



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyysönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 600

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

РУБКИ УХОДА. РЕЗУЛЬТАТЫ ФИНСКО-СОВЕТСКОГО СОВМЕСТНОГО НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-
neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta

Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet
joint research study

Approved on 12.10.1984

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРОРЕЖИВАНИЕ СОСНЯКА ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЙ МАШИНОЙ "МАКЕРИ"	5
[Пертти Харстела, Александр Савельев, Пентти Сайранен, Матти Сирен и Айварс Эпалтс.]	
ЗАГОТОВКА ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ НА ШЕПУ	15
[Пертти Харстела, Ханну Калая и Петерис Чернис.]	
ЗАГОТОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ	25
[Гунардс Берзиньш, Имантс Иевиньш, Юрис Кевиньш и Алдис Озолиньш]	
ЛИТЕРАТУРА	30
SELOSTE	31
REVIEW	33
ПРИЛОЖЕНИЯ	35

Рубки ухода. Результаты финско-советского совместного научного исследования. Seloste: Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta. Review: Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint research study. *Folia For.* 600:1—36.

Ensiharvennukset ovat vaikea ongelma sekä Neuvostoliitossa että Suomessa. Harvennusten koneellistaminen ja uusien korjuumenetelmien kehittäminen ovat tärkeitä tekijöitä pyrittäessä ratkaisemaan harvennusten pääongelmaa, korkeita korjuukustannuksia.

Suomen ja Neuvostoliiton välisen tieteellis-teknisen yhteistyön puitteissa tehtiin Latvian neuvostotasavallassa syksyllä 1982 kokeita, joissa selvitettiin suomalaisen puunkorjuuteknologian soveltumista paikallisiin olosuhteisiin. Tutkimus käsitteli kolme osakoetta. Ensimmäinen osakoe käsitteli männikön harvennusta Makeri kaato-kasauskoneella. Toisen osakokeen aiheena oli pienlähpimittaisen kokopuun korjuu hakemenetelmällä. Kolmas, puhtaasti latvialaisin voimin tehty koe, käsittelee harvennuksista saatavan biomassan käsittelyä ja käyttöä.

Tutkitut korjuuketjut soveltuivat hyvin Latvian neuvostotasavallan olosuhteisiin. Työn tuottavuus menetelmissä oli olosuhteet huomioonottaen hyvä ja jäävän puuston ja maaperän vaurioituminen suhteellisen vähäistä. Harvennuksista saatavan biomassan käsittely tarkoitukseen kehitetyllä "SIKO-2" laitteistolla sujui hyvin. Lajittelussa saatu vihermassa, teollisuushake ja polttohake soveltuvat moniin eri tarkoituksiin. Vihermassa voidaan käyttää esim. vitamiinijauheeksi, lajittelussa saatu teollisuushake sopii lastulevyn raaka-aineksi ja polttohakkeesta voidaan valmistaa polttobrikettejä.

First commercial thinnings are a difficult problem in both the Soviet Union and Finland. The mechanization of harvesting and the development of new harvesting methods are important factors in the attempt to solve thinning's chief problem, high harvesting costs.

Within the framework of the scientific-technical co-operation between the Soviet Union and Finland, studies were carried out in the Latvian Republic in autumn 1982. These studies examined the adaptability of Finnish harvesting technology to local conditions. The research study was made up of three parts. The first part dealt with the thinning of pine stands with the Makeri feller-buncher. The subject of the second part was the harvesting of small-sized whole-trees using the chipping method. The third, which was carried out solely by the Latvians, dealt with the handling and utilization of biomass produced in thinnings.

The studied harvesting methods adapted well to the conditions of the Soviet Socialist Republic of Latvia. The work productivity in the various methods was good considering the conditions. The amount of damage to the remaining stand and soil was relatively small. The "SIKO-2" plant, developed for the purpose of processing the biomass produced during thinning, succeeded well. The needle and leaf biomass, industrial chips and fuel chips produced in sorting can be used for many different purposes. The needle and leaf biomass can be used, for example as vitamin powder. The industrial chips are suitable raw material for particle boards and fuel briquets can be made from fuel chips.

Первые прореживания являются серьезной проблемой как в Советском Союзе так и в Финляндии. Механизация рубок ухода и совершенствование новых методов лесозаготовок являются важными факторами при поиске решения к главной проблеме рубок ухода — высоким расходам лесозаготовок.

В рамках финско-советского научно-технического сотрудничества осенью 1982 года в Латвийской ССР провели опыты, которыми выяснили возможности применения финской лесной технологии в местных условиях. Исследование провели по трем этапам. В первом этапе исследовали прореживание сосняка с помощью ВПМ "Маке́ри", во втором — заготовку тонкомерной древесины с последующей переработкой ее на щепу, а в третьем этапе, который совершили чисто латвийскими силами, исследовали заготовку и использование биомассы кроны деревьев.

Исследуемые системы машин хорошо работали при условиях Латвийской ССР. Учитывая данные условия разработки лесосек, производительность работы отдельных систем машин была хорошей, а степень повреждения оставшегося древостоя и грунта была относительно низкой.

Переработка биомассы, полученной при прореживаниях с помощью сортировщика зеленой щепы СИКО-2 дала хорошие результаты. Полученные при переработке зеленая, технологическая и топливная щепы применяются для различных назначений. Зеленую щепу, например, применяют для изготовления хвойно-витаминной муки; технологическая щепка является хорошим сырьем для изготовления древесно-стружечных плит, а из топливной щепы изготавливают прессованные топливные брикеты.

ODC 33+307+312+35+664+972.1

ISBN 951-40-0674-7

ISSN 0015-5543

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

ВВЕДЕНИЕ

При первых прореживаниях лесосечные условия являются трудными для механизации работ. Прореживание является все-таки необходимым мероприятием для формирования хвойных лесных насаждений, невыполнение которого привело бы к большим потерям в будущем. Маломерность и небольшое количество полученной при прореживаниях древесины вызывает некоторые затруднения. В типичном сосняке, подвергающемся прореживанию в Южной Финляндии, объем срубленных деревьев всего лишь 20—35 дм³. В результате рубки на 1 га получают 30—40 м³ стволовой древесины, из которой традиционной сортиментной системой заготовки получают 20—30 м³ древесины с одного гектара. В сортиментной системе разработки лесосек даже от стволовой древесины теряется 25—30 %, а также вся биомасса сучьев (Vuokila 1976). Сортиментная система имеет еще и другие недостатки при прореживаниях. Производительность труда ниже по сравнению с результатами рубки в более крупномерных древостоях и заготовка одного кубометра древесины до промежуточного склада занимает 0,200—0,250 человеко-дней. Это является причиной того, что затраты на лесосечные работы будут слишком большими (Наккйла и др. 1978).

