



FMG 0470 MOTOKÄRPPÄ -PIENHARVESTERI ENSIHARVENNUSHAKKUISSA

Jari Terävä

Tutkimuksessa selvitettiin FMG 0470 Motokärppä -pienharvesterin teknistä ja taloudellista soveltuvuutta ensiharvennusten hakkuukoneeksi. Soveltuvuutta arvioitiin hakkuun tuottavuuden, korjuujäljen ja taloudellisuuden perusteella.

Kun runkojen tilavuus oli 0.050 m^3 , Motokärppän tehotuntituotos oli 100 - 120 runkoa eli lähellä muiden pienharvestereiden tuotosta. Rungon koko vaikutti Motokärppän tuotokseen yhtä paljon kuin muiden pienharvestereiden tuotokseen. Mäntyjen hakkuussa Motokärppän tehotuntituotos oli noin 60 % keskikokoisen hakkuukoneen tuotoksesta.

Korjuujälki mitattiin metsäkuljetuksen jälkeen yksityismetsätalouden organisaatioiden ja metsäteollisuuden yhteisesti sopimalla menetelmällä. Kaikissa leimikoissa korjuujälki täytti suosituksen asettamat vaatimukset. Vaurioituneiden puiden osuus jäävästä puustosta oli keskimäärin 2.5 %. Erityisen vähän oli juuristovaurioita.

Teknisesti Motokärppä soveltuu hyvin ensiharvennusten hakkuukoneeksi. Sen käytön

edullisuuden ratkaisevat kuitenkin kustannukset suhteessa tuotokseen.

JOHDANTO

Vuosina 1989 ja 1990 Metsäteho toteutti koneellisia ensiharvennushakkuita koskevan tutkimussarjan (Metsätehon katsaukset 2/1989, 10/1989 ja 4/1990). Tutkimussarjassa käytetyt pienharvesterit olivat tela-alustaisia ja poikkesivat teknisiltä ominaisuuksiltaan varsin paljon keskikokoisesta kuormainharvesterista. Vuonna 1989 FMG Lokomo Forest Oy toi markkinoille pienharvesterin - Motokärppän. Se muistuttaa tekniikaltaan paljon keskikokoista kuormainharvesteria.

Kesällä 1990 käynnistettiin Rauma-Repola Oy:n metsäosaston aloitteesta tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää Motokärppän tekninen ja taloudellinen soveltuvuus ensiharvennusten hakkuukoneeksi. Soveltuvuutta arvioitiin hakkuun tuottavuuden, korjuujäljen ja taloudellisuuden perusteella.

MOTOKÄRPPÄN TEKNISET TIEDOT			
Kokonaispaino	4 600 kg	Kuormain	
Pituus	3 760 mm	Ulottuvuus	5 m
Leveys	2 000 mm	Nostomomentti	26 kNm
Kääntösäde	3 650 mm	Monitoimiosa	FMG 730
Renkaat	400 tai 500 mm	Syöttö	kumirullat
Maavara	470 mm	Vetovoima	11 kN
Ohjaus	runko-ohjaus	Nopeus	0 - 4 m/s
Ohjauskulma	40°	Avauma	250 mm
Moottori	Iveco, 4-sylint.	Karsinta	
Moottoriteho	59 kW	3 liikuvaa karsintaterää	
Vääntömomentti	264 Nm	Karsintalapim.	40 - 250 mm
Voimansiirto		Katkenta	
Hydrostaattis-mekaaninen		Hydrostaattinen ketjusaha	
Vetovoima	30 kN	Laipan pituus	35.5 cm
Ajonopeus	0 - 25 km/tunti	Katkaisuläpimitta	350 mm



Kuva 1. FMG 0470 Motokärppä. Valokuva ja tekniset tiedot valmistajalta, FMG Lokomo Forest Oy

TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

Tutkimus jakautui aikatutkimukseen ja korjuujäljen mittaamiseen.

Aikatutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa ke-
rättiin perusaineisto, johon kuului kuusi
ensiharvennusleimikkkoa. Leimikot valittiin
sitä, että niiden työolot vastasivat mahdol-
lisimman hyvin tavanomaisen ensiharvennuslei-
mikon työoloja. Hakkuukoneen ja kuljettajan
vaikutusta tuottavuuteen ja korjuujälkeen
pyrittiin vähentämään siten, että perusai-
neistossa oli mukana kolme hakkuukonetta ja
neljä kuljettajaa (yhdeksi koneella kaksi
kuljettajaa). Perusaineistossa käytettiin 30
metrin ajouraväliä, jolloin ajourien väliin
tehtiin kaksi hakkuu-uraa.

TAULUKKO 1 Tärkeimpien työvaikeustekijöiden
keskiarvot ja niiden vaihteluvälit

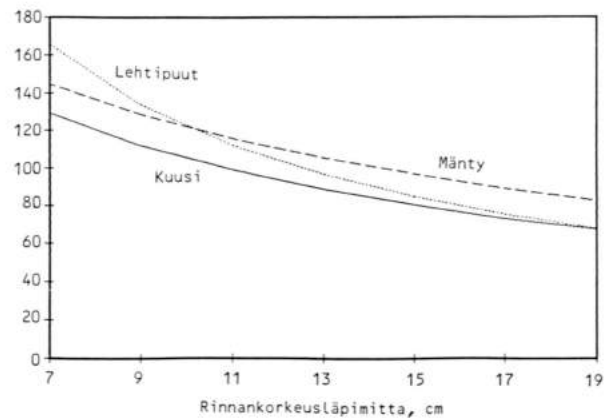
Työvaikeus- tekijä	Puulaji	Keski- arvo	Vaihtelu- väli
Poistuma, runkoa/ha	kaikki	527	230 - 1 100
Jäävä puusto, runkoa/ha	kaikki	1 067	900 - 1 200
Oksaisuus- luokka	mänty kuusi lehtipuu	2 3 2	2 2 - 4 1 - 2
Järeys, dm ³ /runko	mänty kuusi lehtipuu	63 61 59	38 - 85 41 - 86 41 - 77
Maastoluokka	kaikki	1	1 - 3

Aikatutkimuksen toisessa vaiheessa perusai-
neistoa täydennettiin tutkimalla yhden perus-
aineistoon kuuluvan koneen työskentelyä eri-
koisolissa. Tavoitteena oli tarkentaa run-
gonkoon ja maastoluokan vaikutusta hakkuun
ajanmenekkiin. Samalla järjestettiin työ-
menetelmäkokeilu. Sen avulla selvitettiin,
kuinka Motokärppä selviytyy silloin, kun
ajouraväli on 20 m. Kun ajouraväli oli 20
metriä, ajourien väliin tehtiin yksi hakkuu-
ura.

Täydennysaineistoon kuului neljä leimikkkoa,
ja sen tulokset liitettiin perusaineistoon
vertailevan aikatutkimuksen periaatteiden mu-
kaan. Kaikkiaan aikatutkimusaineistoa kertyi
2 605 runkoa. Niistä perusaineiston osuus
oli 1 811 runkoa ja täydennysaineiston 794
runkoa.

Koska tutkimus tehtiin kesällä, leimikot
olivat pääasiassa männikön ensiharvennusta.
Koko aineistossa puulajisuhteet olivat seu-
raavat: mäntyjä 58 %, kuusia 21 % ja lehti-
puita 21 %.

