

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian tutkimusosasto

3 /1979

ARVIO PIENPUUN KORJUUKETJUJEN KESKINÄISESTÄ
EDULLISUUDESTA

MARTTI SALAKARI

HELSINKI

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Helsinki

No

Viite

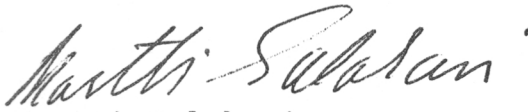
Asia

Korjauksia monisteeseen

"Arvio pienpuun korjuuketjujen keskinäisestä edullisuudesta"

Monisteeseen "Arvio pienpuun korjuuketjujen keskinäisestä edullisuudesta" (Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian osasto 3/1979) on jäänyt ajattelemattomuusvirhe. Korjauksen vaatimat muutokset ovat liitteenä. Sivun 14 taulukko muuttuu senverran, että se on kirjoitettu kokonaan uusiksi.

Helsinki 11.9.79



Martti Salakari

KORJAUKSET

Sivu 11, taulukko 5

- Haketuskustannus korjuuketjuilla 5.6.7 on 8.88 mk/t
- Kustannus mk/t yhteensä, korjuuketjuilla 5.6.7 on 48.02 mk/t

S i v u 12, k a p p a l e e n " H a k e t u s k e s -
k u s v a r a s t o l l a " v i i m e i n e n v i r k e
t u l i s i o l l a " o n k u s t a n n u s t e n / t o l e t e t t u m y ö s l a s k e v a n
n o u s s e e n t u o t o k s e n m u k a i s e s t i (k u s t a n n u s / h p y s y y s a m a n a) .

634 markkaa. Muutettaessa tätä kustannusta tuntikus-
tannukseksi on varasto- ja ajoaikoina/kuorma on käytetty
210,4 min (ks. luku 22, ketju 5, ajomatka 50 km).

Taulukkoon 4 on laskettu kuljetustuotos kun otetaan huomioon
sekä varastoilla kuluva työmaa-aika, että kuljetuksessa
kuluva aika molempiin suuntiin.

Jos kuljetuskaluston kustannukseksi katsotaan 180 mk/h
kaluston laadusta välittämättä on eri haketusketjujen
edullisuusjärjestys seuraavan asetelman mukainen (muttamatka
keskusvarastolle 50 km).

	Haketus- kustannus mk/t	Kaukokulje- tustuotos, 50 km t/h	Auton kustannus (180 mk/h) ja hake- tuskustan- nus yht. mk/t	Kustan- nus suhteel- lisena
1. <u>Palstahaketus</u> , kaukokuljeuts vaihtolavoin	52	7,1	77	<u>100</u>
2. <u>Välivarastohaketus</u> , kaukokuljetus vaihtolavoin	54	7,5	78	101
3. <u>Keskusvarastohaketus</u> , kokopuukuorma 18,6 t	48	4,6	88	114
4. <u>Keskusvarastohaketus</u> kokopuukuorma 16,6 t	48	4,2	91	118
5. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 68 i-m ³ /h, autot odottavat	54	4,7	92	119
6. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 68 i-m ³ /h, autojen jonotusaika poistettu	58	5,1	93	121
7. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 42 i-m ³ /h, autot odottavat	54	3,5	105	136
8. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 42 i-m ³ /h, autojen jonotusaika poistettu	58	3,9	104	135
9. <u>Keskusvarastohaketus</u> , kokopuukuorma 10,7 t	48	3,0	108	140

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1.	ARVION TARKOITUS JA SUORITUS	4
2.	KORJUUKETJUT JA AJANMENEKKI	4
	21. Korjuuketjut	4
	22. Työmaa-ajan jakauma ja ajantarve	5
3.	HAKKUREIDEN TUOTOS	9
4.	KAUKOKULJETUSTUOTOS	10
5.	HAKETUSKUSTANNUS	11
6.	KORJUUKETJUIEN EDULLISUUS	13
7.	TULOSTEN TARKASTELU	16
8.	LÄHDELUETTELO	18

1. ARVION TARKOITUS JA SUORITUS

Kokopuuna korjuun menetelmät ovat vielä suurimmaksi osaksi kokeiluasteella ja eri ketjujen keskinäistä edullisuutta on siksi vaikea määritellä. Toiminta ei ole vakiintunutta, eri työvaiheiden taksaperusteita on tehty hyvin vähän, osa kalustosta on prototyyppiasteella jne.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosasto tutki kesällä 1978 pienkokopuun kaukokuljetusta. Tästä, ja viimeisen vuoden sisällä ilmestyneistä eri tutkimuksista löytyy jo pohjaa menetelmävertailun tekemiseen.