Так как сортиментная система оказалась неудовлетворительной при прореживаниях, в последнее время приложены большие усилия на исследование и разработку новых методов лесосечных работ при прореживаниях. Таким образом, заготовка леса деревьями стала важным вариантом вместо сортиментной системы и имеет следующие преимущества [Наккйла и др. 1978]:

- Потеря сырья уменьшается. При сортиментной системе в лесу оставшаяся часть стволовой древесины [меньше 6-ти см по диаметру] и сучья могут быть использованы.
- Большая производительность труда и меньшие затраты по сравнению с традиционными методами.
- Безопасность и эргономика труда лучше по сравнению с традиционными методами.

При заготовке леса деревьями в Финляндии испытаны разные системы разработки лесосек. Несмотря на то, что мировой кризис лесной промышленности замедлял развитие лесозаготовок методом целых деревьев, он все шире используется в Финляндии из-за расширяющего использования тонкомерной древесины в качестве топлива. Разработаны методы лесозаготовок как для мелких хозяйств, так и для крупного производства, и теперь применяют уже многие комбинации машин и способы заготовок древесины.

2-ого октября в 1982 году на 13-ом совещании группы по лесному хозяйству Финско-Советской Комиссии Научно-технического Сотрудничества был заключен договор об организации опытов по рубкам ухода в СССР с участием финской стороны и использованием финской лесной технологии. На основе этого договора в Финляндии начали предварительную подготовку опытов и провели предварительные испытания используемых систем разработки лесосек. С 6. по 10. сентября 1982 года финские специалисты, исследователи Матти Сирен и Лео Терво посетили НПО "СИЛАВА" в Латвийской ССР. Во время визита была достигнута договоренность об организации совместных исследований в Латвийской ССР. Для исследования выбрали две системы разработки лесосек, первая из которых основывается на ВПМ "Маркери", а вторая на ручной валке, трелевке с лебедкой и переработке маломерной древесины в щепу. В обоих случаях трелевку производят форвардером "Валмет 872 К".

Сами опыты провели с 11. по 21. октября 1982 года в Латвийской ССР вблизи г. Огре. Водители машин, вальщики и научные сотрудники были из Латвийской ССР. Из финских специалистов участвовали исследователи Матти Сирен и Ханну Калая. Со стороны НПО "СИЛАВА" в качестве руководителей исследования участвовали генеральный директор

Имантс Иевиньш, заместитель генерального директора Валентин Лазданс и заведующий лабораторией лесозаготовок Айварс Эпалтс. Из исследователей участвовали Петерис Чернис, который отвечал по линии заготовки маломерной древесины и переработки ее на щепу и Александр Савельев, который отвечал за разработки насаждения ВПМ "Макери".

Эта публикация создана в сотрудничестве обеих сторон. В Финляндии работой над рукописью руководил заведующий научно-исследовательской стан-

цией Пертти Харстела, а в НПО "СИЛАВА" заведующий лабораторией лесозаготовок Айварс Эпалтс, исследователь Петерис Чернис и генеральный директор Имантс Иевиньш.

Кроме того в публикации помещены материалы исследований дальнейшей переработки полученной при совместных экспериментальных исследованиях щепы [сортировка и использование при производстве древесно-стружечных плит], которыми руководил исследователь НПО "СИЛАВА" Юрис Кевиньш.

Суонениоки и Саласпильс
в январе 1984 года

Пертти Харстела *Айварс Эпалтс*
ГосНИЛИ Финляндии НПО "СИЛАВА"

ПРОРЕЖИВАНИЕ СОСНЯКА ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЙ МАШИНОЙ «МАКЕРИ»

ПЕРТТИ ХАРСТЕЛА, АЛЕКСАНДР САВЕЛЬЕВ, ПЕНТТИ САЙРАНЕН, МАТТИ СИРЕН И АЙВАРС ЭПАЛТС

СОДЕЖАНИЕ

1. ИССЛЕДУЕМАЯ СИСТЕМА МАШИН И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В УСЛОВИЯХ ФИНЛЯНДИИ И ЛАТВИЙСКОЙ ССР	5
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	6
21. Условия исследования и производительность работы ВПМ "Макери"	6
22. Раскряжевка деревьев на сортименты	10
23. Подвозка в лесу форвардером "Валмет-872 К"	11
24. Переработка вершин на щепу	11
25. Повреждение древостоя	11
26. Повреждение грунта	13
3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	13

1. ИССЛЕДУЕМАЯ СИСТЕМА МАШИН И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В УСЛОВИЯХ ФИНЛЯНДИИ И ЛАТВИЙСКОЙ ССР

Исследуемая система машин основывалась на заготовке леса с помощью ВПМ "Макери", трелевке форвардером "Валмет 872 К" и измельчении тонкомерных деревьев и вершин на промежуточном складе в щепу рубильной машиной "ГТ-1000 ТУ". Раскряжевку деревьев на сортименты провели у технологического коридора бензопилой. Валка слишком толстых для "Макери" деревьев, диаметром свыше 25 см, производилась бензопилой. Система разработки лесосек показана на рис.1., а характеристика участвующих в опытах машин приведена в приложениях 1, 2 и 3.

В подходящих условиях система машин оказалась весьма конкурентоспособной по сравнению с методами требующими больше ручного труда [Наккила и др. 1978, Rumpunen 1982]. Данную систему

машин лучше всего применять в относительно ровных по рельефу, малокаменистых сосновых борах.

