

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Metsäteknologian tutkimusosasto

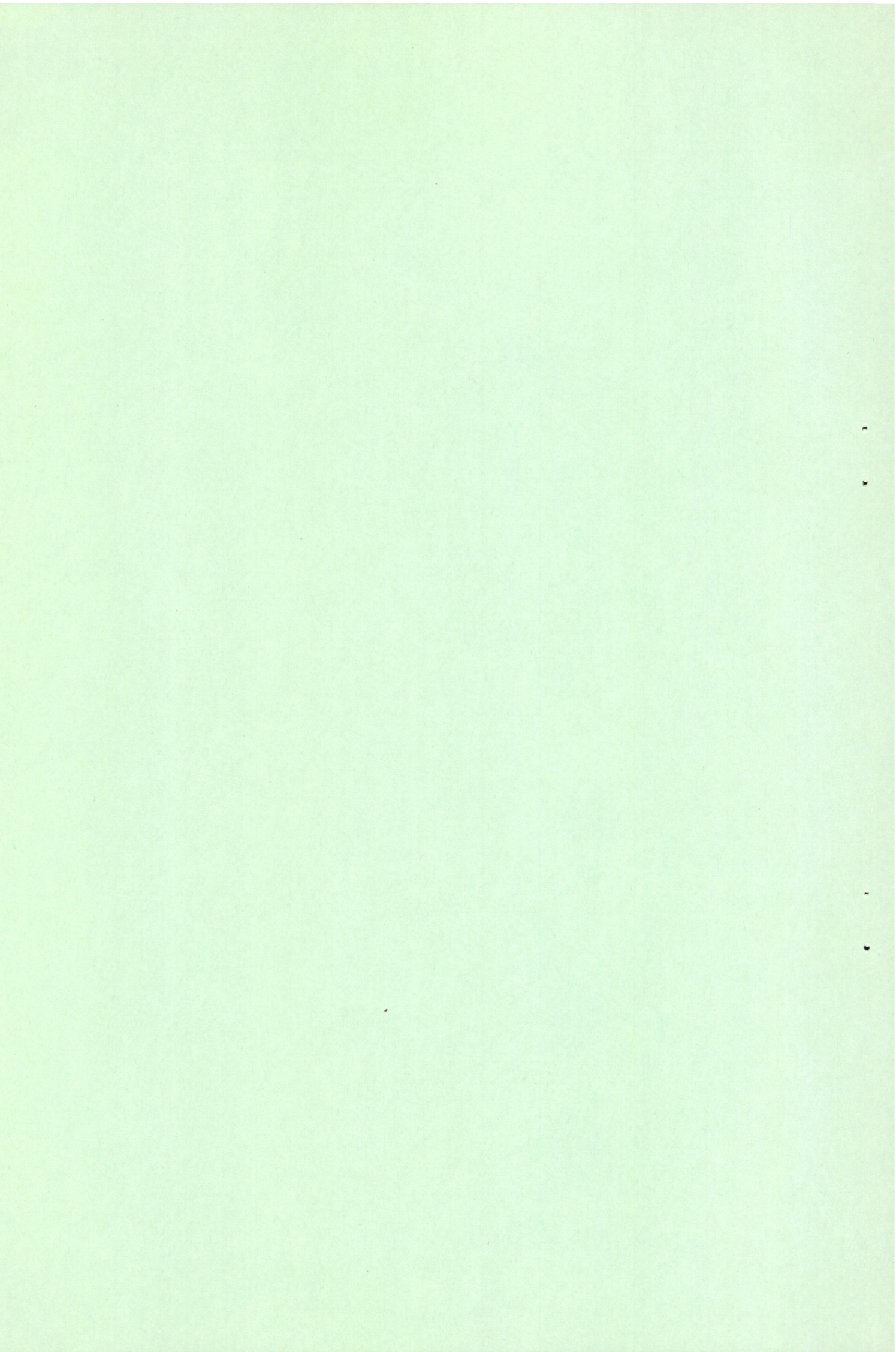
16/1976

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian osasto

KOKOPUUN HAKETUS AST-HAKKURILLA

Hannu Kalaja Martti Salakari

Helsinki 1976



SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

TUTKIMUKSEN TARKOITUS	1
TUTKIMUKSEN SUORITUS	1
AST- HAKKURI	2
VERKKOSÄKIT	3
KOELOSUHTEET	3
KORJUUKETJUT	5
HAKETUS VÄLIVARASTOLLA PERÄKÄRRYYN	6
HAKETUS VÄLIVARASTOLLA VERKKOSÄKKEIHIN	9
KORJUUKETJUJEN KUSTANNUKSET	11
VERTAILU MUIHIN MENETELMIIN	14
HAKKEEN LAATU	15
VERKKOSÄKKIEN KAUKOKULJETUS	15
VERKKOSÄKKIEN JATKOKEHITTELY	16
KIRJALLISUUSLUETTELO	18