Arvio ei sisällä "isännän linjan haketusta". Koska tiivistyskokeessa puulaji oli leppä koskee myös tämä selvitys lepän korjuuta. On kuitenkin todennäköistä, että korjuuketjujen suhteet säilyvät samoina eri puulajeilla.

2. KORJUUKETJUT JA AJANMENEKKI

21. Korjuuketjut

Vertailussa ovat mukana seuraavat korjuuketjut:

Työvaihe	Yksikkö	Korjuuketju								
		1a	1b	2a	2b	3	4	5	6	7
Siirtely-kaato		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pitkien puiden katkaisu		x	x	x	x	x	-	x	x	x
1) Lähikuljetus 300 m, kuorma koko	$i\text{-m}^3$	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	-	17,3	17,3	17,3
Haketus välivarastolla tuotos	$i\text{-m}^3/\text{h}$	42	68	42	68	20	-	-	-	-
Palstahaketus (300 m) tuotos	"	-	-	-	-	-	18	-	-	-

1) Teli-Lokkeri, kuormatila 1 m normaalia pitempi

Työvaihe	Yksikkö	Korjuuketju									
		1a	1b	2a	2b	3	4	5	6	7	
Haketus keskusvaras- tolla, tuotos	i-m ³ /h	-	-	-	-	-	-	68	68	68	
Kuljetus hakkeena	t	22,1	22,1	22,1	22,1	21,0	20,1-	-	-	-	
Kuorman koko											
Kuljetus kokopuuna	t	-	-	-	-	-	-	10,7	16,6	18,6	
Kuorman koko											

Korjuuketjujen 1a ja 2a sekä 1b ja 2b erilaisuus ei asetelmassa näy koska kyse on työmaa-ajan erilaisesta jakaumasta. Kauko-
kuljetuskuormien koot vaihtelevat seuraavista syistä:

- Kuorman tiiviys välivarastohaketuksessa 276 kg/i-m³ (KANNINEN ym. 1979) ja palstahaketuksen jälkeen 264 kg/i-m³ (KALAJA 1978) (puulaji, leppä).
- Korjuuketjuissa 1a - 2b on oletettu käytettävän täysperävaunuyhdistelmää, jonka tilavuus on yhteensä 80 i-m³.
- Korjuuketjussa 3 hakkurin voimanlähde on maataloustraktori, syöttö kourakuormaimella, yksikön koko on toisin sanoen "pienurakoitsija tasoa".
- Korjuuketjussa 3 ja 4 on käytetty täysperävaunuyhdistelmää, jonka tilavuus on 76 i-m³. Pienempi tilavuus johtuu siirtolavalaitteistosta.
- Korjuuketjussa 5 on kuljetettu normaalilla puutavara-autolla pienkokopuita (täysperävaunu).
- Korjuuketjuissa 6 ja 7 on kysymyksessä täysperävaunuyhdistelmä, johon on asennettu kokopuukuorman tiivistämiseen pystyvä laitteisto (SALAKARI 1979).
- Varsinkin harvennushakkuuketjuissa on suoritettava yleensä erillinen kasaus. Leipikoiden hakkuut ovat kuitenkin enimmäkseen avo- tai verhopuustohakkuuta ja tämä työvaihe jää pois.

22. Työmaa-ajan jakauma ja ajantarve

Taulukossa 1 on hakkureiden työmaa-ajan jakauma:

- Korjuuketjujen 1a ja 1b osalta jakauma on tutkimuksessa todettu (SALAKARI 1978).