В Финляндии система не нашла широкого применения. В частности на это влияли природные условия, которые не благоприятствуют применению машины типа "Макери". Применению "Макери" в условиях Финляндии препятствуют неровные, каменистые земли и длинная зима с толстым снежным покровом. Самыми большими проблемами являются именно круглогодичное использование машины "Макери" и организация ее работы. В последних исследованиях [Rumpunen 1982] система машин, основывающаяся на ВПМ "Макери", оказалась конкурентоспособной по сравнению с методами требующими больше ручного труда, хотя в течение зимы были простои

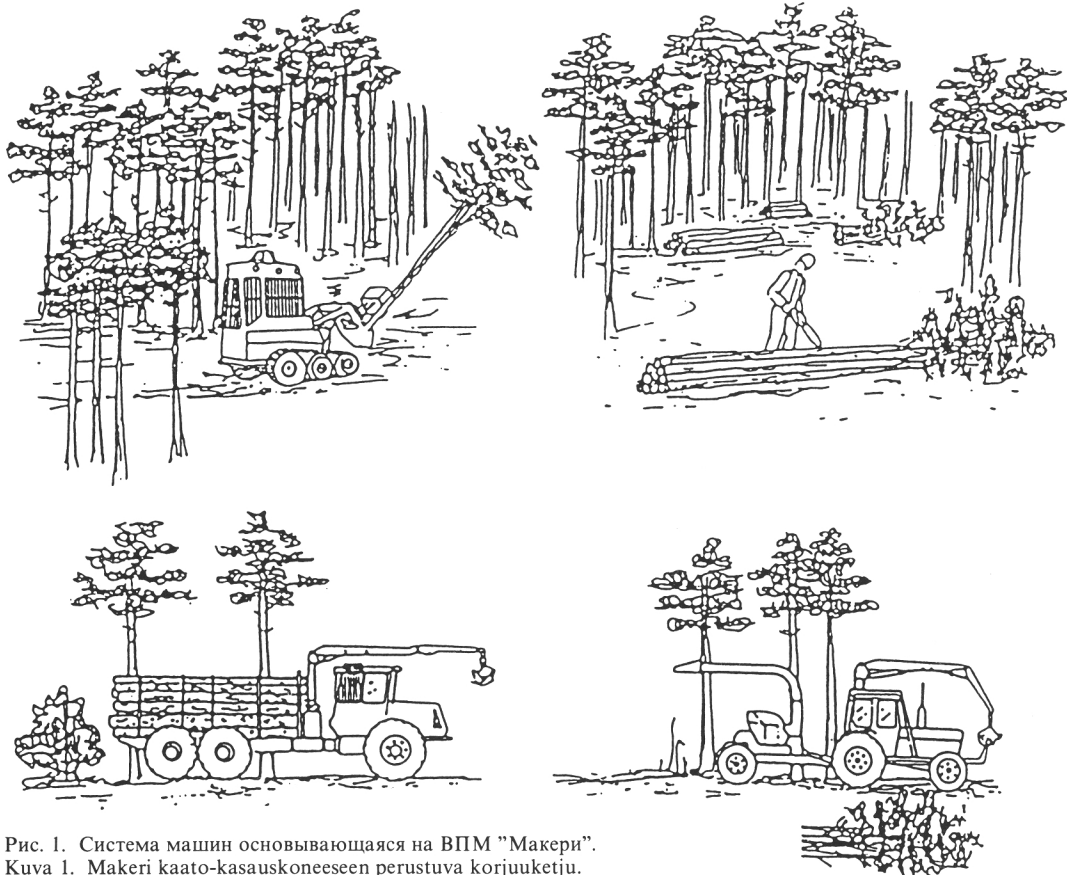


Рис. 1. Система машин основывающаяся на ВПМ "Макери".
 Kuva 1. Makeri kaato-kasauskoneeseen perustuva korjuuketju.
 Fig. 1. Mechanical thinning based on the Makeri feller-buncher.

от 2—х до 3—х месяцев из—за обилия снега.

В Латвийской ССР до настоящего времени машины "Макери" не применялись. В республике все-таки имеется много сосновых боров, подходящих для лесозаготовок при помощи машины "Макери" и она может быть использована в

насаждениях густотой древостоя до 2000 дер./га. В предыдущих опытах производительность машины оказалась высокой и совершенствованием рабочих приемов производительность машины может еще повыситься, а количество повреждений грунта может быть понижено.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

21. Условия исследования и производительность работы ВПМ «Макери»

Для опытов была выбрана лесосека проходной рубки общей площадью 2,4 га. Состав лесонасаждения 9С1Е+Б60,

возраст — 3-го класса, тип леса сосняк-черничник, бонитет — 2., полнота — 0,9. Запас древесины до рубки 155 м³/га, интенсивность рубки 50 м³/га. Перед рубкой на лесосеке росло 1359 дер./га со средним объемом дерева 0,114 м³, после рубки осталось 765 дер./га со средним

Таблица 1. Условия и производительность работы на участках исследуемого насаждения.

Taulukko 1. Leimikko-olosuhteet ja Makeri kaato-kasauskoneen tuottavuus palstoittain tutkimusleimikolla.

Table 1. Stand conditions and the productivity of the Makeri feller-buncher by logging strip on the research stand.

	1	2	Участок — 3	Palsta — 4	Logging strip 1—4	5
Площадь, га Pinta-ala, ha Area, ha	0,35	0,52	0,78	0,53	2,18	0,22
Ширина участка, м Palstan leveys, m Width of logging strips, m	30	40	60	60		
Свалено стволов, шт Korjattu runkoja, kpl Number of harvested stems	82	102	155	294	633	297
Количество пачек в зеве захвата-накопителя Taakkoja, kpl Number of bunches	72	69	114	209	464	229
Количество стволов в пачке Runkoja/taakka Stems per bunch	1,14	1,48	1,36	1,41	1,36	1,30
Ср. объем ствола, дм ³ Runгон keskikoko, dm ³ Average stem volume, dm ³	140	80	120	100	100	110
Объем пачки, дм ³ Taakan tilavuus, dm ³ Bunch volume, dm ³	160	120	160	130	140	140
Обратный путь к пакету у коридора, м Paluumatka kasalle, m Return distance to the pile, m	9,1	18,3	12,7	16,7	14,8	26,6
Производительность, м ³ /ч Tuottavuus, m ³ /h Productivity, m ³ /h	6,02	3,65	6,52	5,11	5,32	3,40
Производительность, м ³ /ч ₁₅ Tuottavuus, m ³ /h ₁₅ Productivity, m ³ /h ₁₅	5,25	3,61	6,21	4,75	4,97	3,30

ч = эффективный час без перерывов
h = tehotunti ilman keskeytyksiä
h = effective hour excluding interruptions

м³ = плотный кубометр с корой
m³ = kiintokuutiometri kuorineen
m³ = cubic meter of solid wood including bark

ч₁₅ = рабочий час с перерывами до 15 мин
h₁₅ = käyttötunti sisältäen alle 15 min keskeytykset
h₁₅ = operating hour including less than 15 min of interruptions

Участки 1—4: комбинированная технологическая схема. Участок 5: селективная технологическая схема.