KOKOPUUN HAKETUS AST- HAKKURILLA

TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastolla on yhteistyössä metsä- ja konepajateollisuuden kanssa jo usean vuoden ajan tutkittu ja kehitelty kokopuuhakkureita. Tähän asti tutkimukset ovat kohdistuneet voittopuolisesti keskiraskaisiin ja järeisiin palsta- ja välivarastohakkureihin.

Ns. isännän linjan hakkurin tutkiminen aloitettiin vuonna 1975 SITRAN lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektin ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä. Tavoitteena on ollut selvittää AST- pienpuuhakkurin tuotos ja haketuskuusannukset sekä hakkurin edelleen kehittämismahdollisuudet eri korjuuketjuvaihtoehtoja käytettäessä.

AST- hakkurin ensimmäinen, karsituille rangoille tarkoitettu prototyyppi valmistui jo vuonna 1956. Polttihakkeen käytön tyrehdyttyä valmistus lopetettiin, mutta energiakriisin jälkeen hakkuri tuli uudelleen markkinoille vuonna 1974. Tämän jälkeen laitetta on valmistettu liki 700 kpl.

Tutkimuksen eräänä osana oli verkkosäkkikokeilu, jonka taustana ovat maatilametsien hankintahaketuksen ja yleensä pienten hake-erien käsittelyyn liittyvät välivarastoinnin ja kaukokuljetuksen ongelmat.

TUTKIMUKSEN SUORITUS

Tutkimus suoritettiin Oy W Rosenlew Ab:n ja SITRAN lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektin yhteistyönä Metsä-Nevalan tilalla Virroilla heinäkuussa 1976. Oy W Rosenlew Ab vastasi työmaan järjestelystä ja SITRAN projekti Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osaston kautta varsinaisen tutkimuksen suorittamisesta.

Kokeeseen ovat osallistuneet metsäteknikot KAUKO PAPUNEN, KAUKO LAAJA ja VOITTO LAITANEN Oy W Rosenlew Ab:stä, markkinointipäällikkö OLE TÖRNQVIST ja tarkastamon esimies VEIKKO RANTALA Alavuden Tehtaat Oy:stä, johtaja BJÖRN LINDEMAN ja insinööri KRISTIAN OHLS Oy Aino Lindeman Ab:n Vaasan verkkotehtaalta sekä PEKKA MÄKELÄ ja ERKKI KIVELÄ varsinaisen haketustyön tekijöinä. Alavuden Tehtaat Oy antoi tutkimuksen käyttöön hakkurin ja Oy Aino Lindeman Ab:n Vaasan verkkotehdas verkkosäkit. Kaikille edellä mainituille esitämme kiitoksemme.

Tutkimuskohteina olivat seuraavat haketusketjut:

1. Mänty. Haketus välivarastolla peräkärriin.
2. Mänty. Haketus välivarastolla verkkosäkkeihin.
3. Lehtipuu. Haketus välivarastolla peräkärriin.

AST- HAKKURI

AST- hakkuria (kuva 1) valmistaa Alavuden Tehdas Oy. Laitteen vähittäismyyntihinta oli kesällä 1976 4 650 mk. Laitetta voidaan käyttää pienpuun palsta- ja välivarastohaketuksessa.

Hakkuri kiinnitetään maataloustraktorin 3- pistekiinnitykseen. Sen pieni koko mahdollistaa useimpien peräkärriyppien kytke-
misen vetotraktoriin normaaliin tapaan, joten hakkuri ei vaikuta oleellisesti yksikön maasto-ominaisuuksiin. Hake voidaan puhaltaa suoraan peräkärriille. Vaakatasossa, etenemissuuntaan nähden vasemmalta tapahtuva syöttö voidaan suorittaa joko käsin tai traktorin kourakuormaimella.