Taulukko 1. Hakkureiden työmaa-ajan jakauma eri haketusketjuissa

Työvaihe	Suhteellinen jakauma				
	Ketjut				
	1a,b	2a,b	3	4	5,6,7
1. Haketus	47,4	35,0	61,7	61,7	77,8
2. Keskeytykset auton ollessa paikalla					
- erittelemättömät keskeytykset	-	-	15,8	15,8	9,5
- valmistelu, suunnit- telu, korjaukset, muu kesk. (syy hakkurissa)	9,5	9,5	-	-	-
- keskeytys (syy autossa)	4,2	4,2	-	-	-
- siirrot varastolla	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
3. Autoa odottaessa tehdyt työt	5,4	5,4	-	-	-
4. Auton odotus	10,1	22,5	-	-	-
5. Olosuhteista aiheutu- nut keskeytys	21,4	21,4	21,4	21,4	5,4
- siirrot kasalta toiselle, työmaan vaihto, työnjohto, liikenne					

Korjuuketjujen 2a ja 2b jakaumassa on oletettu autojen jonotuksen poistamisen laskevan varsinaisen haketusajan 35 %:iin työmaa-ajasta ja hakkurin odotusajan lisääntyvän vastaavasti. Koska kyseisestä järjestelystä ei ole tutkimustuloksia on kyseessä puhdas arvio.

- Ketjuissa 3 ja 4 (välivarastohaketus vaihtolavaan ja palstahaketus) on jakauman perusta sama kuin ketjuissa 1., autojen odotus jää kuitenkin hakkurilta pois ja tämä aika voidaan käyttää haketukseen.

- Ketjuissa 5, 6, ja 7 (keskusvarastohaketus) on olosuhteet oletettu sikäli paremmiksi, että niistä aiheutuneita keskeytyksiä on vain 1/4 metsävaraston vastaavista. Autojen odotus jää myös pois. Säästyneet ajat käytetään haketukseen.

Hakkurin tuotoksen ei ole katsottu vaikuttavan työmaa-ajan jakaumaan. Tätä tukee kanadalaisten tutkimus suomalaisesta välivarastohaketusmenetelmää vastaavasta haketustyömaasta (FOLKEMA 1977). Kyseisellä työmaalla hakkurin tehotuntituotos oli 31 t/h ja varsinaisen haketuksen osuus työmaa-ajasta 48 % eli käytännössä sama kuin Suomessa saatu tulos (47 %) hakkurin tuottaessa vain 12 t/h.

Taulukko 2. Autojen työmaa-ajan jakauma välivarastolla (autot ilman siirtolavalaitteita)

	Jakauma %	
	Ketjut	
	1a	b
Kuoro- ja maalaus	49,2	57,7
Keskeytykset, hakkurin häiriö tai siirto, työnjohto, liikenne, varastolla siirto.	32,5	38,2
Jonotus	14,8	-
Valmistelu	3,5	4,1

Haketustyömailla, joilla auto odottaa kunnes kuorma on täysi, on auton ajantarve täysin riippuvainen aikataulun onnistumisesta ja hakkurin tuotoksesta. Tälläisillä työmailla muodostuu työmaa-ajan jakauma taulukon 2 mukaiseksi:

- Ketjujen la ja b jakauma perustuu aiemmin mainittuun tutkimukseen (SALAKARI 1978)
- Ketjujen 2a ja b jakauma on saatu olettaen jonotusaika poistetuksi

Korjuuketjuissa 3 - 7 riippuu ajantarve vain autosta itsestään. Kuormauksen sekä purun aikana/kuorma, keskeytyksineen, on käytetty seuraavan asetelman mukaisia aikoja:

Korjuuketju	Yhteensä min/kuorma
3 ja 4	43,2
5	85,0
6	112,8
7	118,0

Asetelman luvut perustuvat kokopuukuorman tiivistämistä koskevaan tutkimukseen (SALAKARI 1979), puutavara-autoja koskeviin tutkimuksiin (HAAJA 1971, SAVOLAINEN 1977) ja vaihtolavalaitteiden valmistajan edustajan ilmoitukseen (JALONEN 1979), johon kuitenkin on lisätty 5 min/kuorma metsävaraston hankaluusvaraa.