Palstat 1—4 yhdistetty systemaattinen ja valikoiva harvennus. Palsta 5 valikoiva harvennus.
Logging strips 1—4 combined systematic and selective thinning. Logging strip 5 selective thinning.

объемом дерева 0,137 м³.

Лесосека была разделена на пять участков, четыре из которых разрабатывалась по комбинированной технологической схеме на которых проводилась прорубка параллельных технологических коридоров с селективной рубкой намеченных деревьев между ними. Ширина пазек варьировалась от 30 до 60 м. Ширина технологических коридоров была 3,5 м.

Пятый участок разрабатывали по селективной технологической схеме. Там не прорубались технологические коридоры. При этом состоянии углубления "Ма-кери" под полог леса было 50—60 м. Этим стремились выяснить влияние расстояния углубления "Ма-кери" под полог леса на производительность машины.

Условия и производительность работы по участкам приведены в таблице 1.

Таблица 2. Распределение чистого рабочего времени ВПМ "Макери" при опытных прореживаниях в Латвийской ССР, Финляндии и Польше.

Taulukko 2. Tehoajan jakautuminen Makeri kaato-kasauskoneella Latviassa, Suomessa ja Puolassa tehdyissä kokeissa.

Table 2. Distribution of effective time in studies carried out with the Makeri feller-buncher in Latvia, Finland and Poland.

	Результаты исследования в Латвийской ССР Koetulokset Latviassa Study results in Latvia		Результаты исследования в Финляндии Koetulokset Suomessa Study results in Finland		Результаты исследования в Польше Koetulokset Puolassa Study results in Poland	
	1	2	% от эффективного времени — % tehoajasta — % of effective time			
Подъезд к первому дереву без пачки Tuhjänä ajo ensimmäisen puun luo Driving to the first tree while empty	29,3	31,7	26,0		24,0	
Формирование пачки в захвате-накопителе Taakan keräily Collecting the bunch	24,1	21,4	50,0		51,0	
Переезд с пачкой к технологическому коридору Ajo taakan kanssa kasalle Moving to the pile with the bunch	31,8	32,2	17,0		18,0	
Укладка и поправка пачки Purkaminen ja kasan järjestely Unloading and organization of pile	14,8	14,7	7,0		7,0	
Всего Yhteensä Total	100,0	100,0	100,0		100,0	

Комбинированная технологическая схема
1 = Yhdistetty systemaattinen ja valikoiva harvennus
Combined systematic and selective thinning

Селективная технологическая схема
2 = Valikoiva harvennus
Selective thinning

Производительность значительно варьировала по участкам. Оперативная производительность на разных участках была от 3,65 до 6,52 м³/ч, а в среднем 5,32 м³/ч. Меньшая производительность была на участке 2., на котором средний объем ствола был также самым низким.

Распределение чистого рабочего времени машины "Макери" приведено в таблице 2. Для сравнения на таблице показаны также результаты более ранних исследований работы "Макери" в Финляндии [Valonen и др. 1978] и в Польше [Nakkila и Wojcik 1980].

Распределение эффективного рабочего времени в опытах в Финляндии и Польше сходны. В опытах в Латвийской ССР время на формирование пачки в захвате-накопителе оказалось значительно короче. Разность в результатах объясняется главным образом тем, что средний объем ствола в опытах в Финляндии и Польше был значительно меньше, чем в опытах в Латвийской ССР. Ясно, что с увеличением объема ствола, формирование

пачки займет относительно меньше времени, чем при заготовке более мелких деревьев.

Большая часть времени при работе с ВПМ "Макери" тратится на подъезд к первому дереву без пачки и возвращение к пакету у коридора. Время на срезание и сборку деревьев мало зависит от объема стволов. Поэтому, объем стволов имеет решающее значение для производительности работы ВПМ "Макери". В ранних исследованиях [Valonen и др. 1978] производительность была 2,2—9,2 м³/ч при объеме ствола от 20 до 100 дм³, т.е. значительно выше, чем в этом исследовании. Также ясно, что если стволы маленькие, то стоит собирать их как можно больше в захвате-накопителе. На рисунках 2 и 3 показана производительность, как функция среднего объема ствола в зависимости от количества стволов в данной пачке. Из рисунков видно, что с увеличением объема ствола сильно повышается и производительность. При заготовке очень крупных

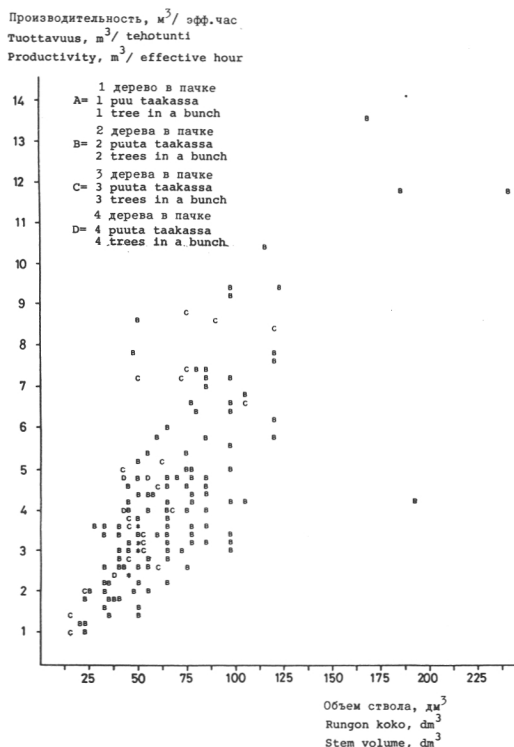
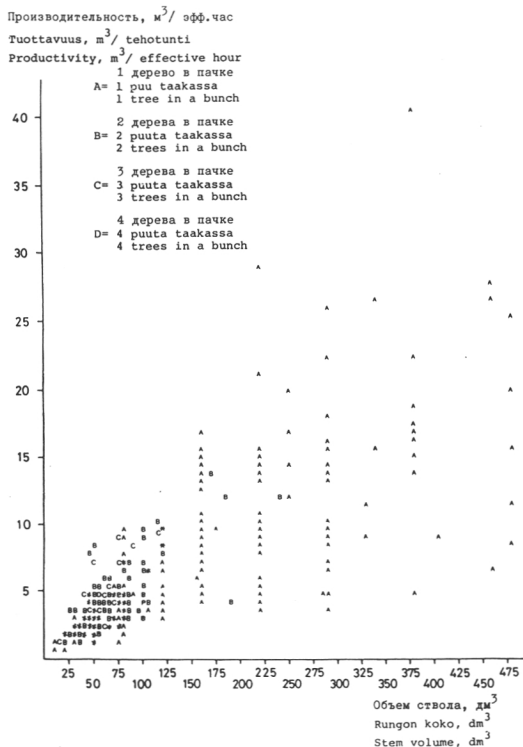


Рис. 2 и 3. Зависимость производительности от объема ствола.
 Kuvat 2 ja 3. Tuottavuus rungon koon funktiona.
 Fig. 2 and 3. Productivity as a function of stem volume.

