälkiä" vain kerran. Ajomatkan pidetessä alkaa useampaan kertaan ajettavan ajoväylän osuus lisääntyä, jolloin puhtaan maastoajon suhteellinen osuus pienenee. Koska useampaan kertaan ajettulla ajoreitillä voidaan yleensä ajaa suuremmalla ajonopeudella kuin ensimmäisellä ajokerralla, tämä aiheuttaa nopeuden kas-

vua ajomatkan pidetessä.

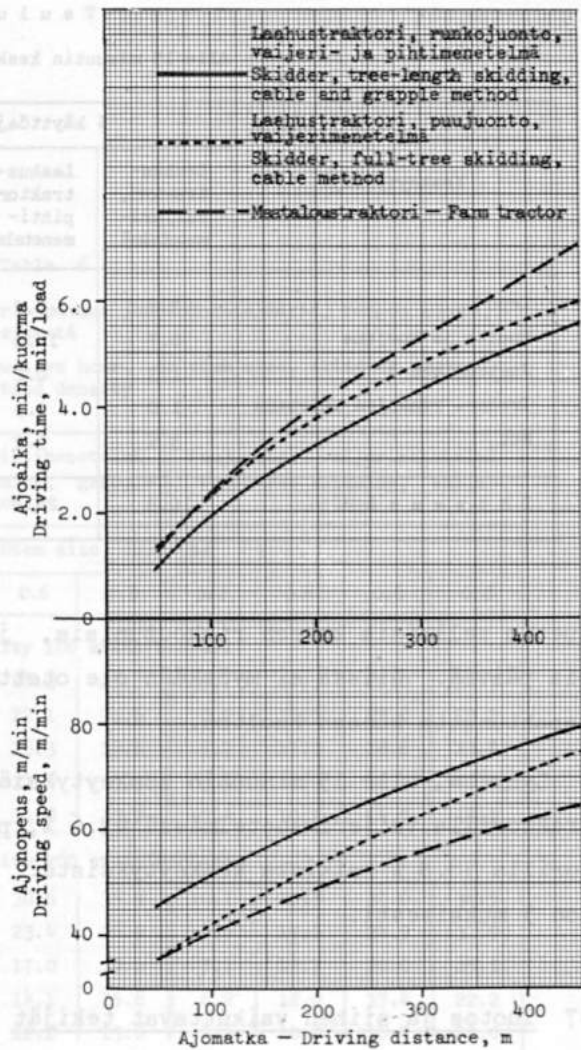
46 Työajan jakautuminen

Seuraavassa käytettävät aikakäsitteet ovat Metsätehon julkaiseman Konekustannusten laskennan oppaan (VÄISÄNEN 1969) mukaiset.

- Työ a i k a on se osa kokonaisajasta, jolloin koneen kuljettaja on työpaikalla.
- Kä y t t ö a i k a on se osa työajasta, joka käytetään eri työtehtävien suorittamiseen alle 15 minuutin pituiset keskeytykset mukaan luettuina.
- T e h o a i k a on käyttöaika vähennettynä alle 15 minuutin keskeytyksillä.

Tehoajan osuus työajasta oli tutkimuksen mukaisissa keskimääräisissä olosuhteissa laahustraktorilla vaijerimenetelmässä (runko- ja puujuonto) 78.9 %, pihtimenetelmässä 72.7 % ja maataloustraktorilla 75.0 %. Keskey-

tykset jakautuivat aiheensa perusteella taulukon 4 mukaisesti. Keskeytyksiksi ei ole



Kuva 13. Kuormattuna-ajoaika ja -nopeus
Fig. 13. Hauling-loaded time and speed

T a u l u k k o 4

Kaikkien keskeytysten jakautuminen

Keskeytyslaji	% keskeytysajasta			% työajasta		
	Laahustraktori, vaijerimenetelmä	Laahustraktori, pihtimenetelmä	Maataloustraktori	Laahustraktori, vaijerimenetelmä	Laahustraktori, pihtimenetelmä	Maataloustraktori
Lepo	50.2	41.0	42.8	10.6	11.2	10.7
Huolto ja korjaus	19.9	39.6	16.4	4.2	10.8	4.1
Juuttuminen	7.6	0.7	10.8	1.6	0.2	2.7
Irronn. runkojen kuorma	3.8	1.8	4.8	0.8	0.5	1.2
Muu	18.5	16.9	25.2	3.9	4.6	6.3
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	21.1	27.3	25.0

T a u l u k k o 5

Alle 15 minuutin keskeytysten jakautuminen

Keskeytyslaji	% käyttöajasta			% työajasta		
	Laahus-traktori, vaijerimenetelmä	Laahus-traktori, pihtimenetelmä	Maa-talous-traktori	Laahus-traktori, vaijerimenetelmä	Laahus-traktori, pihtimenetelmä	Maa-talous-traktori
Lepo	3.8	7.9	5.5	3.4	7.0	4.5
Huolto ja korjaus	0.7	10.2	1.8	0.6	9.0	1.5
Juuttuminen	1.3	0.2	2.7	1.2	0.2	2.2
Irronn. runkojen kuormaus	1.0	0.5	1.3	0.9	0.4	1.1
Muu	3.5	5.2	6.6	3.1	4.6	5.4
Y h t e e n s ä	10.3	24.0	17.9	9.2	21.2	14.7

luettu sellaisia koneen rikkoutumisia, joissa korjaus on kestänyt yhden tai useampia päiviä. Niissä ei myöskään ole otettu huomioon normaalin työajan ulkopuolella tapahtunutta koneen huoltoa.

