



Tutkimus Pika 50 -karsinta- katkontakoneen käytöstä väljennysmetsässä

STUDY OF THE USE OF A PIKA 50 LIMBING-BUCKING MACHINE
IN THINNINGS IN OLDER STANDS

JUHANI TENHOLA

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

RECEIVED
JAN 10 1964

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

T U T K I M U S

PIKA 50 -KARSINTA-KATKONTAKONEEN
KÄYTÖSTÄ VÄLJENNYSMETSÄSSÄ

Study of the Use of a Pika 50 Limbing-Bucking Machine
in Thinnings in Older Stands

Juhani Tenhola

Tutkimus kuuluu osana Harvennuspuun korjuun
koneellistamistoimikunnan selvityksiin

SISÄLLYSLUETTELO

Table of Contents

	Sivu Page
TIIVISTELMÄ	1
JOHDANTO	3
TUTKIMUSAINEISTO	3
Menetelmät	3
TUTKIMUSTULOKSET	5
Koneellinen kasauss	5
Kasauskone	5
Työmaa-aika	5
Tuotos	5
Pika 50 -monitoimikone	6
Työskentelymenetelmä	6
Työmaa-aika	6
Tuotos	7
Kustannusten laskentaperusteet	9
Korjuukustannukset	9
Puustovauriot	11
KEHITYSNÄKYMIÄ	11
LIITTEET - Appendices	13
KIRJALLISUUTTA - References	16
S u m m a r y (in English)	17

T I I V I S T E L M Ä

Tutkimuksessa, joka liittyy HAKO-toimikunnan tutkimussarjaan, pyrittiin selvittämään väljennysmetsissä Pika 50 -monitoimikoneen käyttöön perustuvien korjuuketjujen ajanmenekkejä, tuotoksia ja kustannuksia.

Aikatutkimusten piiriin kuuluivat ns. hajakaatomenetelmä, jossa puut kasattiin ensin koneellisesti hajaltaan palstalta ajouran varteen, sekä ns. työpistemenetelmä, jossa puut kasattiin koneellisesti apu-uria käyttäen työpisteisiin (kuva 1, s. 4). Lisäksi tehtiin vertailulaskelmia kolmesta muusta menetelmästä nyt suoritettun ja aikaisempien tutkimusten perusteella (kuva 7, s. 10). Aikatutkimuksia puiden kaadosta ei suoritettu, vaan kustannuslaskelmissa on käytetty aikaisempia tuloksia.

Koneellinen kasaus suoritettiin vanhalla juontotraktorilla ajouran varteen ja työpisteisiin (ajanmenekki, liite 1, s. 13). Jälkimmäisessä saavutettiin 7.5 % suurempi tuotos kuin edellisessä. Pystyyn jääneen puuston tiheyden lisääntyessä 400:sta 700:aan runkoon hehtaaria kohti vinssaustuotos aleni $\frac{1}{4}$ %. Puiden vinssaus latvat edellä matkan ollessa 18 m ja taakan koon 0.3 k-m³ oli 11.0 % nopeampaa kuin puiden vinssaus tyvi edellä.

Pika 50:n ajanmenekki on esitetty liitteessä 2 (s. 14). Puiden oksaisuuden lisääntyessä monitoimikoneen karsinta-ajat suurenevät (kuva 5, s. 8).

Pika 50:n tuotos alenee erittäin huomattavasti puiden koon pienentyessä (kuva 4, s. 8). Monitoimikoneella on nyt päästy keskimäärin 2.0 % parempiin tehotuntituotoksiin noin 5 m kuitupuuta valmistettaessa kuin aikaisemmissa avohakkuualueilla suoritetuissa tutkimuksissa (PÖLKKI ja SALMINEN 1970). Monitoimikoneen tuotoksissa ei ollut eroja hajakaato- ja työpistemenetelmän välillä leimikon tiheyden ollessa 39...62 k-m³/ha.

Tutkimusten perusteella voidaan päätellä, että väljennyshakkuilla käsiteltävissä metsiköissä, joissa leimikon tiheys on alhainen, harvan leimikon vaikutusta voidaan vähentää suurentamalla työpisteiden välimatkaa. Kun pinta-alayksiköltä saatava puumäärä taas on suuri, on syytä käyttää hajakaatomenetelmää puutavarakasojen ajouralla aiheuttaman ahtauden välttämiseksi (liite 3, s. 15).

- Monitoimikoneella puiden latva edellä -käsittelyn tehotuntituotos oli suurempi, mutta myös keskeytysten osuus suurempi kuin puiden tyvi edellä -käsittelyssä (kuva 4, s. 8). Työmaatuntituotos oli näissä menetelmissä sama. On huomattava, että latva edellä käsiteltävistä puista hakkuumies katkaisee jo puiden kaadon yhteydessä latvat.

- Kun monitoimikoneella käsitellään esikasattuja puita, pystyyn jäävien puiden tiheys ei sanottavasti vaikuta koneen tuotoksiin 5 m:n levyisiä ajo-uria käytettäessä.

- Tynkäkarsitun noin 3 m kuitupuun ja hyvin karsitun 2 m kuitupuun teon ajouran varteen ja kuormajuonnon (menetelmät IV ja V) korjuukustannukset ovat alhaisemmat kuin monitoimikoneen menetelmien (kuva 7, s. 10). Tosin ajouralla toimivan Pika 50:n "puulta puulle" -menetelmä näyttää laskelmissa yli 0.15 k-m³:n rungonsuuruusluokissa edullisemmalta kuin tavanomaisen 2 m kuitupuun teko ja lähikuljetus. Tämän monitoimikoneen menetelmän käyttö rajoittuu kui-

tenkin helppoihin maastoihin ja tiheisiin leimikoihin sekä kohteisiin, joihin jää harva pystypuusto.

Pystyyn jääneen puuston vaurioitumismäärää monitoimikonemenetelmissä on pidettävä vähäisenä. Tutkimuspalstoilla oli vaurioitunut 1...3 % pystypuiden runkoluvusta. Näistä luvuista puuttuvat kuormatraktorin aiheuttamat vauriot.

Tällä hetkellä näyttää siltä, ettei Pika 50 -monitoimikoneen käyttö harvennusmetsissä ole erityisen kannattavaa. Tulevaisuudessa monitoimikoneiden kehittyessä sekä ihmistyön ja konetyön kustannusten muuttuessa monitoimikonemenetelmillä on nykyistä paremmat mahdollisuudet myös harvennusmetsissä ja ensisijaisesti väljennyshakkuissa. Monitoimikoneen kehittämislle asetettavia tavoitteita on käsitelty sivuilla 11-12.