деревьев производительность может уменьшаться из-за сложности валки больших деревьев. Рисунки также показывают, что при заготовке мелких деревьев производительность повышается, когда количество деревьев в пачке увеличивается.

Доля перерывов от всего рабочего времени составила 6,5 % при заготовках по комбинированной технологической схеме и 3,2 % при заготовках по селективной технологической схеме. Причины перерывов приведены в таблице 3.

В исследуемом насаждении было много усохших, угнетенных деревьев. Часто такие сухие деревья ломаются при валке. Для повышения производительности было бы лучше, если маленькие сломанные деревья оставили бы в лесу, но оператор машины собирал их тщательно в пакеты и это заняло много времени. Трудности при валке были обусловлены также тем, что для "Макери" были отмечены слишком большие, диаметром

свыше 25 см, деревья. С помощью ВПМ "Макери" были свалены некоторые из этих деревьев и оператору пришлось делать обрубку деревьев топором. На выбор места для укладки пакетов ушло также много времени, т.к. сваленные деревья были весьма длинными. Место укладки пачки следовало выбирать тщательно, т.к. ее нельзя укладывать под слишком большим углом к коридору. Небрежная укладка деревьев затрудняет погрузку при подвозке.

Разработка лесосеки по селективной технологической схеме дала возможность анализировать расход времени при разных расстояниях углубления под полог леса. На рис. 4 показана зависимость продолжительности рабочего цикла машины от расстояния углубления под полог леса. Продолжительность рабочего цикла возрастает относительно быстро до расстояния 20 м, но на расстоянии от 20 до 50 м возрастание замедляется. Когда расстояние углубления машины

Таблица 3. Причины перерывов при работе с ВПМ "Магери".

Taulukko 3. Keskeytysten syy Makeri kaato-kasauskoneella.

Table 3. The reasons for interruptions with the Makeri feller-buncher.

Причина перерыва Keskeytyksen syy Reason for interruption	% от перерывов % keskeytyksistä % of interruptions
Поднятие сломанного дерева Katkenneen puun nosto Picking up of fallen tree	21,6
Трудности при валке Vaikeudet kaadossa Difficulties in felling	14,0
Завязнение Kiinnijuttuminen Makeri getting stuck	4,4
Очистка или ремонт ножей Terien puhdistus tai korjaus Cleaning and sharpening of knives	10,8
Подбор места для укладки пачки Kasan paikan etsintä Looking for a site for a pile	14,8
Удаление препятствий Esteiden poisto Removal of obstructions	5,5
Само исследование Tutkimussyu Research complication	28,9
Всего Yhteensä Total	100,0

под полог леса будет больше 50 м, продолжительность рабочего цикла начинается опять сильно расти.

Результаты исследования показывают, что если сеть лесных дорог и просек достаточно густая, как в Латвийской ССР часто бывает, то ВПМ "Магери" может быть использована также по селективной технологической схеме без существенного понижения производительности. В этом случае обеспечивается разработка лесосеки без прорубки дополнительных технологических коридоров.

22. Раскряжевка деревьев на сортименты

Раскряжевка деревьев на сортименты у коридора входила в систему разработки лесосек. Вальщик совершил обрубку сучьев до места распиловки вершины и провел раскряжевку хлыстов на сортименты. Раскряжевку провели таким образом, что бревна получились 6-ти метровые, а балансы 2-х метровые. Балансы пакетировали рядом с бревнами. Верхушки деревьев с сучьями вывозили для переработки на щепу. Работу вальщика,

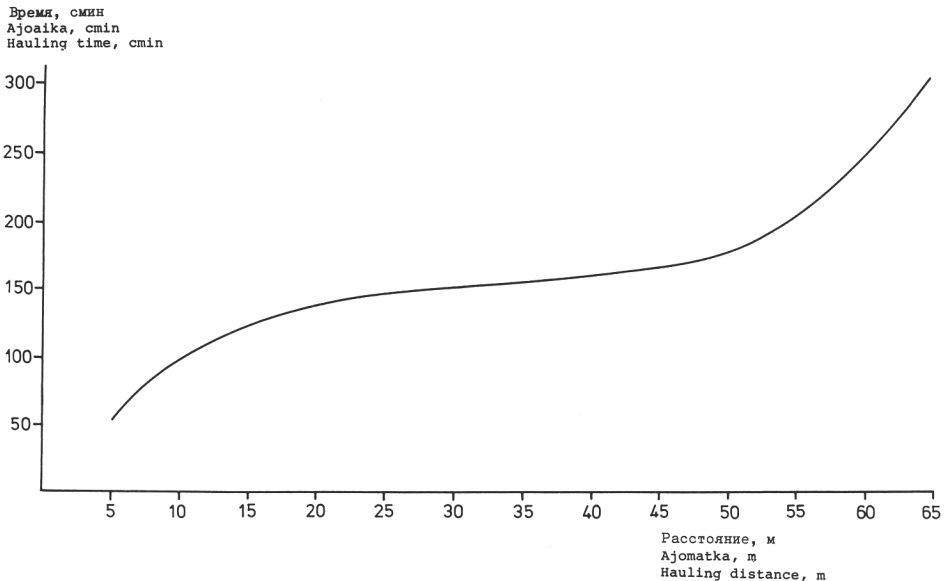


Рис. 4. Зависимость продолжительности рабочего цикла машины "Магери" от расстояния углубления под полог леса.

Kuva 4. Ajomatkan vaikutus ajoaikaan Makeri kaato-kasauskoneella valikoivassa harvennuksessa.

Fig. 4. Effect of the hauling distance on hauling time with the Makeri feller-buncher in selective thinning.

проводившего раскряжевку, хронометрировали у семи пачек. Исследуемый материал содержал 74 дерева или 10,4 м³ древесины. Из деревьев 61 была сосна, а 13 ели.

Расход времени на обрубку сучьев, раскряжевку и пакетирование был в среднем 1166 мин/м³ и варьировал от 827 до 1648 мин/м³. Т.о. производительность на один чистый рабочий час составила 5,1 м³/ч. В суммарный расход времени входят еще и переходы от пачки к другой. Среднее расстояние перемещения составило 12 м, а скорость перемещения 71 м/мин.