Lyhyitä, alle 15 minuutin keskeytyksiä, jotka luetaan käyttöaikaan, oli laahustraktorilla vaijerimenetelmässä 43.6 %, pihtimenetelmässä 77.6 % ja maataloustraktorilla 58.8 % kaikista keskeytyksistä. Ne jakautuivat aiheensa perusteella taulukon 5 mukaisesti.

47 Tuotos ja siihen vaikuttavat tekijät

Taulukossa 6 esitetään laahustraktorin ja taulukossa 7 (s. 22) maataloustraktorin keskimääräiset juontotuotokset, $\text{m}^3/\text{tehotunti}$, esitettyjen perusteiden mukaisina. Taulukoista selviää juontomenetelmän, rungon (tai pölkyn) koon, ajomatkan ja tiheyden vaikutus tuotokseen. Tuotokset koskevat niitä traktoreita ja olosuhteita, joissa tutkimus on suoritettu. Kuvissa 14, 15 ja 16 (s. 23-24) esitetään esimerkeinä tuotos ajomatkan, puun koon ja tiheyden funktiona eräissä yleisissä olosuhteissa. Taulukossa 8 (s. 23) esitetään runkojuonnon ja puujuonnon (kuusi) väliset suhteelliset tuotokset leimikon tiheyden ollessa 200 runkoa/hehtaari.

Korostettakoon, että tuotokset on esitetty tehotuntia kohti. Mikäli tuotokset halutaan tietää käyttötuntia kohti, on tehotuntia kohti laskettuja tuotoksia pienennettävä alle 15 minuutin keskeytysten osoittamalla osuudella. Vastaavasti, mikäli halutaan käyttää työtuntituotoksia, on tehotuntituotoksia alennettava kaikkien keskeytysten määrän osoittamalla osuudella.

T a u l u k k o - Table 6

L A A H U S T R A K T O R I: Tuotoksen, $k\text{-m}^3/\text{tehotunti}$, riippuvuus juontomenetelmästä, rungon koosta, ajomatkasta ja tiheydestä

S K I D D E R: Dependence of output, solid cu.m per productive hour, on stem size, skidding method, haulage distance, and stand density