J O H D A N T O

Tutkimus kuuluu osana SITRA:n rahoittamaan, harvennusmetsien puunkorjuun koneita ja menetelmiä koskevaan HAKO-toimikunnan tutkimussarjaan. Sen avulla pyrittiin selvittämään Pika 50 -monitoimikoneen käyttöön perustuvien erilaisten korjuuketjujen ajanmenekkejä, tuotoksia ja kustannuksia sekä niiden vaihteluita väljennysmetsissä. Erityisesti tutkittiin sitä, miten puiden koko, oksaisuus ja kasaustapa, pystyyn jääneiden puiden tiheys sekä puiden käsittely tyvi ja latva edellä vaikuttavat monitoimikoneen tuotokseen. Taustatietoina ovat olleet Pika 50:stä avohakkuualueelta saadut kokemukset ja tutkimustulokset (PÖLKKI ja SALMINEN 1970).

Aineisto kerättiin Rauma-Repola Oy:n työmaalla Lapin kunnassa elokuussa 1970.

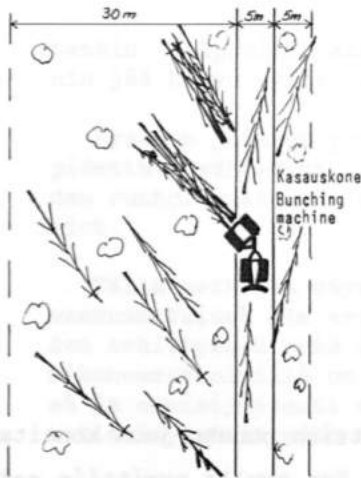
T U T K I M U S A I N E I S T O

M e n e t e l m ä t

Varsinainen tutkimusaineisto käsittää kaksi korjuumenetelmää (kuva 1), joissa käytettiin 40 m:n ajouraväliä ja koneellista kasausta ennen monitoimikoneen puiden karsinta-, katkonta- ja kasausvaihetta. Tämän lisäksi on laskettu tuotokset ja kustannukset menetelmälle, jossa ajouraväli oli 20 m ja koneellista kasausta ei suoritettu ("puulta puulle" -menetelmä). Korjuukustannuslaskelmissa on vertailtu Pika 50 -menetelmiä tavanomaisiin sekä kehittyneisiin ihmistyövaltaisiin menetelmiin. Lähikuljetuksessa käytettiin kuormatraktoria.

Kaikissa menetelmissä monitoimikoneella valmistettiin ajouralle noin 5 m kuusikuitupuuta. Puista, joiden latvat oli suunnattu ajouralle, latvat katkaistiin ja rungot karsittiin moottorisahalla 0.5 m:n pituudelta. Puiden kaatoa, latvan katkaisua ja karsintaa ei tutkittu. Kustannuslaskelmissa näiden työvaiheiden ajanmenekki on määritetty aikaisempien tutkimusten perusteella (KAHALA 1970, TENHOLA 1970).

Tutkimusaineisto käsitti viisi palstaa, yhteensä 1 018 runkoa. Eri palstojen korjuuolosuhteet on esitetty liitteessä 2 (s. 14).



HAJAKAATOMENETELMÄ (I)

Puiden suunnattu kaato alle 45° :n kulmassa ajouraan nähden. Puiden koneellinen kasaaminen ajouralle. Ajouralla monitoimikoneella puiden karsinta, katkenta ja kasaaminen. Palstat 1-3.

METHOD I (The broadcast felling method)

Directional felling of trees at an angle of less than 45° in relation to the strip road. Mechanised bunching of the tree lengths on the strip road. Limbing, bucking and bunching on the strip road by processor. Cutting areas 1-3.



TYÖPISTEMENETELMÄ (II)

Puiden suunnattu kaato apu-urille alle 45° :n kulmassa ajouraan nähden. Puiden koneellinen kasaaminen työpisteisiin. Työpisteessä monitoimikoneella puiden karsinta, katkenta ja kasaaminen. Palstat 4 ja 5.

METHOD II (The work point method)

Directional felling of trees on the auxiliary strip roads at an angle of less than 45° in relation to the strip road. Mechanised bunching of the tree lengths at the work points. Limbing, bucking and bunching by processor at the work point. Cutting areas 4 and 5.



"PUULTA PUULLE" -MENETELMÄ (III)

Puiden suunnattu kaato alle 45° :n kulmassa ajouraan nähden. Ajouralla monitoimikoneella puiden karsinta, katkenta ja kasaaminen.

METHOD III (The from-tree-to-tree method)

Directional felling of trees at an angle of less than 45° in relation to the strip road. Limbing, bucking and bunching on the strip road by processor.

Kuva 1. Korjuumenetelmät väljennysmetsässä.

Fig. 1. Harvesting methods in thinnings in older stands.

TUTKIMUSTULOKSET

Koneellinen kasaus

Kasauskone

Kasauskoneena käytettiin vanhaa Timberjack 215 -juontotraktoria (vuosimallia 1962). Traktorin paino on 5.1 t ja sen moottorin teho 70 hv. Koneessa on 4-vaihteinen Hercules-vintturi, jonka suurin vetokyky on 8 500 kg ja köysinopeus 100 m/min. Vetovaijerin pituus oli 40 m ja paksuus ($\varnothing$) 14 mm. Puiden sitominen päävaijeriin tapahtui erillisellä kiinnitysvaijerilla (kaksi lukkoa).

Kasauskoneella oli kaksi miestä, koneenkäyttäjää ja apumies. Nämä olivat hyviä ammattimiehiä. Käytetyissä kasausmenetelmissä apumies kiinnitti vaijerin puihin siten, että taakan vetosuunta oli sama kuin puiden kaatosuunta.

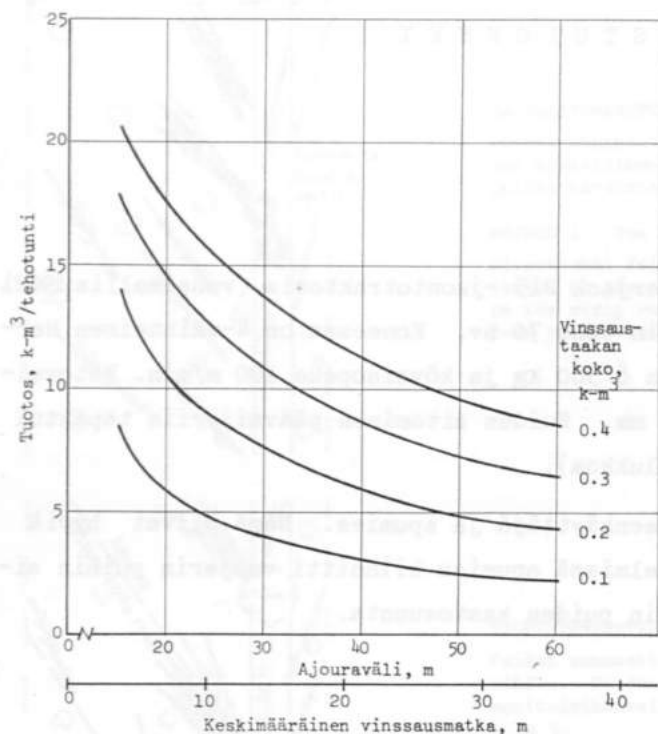
Työmaa-aika

Liitteessä 1 (s. 13) on esitetty koneellisen kasauksen työmaa-ajan jakautuminen. Taulukon lukujen perusteella on vaikea tehdä hajakaato- ja työpistemenetelmän välisiä vertailuja, koska perusaineistossa on eroja vinssausmatkoissa, leimikon tiheydessä ja taakkojen koossa.