23. Подвозка в лесу форвардером «Валмет 872 К»

Каждый сортимент, бревна, балансы и верхушки диаметром до 7 см с сучьями подвозили отдельно. Всего было подвезено 64,8 м³ древесины из которой бревна составили 32,6 м³, балансы 12,3 м³ и верхушки деревьев 19,9 м³. Из-за стечения обстоятельств для исследования пришлось выбирать водителя, который имел весьма маленький опыт в управлении форвардером. Неопытность водителя решающе влияла на производительность, которая осталась весьма низкой.

Производительность варьировала сильно при подвозке разных сортиментов. Самая большая производительность была при подвозке балансов — 11,1 м³/эффективный час. При подвозке бревен производительность была 7,5 м³/эфф.ч, а при подвозке верхушек 4,1 м³/эфф.ч. Уровень производительности был таким образом низким несмотря на то, что рельефные условия были хорошие. Распределение объемов отдельных сортиментов на протяжении 100 м технологического коридора было следующее: балансов 2,8 м³, бревен 7,3 м³, верхушек 4,5 м³. Среднее расстояние подвозки было 164 м.

В Финляндии производительность работы квалифицированного водителя с полутяжелым форвардером в соответствующих условиях при подвозке 2-х метровых балансов составляет 11 м³ за один эффективный час, а бревен — 15 м³/эфф.ч [напр. Kahala 1979]. Разница между

производительностями объясняется главным образом неопытностью водителя в этом исследовании. Неопытность водителя снизила производительность примерно на 20 %.

Распределение фактического рабочего времени между отдельными сортиментами приведено в таблице 4.

24. Переработка вершин на щепу

Вершины деревьев и несколько тонкомерных деревьев были переработаны на щепу на верхнем складе с помощью передвижной рубильной машины "Валмет ТТ-1000 ТУ" на базе колесного трактора Т-150 К. Тракторист-оператор был опытный, хорошо знал рубильную машину. Во время исследования было переработано 9,0 м³ вершин на щепу. Производительность измельчения составляла 17,1 м³/эфф.ч. В опытах, проведенных в Финляндии, производительность была такого-же порядка. Распределение рабочего времени по элементам при измельчении было следующее:

	в %-х от рабочего времени
Подготовительные работы	0,7
Перемещение грейфера без груза	9,0
Время на захватывание	7,0
Перемещение грейфера с грузом	22,4
Укладка деревьев на подающее устройство	24,5
Помощь гидрокраном при подаче	11,2
Ожидание при подаче	15,4
Оттаскивание деревьев с пачки	9,8
Направление трубы рубильной машины	—
Всего	100,0

25. Повреждение древостоя

Инвентаризацию повреждений, при проведении рубки ухода, провели на участках 1 и 2 сперва после работы с "Макери", а потом после подвозки форвардером. Количество повреждений было умеренным. Процент повреждений, т.е. отношение количества поврежденных деревьев к количеству стволов остающихся на корню составлял при работе с "Макери" 3,4, а с форвардером "Валмет" 1,0.

Таблица 4. Распределение рабочего времени у форвардера "Валмет".
 Taulukko 4. Työajan jakautuminen Valmet kuormatraktorilla.
 Table 4. Distribution of time consumption with the Valmet forwarder.

Элемент рабочего цикла Työvaihe Work phase	Сортимент — Puutavara-laji — Timber assortment		
	Бревна Tukki Log	Балансы Kuitupu Pulpwood	Вершины Latvus Crown
	% от чистого времени работы — % kokonaisajasta — % of total time		
Перемещение без груза по лесной дороге Tyhjänä ajo metsätiellä Driving on the forest road while empty	10,2	11,3	5,4
Перемещение без груза по технологическому коридору Tyhjänä ajo uralla Driving on the strip road while empty	1,3	3,7	2,6
Погрузка Kuorma- Loading	40,5	43,3	58,2
Поправка груза Puutavaran järjestely Organization of timber			
Перезезды между пакетами Kuorma-sajo Loading trip	10,0	8,4	8,5
Перемещение с грузом по технологическому коридору Kuormattuna ajo uralla Driving on the strip road with a load	2,2	3,2	0,9
Перемещение с грузом по лесной дороге Kuormattuna ajo metsätiellä Driving on the forest road with a load	1,2	0,4	4,3
Разгрузка Purkaminen Unloading	29,0	20,1	17,6
Перерывы Keskeytykset Interruptions	5,6	9,6	2,5
Всего Yhteensä Total	100,0	100,0	100,0

Количество поврежденных деревьев было у "Макери" 26 шт/га, а у "Валмет" 8 шт/га.

Из повреждений причиненных машиной "Макери" 43 % были на стволах, 21 % у комля, а 34 % на корнях. Все повреждения причиненные форвардером были стволовые. Повреждения классифицировали по своему характеру следующим образом:

- Поверхностные повреждения — повреждения при которых имел место обрывы коры, а древесина осталась без повреждений.
- Глубокие повреждения — кроме коры повреждена еще и древесина.
- Разрыв корней.

Ниже приведено распределение повреждений:

	Поверхностные % от всех повреждений	Глубокие % от всех повреждений	Разрыв корней
Стволовые	50	50	—
Комлевые	40	60	—
Корневые	40	27	33

Стволовые и комлевые повреждения измерили в см², а корневые повреждения оценили по диаметру корня на месте разрыва. Средняя площадь стволовых повреждений наносимых ВПМ "Макери" была 141 см², комлевых 69 см², а средний диаметр разорванных корней — 8 см. Форвардером "Валмет" нанесены только стволовые повреждения, средняя площадь которых была 364 см².

Место расположения повреждений на дереве определяли расстоянием от комля. Стволовые повреждения наносимые машиной "Макери" находились в среднем на высоте 44 см, а корневые 43 см от комля. Повреждения, наносимые форвардером "Валмет", находились в среднем на высоте 161 см от комля.

Место нахождения дерева на участке определяли расстоянием от осевой линии коридора. Поврежденные машиной "Макери" деревья находились главным образом на участках. Среднее расстояние поврежденных корней от коридора было 814 см. Деревья поврежденные форвардером находились у коридора, расстояние которых от осевой линии коридора было в среднем 203 см.