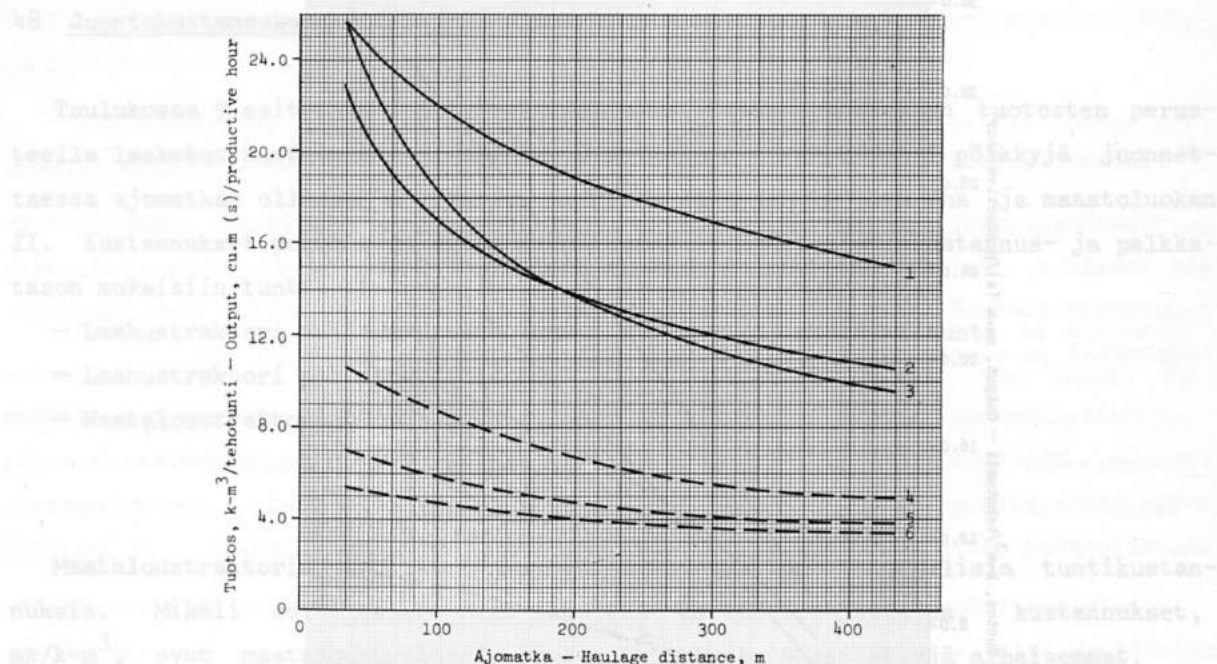
Ajo- matka, Haulage distance, m	Runkojuonto, vaijerimenetelmä Tree-length skidding, cable method				Runkojuonto, pihtimenetelmä Tree-length skidding, grapple method				Puujuonto, vaijerimenetelmä Full-tree skidding, cable method			
	Rungon koko, k-m ³ — Stem size, cu.m (s)											
	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8
	Ti he y s 1 0 0 r u n k o a / h a — Density 100 stems/hectare											
50	12.0	22.1	32.3	41.7	12.2	21.6	28.3	33.7	9.7	18.5	27.0	34.7
100	10.9	20.0	29.0	37.0	9.9	17.1	22.1	25.6	8.2	15.6	22.8	29.3
200	9.5	17.3	24.9	31.7	7.7	13.0	16.3	18.6	6.7	13.0	18.6	23.8
300	8.6	15.7	22.5	28.6	6.5	10.9	13.6	15.3	5.9	11.2	16.4	20.9
400	8.0	14.4	20.6	26.1	5.8	9.6	11.8	13.2	5.3	10.2	14.9	18.9
	Ti he y s 2 0 0 r u n k o a / h a — Density 200 stems/hectare											
50	13.4	24.4	35.7	46.2	13.3	23.4	30.6	35.9	10.7	20.5	30.0	38.5
100	12.1	21.8	31.7	40.5	10.7	18.3	23.4	26.9	8.9	17.1	24.9	31.9
200	10.4	18.6	26.9	34.3	8.1	13.6	17.0	19.2	7.1	13.7	20.0	25.5
300	9.4	16.8	24.1	30.6	6.8	11.4	14.1	15.8	6.2	12.0	17.4	22.2
400	8.6	15.3	22.0	27.8	6.0	9.9	12.2	13.6	5.6	10.8	15.7	20.0
	Ti he y s 4 0 0 r u n k o a / h a — Density 400 stems/hectare											
50	16.0	28.7	41.1	52.6	14.9	25.3	33.1	38.5	12.1	22.9	33.3	42.3
100	14.1	25.2	35.9	45.5	11.6	19.4	24.9	28.3	9.9	18.7	27.1	34.5
200	11.9	21.1	29.9	37.7	8.7	14.2	17.8	19.9	7.8	15.0	21.4	27.1
300	10.6	18.7	26.4	33.3	7.2	11.8	14.6	16.3	6.7	12.7	18.5	23.4
400	9.6	16.9	23.9	30.0	6.3	10.2	12.6	13.9	6.0	11.4	16.6	21.0
	Ti he y s 6 0 0 r u n k o a / h a — Density 600 stems/hectare											
50	17.2	30.3	43.5	56.1	15.7	26.8	34.5	40.0	12.9	24.3	35.5	45.1
100	15.0	26.4	37.7	48.0	12.1	20.3	25.6	29.1	10.4	19.6	28.6	36.4
200	12.5	21.9	31.1	39.5	8.9	14.7	18.2	20.3	8.1	15.4	22.3	28.3
300	11.1	19.4	27.4	34.7	7.4	12.1	14.9	16.5	6.9	13.2	19.2	24.3
400	10.1	17.5	24.7	31.1	6.4	10.5	12.8	14.1	6.2	11.8	17.1	21.7

T a u l u k k o - Table 7

MAATALOUSTRAKTORI: Tuotoksen, $\text{k-m}^3/\text{tehotunti}$, riippuvuus juontomenetelmästä, rungon tai pölkyn koosta, ajomatkasta ja tiheydestä

FARM TRACTOR: Dependence of output, solid cu.m per productive hour, on skidding method, stem or log size, haulage distance and density