Runkoja/tehotunti



Kuva 2. Puulajin vaikutus hakkuun tuotokseen

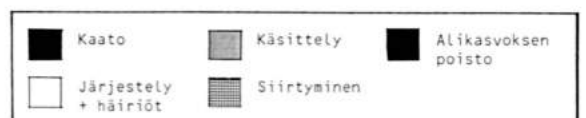
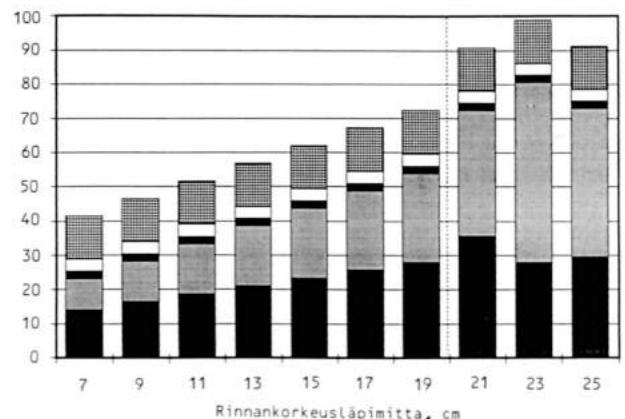
AIKATUTKIMUSTULOKSET

Puulajin ja rungonkoon vaikutus tuottavuuteen

Lehtipuuron koon vaikutus tuotokseen enem-
män kuin havupuuron. Kuusikuitupuun hak-
kuu oli 15 % hitaampaa kuin mäntykuitupuun
hakkuu (kuva 2). Mäntyjen oksaisuusluokka
oli 2 ja kuusien 3. Lehtipuut olivat oksai-
suusluokkaa 2. Ajanmenekijakaumassa ei ollut
merkittäviä eroja eri puulajien välillä.

Rinnankorkeusläpimittaluokissa 7 - 19 cm
tulos perustuu perusaineiston kuuteen lei-
mikkoon. Sitä suurempien puiden käsittelyn
ajanmenekin määrittämiseksi valittiin täyden-
nysaineistoon yksi myöhempää harvennusta
edustava leimikko, jossa runkojen keskikoko
oli 0.250 m³. Tämän leimikon tulokset on
liitetty kuvaan 3.

cm/runko



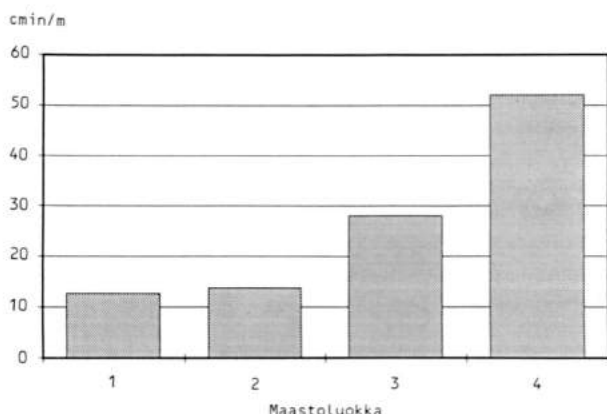
Kuva 3. Mäntyrungon koon vaikutus hakkuun tehoajanmenekkiin

Motokärppä selviytyi hyvin myös suurien runkojen käsittelystä ilman merkittävää ajanmenekkin kasvua. Koneyrittäjien kokemusten ja työntutkijan havaintojen perusteella Motokärppä ei kuitenkaan kestä jatkuvaa yli 0.200 m³:n runkojen käsittelyä.

Maastoluokan vaikutus tuottavuuteen

Maastoluokassa 3 siirtymisen ajanmenekki oli kaksinkertainen ja maastoluokassa 4 nelinkertainen verrattuna maastoluokkaan 1 (kuva 4). Maastoluokkien 1 ja 2 välinen ero ei ollut suuri. Maaston vaikutusta Motokärppän työskentelyyn kuvaa myös se, että jo maastoluokassa 3 kuljettaja jätti käsittelemättä poistettavaksi tarkoitettuja puita, koska hakkuukone ei päässyt niiden luokse.

Maaston vaikeutuminen vaikutti myös kaikkien muiden työvaiheiden ajanmenekkiin. Maastoluokassa 1 hakkuun tuottavuus oli 40 % suurempi kuin maastoluokassa 3.