Kuljetustuloksen kokonaisarviossa on käytetty seuraavia ajoaikoja/kuorma (SAVOLAINEN 1973).

Matka keskusvarastolle	min/kuorma (keskeytykset 6,8 %)
30 km	78,3
50 km	125,4
70 km	173,5

Ajoaika sisältää myös paluumatkan.

3. HAKKUREIDEN TUOTOS

Taulukko 3. Hakkureiden tuotos työmaatunnissa ja täysperävaunukuormien määrä päivässä (8 h)

Haketusketju	t/työmaatunti	1) kuormia kpl
1a	5,5	2,0
1b	8,9	3,2
2a	4,0	1,5
2b	6,6	2,4
3	3,4	1,3
4	3,2	1,3
2) 6a - 8a	9,0	3,3
6b - 8b	14,6	5,3

1) Kuormien koko: siirtolavat yhteensä 76 i-m³
 - muut " 80 "
 Kuorman paino: välivarastohaketus 276 kg/i-m³
 - palstahaketus 264 "

2) Korjuuketjut: 6a-8a hakkurin tuotos 42 i-m³/h
 - 6b-8b " " 68 "

Taulukon 3 laskentaperusteet löytyvät kappaleesta 2. Keskusvarastohaketus perustuvien ketjujen kohdalla on taulukkoon laskettu myös hakkeina tuotettujen autokuormien määrä. Kesällä 1978 tehdyssä kokeessa (SALAKARI 1979) oli tiivistetyn kokopuupinokuution suhde siitä tehtyyn hakkeeseen n. 1.4. Tämän mukaan keskusvarastolla toimiva hakkuri

tarvitsee päivässä 4,8 kokopuukuormaa, jos haketustuotos on $42 \text{ m}^3/\text{h}$ ja 7,7 kuormaa, jos tuotos on 68. Molemmissa tapauksissa on kuorman keskikoko oletettu 77 m^3 :ksi.

4. KAUKOKULJETUSTUOTOS

Taulukko 4. Kuljetustuotos

Haketus- ketju	Kuormaus- ja purku t/työmaa- tunti	Kokonaistuotos tunnissa matka keskusvarastolle, km			Kuorma t
		30	50 t/h	70	
1a	5,3	4,0	3,5	3,1	22,1
1b	8,6	5,7	4,7	4,0	22,1
2a	6,2	4,5	3,9	3,4	22,1
2b	10,0	6,3	5,1	4,3	22,1
3	29,1	10,4	7,5	5,8	21,0
4	27,9	9,9	7,1	5,6	20,1
5	7,5	3,9	3,0	2,5	10,7
6	8,8	5,2	4,2	3,5	16,6
7	9,5	5,7	4,6	3,8	18,6

Taulukossa 4 on kuormauksen ja purkamisen tuotos sekä kokonais-
kuljetustuotos. Laskentaperusteet löytyvät kappaleesta 2.

5. HAKETUSKUSTANNUS

Taulukko 5. Kokopuun korjuun kustannus ilman kantohintaa ja kaukokuljetusta

Työvaihe	Kustannukset mk/t				
	Korjuuketju				
	1a,b	2a,b	3	4	5,6,7
Siirtely-kaato, moottorisahalla	16,61	16,61	16,61	16,61	16,61
Pitkien puiden katkaisu	3,89	3,89	3,89	-	3,89
Lähikuljetus (300 m)	15,64	15,64	15,64	-	15,64
Haketus	14,57	18,38	14,57	-	5,25
Haketus (300 m)	-	-	-	34,50	-
Varastokustannukset	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00
Yhteensä mk/t	53,71	57,52	53,71	52,11	44,39

Taulukkoon 5 on laskettu haketuksen kustannukset seuraavin perustein:

Yleiset perusteet. Luvuissa, joissa on tarvittu tuotosta, on käytetty pohjana yksikköä $i\text{-m}^3/\text{h}$, joka on muutettu painoyksikkötuotokseksi käyttämällä hakkeen painona välivarasto- ja keskusvarastohaketuksessa $276 \text{ kg}/i\text{-m}^3$ (KANNINEN ym. 1979) ja palstahaketuksessa $264 \text{ kg}/i\text{-m}^3$ (KALAJA 1978).