Koneellisessa kasauksessa muodostuivat huomattavimmat erot latvat ja tyvet edellä vinssattujen taakkojen välille, keskimäärin 0.47 min/taakka. Tutkimuksessa annettu kaato-ohje, joka edellytti vain kaikkein kauimpana sijaitsevien puiden suuntaamista latvat edellä ajouralle päin, aiheutti "latvapuille" ja "tyvipuille" yhtä pitkän vinssausmatkan. Mikäli kuitenkin kaikki ajouralta yli 2 m:n etäisyydellä sijainneet poistettavat puut olisi kaadettu latvat ajouralle päin, olisivat keskimääräiset vinssausmatkat palstoilla lyhentyneet ja vastaavasti vinssausajat pienentyneet. Huomattavimmat erot puita latvat ja tyvet edellä kasattaessa ovat olleet varsinaisessa vinssauksessa, juontosilmukan irrotuksessa ja vinssaustaakkojen kiinnijuuttumisessa. Lisäksi on todettava, että puiden vinssaus latvat edellä aiheutti vähemmän puustovaurioita kuin vinssaus tyvet edellä.

Tuotos

Työmaan keskimääräisissä olosuhteissa taakan koolla 0.3 k-m^3 ja 18 m:n vinssausmatkalla oli vinssaus sekä latva että tyvi edellä työpistemenetelmässä tuotokseltaan 7.5 % suurempi kuin hajakaatomenetelmässä. Pystyyn jääneen puuston tiheys vaikutti hidastavasti vinssaustuotokseen, siten että edellä mainitulla taakan koolla ja vinssausmatkalla sekä leimikon tiheyden ollessa $46 \text{ k-m}^3/\text{ha}$ tuotokset tiheysasteeltaan



Kuva 2. Vinssausuotoksen riippuvuus ajouravälistä yhdeltä puolelta vinssattaessa puut hajaltaan, tyvät edellä.

tuotosero hajakaato- ja työpistemenetelmissä keskimäärin 60.5 %. Jos kaikki pals-
tan vinssattavat puut vedetään tyvi edellä ajouran reunaan tutkimusmetsikön keski-
määräisissä olosuhteissa, on koneellisen kasauksen tuotos $8.6 \text{ k-m}^3/\text{tehotunti}$ 40 m:n
ajouraväliä käytettäessä (kuva 2).

Pika 50 -monitoimikone

Työskentelymenetelmä

Pika 50 -monitoimikoneen rakenne ja toiminta on selvitetty aikaisemmin (PÖLKKI
ja SALMINEN 1970). Monitoimikoneella käsiteltiin kussakin pisteessä ensin ka-
saamattomat puut koneen kulkusuuntaan päin tien oikealta reunalta, sen jälkeen ajo-
uralla olleet puut ja viimeiseksi koneellisesti kasatut puut, jotka olivat ajouran
vasemmalla puolella. Karsitut ja katkotut pölkyt pudotettiin ajouran reunaan tien
suuntaisesti.

Työmaa-aika

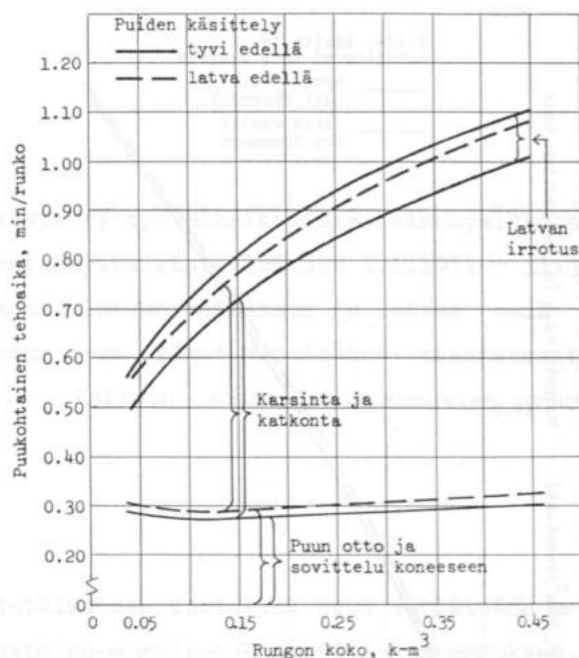
Monitoimikoneen työmaa-ajan menekki ja rakenne sekä työmaan korjuuolosuhteet on
esitetty liitteessä 2 (s. 14).

Kuvassa 3 on tarkasteltu puukohtaisen tehoajan riippuvuutta rungon koosta puita latva
ja tyvi edellä karsittaessa ja katkottaessa. Puun otto ja sovittaminen koneeseen on

erilaisissa metsiköissä vaihteli-
vat tyvi edellä vinssattaessa (pys-
typuuston tiheys 400...700 runk./
ha) 0 %:sta 4 %:iin.

Vinssausmatkan ollessa 18 m ja
taakan koon 0.3 k-m^3 latva edellä
vinssauksen tuotos oli hajakaato-
menetelmässä 13.9 % ja työpiste-
menetelmässä 10.9 % suurempi kuin
tyvi edellä vinssauksen tuotos.
Mikäli kaikki puut olisi suunnat-
tu vinssaukselta ajatellen edulli-
simmalla tavalla eli suurin osa
latva edellä ajouralle, vinssa-
usmatka olisi lyhentynyt tutki-
mustyömaaolosuhteissa 10 m:iin.
"Tyvimenetelmässä" vinssausmatka
on edellä mainittu 18 m. Tällöin
on vinssauksessa näiden välinen

ollut kaikkein pienimmillä puilla sekä yleensä latva edellä käsittelyssä hidasta. Tyvi edellä karsinta on ollut nopeinta. Tässä menetelmässä joudutaan koneella irtottamaan puiden latvat, mikä aiheuttaa sen, että puukohtaisissa kokonaistehoajoissa käsittely latva edellä on nopeinta. Keskeytyksiä, erilaisia konehäiriöitä, puun irttoamista tarttumasaksista ja puiden uudelleen ottoa, on esiintynyt runsaimmin puiden käsittelyssä latva edellä. Monitoimikoneen kokonaistyöaika on riippumaton siitä, käsitelläänkö puita latva tai tyvi edellä.