Были определены также причина и орган, которыми нанесены повреждения. Главными причинами повреждений нанесенных машиной "Макери", были поворот коридора [46,4 %] и его узкость [25,0 %]. Форвардер наносил повреждения чаще всего из-за узкости коридора [72,7 %], но слишком крутые повороты

тоже причиняли повреждения [9,1 %].

Из органов гусеницы нанесли большинство из повреждений нанесенных машиной "Макери" [65,0 %]. Рама машины причиняла 27,5 %, а манипулятор 7,5 % от повреждений. В 55,6 %-ах от повреждений наносимых форвардером, причиной была пачка в зеве грейфера. Рама причиняла 33,3 %, а колеса 11,1 % от повреждений.

26. Повреждение грунта

Повреждение грунта на исследуемой лесосеке определяли на пробных площадях размерами 2 x 2 м, через каждые 20 м. Пробных площадей было всего 38 шт. На них определяли долю поврежденной поверхности земли в процентах и измерили наибольшую глубину следа. Доля поврежденной поверхности земли была 18 %, в то время когда доля неповрежденной поверхности составила 82 %. Глубина следа варьировала в пределах 1—15 см, а в среднем составила 7,6 см. Результаты по повреждению грунта сходны с результатами ранее проведенных исследований. В опытах проведенных в Финляндии доля неповрежденной поверхности земли была 81,8 %, а наибольшая глубина следа была в среднем 10,7 см [Valonen и Harstela 1980].

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследования работы ВПМ "Макери" сравнимы с результатами ранее проведенных исследований. Если сравнить производительность ВПМ "Макери" в Латвийской ССР с результатами ранее проведенных исследований в Польше [Nakkila и Wojcik 1980] и Финляндии [Valonen и Harstela 1980], то в опытах в Латвийской ССР производительность была несколько ниже при одинаковом объеме ствола. Одной из причин меньшей производительности может быть

большее варьирование объемов стволов в опытах в Латвийской ССР. Средний объем ствола был 104 дм³. Но таким большим он был потому, что лесосечный материал включал в себе много больших стволов, которые были на пределе возможностей машины "Макери". Однако, в насаждении были также много усохших тонкомерных деревьев нижнего яруса, при заготовке которых производительность осталась весьма скромной. Хотя при заготовке больших деревьев произво-

дительность обычно сильно повышается, но слишком большие деревья вызывали проблемы из-за своей длины. Перемещение длинных стволов на участке оказалось трудным и подбор места укладки длинных стволов занял много времени. На обрубку топором комлей слишком толстых деревьев тратилось тоже много времени. Из-за большого среднего объема ствола, распределение рабочего времени также отличалось от соответствующих в польских и финских исследованиях.

Производительность подвозки была несколько ниже, чем в опытах проведенных в Финляндии. Главной причиной более низкой производительности следует считать неопытность водителя. Результаты исследования подвозки в лесу форвардером приемлимы, хотя можно предполагать, что неопытность водителя

снизила производительность около 20 %.

Уровень повреждения древостоя при работе с "Макери" на исследуемых участках остался сравнительно низким и близок уровню зафиксированному в более ранних исследованиях [Hakkila и Wojcik 1980, Valonen и Harstela 1980, Harstela и др. 1982]. Уровень повреждения грунта остался также низким. Подвозка в лесу форвардером наносила весьма мало повреждений, однако их количество могло быть еще меньшим, если бы водитель имел больше опыта в управлении форвардером.

По полученным результатам можно сделать вывод, что в подобных исследуемой лесосеке условиях соснового бора, повреждение древостоя не оказывается препятствием к применению исследуемой безотходной технологии рубок ухода.

ЗАГОТОВКА ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЕРЕРАБОТКОЙ ЕЕ НА ЩЕПУ

ПЕРТТИ ХАРСТЕЛА, ХАННУ КАЛАЯ И ПЕТЕРИС ЧЕРНИС

СОДЕРЖАНИЕ

1. ИССЛЕДУЕМАЯ СИСТЕМА МАШИН И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В УСЛОВИЯХ ФИНЛЯНДИИ И ЛАТВИЙСКОЙ ССР	15
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	17
21. Условия исследования и производительность работы вальщиков	17
22. Подтаскивание деревьев к коридору лебедкой	19
23. Подвозка деревьев на верхний склад	20
24. Переработка деревьев на зеленую щепу	21
25. Повреждение древостоя	23
3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	24

1. ИССЛЕДУЕМАЯ СИСТЕМА МАШИН И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ В УСЛОВИЯХ ФИНЛЯНДИИ И ЛАТВИЙСКОЙ ССР

В исследуемой системе машин использовали бензопилу для направленной валки деревьев и на участках их собирали в пачки по несколько штук с комлями к коридору. Пачки были ориентированы под некоторым углом к коридору. Перед пакетированием провели раскряжевку длинных сволов на более короткие. Подтаскивание пачек к коридору провели с помощью лебедки "Валмет-Нормет 306". Часть из деревьев, в том числе большие деревья, поваленные с коридора, остались уже при валке у него. Подвозку к промежуточному складу провели форвардером "Валмет 872 К". На промежуточном складе деревья были переработаны на щепу рубильной машиной "ТТ-1000 ТУ".

Валку леса совершили тремя методами. Первый метод заключается в том,

что деревья валят обыкновенной бензопилой. Во втором методе валку проводят бензопилой с высокими рукоятками. В третьем методе деревья валят с помощью бензопилы с высокими рукоятками и проводят грубую [пачковую] обрубку сучьев. При грубой обрезке сучьев одна пачка содержит несколько деревьев. Для обрезки сучьев с бензопилы снимают высокие рукоятки. Выступающие из пачки сучья обрезаются с обеих ее сторон и обрезают вершины стволов. В этом методе большая часть хвои осталась в лесу и таким образом качество щепы повышалось. Метод дает также повышенную производительность работы по сравнению с поштучной обрубкой сучьев. Система машин показана на рис.1. Техническая характеристика машин приводится в приложениях 2, 3 и 4.