Ajo- matka, Haulage distance, m	Runkojuonto, ei apumiestä Tree-length skidding, no helper				Tukkijuonto, ei apumiestä Sawlog skidding, no helper				Tukkijuonto, kulj. + apumies Sawlog skidding, driver and helper			
	Rungon koko, k-m ³ Stem size, cu.m (s)				Tukin koko, k-m ³ – Log size, cu.m (s)							
	0.2	0.4	0.6	0.8	0.1	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2	0.3	0.5
	Tiheys 50 runkoa / ha – Density 50 stems/hectare											
50	5.7	9.1	12.2	15.1	2.8	4.6	6.0	8.4	3.5	5.8	7.5	10.7
100	4.9	7.7	10.2	12.3	2.6	4.2	5.4	7.3	3.1	5.1	6.5	9.0
200	4.1	6.2	8.2	9.6	2.3	3.6	4.6	6.1	2.7	4.3	5.4	7.3
300	3.6	5.4	7.0	8.2	2.1	3.3	4.1	5.4	2.4	3.8	4.8	6.3
400	3.2	4.8	6.2	7.3	1.9	3.0	3.8	4.9	2.3	3.5	4.3	5.7
	Tiheys 100 runkoa / ha – Density 100 stems/hectare											
50	6.2	9.6	12.8	15.7	3.0	4.9	6.3	8.6	3.8	6.2	8.0	11.2
100	5.3	8.0	10.6	12.7	2.7	4.4	5.6	7.5	3.4	5.4	6.9	9.4
200	4.3	6.4	8.4	9.9	2.4	3.8	4.8	6.3	2.9	4.5	5.7	7.6
300	3.8	5.5	7.2	8.4	2.2	3.4	4.3	5.6	2.6	4.0	5.0	6.5
400	3.4	4.9	6.4	7.4	2.0	3.2	3.9	5.0	2.4	3.6	4.5	5.8
	Tiheys 200 runkoa / ha – Density 200 stems/hectare											
50	6.6	10.0	13.4	16.2	3.2	5.2	6.6	9.0	4.1	6.6	8.5	11.8
100	5.6	8.3	10.9	13.0	2.9	4.6	5.8	7.8	3.6	5.7	7.2	9.8
200	4.6	6.6	8.7	10.1	2.6	4.0	5.0	6.5	3.1	4.7	5.9	7.8
300	4.0	5.7	7.3	8.5	2.3	3.6	4.4	5.7	2.7	4.2	5.1	6.7
400	3.5	5.0	6.5	7.5	2.1	3.3	4.0	5.2	2.5	3.8	4.6	6.0
	Tiheys 400 runkoa / ha – Density 400 stems/hectare											
50	7.3	10.7	14.1	16.8	3.5	5.5	7.0	9.5	4.5	7.1	9.1	12.5
100	6.1	8.8	11.4	13.5	3.1	4.9	6.1	8.2	3.9	6.1	7.7	10.3
200	4.9	6.9	8.9	10.3	2.7	4.2	5.2	6.7	3.3	5.0	6.2	8.1
300	4.2	5.9	7.5	8.7	2.5	3.7	4.6	5.9	2.9	4.4	5.4	6.9
400	3.7	5.2	6.7	7.6	2.3	3.4	4.2	5.3	2.6	4.0	4.8	6.1



Kuva 14. Tuotoksen riippuvuus ajomatkasta. Runkon koko 0.4 k-m^3 .
Pölkyn koko 0.2 k-m^3 (maaloustr., tukkijuonto). Leimikon tiheys
200 runk./ha

- 1 = Laahustraktori, runkojuonto, vaijerimenetelmä
- 2 = " " puujuonto, " "
- 3 = " " runkojuonto, pihtimenetelmä
- 4 = Maataloustraktori, runkojuonto, ei apumiestä
- 5 = " " tukkijuonto, kuljettaja ja apumies
- 6 = " " " " ei apumiestä

Fig. 14. Dependence of output on haulage distance. Stem size 0.4
solid cu.m. Sawlog size 0.2 solid cu.m (farm tractor, sawlog skid-
ding). Stand density 200 stems per hectare

- 1 = Skidder, tree-length skidding, cable method
- 2 = " " full-tree skidding, " "
- 3 = " " tree-length skidding, grapple method
- 4 = Farm tractor, tree-length skidding, no helper
- 5 = " " sawlog skidding, driver and helper
- 6 = " " " " no helper