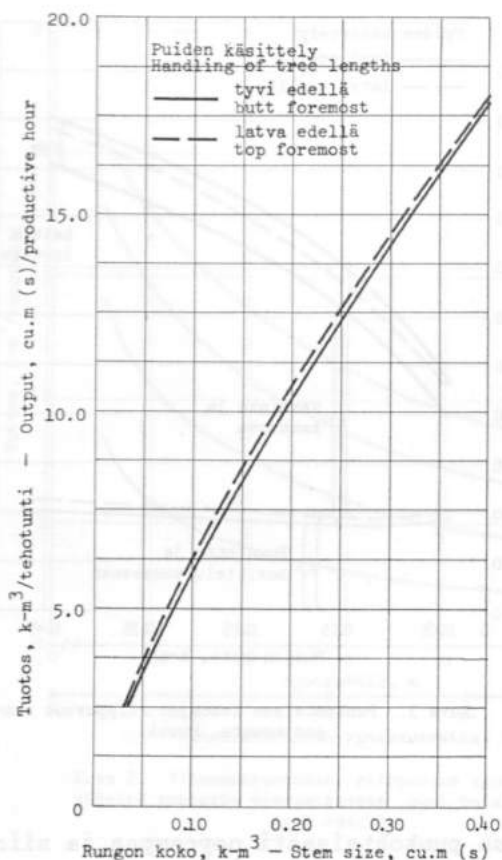
Kuva 3. Puukohtaisen tehoajan riippuvuus rungon koosta. Kuusi.

Monitoimikoneen työskentely on ollut väljennysmetsässä karsinnassa ja katkonnassa puukohtaisesti nopeampaa ja siirtyminen hitaampaa kuin Metsätehon aikaisemmissa tutkimuksissa avohakkuualueilla. Maasto sekä pystypuiden ja ajouralle tehtyjen kasojen haitta ovat vaikuttaneet koneen siirtymisten hitauteen väljennysmetsässä.

Tuotos

Puita latva tai tyvi edellä käsiteltäessä monitoimikoneen tuotoksissa ei hajakaato- ja työpistemenetelmän välillä ollut eroja. Kuitenkin on huomattava, että alhainen leimikon tiheys vaikuttaa tuotokseen voimakkaammin hajakaatomenetelmässä kuin työpistemenetelmässä, koska jälkimmäisessä työpisteiden välimatkaa suurentamalla harvan leimikon vaikutusta voidaan vähentää. Leimikon suuri tiheys väljennysmetsissä ei lisää merkittävästi Pika 50:n tuotosta, koska 5 m:n ajouralle syntyy suurien puutavarakasojen vuoksi ahtautta, ja silloin koneen liikkuminen ajouralla vaikeutuu. Parhaaseen työn jälkeen jatkokuljetusta ajatellen päästiin palstoilla 1 ja 2 (liite 3, s. 15).

Kun käsitellään esikasattuja puita, pystyyn jäävien puiden tiheys ei sanottavasti vaikuta monitoimikoneen tuotoksiin 5 m:n levyisiä ajouria käytettäessä. Pystyyn jääneen puuston tiheyden noustessa 500 rungosta 700 runkoon hehtaaria kohti monitoimikoneen tuotos aleni 3 %. Palstan 3 harva pystypuusto (400 runk./ha) taas ei ole sanottavasti helpottanut koneen työskentelyä, koska ajouralle tullut liiallinen puumäärä on ollut työskentelyä haittaava minimitekijä.

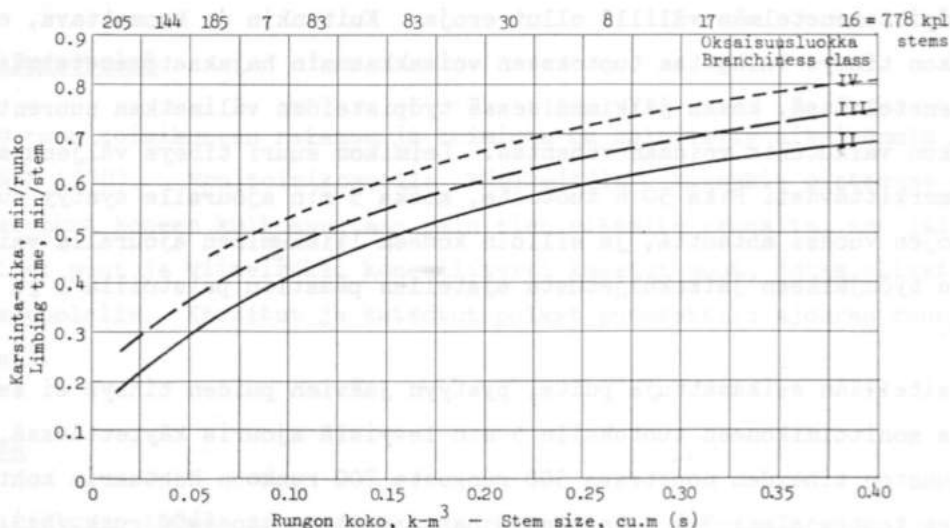


Kuva 4. Rungon koon vaikutus tuotokseen.

Fig. 4. Effect of stem size on the output.

Kuvassa 4 on esitetty rungon koon vaikutus monitoimikoneen tuotokseen sekä latva että tyvi edellä puita käsiteltäessä. Puiden latva edellä -käsittelyn tehotuntituotos on suurempi kuin tyvi edellä karsittaessa ja katkottaessa. Karsintajälki oli edellisessä menetelmässä huomattavasti kuin jälkimmäisessä. Latva edellä -käsittelyn haittana on myös se, että tyvipölkystä helposti tulee "sopimattoman" pituinen.

Puiden oksaisuuden vaikutus karsintaan on esitetty kuvassa 5. Oksaisuusluokittelussa on käytetty metsäpalkkataulukoiden 1.1.1971 - 31.3.1972 mukaista luokitusta. Tämä tutkimusaineisto on kerätty vain tyvi edellä käsitellyistä puista. Tulokset osoittavat, että Pika 50:n karsinta hidastuu oksaisuuden lisääntyessä.



Kuva 5. Puiden oksaisuuden vaikutus karsinta-aikaan. Kuusi.

Fig. 5. Effect of branchiness on limbing time. Spruce.