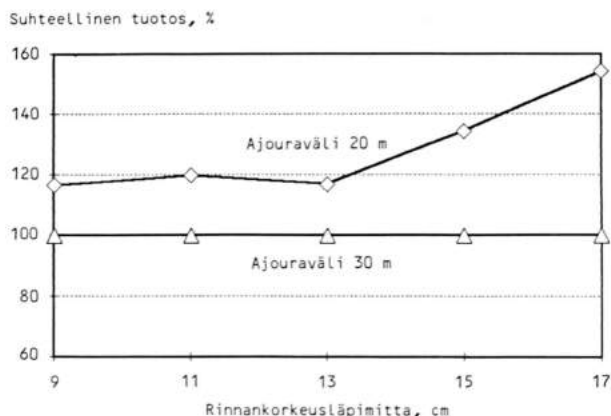


Kuva 4. Maastoluokan vaikutus siirtymisen ajanmenekkiin

Työmenetelmän vaikutus tuottavuuteen

Keskikokoiselle kuormainharvesterille suositellaan käytettäväksi 20 m:n ajouraväliä. Koska myöhemmät harvennushakkuut todennäköisesti tehdään keskikokoisella hakkuukoneella, on tarkoituksenmukaista kuitenkin käyttää 20 metrin ajouraväliä jo ensiharvennuksessa riippumatta siitä, millaista hakkuukonetta käytetään. Motokärppän kohdalla 20 m:n ajouravälin käyttö edellyttää yhtä hakkuu-uraa ja 30 m:n ajouravälin käyttö kahta hakkuu-uraa ajourien väliin.

Tutkimuksessa vertailtiin saman hakkuukoneen ja kuljettajan työskentelyä 20 m:n ja 30 m:n ajouraväleillä. Hakkuupalstat sijaitsivat vierekkäin samassa leimikossa, joten niiden työolot vastasivat hyvin toisiaan.

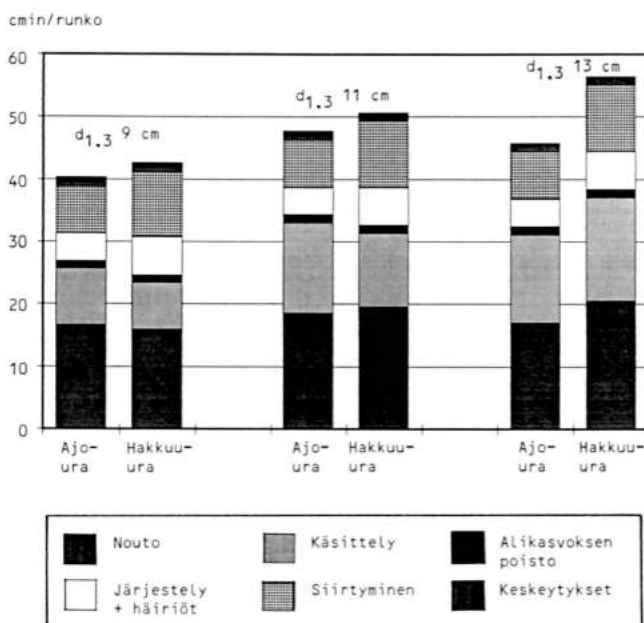


Kuva 5. Ajouravälin vaikutus hakkuun tuotokseen

Kun ajouraväli oli 20 m, työn tuottavuus oli noin 20 % suurempi kuin työskenneltäessä 30 metrin ajouravälillä (kuva 5). Työmenetelmien välinen tuottavuusero oli samansuuntainen keskikokoisesta kuormainharvesterista tehtyjen havaintojen kanssa (Metsätehon moniste 28.3.1990).

Työmenetelmien välinen tuottavuusero johtui siitä, että työskentely oli ajouralla selvästi nopeampaa kuin hakkuu-uralla. Ero ajouralla työskentelyn eduksi oli sitä suurempi, mitä suurempi rungon koko oli (kuva 6).