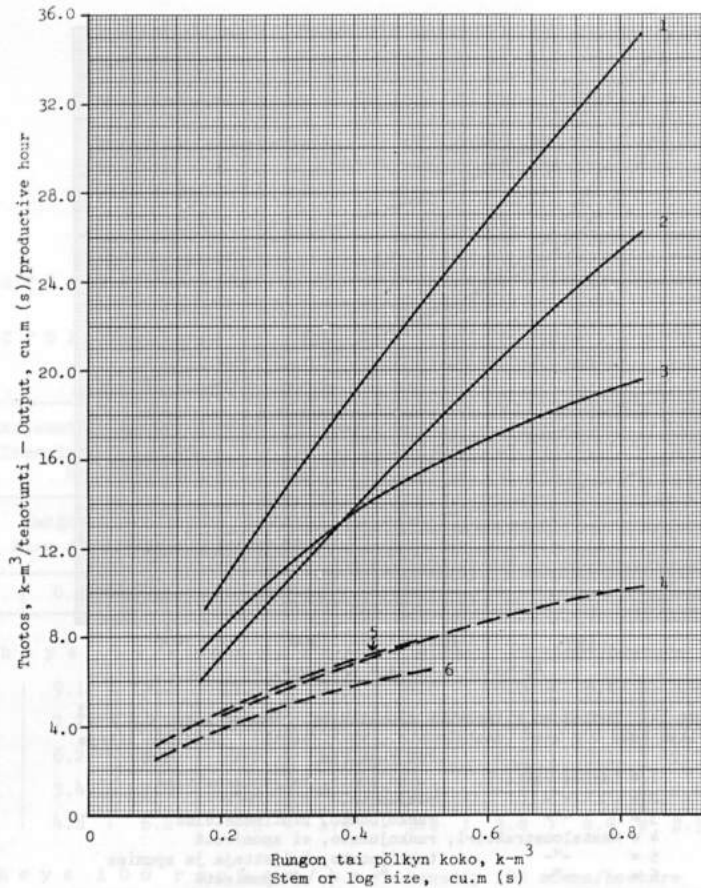
T a u l u k k o - Table 8

Kokonaisten puiden suhteellinen juontotuotos. 100 = vastaava
tuotos juonnettaessa karsittuja runkoja

Relative output in full-tree skidding. 100 = corresponding
output in skidding limbed tree lengths

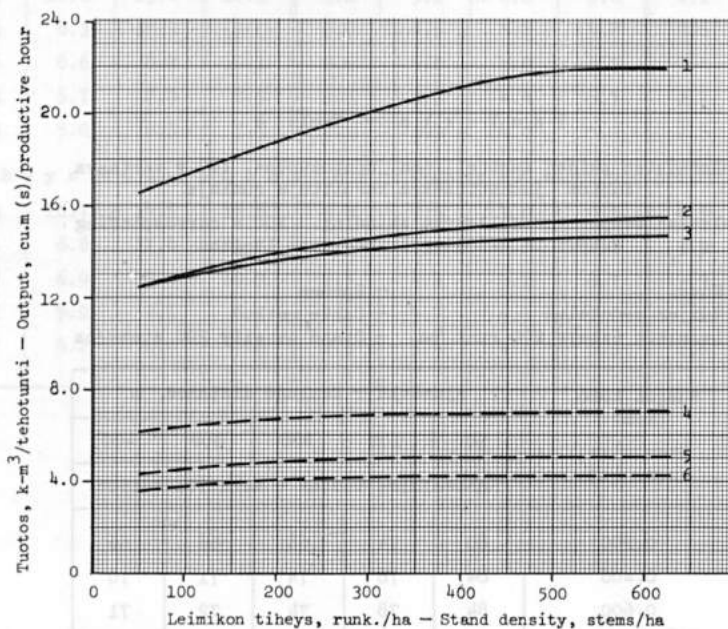
- Kuusi
- Vaijerimenetelmä
- Leimikon tiheys 200 runk./ha
- Spruce
- Cable method
- Stand density 200 stems/ha

Runkon koko, k-m^3 Stem size, cu.m. (s)	Ajomatka - Haulage distance, m				
	50	100	200	300	400
	Suhteellinen tuotos - Relative output				
0.200	80	74	68	66	66
0.400	84	78	74	71	70
0.600	84	78	74	72	71
0.800	84	78	74	72	72



Kuva 15. Tuotoksen riippuvuus rungon koosta (tukkiuonnossa tukin koosta). Ajomatka 200 m. Leimikon tiheys 200 runk./ha (1, 2, 3 jne., selitykset kuvassa 14)

Fig. 15. Dependence of output on stem size (in sawlog skidding, log size). Haulage distance 200 m. Stand density 200 stems per hectare (1, 2, 3, etc., explanations in Fig. 14)



Kuva 16. Tuotoksen riippuvuus leimikon tiheydestä. Runkon koko 0.4 k-m³. Tukin koko 0.2 k-m³ (maataloustr., tukkiuonto). Ajomatka 200 m. (1, 2, 3 jne., selitykset kuvassa 14, s. 23)

Fig. 16. Dependence of output on stand density. Stem size 0.4 solid cu.m. Log size 0.2 solid cu.m (farm tractor, sawlog skidding). Haulage distance 200 m. (1, 2, 3, etc., explanations in Fig. 14, p. 23)

48 Juontokustannukset

Taulukossa 9 esitetään juontomenetelmittäin tämän tutkimuksen tuotosten perusteella lasketut kustannukset, mk/k-m³, erikokoisia runkoja tai pölkkyjä juonnettaessa ajomatkan ollessa 200 metriä, leimikon tiheyden 120 k-m³/ha ja maastoluokan II. Kustannukset perustuvat seuraaviin vuoden 1972 (kesäkuu) kustannus- ja palkkatason mukaisiin tuntikustannuksiin.