Valmistajan ilmoittamat AST- hakkurin tärkeimmät tekniset tiedot ovat seuraavat:

- voiman tarve voimanottoakselissa	30-100 hv (24- 78 kw)
- laikan halkaisija	630 mm
- terien lukumäärä	3 kpl
- hakkurin kierrosluku	n. 2 000 r/min
- hakkeen pituus säädettävissä	5- 35 mm

- enimmäissyöttönopeus 140 m/min
- pyöreän puun enimmäisläpimitta 150 mm
- hakkeen puhallusmatka vaakatasossa 0-13 m
- kokonaispaino 330 kg
- koneen mitat:
 - suurin leveys 1 230 mm
 - suurin pituus 755 mm
 - suurin korkeus haketorvi kiinnitettynä 2 375 mm
 - suurin korkeus haketorvi irrallaan 790 mm
- voimansiirto hakkuriin suoraan voimanottoakselista
- syöttö: terät vetävät puun hakkuriin ilman syöttö-
laitteitten apua
- lisälaitteet: hakkuri on varustettu hiomalaikalla,
jolla terät voidaan kunnostaa maas-
tossakin

VERKKOSÄKIT

Verkkosäkit (kuva 2) suunniteltiin nimenomaan AST- hakkurin pohjalle rakentuvaan isännän linjan haketusketjuun soveltuviksi. Ne on valmistettu nailonlangasta kudotusta solmuverkosta, jossa langan vetolujuus on 80 kg. Säkin silmäkoko on 25 mm. Silmän muoto selviää kuvasta 2. Säkkien tilavuus on 1,5 - 2,0 m³. Verkkosäkki on vahvistettu reunoilta nailonköysillä, ja sen sivussa ja toisessa päässä on nostosakkeli. Suuaukko suljetaan säkin reunaan kiinnitetyllä kuristusköydellä. Säkin paino tyhjänä on 5,5 - 6,0 kg ja pituus 210 cm. Säkki on koottu siten, että käytettäessä venyminen ja muodonmuutokset jäävät vähäisiksi.

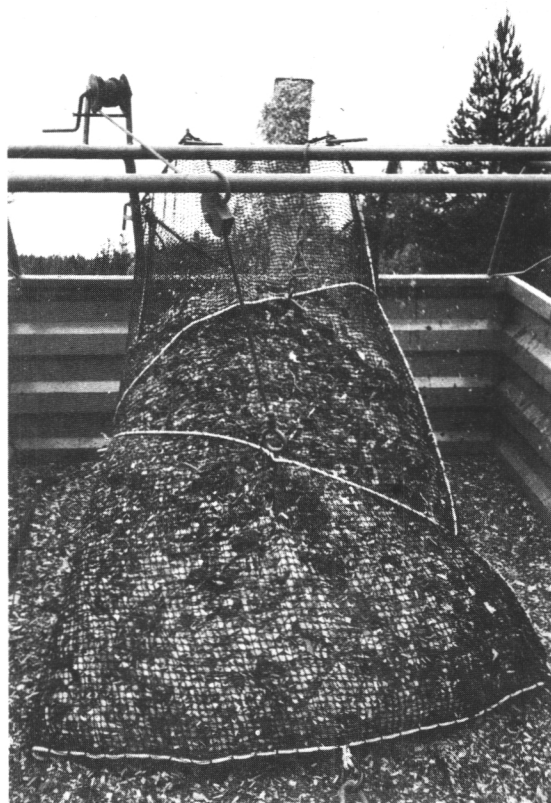
KOELOSUHTEET

Taulukko 1. Puustotiedot

	Mänty	Lehtipuu
D _{1.3} , cm	5,5	3,6
rungon keskikoko runkopuuta, l	7,0	2,6
rungon keskikoko kokopuuta, l	12,4	3,9
oksaprosentti runkopuuhun verrattuna	43,2	32,7



Kuva 1. AST-pienpuuhakkuri



Kuva 2. Hakesäkki tukitelineessään

Taulukko 2. Haketettujen puiden rinnankorkeusläpimitan suhteellinen jakautuma

D _{1.3} , cm	Mänty	Lehtipuu
2 - 4	37,9	77,7
4 - 6	30,9	17,0
6 - 8	19,1	3,9
8 - 10	8,1	1,1
10 - 12	2,9	0,3
12 - 14	0,6	-
14 +	0,5	-

KORJUUKETJUT

Kaato tapahtui haketusta edeltäneellä viikolla. Koivukoealalla hakkumies kasasi puut metsäautotien varteen molemmille puolille. Mäntyalueella kuormatraktori ajoi puut välivarastolle.