Kun ajouraväli oli 20 m, ajouralta käsin valmistettiin 65 % rungoista, ja kun se oli 30 metriä, 50 % rungoista.



Kuva 6. Hakkuun tehoajanmenekki työskenneltäessä hakkuu- ja ajouralla

KORJUJÄLKI

Puuston vaurioituminen

Korjuujälki mitattiin yksityismetsätalouden organisaatioiden ja metsäteollisuuden yhteisesti sopimalla menetelmällä (ks. Metsätehon opasta "Harvennushakkuiden korjuujäljelle asetettavat vaatimukset sekä korjuujäljen arviointi ja mittaaminen"). Korjuujälki mitattiin kaikista perusaineiston leimikoista sekä työmenetelmäkokeilussa mukana olleesta leimikosta.

Kaikissa leimikoissa metsäkuljetus tehtiin keskikokoisella metsätraktorilla ja korjuujälki mitattiin metsäkuljetuksen jälkeen. Mittaukset suoritti Metsätehon työntutkija.

Kaikissa leimikoissa korjuujälki täytti Keskusmetsälautakunta Tapion suositukset. Jopa kuusikon kesäaikaisessa (leimikko 6) ensiharvennuksessa vaurioituneiden puiden osuus jäävästä puustosta oli alle 5 %. Vaurioista 3/4 oli pinta-alaltaan yli 100 cm², jolloin puu luokitellaan pahoin vaurioituneeksi (taulukko 2).

Juurenniskavaurioita oli vähän. Ilmeisesti kevyt, kumipyörillä liikkuva hakkuukone kohtelee puiden juuria varsin "hellävaraisesti". Myös koneen ketteryys vähentää tarvetta ajaa juurenniskoja yli. Toisaalta kaikki leimikot soveltuivat hyvin kesäaikaiseen puunkorjukseen.

Vaurion aiheuttaja pyrittiin arvioimaan vaurion sijainnin ja ulkonäön perusteella. Hieman yli puolet vaurioista oli aiheuttanut hakkuukone ja noin kolmanneksen metsätraktori. Kaikista vaurioista noin 10 % oli sellaisia, joiden aiheuttajaa ei voitu määrittellä.

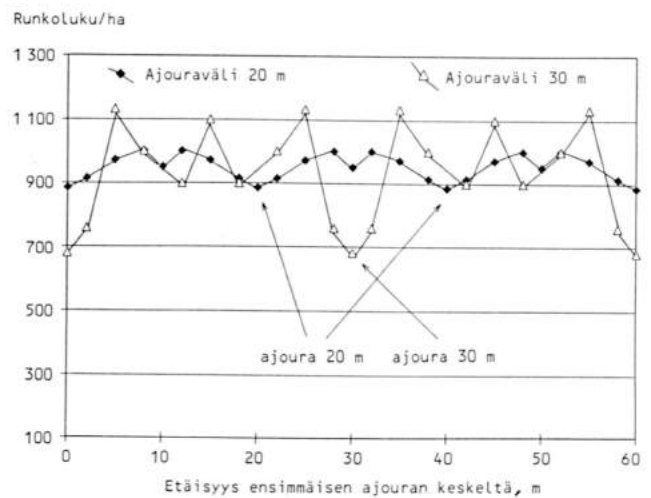
TAULUKKO 2 Korjuujälki hakkuussa ja metsäkuljetuksessa

	Leimikko					Kaikki keskimäärin
	1 & 2	3	4	5	6	
	m					
Ajouran leveys	3.2	3.0	3.6	3.3	3.0	3.2
Ajouraväli	29.2	27.5	24.3	31.0	27.0	27.8
	%					
Vaurioita	1.8	3.0	2.0	2.3	3.6	2.5
Vaurion koko						
< 100 cm ²	30	40	22	25	23	28
> 100 cm ²	70	60	78	75	77	72
Vaurion sijainti						
- runko	74	72	91	100	80	84
- juurenniska	26	28	9	-	20	16
Vaurion aiheuttaja						
- hakkuukone	57	43	39	83	70	58
- metsätraktori	35	52	52	8	17	33
- tuntematon	9	5	9	8	13	9