- Laahustraktori vaijerivarusteisena	57,55 mk/käyttötunti
- Laahustraktori pihtivarusteisena	51,26 "-
- Maataloustraktori juontovarusteisena	
ei apumiestä	20,77 "-
apumies mukana	28,90 "-

Maataloustraktorin tuntikustannukset ovat traktorin todellisia tuntikustannuksia. Mikäli sovelletaan niin sanottua katetuottoajattelua, kustannukset, mk/k-m³, ovat maataloustraktorin osalta taulukossa 9 esitetyjä alhaisemmat.

T a u l u k k o - Table 9

Juontokustannukset eri juontomenetelmissä - Skidding costs, by methods

- | | |
|--|-----------------------------------|
| - Ajomatka 200 m | - Driving distance 200 m |
| - Leimikon tiheys 120 k-m ³ /ha | - Stand density 120 solid cu.m/ha |
| - Maastoluokka II | - Terrain class II |

Juontomenetelmä - Skidding method	Kustannukset, mk/k-m ³ Costs, mark/cu.m (s)			Suhteelliset kustannukset Relative costs		
	Rungon koko, k-m ³ - Stem size, cu.m (s)					
	0.2	0.4	0.8	0.2	0.4	0.8
Laahustraktori, runkojuonto, vaijerimenetelmä Skidder, tree-length skidding, cable method	5,14	3,21	1,93	100	100	100
Laahustraktori, puujuonto, vaijerimenetelmä Skidder, full-tree skidding, cable method	7,88	4,43	2,59	153	138	134
Laahustraktori, runkojuonto, pihtimenetelmä Skidder, tree-length skidding, grapple method	6,41	4,07	3,01	125	127	156
Maataloustraktori, runkojuonto, ei apumiestä Farm tractor, tree-length skidding, no helper	5,06	3,71	2,53	98	116	131
	Tukin koko, k-m ³ - Sawlog size, cu.m (s)					
	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3	0.5
Maataloustraktori, tukkijuonto, ei apumiestä Farm tractor, sawlog skidding, no helper	6,10	4,83	3,92	100	100	100
Maataloustraktori, tukkijuonto, kulj. + apumies Farm tractor, sawlog skidding, driver + helper	7,05	5,67	4,59	116	117	117

5 TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimustulosten perusteella voidaan tehdä muun muassa seuraavia päätelmiä.

- Laahusjuonnossa on rungon (tai puun) koolla ratkaiseva merkitys juontotuotoksen kannalta. Eniten rungon koko vaikuttaa tuotokseen laahustraktorilla vaijerijuontomenetelmässä. Hieman vähäisempi vaikutus on laahustraktorilla pihtijuontomenetelmässä ja pienin maataloustraktorilla tapahtuvassa laahusjuonnossa.

- Myös ajomatkalla on huomattava vaikutus laahusjuonnossa saavutettaviin työtuoksiin. Eniten ajomatka vaikuttaa tuotokseen laahustraktorilla pihtimenetelmässä, mutta lähes yhtä merkittävä sen vaikutus on vaijerimenetelmälläkin juonnettaessa. Laahusjuontoa onkin pidettävä lyhyiden ajomatkojen juontomenetelmänä.

- Leimikon tiheyden vaikutus juontotuotokseen laahusjuonnossa on kahteen edellä mainittuun tekijään verrattuna suhteellisen pieni. Maataloustraktorilla tapahtuvassa juonnossa tiheyden vaikutus on melkein olematon.

- Laahustraktorilla ovat juontotuotokset vaijerimenetelmässä korkeammat kuin pihtimenetelmässä. Tämä koskee runkojen (tai puiden) hajaltaan ajoa. Pihtimenetelmän tuotokset ovat esitettyjä korkeammat, mikäli rungot on tavalla tai toisella kasattu. Pihtijuonnon taloudellisuutta parantaa hieman se, että vaijerimenetelmässä tutkitun kokoisilla tehokkailla laahustraktoreilla (noin 130 hv:n) työryhmän mielekäs suuruus on kaksi miestä, kun sen sijaan pihtijuonnossa työryhmässä on pelkästään traktorin kuljettaja. Pihtijuonto on kuitenkin kustannuksiltaan selvästi vaijerijuontoa kalliimpi. Voidaan todeta, että pihtijuonnon on ainakin hajaltaan ajettaessa katsottava olevan hyvien maasto-olosuhteiden ja tiheiden leimikoiden juontomenetelmä.

- Puujuonnossa tuotos on kuusella 20...30 % pienempi ja kustannukset ovat vastaavasti korkeammat kuin karsittujen runkojen juonnossa. Männyn ja koivun osalta tuotosero on todennäköisesti hieman pienempi kuin kuusella.

- Maataloustraktorilla tapahtuvassa laahusjuonnossa tuotokset ovat huomattavasti alhaisempia kuin varsinaisella laahustraktorilla (= runkojuontotraktorilla) tapahtuvassa laahusjuonnossa.

- Myös juontokustannukset ovat maataloustraktorijuonnossa selvästi korkeammat kuin laahustraktorilla tapahtuvassa juonnossa.