Siirtely-kaato ja pitkien puiden katkaisu. Kustannus on kaikissa kolmessa lainattu suoraan KALAJAN palstahaketusta koskevasta tutkimuksesta (KALAJA 1978).

Lähikuljetus. Perustana käytetty 3-m lehtikuitupuun kuljetustaksaa ilman lisiä (thlk. 2, 300 m, 10,06 mk/m³) ja keskimääräisenä kuormankokona 7,4 m³ (KAHALA 1974), jolloin kuorman kuljetustaksa on 74,44 markkaa.

Kesällä 1978 tehdyssä julkaisemattomassa tutkimuksessa oli järeän metsätraktorin leppäkokopuukuorma keskimäärin 17,25 i-m³. Kuorma on suurempi kuin kuitupuukuorma, mutta kuormatilaa oli jatkettu n. 1 m.

Jos oletetaan, että kokopuukuormasta on saatava kustannusten peittämiseksi sama korvaus kuin kuitupuun ajosta on taksa 15,64 mk/t. Leppä painaa keskimäärin 522 kg/m³ (kosteus 45 %) (HAKKILA 1978) ja tässä tapauksessa kokopuun kuljetus oli 0,28 mk/t halvempaa kuin pinotavaran.

Kustannusten samantasoisuus johtuu yksinomaan pitkästä kuormatilasta, normaalilla kuormatilalla varustettu traktori tuo kuitupuun metsästä halvemmalla kuin kokopuun.

Haketus välivarastolla. Pohjana on käytetty TUOMOLAN laatimaa Trelan D-60:n taksaa (TUOMOLA 1977). Perustaksaa (koivu) 4,06 mk/i-m³ on ensin korjattu ylöspäin 7,6 %, jolla määrällä on 2-m kuitupuun lähikuljetuksen perustaksa noussut vuodesta 1977. Työvaikeustekijät vähentävät näin saatua taksaa 8 % ($D_k = 12$ cm, h yli 5,5 m, jne.) ja painotaksaksi muutettuna lopputulos on 14,57 mk/t. Taksa on oletettu samaksi¹⁾ vaikka hakkureitten tuotos ja koko muuttuukin.

Haketus keskusvarastolla. Haketuskustannuksen laskentaperusteet ovat samat kuin välivarastohaketuksessa, mutta koska olosuhteiden parantumisen vuoksi tuotos työmaatunnissa on 64 % parempi, on kustannuksen/t oletettu myös laskevan tällä prosenttimäärällä.

1) Korjuuketjuissa 2a ja b on kuitenkin hakkurin työmaatuntituotos 26 % alhaisempi kuin ketjuissa la ja b (ks. taulukko 1), minkä vuoksi taksaa/t on nostettu mainitulla prosentilla.

Haketus palstalla. Kustannus koostuu kahdesta osasta. Haketukselle on oletettu sama taksa ($\text{mk}/\text{i-m}^3$) kuin muillekin hakkureille eli 15,23 mk/t (hakkeen irtopaino palstahakkuun jälkeen on $264 \text{ kg}/\text{i-m}^3$) ja hakkeen metsäkuljetukselle sama kuin kuitupuun lähikuljetukselle eli 10,06 mk/522 kg (19,27 mk/t).

Varastokustannus. Arvio (KALAJA 1978).

Siirtokustannukset. Siirtokustannuksia ei ole otettu laskelmiin.

Yleiskustannukset. Yleiskustannuksia ei ole otettu huomioon.

6. KORJUUKETJUN EDULLISUUS

Pelkkien puun korjuu- ja haketuskuukustannusten perusteella on kokopuun korjuuketjun edullisuusjärjestys seuraava:

1. Haketus keskusvarastolla
2. Haketus palstalla
3. Haketus välivarastolla hakeauton odottaessa ja haketus välivarastolla vaihtolavalle
4. Haketus välivarastolla, autojen jonotusajat poistettu.