Korjuuketjuvaihtoehdot olivat seuraavat.

1. Haketus tapahtui välivarastolla suoraan traktorin peräkärriin, josta kuorma kipattiin välivarastolla muovipeitteen päälle. Puiden syöttö tapahtui käsin. Työ oli melko raskasta, koska välivarastokasassa latvukset olivat osittain toistensa lomassa. Tästä syystä kaksi miestä vuorotteli syöttäjinä.

2. Verkkosäkkiin haketus (kuva 4) tapahtui muutoin samalla tavalla kuin peräkärriinkin haketettaessa, mutta hake ohjattiin peräkärriin reunojen päälle rakennetun telineen varassa olevaan säkkiin. Säkin täytyttyä piti kerran säkkiä kohden nostaa peräkärriin kippi ylös, jolloin hake pääsi tiivistymään. Säkin täytyttyä suuaukko suljettiin. Täysi säkki siirrettiin kippaamalla lavan takaosaan.

Lavalle mahtui vaikeuksitta kolme täyttä säkkiä, jotka purettiin välivarastolle kippaamalla. Säkkikuorman purku onnistui myös käytettäessä köyttä, joka kiinnitettiin toisesta päästä kuormassa olevaan säkkiin ja toisesta jo maas-

sa oleviin. Traktoria siirrettäessä köysi veti hakesäkin alas.

3. Lehtipuiden haketus (kuva 3) tapahtui suoraan metsäautotien varresta. Syöttö oli helpompaa, kun puut olivat pienissä kasoissa, jolloin ne eivät olleet toisissaan oksista kiinni. Osa puista oli tietä reunustavan ojan takana, mikä hidastutti syöttöä. Hakekuormat kipattiin välivarastolla muovipeitteen päälle.

HAKETUS VÄLIVARASTOLLA PERÄKÄRRYYN

Taulukko 3. Ajan menekki ja työ tuotos välivarastohaketuksessa

Työvaihe	Mänty		Lehtipuu	
	Cmin/i-m ³	%	Cmin/i-m ³	%
siirtyminen työmaalle (100m)	21	3.5	21	2.6
haketus	490	81.5	688	86.1
siirtyminen kippaukseen (100m)	4	0.7	4	0.5
kuorman purkaminen (sis. valm.)	86	14.3	86	10.8
tehoaika yhteensä	601	100.0	799	100.0
keskeytykset 10 %	60		80	
YHTEENSÄ	661		879	
tuotos i-m ³ /h	9.1		6.8	
tuotos i-m ³ /h (pelkkä haketus)	12.3		8.7	



Kuva 3. Lehtikokopuun haketusta peräkärriin.



Kuva 4. Mäntykokopuun haketusta hakesäkkiin.

Taulukko 4. Hakkurin kuljettajan työajan jakaantuma välivarastohaketuksessa

Työvaihe	%
Syöttö:	
koneen siirtyminen haketuksessa	2.4
puiden syöttö	11.5
siirtyminen syötön yhteydessä ilman taakkaa	31.4
syötön auttaminen	8.0
rungon karsiminen	0.6
runkojen irroitus kasasta	1.6
siirtyminen syötön yhteydessä taakan kanssa	29.6
odotus syötössä	4.0
haketorven suuntaus	0.2
syöttö yhteensä	89.3
Purkaminen:	
siirtyminen kippaukseen	1.0
kippauksen valmistelu	4.0
kippaus	2.8
kuorman tasaus	2.9
purkaminen yhteensä	10.7
Kaikki yhteensä	100.0

HAKETUS VÄLIVARASTOLLA VERKKOSÄKKEIHIN

Taulukko 5. Ajan menekki ja työn tuotos männyn välivarastohaketuksessa verkkosäkkeihin

Työvaihe	cmin/i-m ³	%
siirtyminen työmaalle (100m)	21	1.9
haketus	490	44.0
haketuksen apuaika (sis. pussin kiinnityksen, aukaisun, siirtelyn lavalla)	480	43.1
siirtyminen kippaukseen (100m)	4	0.3
kuorman purkaminen (sis. valm.)	119	10.7
tehoaika yhteensä	1114	100.0
keskeytykset 10 %	111	
yhteensä	1225	
tuotos i-m ³ /h	4.9	
tuotos hakesäkkeinä, kpl/h	3.1	