- Apumiehen käyttö maataloustraktorilla tapahtuvassa tukkien juonnossa nostaa tuotosta olosuhteiden mukaan 15...25 %. Runkojuonnon osalta ei tutkittu maataloustraktoreita, joissa työryhmän suuruus olisi ollut kaksi miestä. Oletettavasti apumiehen käytöstä aiheutuva tuotoksen lisäys on tällöin samaa suuruusluokkaa kuin tukkijuonnossa. Apumiehen käyttö ei maataloustraktorilla tapahtuvassa laahusjuonnossa

tuotoksen noususta huolimatta ole taloudellista, mikä johtuu pienistä absoluuttisista tuotoksista.

- Runkojuonnossa päästään maataloustraktorilla samoissa olosuhteissa hieman korkeampiin tuotoksiin kuin katkottujen tukkien laahusjuonnossa.

- Vanerikoivurunkojen ja havupuurunkojen laahusjuontotuotoksissa ei ole eroja sen paremmin laahustraktoreiden kuin maataloustraktoreidenkaan osalta.

- Maataloustraktorilla tapahtuvassa katkottujen tukkien juonnossa ei ole eroja vanerikoivun ja havutukin välillä, mikäli olosuhteet ja pölkynkoot ovat samat. On kuitenkin huomattava, että vanerikoivupölkyt ovat suuremman pölkynpituuden vuoksi yleensä kuutiomäärältään suurempia kuin havutukit. Tästä syystä on vanerikoivun maataloustraktorilla tapahtuvan tukkijuonnon tuotos samoissa olosuhteissa yleensä suurempi kuin havutukin juontotuotos.

K I R J A L L I S U U T T A

R e f e r e n c e s

ARVESEN, ANTON 1970. Snarekjøring av tømmer i hele lengder med terrenggående traktorer. Summary: Tree-length Skidding by Farm Tractors and Frame Steered Skidders. Det Norske Skogforsøksvesen - Norwegian Forest Research Institute, Særtrykk - Reprint, Meddelelse Nr. 99, bind XXVII 1970. Vollebekk

BYGREN, KARL-GUNNAR - AGER, BENGT H:SON 1965. Terrängtransport av stammar och träd. Fältstudier av stropplunning 1964. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr 9 1964, Andra något omarb. uppl. Februari 1965. Stockholm

BYGREN, K.-G. - PETTERSSON, BO 1967. Metodik för beräkning av prestationen vid terrängtransport av stammar. Summary: Methodology for Determining Performances in Off-Road Haulage of Tree-Lengths. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten - Logging Research Foundation, Redogörelse nr - Report No. 6. Stockholm

BYGREN, KARL-GUNNAR - LIDBERG, BO 1969 a. Terräng- och landsvägstransport av stammar och träd. Fältstudier 1966-1969. Summary: Extraction and Trucking of Tree Lengths and Full Trees. Field studies 1966-1969. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten - Logging Research Foundation, Redogörelse nr - Report No. 16. Stockholm

-"- 1969 b. Stroppning av stammar och träd. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Ekonomi nr 1. Stockholm

DUUS-OTTERSTRÖM, OTTAR 1969. En jämförelse mellan enkel- och dubbeltrummig vinsch vid lunning. Summary: Analysis of the Effect of Double-Drum Winch on Skidder Productivity. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten - Logging Research Foundation, Redogörelse nr - Report No. 7. Stockholm

ELD, LARS-ERIK - PETTERSSON, BO - PETTERSSON, BÖRJE 1970. Stammetoden med manuell upparbetning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Handledning. Stockholm

HAAJA, REIJO 1971. Tutkimus 3 m kuitupuun ja karsittujen runkojen juonnosta puristuspankolla varustetulla runkojuontotraktorilla (A Study of the Haulage of 3-m Pulpwood and Tree Lengths by a Skidder with Bunk). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 8/1971. Helsinki

HAAJA, REIJO - KOSKINEN, ANTERO 1971. Runkojen ja kokonaisten puiden juonto juontopihdillä ja puristuspankolla (Skidding of Tree Lengths and Whole Trees by a Skidding Grapple and a Bunk). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 15/1971. Helsinki

KAHALA, MIKKO - RANTAPUU, KLAUS 1968. Tutkimus sahapuun kokoisten runkojen ja kokopuiden hakkuusta, juonnosta ja varastokäsittelystä. Summary: Study on Cutting, Skidding and Handling at the Landing of Sawlog-Sized Stems and Full Trees. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 276. Helsinki

RANTAPUU, KLAUS 1970. Tutkimus juontomenetelmän ja leimikkotekijöiden vaikutuksesta runkojuontoon. Summary: The Effect of the Skidding Method and Marked-Stand Factors on Tree-Length Skidding. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 297. Helsinki