K u s t a n n u s t e n l a s k e n t a p e r u s t e e t

Hakkuupalkat

Korjuukustannuslaskelmien perusteena on käytetty työvaiheittaisia hakkuupalkkoja 1.1.1971 - 31.3.1972, palkkausalue 4, sekä metsätyöpalkkataulukoita 1.1.1971 - 31.3.1972, palkkausalue 4. Pelkästään puiden kaadon, latvan katkaisun ja latvan osittaisen karsinnan kustannuslaskelmien perusteena ovat olleet Metsätehon aikaisemmat tutkimukset (KAHALA 1970 ja TENHOLA 1970). Hakkuun sosiaalikustannusten osuus on 19.5 %.

Monitoimikone

Laskelmien perusteena ovat olleet tämän tutkimuksen tuotokset sekä Metsätehon ke-
räämät, vuoden 1970 kustannus- ja tuotostilastojen mukaiset Pika 50:n kustannukset, 85 mk/tehotunti.

Koneellinen kasaus

Perusteena ovat olleet väljennysmetsästä tässä tutkimuksessa saadut tuotosluvut ja vanhan, käytetyn juontotraktorin (vuosimallia 1962) työmaatuntikustannukset, 15 mk, sekä koneen kuljettajan ja apumiehen palkat, 16 mk, eli yhteensä 31 mk.

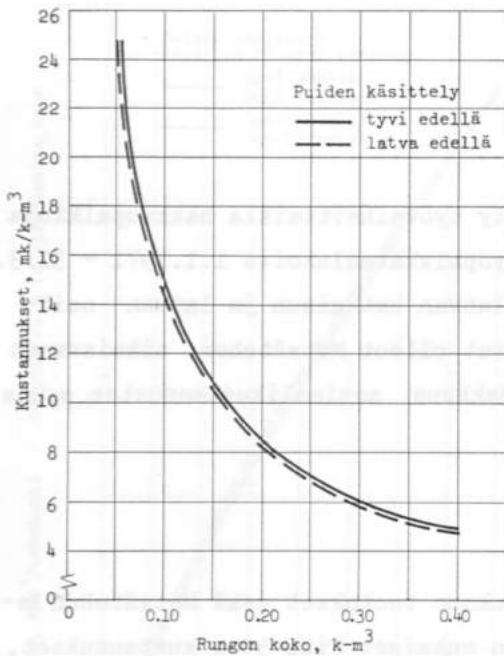
Lähikuljetus

Perusteena ovat olleet Metsätehon aikaisempien lähikuljetustutkimusten tuotosluvut ja kuormatraktorin kustannukset kuljettajineen, 37 mk/työmaatunti.

K o r j u u k u s t a n n u k s e t

Monitoimikoneen kustannusten riippuvuus rungon koosta on esitetty kuvassa 6. Kustannusten nousu on ollut erittäin huomattava alle 0.2 k-m^3 :n puita käsiteltäessä.

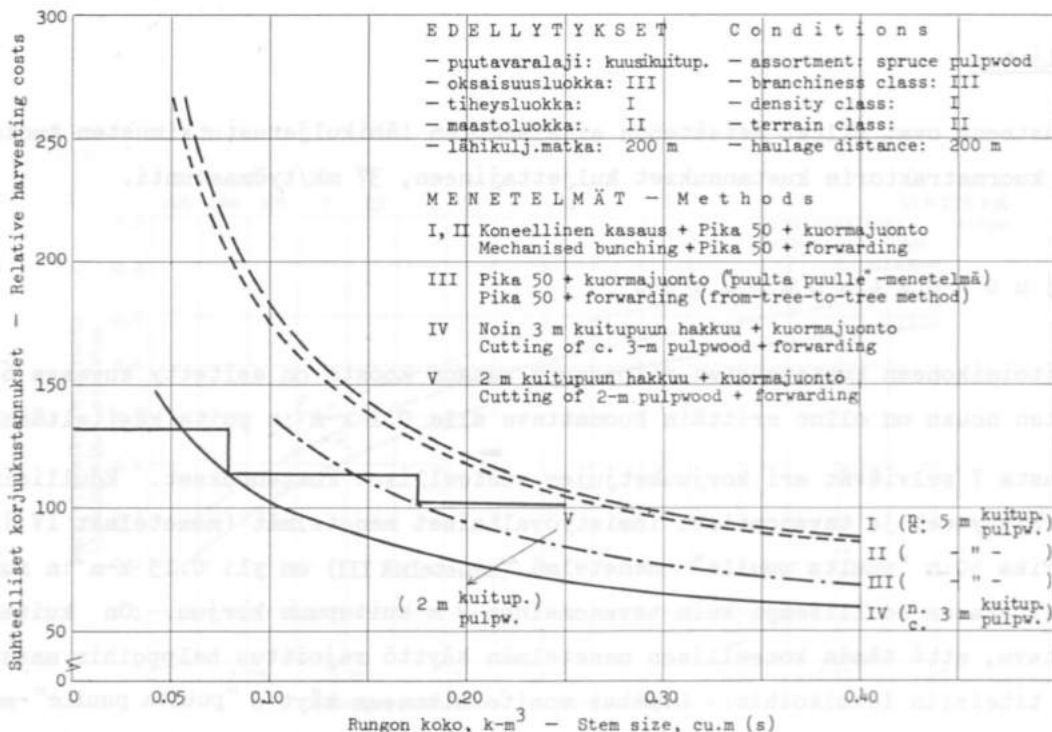
Kuvasta 7 selviävät eri korjuuketjujen suhteelliset kustannukset. Edullisimpia ovat kehittyneet ja tavanomaiset ihmistyöyhtäläiset menetelmät (menetelmät IV ja V). Tosin Pika 50:n "puulta puulle" -menetelmä (menetelmä III) on yli 0.15 k-m^3 :n rungon-suuruusluokassa edullisempi kuin tavanomainen 2 m kuitupuun korjuu. On kuitenkin huomattava, että tämän koneellisen menetelmän käyttö rajoittuu helppoihiin maastoihin ja tiheisiin leimikoihin. Lisäksi monitoimikoneen käyttö "puulta puulle"-menetelmässä saattaa tuottaa vaikeuksia väljennysmetsissä, koska se edellyttää leveitä ajouria ja kapeita ajouravälejä. Näin ollen tämän menetelmän käyttö harvennusmetsäolosuhteissa tulee harvoin kysymykseen.



Kuva 6. Monitoimikoneen kustannusten riippuvuus rungon koosta.