Eri haketusketjun edullisuuteen on eniten vaikuttanut erot työmaa-ajan jakaantumisessa. (Ks. luku 2, s. 4).

Haketusketjun lopullinen edullisuus määräytyy kuitenkin vasta perillä tehtaan varastossa (hakkeena) ja kaukokuljetus on tässä mielessä ratkaiseva tekijä. Sen kustannuksista on kuitenkin hyvin vähän tietoja koska yhtenäisiä sovittuja taksoja ei juuri ole. Tässä arviossa on auton tuntikustannuksena käytetty 180 mk/h, joka on saatu olettaen 3-m, puolikuiva mäntykuitupuukuorma keskimääräiseksi kuormaksi, jonka taksa vastaa auton tuntikustannusta. Perustaksa on tällöin, ilman lisiä, $12,68 \text{ mk}/\text{m}^3$ 50 km:n matkalla, kuormauspaikkaluokassa II. Jos täysperävaunuyhdistelmän kuorma on 50 m^3 on sen kustannus

634 markkaa. Muutettaessa tätä kustannusta tuntikus-
tannukseksi on varasto- ja ajoaikoina/kuorma on käytetty
210,4 min (ks. luku 22, ketju 5, ajomatka 50 km).

Taulukkoon 4 on laskettu kuljetustuotos kun otetaan huomioon
sekä varastoilla kuluva työmaa-aika, että kuljetuksessa
kuluva aika molempiin suuntiin.

Jos kuljetuskaluston kustannukseksi katsotaan 180 mk/h
kaluston laadusta välittämättä on eri haketusketjujen
edullisuusjärjestys seuraavan asetelman mukainen (mutta matka
keskusvarastolle 50 km).

	Haketus- kustannus, mk/t	Kaukokulje- tustuo- tos, 50 km t/h	Auton kustannus (180 mk/h) ja hake- tuskustan- nus yht. mk/t	Kustan- nus suhteel- lisena
1. <u>Palstahaketus</u> , kaukokuljetus vaihtolavoin	52	7,1	77	<u>100</u>
2. <u>Välivarastohaketus</u> , kauko- kuljetus vaihtolavoin	54	7,5	78	101
3. <u>Keskusvarastohaketus</u> , kokopuukuorma 18,6 t	44	4,6	84	109
4. <u>Keskusvarastohaketus</u> kokopuukuorma 16,6 t	44	4,2	87	113
5. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 68 i-m ³ /h, autot odottavat	54	4,7	92	119
6. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 68 i-m ³ /h, autojen jonotusaika poistettu	58	5,1	93	121
7. <u>Keskusvarastohaketus</u> , kokopuukuorma 10,7 t	44	3,0	104	135
8. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 42 i-m ³ /h, autojen jonotusaika poistettu.	58	3,9	104	135
9. <u>Välivarastohaketus</u> , hakkurin tuotos 42 i-m ³ /h, autot odottavat.	54	3,5	105	136

Vertailuasetelmassa ei ole otettu huomioon kaukokuljetuskaluston hintaeroja. Vaikutus kustannuksiin on todennäköisesti pieni, mutta kalustoerojen perusteella:

- vaihtolavojen käyttöön perustuvan kaukokuljetuskaluston investointikustannus on suurin
- kokopuukuorman tiivistämiseen pystyvä puutavara-auto on toiseksi kallein
- normaalipuutavara-auto selvinnee kolmanneksi
- hakkeen kuljetukseen varustettu auto on halvin.

Edellä mainituista rajoituksista huolimatta näyttää vaintolavoihin perustuva palsta- tai välivarastohaketusketju olevan kiistattomasti edullisin.

Vaihtolavojen käyttöä välivarastolla on kuitenkin kokeiltu ja niiden käyttö on todettu erittäin hankalaksi. Varastotilat jäävät yleensä liian pieniksi ja hakkurin tuotos kärsii vaihtolavojen jatkuvasta siirtelystä.