Taulukko 6. Hakkurin kuljettajan työajan jakaantuma männyn välivarastohaketuksessa verkkosäkkeihin

Työvaihe	%
Syöttö:	
haketuksen valmistelu	4.2
siirtyminen haketuksessa	4.9
puiden syöttö	10.5
siirtyminen syötön yhteydessä ilman taakkaa	9.1
syötön auttaminen	8.4
rungon karsiminen	3.6
siirtyminen syötön yhteydessä taakan kanssa	17.1
odotus syötössä	2.4
syöttö yhteensä	60.2
Säkin käsittely:	
verkkosäkin kiinnitys	10.3
verkkosäkin tiivistys	6.1
verkkosäkin irroitus ja suuaukon kiinnitys	11.5
täyden säkin siirto lavalla	1.8
säkin käsittely yhteensä	29.7
Purkaminen:	
siirtyminen kippaukseen	3.1
kipkauksen valmistelu ja kippaus	7.0
purkaminen yhteensä	10.1
Kaikki yhteensä	100.0

KORJUUKETJUN KUSTANNUKSET

Taulukko 7. Korjuuketjun kustannukset

Työvaihe	Menetelmä		
	Mänty väli- varastolla peräkärriyn	Mänty väli- varastolla säkkeihin	Lehtipuu väli- varastolla peräkärriyn
	mk/i-m ³		
teko	1.23	1.23	
esikasaus	1.45	1.45	4.67
lähikuljetus	2.94	2.94	
haketus	3.71	6.12	4.56
säkkien kustannus	-	1.74	-
kaukokuljetus	5.98	5.28	5.98
Yhteensä, mk/i-m ³	15.31	18.76	15.21
mk/m ³	38.27	46.90	38.03
mk/kuivattonni	118.68	145.43	-

Kustannukset on laskettu seuraavien perusteiden mukaan:

S i i r r o t: Työmaitten välisten siirron kustannuksia ei ole huomioitu.

H a k k u u: Männyn siirtelykaadon tuotoksena on käytetty 5,0 m³ oksineen ja lehtipuun 1,3 m³/h oksineen. Tuotoksen suuri ero johtuu puuston kokoerosta. Lehtipuun koko oli 4 l kokopuuta ja männyn 12 l. Moottorisahamiehen tuntikustannuksena on käytetty 15,40 mk/h, johon sisältyy 40 % sosiaalikus-tannuksia. Kustannus on laskettu suoraan 4 palkkausalueen urakkapalkkanormista.

E s i k a s a u s: Esikasauksen tuntituotoksena on käytetty 7 m³/h kokopuuta ja kustannuksena 3,63 mk/m³. Kustannus on laskettu puutavaran koneellisen kasauksen ohjemaksuista olet-taen kustannus samaksi kuin kasattaessa vinssillä alle 0,15 m³:n

puita harvennusleimikossa.

L ä h i k u l j e t u s: Metsätraktorin tuotoksena on käytetty $7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ja kustannuksena $7,34 \text{ mk}/\text{m}^3$. Perusteena taksalla on ollut metsätraktoreilla tapahtuvan puutavarakuljetuksen ohjemaksut (E-S), joita on sovellettu olettaen kokopuun kuljetuksen kustannus samaksi kuin 3- metrisellä tai sitä pitemmällä määrä- tai likipituisella havukuitupuulla. Kuljetusmatka on 200m.

H a k e t u s: Hakkurin on katsottu vastaavan kustannuksiltaan konekuorintayksikköä, ja maksuperusteina on käytetty konekuorinnan ohjemaksuja. Männyn haketus maksaa tällöin koe-työmaan olosuhteissa $9,28 \text{ mk}/\text{m}^3$ ja lehtipuun $11,40 \text{ mk}/\text{m}^3$. Tuotoksena on käytetty tutkimuksessa mitattuja tuotoksia.