Eräänä mahdollisena menetelmäratkaisuna tulee kysymykseen monitoimikoneen siirto varastolle ja karsimattomien puiden juonto sinne. Jos oletetaan, että puujuonto väljennysmetsästä 200 m:n matkalla on 5 % hitaampaa kuin vastaava juonto avohakkuualueelta, ovat korjuukustannukset monitoimikonetta varastolla käytettäessä 0.15...0.40 k-m³:n rungonkoolla menetelmien I ja II suuruusluokkaa. Juontomatkan pidentyessä ja puiden koon pienentyessä Pika 50:n varastokäsittelyyn perustuvan korjuuketjun kustannukset nousevat erittäin voimakkaasti.

Koska konetyökustannusten nousu on pienempi kuin ihmistyökustannusten, Pika 50:n ja ihmistyövaltaisten menetelmien väliset kustannuserot pienentyvät tule-



Kuva 7. Suhteelliset korjuukustannukset kiintokuutiometriä kohti.

Fig. 7. Relative harvesting costs per solid cubic metre.

vaisuudessa. Ihmistyön säästö Pika 50 -työpiestemenetelmässä on 40...50 % (vaihdellen eri rungonsuurusluokissa) tavanomaiseen 2 m kuitupuun hakkuuseen ja lähikuljetukseen verrattuna.

Puustovauriot

Taulukosta 1 ilmenevät korjuun yhteydessä syntyneiden puustovaurioiden määrä ja vaurioituneiden puiden suhteellinen osuus pystyyn jääneiden puiden lukumäärästä. Vaurioita on syntynyt runsaimmin koneellisen kasauksen yhteydessä keskelle palstaa jääneisiin puihin etenkin tyvi edellä vinssattaessa. Vaurion on aiheuttanut juonto- taakka tai vetovaijeri (vaurioituneita puita 6.3...8.6 kpl/ha). Pika 50 on aiheuttanut runkovaurioita eniten ajouran reunapuihin (vaurioituneita puita 4.9 kpl/ha).

Tutkimuspalstoja vertailtaessa voidaan todeta, että poistettavien puiden määrä vaikuttaa voimakkaimmin vaurioituneiden puiden osuuteen. Puiden vaurioitumismäärää Pika 50 -menetelmissä on pidettävä vähäisenä.

T a u l u k k o 1

Puustovauriot

Alue	Pysty- puuston tiheys, runk./ ha	Juuri- ja tyvivauriot		Runkovauriot	
		ajo- uralla	ajouran ulkop.	ajo- uralla	ajouran ulkop.
Kaikki palstat	500	Vaurioituneita puita, kpl/ha			
		7.3	15.1	8.3	9.4
		Vaurioitumismäärä, % pystypuiden lukumäärästä			
Kaikki palstat	500	1.5	3.0	1.7	1.9

K E H I T Y S N Ä K Y M I Ä

Ajouralla toimivaan Pika 50 -monitoimikonemenetelmään perustuvien korjuuketjujen käyttö harvennusmetsissä on tällä hetkellä kustannuksiltaan kalliimpi ratkaisu kuin ihmistyövaltaiset korjuumenetelmät. Monitoimikoneen käyttö harvennusmetsissä rajoittune väljennysshakkuisiin. Puiden laahusjuonto ja Pika 50:n karsinta- ja katkontatyö varastolla on menetelmäratkaisu, jota voidaan ajatella käytettäväksi järeäpuustoissa kohteissa. Lähikuljetusmatkan on kuitenkin oltava lyhyt, alle 200 m. Silloinkin varastokoneen pitäisi olla mieluummin useita puita samanaikaisesti käsittelevä karsinta-katkontakone.

Harvennusmetsiin soveltuvia monitoimikoneita kehitettäessä on huomattava erikoisolosuhteet: mm. rungot ovat kooltaan pieniä, leimikoiden tiheydet ovat alhaiset, leimikoiden koot ovat pieniä, pystyyn jäävä puusto haittaa työskentelyä ja pystypuuston vaurioita on vältettävä. Koska pystypuusto vaikeuttaa monitoimikoneen käyttöä puiden kaadossa, olisi ensi vaiheessa pyrittävä tavanomaiseen moottorisahakatoon perustuviin menetelmiin. Harvennusmetsien korjuumenetelmissä vaaditaan yleensä leveät ajouravälit ja melko kapeat ajourat. Näin ollen olisi monitoimikonemenetelmiä kehitettävä harvennusmetsiin soveltuviksi varustamalla kone ulottuvalla nivelpuomilla tai monijatkaisella teleskooppipuomilla. Pystyyn jäävien puiden vaurioiden välttämiseksi puut olisi joko nostettava pystyasennossa tai suunnatusti kaadettujen puiden kääntämisen välttämiseksi ajouralla liikkuvan monitoimikoneen tai sen monitoimiosan olisi käännettävä kaatosuuntaan. Monitoimikoneen olisi pystyttävä työskentelemään kaksipuolisesti eli ottamaan puut kulkusuuntaan päin molemmilta puolilta (työskentelymahdollisuus vähintään 180^o:n sektorilla). Monitoimikoneella on rajoitetut työskentelytilat harvennusmetsissä ajouralla tai ns. työpisteissä pystypuuston haitan vuoksi. Tämän vuoksi koneen laitteiden ns. "takaulottuvuus" (ajouralla noin 2 m ja työpisteessä 2...4 m) on mitoitettava oikein. Mikäli kone varustetaan ulottuvalla teleskooppipuomilla, on alustakoneen tasapainolle asetettava suuret vaatimukset. Myös muihin koneen maastokelpoisuusominaisuuksiin (joita ovat pieni pintapaine, riittävä moottorin teho, joustava voimansiirto, laaja nopeusalue, helppo ohjattavuus ym.) on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Monitoimikonetta harvennusmetsissä käytettäessä joudutaan käsittelemään runsaasti puita latva edellä. Tämä edellyttää, että koneissa on puiden latvan katkaisija. Järeäpuustoisista harvennusmetsistä, väljennyshakkuista, saadaan runsaasti tukkeja. Monitoimikoneen katkaisulaitteena tulisi näin ollen olla sirkkeli tai ketjusahahterä katkaisuhakkeamien välttämiseksi.

Karsintalaitteella olisi voitava karsia puu tyvi- ja latvapää edellä. Pieniä puita olisi voitava karsia useita yhtäikaa, sillä tavanomaisista harvennusmetsistä poistettavien pienten puiden ($\leq 0.1 \text{ k-m}^3$) käsittelyssä puu kerrallaan ei esimerkiksi Pika 50:llä ole karsintanopeutta lisättäessäkään kovin suuria mahdollisuuksia saavuttaa taloudellista kokonaistulosta.

Harvennusmetsien puunkorjuussa olisi toivottavaa, että monitoimikoneen käsittelyssä kapealle ajouralle syntyvä puutavarakasa olisi säännöllinen jatkokuljetuksen helpottamiseksi.