Työmenetelmän vaikutus korjuujälkeen

Kun ajouraväli oli 20 m, jäävästä puustosta vaurioitui 1.1 %, ja kun se oli 30 m, 1.4 %. Myöskään vaurioiden koon, sijainnin ja aiheuttajan kohdalla ei ollut eroja 20 m:n ja 30 metrin ajouravälien kesken. Edellä esitetyt luvut ovat vertailukelpoisia, sillä kummassakin tapauksessa käytettiin samaa hakkuukonetta ja kuljettajaa. Lisäksi hakkuupalstat sijaitsivat vierekkäin samalla työmaalla.

Kun ajouraväli oli 20 m, jäävä puusto jakautui hakkuun jälkeen tasaisemmin kuin 30 m:n ajouraväliä käytettäessä. Kun ajouraväli oli 20 m, ajourien välistä "hävisi" toisen hakkuu-uran aiheuttama runkoluvun pieneneminen ja ajourien reunapuusto jäi tiheämmäksi kuin 30 m:n ajouraväliä käytettäessä (kuva 7).

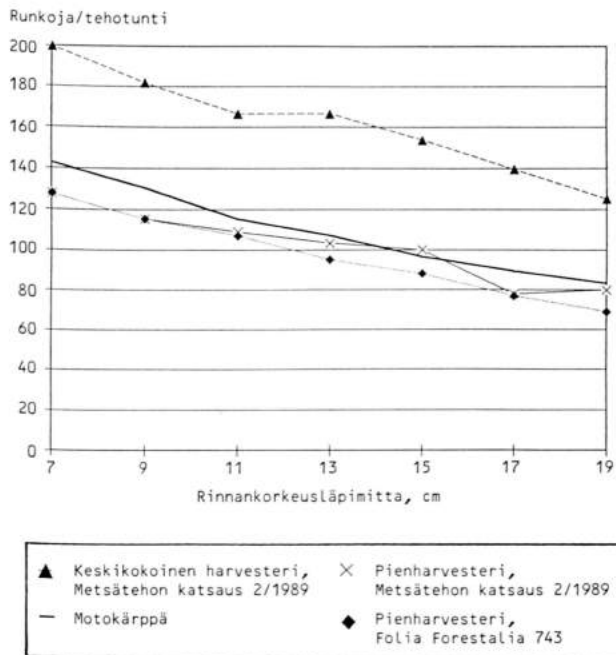


Kuva 7. Puuston jakautuminen hakkuun jälkeen, ajouraväli 20 m ja 30 m

VERTAILU MUIHIN PIENHARVESTEREIHIN JA KESKIKOKOISEEN HARVESTERIIN

Motokärpän tehotuntituotos oli hieman suurempi kuin muiden pienharvestereiden tehotuntituotos (kuva 8). Kun rungon koko oli 0.050 dm³, ero Motokärpän eduksi oli noin 10 %. Pienharvestereiden tehotuntituotos oli 50 - 60 % keskikokoisen kuormainharvesterin tehotuntituotoksesta (Metsätehon katsaus 2/1989 sekä Folia Forestalia 743). Vertailu koskee vain männikön ensiharvennusta. Muiden puulajien kohdalla vertailukelpoisia tutkimuksia ei ollut käytettävissä.

Hakkuukustannuksiin vaikuttavat myös koneen tuntikustannukset. Kun vertailulaskelmien pohjana käytetään em. tutkimusten tuotoslukuja, Motokärppä on kilpailukykyinen vaihtoehto



Kuva 8. Tehotuntituotosten vertailu

keskikokoiselle kuormainharvesterille, jos sen tuntikustannukset ovat korkeintaan 60 % keskikokoisen kuormainharvesterin tuntikustannuksista.