H a k e t u s h a k e s ä k k e i h i n: Tuotoksena on käytetty todettua tuotosta. Tavoitetuntihintana on käytetty $30,00 \text{ mk}/\text{h}$. Jos käytetään edelleen konekuorinnan ohjemaksuja kustannusperusteena, niihin on lisättävä $6,03 \text{ mk}/\text{m}^3$ hakesäkki- en käsittelyn aiheuttaman tuotoksen alenemisen korvaamiseksi. Kokonaiskustannus on tällöin $15,31 \text{ mk}/\text{m}^3$.

H a k e s ä k i t: Hakesäkkien kestävydestä ja hinnasta ei voida vielä käyttökokemusten puuttuessa sanoa mitään. Tässä on kustannuksena käytetty $1,74 \text{ mk}/\text{i-m}^3$. Säkkien on arvioitu kestävän 180 käyttökertaa.

K a u k o k u l j e t u s: Irtonaisen hakkeen kuljetuskustannuksiin kuuluu kuljetus varastokasoista perävaunullisella kuorma-autolla ja kuormausta hakekonttiin erillisellä kuormaimella. Kustannuksena on käytetty $5,98 \text{ mk}/\text{i-m}^3$. Hakesäkkien kuljetuksen kustannuksena on käytetty $5,28 \text{ mk}/\text{i-m}^3$, jolloin kuljetukseen oletetaan käytetyn normaalia puutavara-autoa ja kustannus on sama kuin puolikuivalla 3- metrisellä havukuitupuulla. Kaukokuljetusmatka on 70 km.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli kartoittaa hankintahaketuksen mahdollisuuksia. Koska koe oli vasta alustava, ei kaikkia hankintaketjun vaiheita vielä kokeiltu. Taulukkoon 8 on kuitenkin

kin laskettu erään hankintaketjuvaihtoehdon kustannukset. Koska maatilakäytössä olevan traktorin kustannuksien jakoperusteet metsäkäytössä ovat varsin harkinnanvaraisia, haketus- ja metsäkalusto on oletettu itsenäisen urakoitsijan omistamaksi ja vain kaato myyjän suorittamaksi.

Taulukko 8. Maataloustraktoriin perustuvan korjuuketjun kustannukset. Suluissa oleviin lukuihin on laskettu mukaan myyjän suorittaman kaadon kustannukset ilman sosiaalikustannuksia.

Työvaihe	Menetelmä		
	Mänty väli- varastolla peräkärriyn	Mänty väli- varastolla hakesäkkeihin	Lehtipuu väli- varastolla peräkärriyn
	mk/i-m ³		
teko	(0.88)	(0.88)	
lähikuljetus	3.62	3.62	(3.51)
haketus	3.71	6.12	4.56
säkkien kust.	-	1.74	-
kaukokuljetus	5.98	5.28	5.98
Yhteensä	13.31 (14.19)	16.76 (17.64)	10.24 (13.75)
Mk/m ³	33.28 (35.48)	41.90 (44.10)	25.60 (34.38)
Mk/kuivattonni	103.18 (110.00)	129.92 (136.74)	- -

Taulukon 8 kustannukset on laskettu seuraavien perusteiden mukaan.

H a k k u u: Hakkuun suorittaa myyjä. Tuotos männyllä 4,0 m³/h ja lehtipuun hakkussa sekä esikasauksessa (5 metriä) 1 m³/h kokopuuta. Kustannuksena on käytetty 8,78 mk/h, joka on laskettu suoraan 4 palkkausalueen päiväpalkanormista. Kustannus ei sisällä sosiaalikustannuksia.

L ä h i k u l j e t u s: Vinssaus palstatielle ja juonto väli-

varastolle maataloustraktorilla. Tuotoksena on käytetty 3,0 m³/h kokopuuta. Kustannustavoite on asetettu samaksi kuin maataloustraktorilla palstalta tapahtuvalla pölkkyyinä juonnolla eli 9,04 mk/m³. Perusteena on käytetty maataloustraktorilla palstalta alkavan puutavaran kuljetuksen ohjemaksua (E-S). Siirtokustannuksia ei ole huomioitu.

H a k e t u s, h a k e s ä k i t, k a u k o k u l j e t u s:
Laskettu samoin perustein kuin taulukossa 7.

Pelkkä hakesäkkeihin haketus maksoi tutkimuksen tuotoksella ja olosuhteissa 15,31 mk/m³. Jos tuotos saadaan nousemaan menetelmä- ym. kehittälyllä 6,0 i-m³:iin tunnissa (10 % keskeytyksellä) laskee haketuksen kustannus oleellisesti ja on enää 12,50 mk/m³.