Jos vaihtolavoja aiotaan käyttää välivarastolla näyttää onnistumisen edellytys olevan, että hakkurin tuotos on pienempi kuin $42 \text{ i-m}^3/\text{ha}$ eli kysymykseen tulevat lähinnä pienurakoitsijalinjan hakurit, joiden tuotos on keskimäärin n. $20 \text{ i-m}^3/\text{h}$.

Keskusvarastohaketukseen sisältyy eräitä etuja, joita ei laskelmassa ole huomioitu:

- haketustyömaan siirtokustannukset jäävät pois
- kuljettajan päivärahat ja matkakustannukset jäävät pois; sama koskee haketustyömaata valvovan työnjohdon matkustus ym. kustannuksia
- keskusvarastohaketuksen ja kokopuun kaukokuljetuksen organisointi ja valvonta on ilmeisesti helpompaa kuin välivarastohaketusketjun. Sen lisäksi, että hakkurin tehoajan osuus kasvaa, myös huoltoon ja korjauksiin kuluva aika vähenee samalla kun näiden toimenpiteiden hoito helpottuu.

7. TULOSTEN TARKASTELU

Tämän arviolaskelman perusteella näyttää raaka-aineen kuljetus välivarastolta keskusvarastolle ratkaisevan eri pienkokopuun korjuuketjujen keskinäisen edullisuuden.

Laskelmissa ei kuitenkaan ole voitu huomioida kaikkia kustannustekijöitä (esim. siirrot), myös auton odotuskustannus on ilmeisesti alhaisempi kuin käytetty tuntikustannus, joten lopullisia kustannuslukuja vertailtaessa on näiden tekijöiden vaikutus arvioitava erikseen.

Varsinaisen kuormausajan osuutena varastoaajasta on laskelmissa käytetty 49,2 %. Luku on kuitenkin saatu suhteellisen suppeasta kokeesta (SALAKARI 1978) ja voi olla liian alhainen.

Välivarastohaketusketjuissa la ja lb autoilla oli jonotusaikaa. Hakkureiden tuotokset olivat 11,6 ja 18,8 t tehotunnissa (leppää). Jos varsinaisen haketuksen ja puunkorjuun kustannuksiin sekä auton ajonopeuteen ei voida vaikuttaa ja kokonaiskustannus olisi saatava samalle tasolle kuin palstahaketusketjussa pitäisi kaukokuljetuksen tuotoksen 50 km:n ajomatkalla nousta 7,8 t/h:ssa. Saavuttaakseen tämän tuotoksen ei täysperävaunuauto saisi viipyä metsävarastolla kuin 36 minuuttia. Auton kuormaus ilman keskeytyksiä vie kuitenkin aikaa 1,9 h jos hakkurin tuotos on 11,6 t tehotunnissa ja 1,2 h jos hakkurin tuotos on 18,8 t tehotunnissa.

Kuten edellä mainittiin ei auton odotuskustannusta - joka on tavallista alhaisempi kuin ajon tuntikustannus - ole otettu laskelmissa huomioon. Jos kuitenkin auton tuntikustannus välivarastohaketuksessa alhaisemman odotuskorvauksen vuoksi putoaa 180 mk/h:sta keskimäärin 40 mk, kasvaa edellämainittu varastoaikaminimi 36 minuutista 1,4 tunniksi, mikä hakeauton välivarastoaikana on jo täysin mahdollinen. Myös korjuuketjun kannattavuus on tällöin samaa tasoa palstahaketusketjun kanssa.

Tulosten mukaan välivarastohakkurin tehotuntituotoksen tulisi olla melko suuri ennenkuin kustannus alkaa olla samaa tasoa kuin muissa menetelmissä. Käytännössä tulos ei tietenkään ole näin yksiselitteinen. Onhan mm. näiden ketjujen päivätuotos suurempi kuin muiden metsähaketusketjujen. Edelleen olosuhteiden vaikutus voi olla huomattava, esim. tiestön laatu, leimikkokoko jne. voivat muuttaa kustannuslukujen järjestystä, samoin työmaan nykyisestä poikkeava järjestely (esim. ylimääräinen perävaunu kahta tai kolmea autoa kohden).