Harvennusmetsiin soveltuvia monitoimikoneita suunniteltaessa on ensisijaisesti keskityttävä väljennyshakkuitten koneellistamiseen. Tällä hetkellä suunniteltavilla monitoimikoneilla tulee olla toimintaedellytykset myös avohakkuualueella, jolloin koneen on pystyttävä myös suurien puiden käsittelyyn. Myöhemmin tulevaisuudessa voidaan ajatella rakennettavaksi erikoiskone pelkästään pienikokoisen harvennuspuun korjuuseen.

KONEELLISEN KASAUKSEN TYÖMAA-AIKA
Working-site Time in Mechanised Bunching

Erittely Specification	HAJAKAATOMENETELMÄ (I) Method I (The broadcast felling method)						TYÖPISTEMENETELMÄ (II) Method II (The work point method)				Koko aineisto Total material	
	Palsta, n:o - Cutting area, No.											
	1		2		3		4		5			
	Vinssaus - Winching T = tyvi edellä - butt foremost L = latva edellä - top foremost											
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
TEHOAIKA - Productive time	min/taakka - min/winchng bunch											
Varsinainen vinssaus Winching proper												
- Vaijerin vienti ja kiinnitys Dragging and fixing the wire	1.04	1.00	1.20	1.13	1.23	1.12	1.02	1.00	1.08	0.88	1.08	1.04
- Vinssaus Winching	0.75	0.81	0.56	0.39	0.57	0.32	0.50	0.58	0.56	0.35	0.58	0.50
- Juontosilmukan irrotus Removing the skidding loop	0.53	0.43	0.51	0.48	0.45	0.54	0.68	0.53	0.41	0.36	0.49	0.36
Yhteensä - Total	2.32	2.24	2.27	2.00	2.25	1.98	2.20	2.11	2.05	1.59	2.15	1.90
Apuaika - By-time												
- Koneen siirtely Moving the machine	0.29		0.46		0.19		0.23		0.28		0.27	
- Kasojen järjestely käsin Arranging the bunches by hand	0.09		0.03		0.03		0.03		0.01		0.03	
- Työn suunnittelu Planning the work	0.08		0.08		0.18		0.21		0.09		0.14	
Yhteensä - Total	0.46		0.57		0.40		0.47		0.38		0.44	
TEHOAIKA YHTEENSÄ Productive time total	2.78	2.70	2.84	2.57	2.65	2.38	2.67	2.58	2.43	1.97	2.59	2.34
KESKEYTYKSET - Interruptions												
- Vinssausaakan juuttuminen The winching bunch sticks	0.18	0.08	0.22	0.13	0.36	0.15	0.12	0.07	0.11	0.11	0.22	0.11
- Vinssausaakan uudell. kunnost. Re-fixing the winching bunch	0.11	0.05	0.01	-	0.10	0.05	-	-	0.07	0.04	0.04	0.02
- Muut keskeytykset Other interruptions	0.37		0.39		0.34		0.30		0.30		0.33	
- Lepo Rest	0.66	0.61	0.66	0.59	0.66	0.56	0.59	0.56	0.55	0.46	0.62	0.53
Yhteensä - Total	1.32	1.11	1.28	1.11	1.46	1.10	1.01	0.93	1.03	0.91	1.21	0.99
TYÖMAA-AIKA - Working-site time	4.10	3.81	4.12	3.68	4.11	3.48	3.68	3.51	3.46	2.88	3.80	3.33
	min/k-m ³ - min/solid cu.m.											
TYÖMAA-AIKA - Working-site time	10.25	9.53	13.29	11.87	14.17	12.00	10.22	9.75	12.36	10.29	11.88	10.41
KORJUULOLOSUHTET - Harvesting conditions												
Leimikon tiheys, Stand density,	k-m ³ /ha cu.m (s)/ha	50		28		62		56		39		46
Taakan koko, Bunch size,	k-m ³ cu.m (s)	0.40		0.31		0.29		0.36		0.28		0.32
Rungon koko, Stem size,	k-m ³ cu.m (s)	0.21		0.14		0.13		0.20		0.12		0.15
Taakkoja, Number of bunches	kpl	42		46		88		70		57		303
Runkoja, Number of stems per bunch	kpl/taakka	1.9		2.2		2.2		1.8		2.3		2.1
Keskim. vinssausmatka, Average winching distance, m	m	21		17		15		18		19		18

LIITE 2

Appendix

PIKA 50 - MONITOIMIKONEEN TYÖMAA-AIKA

Working-Site Time of the Pika 50 Processor

Erittely Specification	HAJAKAATOMENETELMÄ (I) Method I (The broadcast felling method)			TYÖPISTE- MENETELMÄ (II) Method II (The work point method)		Kaikki Total
	Palsta, n:o - Cutting area, No.					
	1	2	3	4	5	
	min/runko - min/stem					
PUUKOHTAINEN AIKA - Per-tree time						
Tehoaika - Productive time						
- Rungon otto ja sovittelu Taking and placing the stem	0.30	0.27	0.28	0.31	0.28	0.28
- Karsinta ja katkenta Limbing and bucking	0.49	0.35	0.38	0.44	0.36	0.40
- Latvan irrotus - Removing the top	0.11	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07
Keskeytykset - Interruptions						
- Uusintaote - Taking a new grip	0.08	0.12	0.11	0.08	0.11	0.10
- Häiriöaika - Disturbance time	0.02	0.01	0.01	0.02	0	0.01
TYÖPISTEKOHTAINEN AIKA - Per-work point time						
Tehoaika - Productive time						
- Siirtymiseen valmistautuminen Preparing to move	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05
- Siirtyminen - Moving	0.16	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18
- Muu tehoaika (taskun tyhjentäminen) Other productive time (emptying the pocket)	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
Keskeytykset - Interruptions						
- Työn suunnittelu - Planning the work	0.01	0.05	0.01	0.02	-	0.02
- Huolto, korjaus - Service, repair	0.28	0.27	0.27	0.28	0.26	0.27
- Muut keskeytykset - Other interruptions	0.24	0.14	0.16	0.24	0.11	0.17
TYÖMAA-AIKA - Working-site time	1.80	1.57	1.56	1.73	1.46	1.60
	min/k-m ³ - min/solid cu.m.					
TYÖMAA-AIKA - Working-site time	8.57	11.21	12.00	8.65	12.17	10.67
KORJUULOLOSUHTET - Harvesting conditions						
Rungon keskim. koko, k-m ³ Average stem size, cu.m (s)	0.21	0.14	0.13	0.20	0.12	0.15
Leimikon tiheys, runkoa/ha Stand density, stems/ha	238	200	477	280	325	307
Pystyyn jääneen puuston tiheys, runkoa/ha Density of the residual growing stock, stems/ha	500	700	400	500	400	500
Koneen keskim. siirtymismatka, m Average moving distance of the machine, m	4	3	3	4	5	4
Käsitelty puita, kpl/työpiste Trees handled, number/work point	4	2	5	4	5	4
Tutkimusaineisto, puita Study material, number of trees	128	220	322	194	154	1018
Maastoluokka Terrain class	I-II	II	I-II	I-II	I	I-II