VERTAILU MUIHIN MENETELMIIN

Taulukko 9. Vertailu muihin haketusketjuihin

Työvaihe	Menetelmä			
	AST väli- varastolla peräkärriyn	AST väli- varastolla peräkärriyn	TT 1000 F välivaras- tolla	TT 1000 F palstalla
	mänty mk/i-m ³			
teko	1.23	1.23	1.23	1.23
esikasaus	1.45	-	1.45	1.45
lähikuljetus maat. tr.	-	3.62	-	-
lähikuljetus metsätr.	2.94	-	2.94	7.50
haketus	3.71	3.71	4.62	
kaukokuljetus	5.98	5.98	5.98	5.98
Yhteensä	15.31	14.54	16.22	16.16
Mk/m ³	38.27	36.35	40.55	40.40
Mk/kuivattonni	118.64	112.71	125.74	125.27

Taulukon 9 kustannukset on laskettu seuraavilla perusteilla:

H a k k u u, e s i k a s a u s, l ä h i k u l j e t u s:
Samoin perustein kuin taulukkoihin 7 ja 8 lukuunottamatta palsta-
haketusta, jolloin haketusyksikkö suorittaa myös lähikuljetuk-
sen.

H a k e t u s A S T- h a k k u r i: Perusteet samat kuin tau-
lukoissa 7 ja 8.

H a k e t u s T T- h a k k u r i 1000 F: Hakkurin tuntikus-
tannuksena on käytetty 180 mk/h ja tuotoksena palstalla $9,6 \text{ m}^3/\text{h}$
ja välivarastolla $15,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (kokopuuta).

K a u k o k u l j e t u s: Kaukokuljetuskustannuksena on käytetty
 $5,98 \text{ mk}/\text{i-m}^3$ kaikilla menetelmillä.

HAKKEEN LAATU

Mäntyhakkeen kuivapaino oli $129 \text{ kg}/\text{i-m}^3$.

Seuraavassa asetelmassa on eritelty AST- hakkurin hakkeen ja-
kautuminen puuaineeseen, irrallaan olevaan kuoreen ja puuainees-
sa kiinni olevaan kuoreen sekä neulasiin tai lehtiin tuorepai-
nosta laskettuna.

	Mänty	Lehtipuu
	%	%
puuainesta	81.6	83.7
kuorta irrallaan	8.5	7.3
kuorta kiinni puuaineessa	6.0	8.9
neulasia tai lehtiä	3.9	0.1

VERKKOSÄKKIEN KAUKOKULJETUS

Varsinaista kaukokuljetuskoetta ei suoritettu. Säkit ainoas-
taan kuormattiin tavalliseen puutavara-autoon. Sellaisena kuin
verkkosäkit olivat, saatiin yhden pankkoparin väliin mahtumaan
kaikki kahdeksan käytettävissä ollutta säkkiä. Järjestelyillä

olisi säkkejä luultavasti mahtunut yksi lisää ilman, että kuormasta olisi tullut ylikorkea. Kuormausta ja kaukokuljetusta todennäköisesti helpottaisi pankkoille poikkipäin asetetut pari pölliä tai lankkua, jotka estäisivät alimmaisen säkin reunan alaspäin valumisen. Auton takimmaisen pankkoparin kohdalla lokasuojat tukevat alimmaisista säkkejä. Tavallisella puutavara-autolla kuljetettaessa säkkejä mahtuu nuppiin kolmeen riviin 8-9 säkkiä aina kunkin pankkoparin väliin. Kun perävaunuun mahtuu sama määrä ja verkkosäkkien keskimääräinen tilavuus oli $1,6 \text{ i-m}^3$, muodostui näin varsin kookas 77-86 i-m^3 hakekuorma.

Säkkien kuormaukseen käytettiin normaalia puutavarakuormajaa. Kuormauksessa kokeiltiin nostoa koukun avulla säkeissä olevista sakkeleista ja suoraan kouralla säkin sivuista kiinni ottamalla. Nosto suoraan säkistä kouraisemalla osoittautui paremmaksi, koska säkkien kuormaus pankkojen väliin oli helpompaa. Jos kuitenkin ajatellaan käytettäväksi kyljistä suoraan nostoa, olisi leukoihin ennen säkkien kuormausta asennettava suojalevyt, koska useimmiten kouran kärkien reunoissa on säröjä, jotka repivät säkit helposti. Tällainen suojalevy on helppo valmistaa ja pikakiinnityksellä helposti kouraan asennettavissa.