SALMINEN, JAAKKO 1966. Vertailu puutavaran juonnosta juontopankolla varustetuilla maataloustraktoreilla ja Valmet-maastotraktorilla. Summary: Comparison of Skidding of Timber by Agricultural Tractor Equipped with a Skidding Bunk and Valmet Terrain Tractor. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 254. Helsinki

-"- 1967 a. Jatkotutkimuksia tukki- ja paperipuurunkojen laahusjuonnosta erilaisilla maastotraktoreilla. Summary: Continuation Studies of the Dragging Skidding of Saw Log and Pulpwood Stems by Various Terrain Tractors. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 264. Helsinki

-"- 1967 b. Vertailevia tutkimuksia sahapuurunkojen juonnosta Valmet Terra 465, Valmet Terra 865 ja Valmet Terra 1265 -maastotraktoreilla. Summary: Comparative Studies on the Skidding of Sawlog Stems by Valmet Terra 465, Valmet Terra 865, and Valmet Terra 1265 Terrain Tractors. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 270. Helsinki

-"- 1968. Esitutkimus juonnosta Jukka-pihdillä (A Preliminary Study on Skidding with a Jukka Skidding Grapple). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 17/1968. Helsinki

SALMINEN, JAAKKO - SÄTERI, LASSE 1970. Vertaileva tutkimus runkojuonnosta tyvet ja latvat edellä Michigan Ranger 666 Clark -metsätraktorilla. Summary: Comparative Study on the Skidding of Tree Lengths with Butt and Top Ends Foremost by a Michigan Ranger 666 Clark Skidder. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 291. Helsinki

VÄISÄNEN, UNTO 1969. Konekustannusten laskennan opas. Metsätehon oppaita. Helsinki

ÖRN, JOUKO 1967. Tutkimuksia runkojuonnosta. Metsähallinnon hankintateknillinen toimisto, Tutkimusselostus n:o 76. Hirvas

Skidding by Forest and Farm Tractor

By Mikko Kahala

SUMMARY

The study examines the effects of conditions and stand factors on skidding by skidders and farm tractors with skidding equipment. For skidders, the skidding of full trees and tree lengths by the cable method and the skidding of tree lengths by the grapple method were studied. For farm tractors the skidding of tree lengths and bucked logs was studied. No comparison is made between individual tractor makes and types.

The investigation material was collected in 1971 from the work sites of Metsäteho's member firms in South Finland. Twenty tractors were studied and the investigation material totalled 2,520 solid cu.m.

The following results are reported.

Distribution of Working Time

- The share of productive working time in working time including all interruptions was 78.9 per cent for the skidder in cable skidding, 72.7 per cent for the skidder in grapple skidding, and 75.0 per cent in farm tractor skidding.

- Short interruptions of less than 15 minutes which are included in the so-called utilisation time came to 10.3 per cent of the utilisation time (= productive time + interruptions of under 15 minutes) for the skidder in cable skidding, and 24.0 and 17.9 per cent, respectively, for grapple and farm tractor skidding.

Load Size

- The load size is highly dependent on the stem (or tree) size for cable skidding by skidder.

- The load size in full-tree skidding is 40...50 per cent smaller than in tree-length when cable skidding by skidder (spruce).

- In grapple skidding from scattered formations the load size is small compared with cable skidding by skidder.

- The effect of stem size on load size is smaller for the farm tractor than the skidder.

- The haulage distance did not affect the load size in any of the skidding methods used.

Outputs, Skidding Costs and Factors Affecting Them

- In tree-length skidding the cable method achieves high skidding outputs with large tree-length skidding tractors of the type studied.

- In grapple skidding from scattered formations outputs are 0...50 per cent smaller than in cable skidding; the difference is smaller over short hauls and grows with the haulage distance. The difference in skidding costs is not quite as great owing to the lower costs of the grapple method.

- The output is 20...30 per cent smaller in cable skidding of (unlimbed) spruce full trees and costs are correspondingly higher than in skidding (limbed) tree lengths by skidder.

- Outputs are considerably smaller in farm tractor skidding than in skidder skidding. The outputs of the former are 25...50 per cent of those of the latter in the tree-length skidding method. The difference in skidding costs is somewhat smaller owing to the low costs per hour of the farm tractor.

- The use of a helper, a chokerman, in skidding by farm tractor raises output by 15...25 per cent depending on circumstances. The low absolute outputs, however, make the use of a chokerman uneconomic.

- The output of tree-length skidding by farm tractor is slightly higher than the skidding output for bucked sawlogs.

- There are no differences between the two tractor types in the skidding outputs for veneer birch stems and softwood stems.

- The output of veneer birch sawlogs skidding by farm tractor in the same conditions is generally greater than the softwood tree-length skidding output; this is due to the larger veneer birch logs.

- Stem size is the stand factor that affects the skidding output most significantly.

- The haulage distance also has an appreciable effect on the skidding output. The method is most suitable for short hauls.

- The effect of stand density on the skidding output is relatively small compared with the effect of stem size and haulage distance.