Palstahakkuriin ja vaihtolavakuljetukseen perustuva sekä maataloustraktoriin ja n. 20 i-m³/tehotunnissa tuottavaan hakkuriin perustuva haketusketju, jossa myös käytetään vaihtolavakuljetusta, osoittautuivat edullisimmiksi korjuuketjuiksi. Molempien tuotos on sama, mutta palstahaketusketjun kokoaminen vaatii huomattavasti suuremman lähtöpääoman kuin "pienurakoitsijatason" välivarastohaketusketju.

Keskusvarastolla tapahtuva haketus näyttää olevan suhteellisen elinkelpoinen menetelmä, tämän selvityksen mukaan jopa edullisempi kuin 40 - 65 i-m³/tehotunnissa tuottavaan hakkuriin perustuva välivarastohaketusketju.

Keskusvarasto- ja välivarastohaketusta on aiemmin tutkinut ainakin HEISKANEN (1963). Hakkuri oli Karhula 312 ja tutkittu korjuuketju vastasi tämän selvityksen haketusketjua 3. Hakkuria syötettiin käsin ja hakettava puu oli koivurankaa ja 2-m koivupölliä. Tulosten mukaan "kaikkien puutavaralajien lastutus tulee lämpökeskuksella aina halvemmaksi kuin varastolla", koska tutkimuksessa ei ollut mukana kokopuuta tulos ei koske sitä. Kustannuserojen syyt näyttävät kuitenkin olevan edelleen samat tänään kuin vuonna 1963. Varsinaisen lastutusajan osuus työmaa-ajasta oli tutkimuksen mukaan lämpökeskuksella 65 - 75 %, mutta välivarastolla vain 49 - 58 %. Myös auton odotusaika varastolla todettiin pitkäksi.

16. LÄHDELUETTELO

- FOLKEMA, M.P. 1977. Whole-Tree chipping with the Morbark Model 22 Chiparvestor. FERIC, Technical Note No. TN-16.
- HAAJA, R. 1971. Tutkimus silmävaraisesti katkotun kuitupuun autoonkuormauksesta ja autokuorman koosta. Metsätehon Tiedotus 303.
- HAKKILA, P., HEISKANEN, V. 1978. Puu teollisuuden raaka-aineena. Tapion Taskukirja 18 p.
- HANSEN, R. 1975. Lastbiltransport och komprimering av träddelar. Skogsarbeten ekonomi, nr. 15.
- HEISKANEN, V. 1963. Eri koivupolttopuulajien laskutus Karhula 312 siirrettävällä hakkurilla kaukokuljetus varastolla ja lämpökeskuksella. Pienpuualan Toimikunta, julkaisu 150.
- JALONEN, R. 1979. Suullinen lausunto.
- JUKKOLA, S., SAVOLAINEN, R. 1973. Puutavaran autoonkuormaus ja puutavara-autojen ajonopeus. Metsätehon Tiedotus 323.
- KAHALA, M. 1974. Erikokoisten kuormatraktoreiden tuotostaso. Metsätehon Tiedotus 334.
- KALAJA, H. 1978. Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla. Folia For. 374.
- KANNINEN, K., VALONEN, P. & UUSVAARA, O. 1979. Kokopuuraaka-aineen mittaus. Käsikirjoitus.
- PELTOLA, H. 1976. Kokopuuraaka-aineen autokuljetus. Metsätehon Tiedotus 340.
- SALAKARI, M. 1978. Hakkurin ja hakeautojen työmaa-ajon jakaantuminen välivarastolla. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste 1/1978.
- _____ 1976. TT-varastohakkuri 1500 T. Metsä ja Puu 8/1976, ss. 26-27.
- _____ , KALAJA, H. & SALO, E. 1979. Pienkokopuun kanto- kuljetus kuormaa tiivistävän prototyypilaitteiston kokeilu. Käsikirjoitus.

SAVOLAINEN, R. 1977. Tukin ja kuitupuun autoonkuormauksen tuotossuhteet. Metsätehon Katsaus 2/1977.

TUOMOLA, T. 1977. Trelan D-60 kokopuuhakkurin tuotos ja kustannukset välivarastohaketuksessa. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos tiedonantoja n:o 34.