VERKKOSÄKKIEN JATKOKEHITTELY

Verkkosäkkien kehittämisen ja tutkimisen tavoitteena on joustavan varastointi- ja kuljetusmenetelmän kehittäminen pienten haketuserien talteen saamiseksi. Koehaketuksen tarkoitus oli selvittää alustavasti säkkien käytön perustekijöitä.

Kokeessa todettiin mm. seuraavaa.

- säkkien käsittely ei tuota vaikeuksia
- säkkien kaukokuljetus voidaan suorittaa normaalilla puutavara-autolla
- työmenetelmää on kehitettävä edelleen
- tarvittavia lisälaitteita ja säkkejä on vielä kehitettävä

Kuljettajan työajasta kului työmaalla 21,8 % säkkien tukiteli-

neeseen kiinnittämiseen ja niiden suuaukon sulkemiseen. Osittain tämä johtui tottumattomuudesta, mutta myös säkkien sulkumenetelmän kehittämällä samoin kuin tukitelineen ja säkkien kiinnitettävyyden parantamisella voidaan työajan jakaantumaa muuttaa edullisemmaksi.

Säkkien koko oli keskimäärin $1,6 \text{ i-m}^3$ ja pituus n. 210 cm. Puutavara-auton kuormatila ja säkkien käsiteltävyys rajoittavat säkkien ulkomittoja. Niinpä pituus ja halkaisija lienevät lähellä oikeaa. Jos kuitenkin säkkien tilavuutta voitaisiin nostaa halkaisijaa hieman suurentamalla ja pohjaa muotoilemalla, tuntuisi muutos heti kustannuksia alentavana.

Säkkien kestosta metsäkäytössä ei ole vielä kokemuksia. Hinta on myös vielä avoin. Jos säkki kestäisi 180 käyttökertaa, jota määrää voidaan pitää suurena, ja tilavuus olisi n. $2,5 \text{ i-m}^3$ sekä hinta jäisi 250 markkaan kappaleelta, olisi säkin käyttökustannus $0,56 \text{ mk/i-m}^3$. Tuolloin kustannus jäisi suurin piirtein samaksi kuin esimerkiksi varastokasan pohjana käytetyllä muovilla. Hakkeen käsiteltävyys olisi helpompaa sekä varastointitavan aiheuttama hakehäviö ym. haitat jäisivät vähäisemmiksi. Kaukokuljetusten organisoinnin helpottuminen on säkin käyttökelpoisuutta arvioitaessa oleellinen tekijä.

Kokeiltu haketusyksikkö osoittautui hyväksi. Paremmilla varastojärjestelyillä tuotosta voidaan kohottaa. Puut oli kasattu väärään kulmaan, mistä aiheutui turhaa työtä. Samoin varaston sisäisten siirtojen osuus työajasta muodostui korkeaksi.

Teholtaan haketusyksikkö on riittävä. Koetyömaan olosuhteissa oli sen syöttämisessä kahdella miehellä täysi työ. Syöttötyö erittäin rasittavaa. Kehittämällä maataloustraktorin lisälaitteeksi puolittain vaijeriin perustuva nostopuomi-vinssi-yhdistelmä, syöttöön tarvittavaa nosto- ja laahaustyötä voitaisiin ehkä helpottaa niin, että yksi mies riittäisi.

KIRJALLISUUSLUETTELO

KONEKUORINNAN OHJEMAKSUT MK/M³. Helsinki.

MAATALOUSTRAKTORILLA SUORITETTAVAN PALSTALTA ALKAVAN
PUUTAVARAN OHJEMAKSUT ETELÄ-SUOMESSA. 1976. Helsinki.

METSÄ- JA UITTOALAN TYÖEHTOSOPIMUS. 1976.

METSÄTRAKTOREILLA TAPAHTUVAN PUUTAVARANKULJETUKSEN
OHJEMAKSUT ETELÄ-SUOMESSA. 1976. Helsinki.

PUUTAVARAN AUTOKULJETUKSEN OHJEMAKSUT 1976. Helsinki.

PUUTAVARAN KONEELLISEN KASAUKSEN OHJEMAKSUT. 1976. Helsinki.