LIITE 3

Appendix

PIKA 50:N KUITUPUUKASOJA

ERI TUTKIMUSPALSTOILLA

Pulpwood bunches of the Pika 50 in different cutting areas

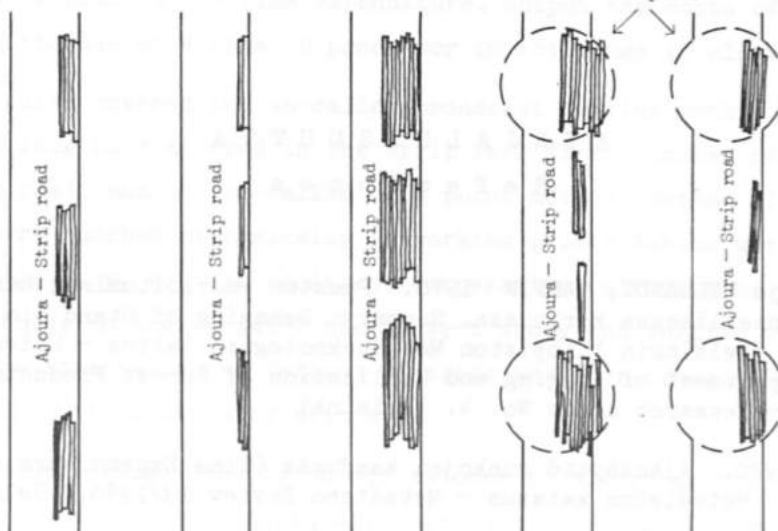
Palsta, n:o - Cutting area, No.

1 2 3 4 5

Leimikon tiheys, $k-m^3/ha$ - Stand density, solid cu.m/hectare

50 28 62 56 39

Työ piste
Work point



KIRJALLISUUTTA

References

- HANNELIUS, SIMO ja LILLANDT, MARTIN 1970. Puuston vaurioituminen harvennusleimikoiden koneellisessa korjuussa. Summary: Damaging of Stand in Mechanized Thinning. Helsingin Yliopiston Metsäteknologian laitos - University of Helsinki, Department of Logging and Utilization of Forest Products, Tiedonantoja n:o - Research notes No. 4. Helsinki
- KAHALA, MIKKO 1970. Ajankäyttö runkojen kaadossa (Time Expenditure on Tree-Length Felling). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 13/1970. Helsinki
- PÖLKKI, VOITTO ja SALMINEN, JAAKKO 1970. Pika 50 -monitoimikone. Summary: Pika 50 Processor. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 298. Helsinki
- TENHOLA, JUHANI 1970. Tutkimus hakkuusta käytävä- ja riviharvennuksessa. (Study of the Cutting in Row and Strip Thinning). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 15/1970. Helsinki

Study of the Use of a Pika 50
Limbing-Bucking Machine in Thinnings
in Older Stands

By Juhani Tenhola

SUMMARY

The object of the study, which is part of the investigation series of the HAKO Committee, was to analyse the time expenditure, output and costs of harvesting methods based on the use of a Pika 50 processor in thinnings in older stands.

The time studies covered the so-called broadcast felling method (Method I) in which the tree lengths scattered in the strip were first bunched mechanically alongside the strip road, and the so-called work point method (Method II) in which the tree lengths were bunched mechanically in working points making use of auxiliary strip roads (Fig. 1, p. 4). In addition, comparative calculations were made for three other methods on the basis of the present study and earlier studies (Fig. 7, p. 10). No time studies on the felling of trees were performed; the earlier results were used in the cost calculations.

Mechanical bunching was done by an old skidder to alongside the strip road and to work points (expenditure of time, Appendix 1, p. 13). The output achieved in the latter was 7.5 per cent greater than in the former. The winching output decreased by 4 per cent when the density of the residual growing stock grew from 400 to 700 trees per hectare. Winching of the tree lengths top foremost was 11.0 per cent faster over a distance of 18 m when the bunch size was 0.3 solid cu.m. than in winching with the butt foremost.

The expenditure of time by the Pika 50 processor is given in Appendix 2 (p. 14). The limbing times of the processor increase with the branchiness of the trees (Fig. 5, p. 8).

The output of the Pika 50 decreases very sharply with stem size (Fig. 4, p. 8). The processor has now achieved productive-hour outputs in cutting approx. 5-m spruce pulpwood that are an average of 2.0 per cent better than those achieved in earlier studies conducted in clear-cutting areas (PÖLKKI and SALMINEN 1970). When the stand density was 39...62 solid cu.m./hectare, no differences were established in the outputs of the processor between the two methods (Method I and Method II).

It may be concluded on the basis of the studies that, in thinnings in older stands where the density is low, the effect of the thin stand can be reduced by lengthening the distance between the work points. On the other hand, when the quantity of timber to be obtained from a unit of area is great, it is advisable to use the broadcast felling method (Method I) in order to avoid crowding from the bunches of timber on the strip road (Appendix 3, p. 15).

- The productive-hour output in processor handling with the top foremost method was greater, but the share of interruptions was also greater, than in handling with the butt foremost (Fig. 4, p. 8). The output per working-site hour was the same with these methods. It should be noted that for the tree lengths handled top foremost the logger cuts the tops off in the felling phase.

- When bunched tree lengths are handled by a processor the density of the residual growing stock does not affect the machine outputs to any appreciable effect when the strip roads are 5 m in width.

- The harvesting costs of the cutting of rough-limbed about 3-m pulpwood and well-limbed 2-m pulpwood alongside the strip road and forwarding (Methods IV and V) are lower than those of the processor methods (Fig. 7, p. 10). It is true that the "from-tree-to-tree" method of the Pika 50 (Method III) on a strip road seems to be more advantageous for stem-size classes of over 0.15 solid cu.m. than the customary cutting and short-distance haulage of 2-m pulpwood (Method V). It should be noted, however, that the use of this processor method is confined to easy terrain and dense marked stands and places where a thin growing stock is left standing.

The damage to the residual growing stock in the processor methods must be regarded as slight. 1...3 per cent of the number of residual trees in the cutting areas studied were damaged. These figures do not include the damage caused by the forwarder.

It seems, thus, that the use of the Pika 50 processor is not yet particularly profitable for thinnings. In the future, when the processors are developed and the costs of human labour change, the processor systems will be more competitive also in thinnings and primarily in thinnings in older stands.