Motokärppä ja muiden pienharvestereiden keskinäisen edullisuuden ratkaisevat tuntikustannukset sekä se, kuinka hyvin kyseiset koneet palvelevat puunhankintaorganisaation tarpeita.

PÄÄTELMÄT

Teknisesti Motokärppä soveltuu hyvin sellaisiin ensiharvennushakkuihin, joiden maastoluokka on 1 - 2. Maastoltaan sitä vaikeampiin leimikoihin Motokärppää ei kannata viedä.

Tavanomaisissa ensiharvennusleimikoissa rungon koko vaikuttaa Motokärppän tuotokseen samalla tavalla kuin muidenkin kuormainharvestereiden tuotokseen. Leimikossa voi olla myös joitakin suuria puita ($d_{1,3} = 21 - 25$ cm) ilman, että runkokohtainen ajanmenekki merkittävästi kasvaa. Sellaisia työmaita, joissa on runsaasti tilavuudeltaan yli 0.250 m^3 :n runkoja, tulee kuitenkin välttää.

Myös Motokärppälle 20 m:n ajouraväli saattaa olla edullisempi kuin 30 m:n ajouraväli. Ajouravälin kaventaminen paransi sekä hakkuun tuottavuutta että korjuujälkeä. Myös seuraaville harvennuksille 20 m:n ajouraväli on edullisempi.

Korjuujäljen perusteella Motokärppä soveltuu hyvin ensiharvennusten hakkuukoneeksi. Jopa kuusikon kesäaikaisessa korjuussa puuston vauriot jäivät vähäisemmiksi kuin Keskusmetsälautakunta Tapion enimmäissuosituksissa. Motokärppän pieni koko ja ketteryys mahdollistavat koneen liikumisen palstalla ilman merkittäviä juuristovaurioita. Muutoin korjuujälki vastasi keskikokoisen kuormainharvesterin korjuujälkeä.

Motokärppällä on siis tekniset edellytykset menestyä ensiharvennusten hakkuukoneena. Motokärppän käytön kannattavuuden ratkaisee kuitenkin sen tuntikustannusten ja tuntituotoksen suhde verrattuna vaihtoehtoihin hakkuukoneisiin. Jos keskikokoisen hakkuukoneen käyttötuntikustannuksina käytetään 380 mk:aa, Motokärppän käyttötuntikustannusten on ensiharvennushakkuissa oltava alle 230 mk:n, jotta se olisi taloudellisesti kilpailukykyinen vaihtoehto. Keskeisiä seikkoja tämän tyyppisessä tuntikustannusten vertailussa ovat koneen hankintahinta ja jälleenmyyntiarvo sekä vuotuisten käyttötuntien määrä.

Asiasanat: ensiharvennus, monitoimikoneet

USING THE FMG 0470 MOTOKÄRPPÄ SMALL-SIZED HARVESTER FOR FIRST THINNINGS

The aim of the study was to determine the suitability of the FMG 0470 Motokärppä small-sized one-grip harvester as a first thinning harvesting machine. Suitability was evaluated on the basis of cutting productivity, harvesting result (damages, thinning result etc), and profitability.

When the stem volume was 0.050 m^3 , the output per effective hour for the Motokärppä was 100 to 120 stems, i.e. nearly the same as for other small-sized harvesters. Stem size affected the output of the Motokärppä as much as the output of other small-sized harvesters. When harvesting pines, Motokärppä's output per effective hour was about 60 per cent of that of a medium-sized harvester.

The harvesting result was calculated after forest haulage using the method agreed on by the organizations in the private forestry sector and the forest industry. In all stands, the harvesting result reached the recommended standards. The proportion of damaged trees was an average of 2.5 per cent of the remaining trees. There was an unusually small amount of root damage.

Technically, the Motokärppä is well suited for use as a harvesting machine in first thinnings. Costs in relation to output, however, determine the profitability of usage.

Key words: first thinning, multifunction logging machines