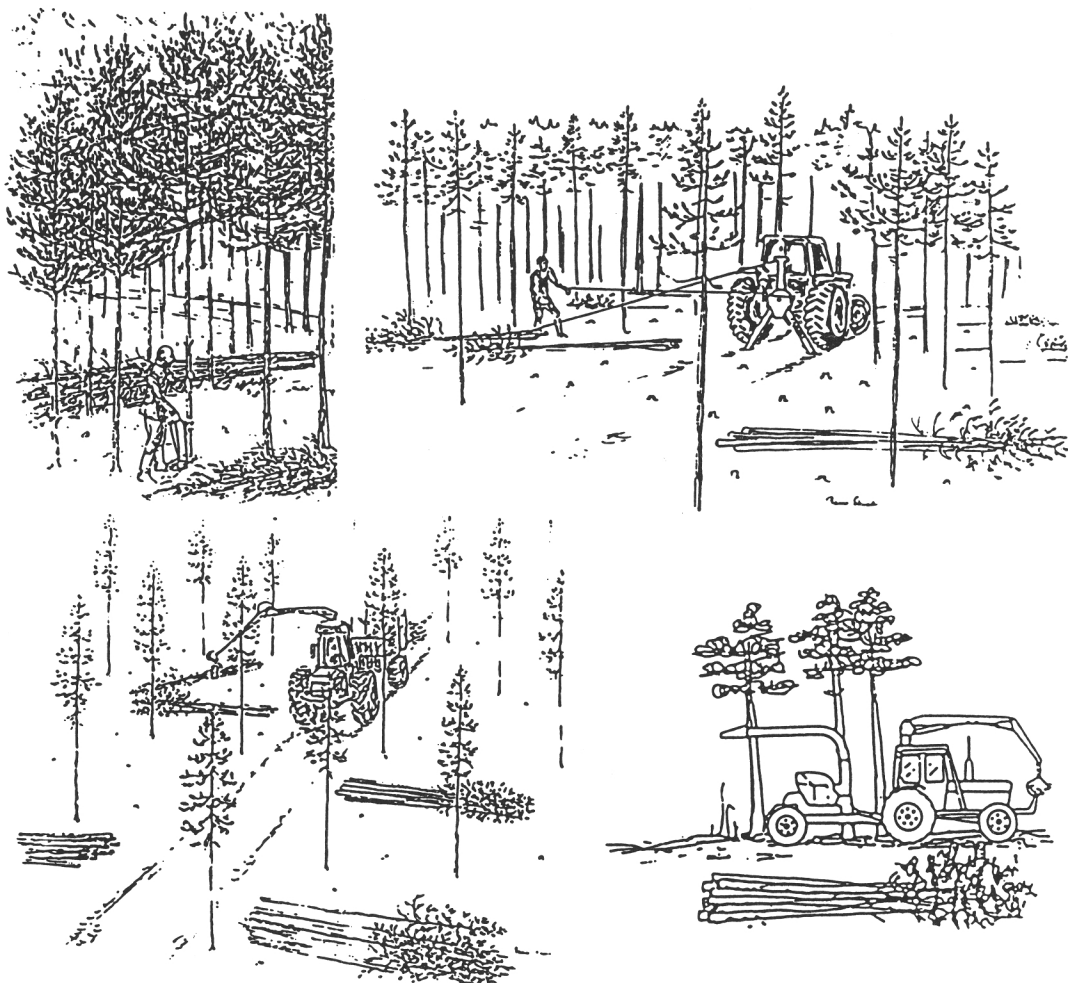


Рис. 1. Система машин при заготовке тонкомерной древесины с последующей переработкой на щепу.

Kuva 1. Pieniläpimittaisen kokoruun korjuuketju.

Fig. 1. The harvesting system for small-sized whole-trees.

Разработка лесосек данной системой машин быстро расширяется в Финляндии. Многие большие финские лесные предприятия заготавливают лес подобными методами, используя разные комбинации машин. Лебедку применяют для пакетирования деревьев главным образом при заготовках леса мелкими хозяйствами. Лесные предприятия применяют при лесозаготовках обычно грейферные пилы с длинной стрелой. Производство щепы осуществляют чаще всего на промежуточных складах, но в будущем переработку древесины будут проводить все в большей мере на заводах, куда деревья возят специально оборудованными грузовыми автомашинами. По расходам дан-

ная система машин оказалась весьма конкурентоспособной, что следует принимать во внимание при выборе методов разработки лесосек, особенно в прореживаниях.

Разработку лесосек данной системой машин в условиях Латвийской ССР можно считать перспективной, поскольку эта система обеспечивает заготовку тонкомерных деревьев и создает предпосылки для использования всей биомассы вырубяемых деревьев.

Также как в Финляндии применение выше описанной безотходной технологии разработки лесосек в Латвийской ССР расширяется.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Условия исследования и производительность работы вальщиков

На исследуемой лесосеке проводилась рубка прореживания. Исследования проводились в 33-летних культурах соснового древостоя. В насаждении ранее была проведена прочистка молодняка. Тип местности соответствовал первому. Высота древостоя — 8 м, диаметр среднего дерева на высоте груди — 10 см, полнота насаждения — 0,8, количество деревьев до прореживания — 3500 шт./га.

В процессе исследования определялись показатели производительности труда на:

- а) валку деревьев безредукторными бензомоторными пилами и пакетирование,
- б) подтаскивание пачек деревьев к коридору лебедкой на базе колесного трактора,
- в) подвозку деревьев с кроной на верхний склад форвардером,
- г) измельчение деревьев в зеленую щепу.

В процессе исследования также определялся удельный вес времени отдельных элементов упомянутых лесозаготовительных операций.

После осуществления рубки прореживания на лесосеке определялось количество и степень повреждения деревьев.

Лесосека была разделена на восемь участков. Деревья на технологических коридорах и границах каждого участка были размечены маркировочной лентой. Расстояние между коридорами составляло 25—30 м, в зависимости от местности и границ участка. Выбор удаляемых деревьев проводил вальщик одновременно с валкой и пакетированием деревьев. Валка осуществлялась бензопилой "Хюскварна". В процессе валки и пакетирования исследовалась работа двух вальщиков. Вальщики были хорошо подготовленными, работают преподавателями на Огрской курсовой базе. Вальщики не имели навыков по применяемым в исследовании методам рубки. В начале валки вальщикам был объяснен метод "валка-

пакетирование", но времени было мало для того, чтобы полностью освоить этот метод. На участках 1—5 были заготовлены целые деревья, а на участках 6—8 — деревья с грубой обрубкой сучьев.

Объем среднего вырубемого дерева на коридорах был в 2—4 раза больше по сравнению со средним объемом вырубемых деревьев на участке. В таблице 1 приведены результаты исследования производительности валки и ручного пакетирования тонкомерных деревьев. Анализируя производительность вальщиков следует учесть особо маленький объем вырубемых деревьев. Средний объем вырубемого дерева по стволу древесине на участке 1. составлял $0,0057 \text{ м}^3$, участке 4. — $0,0055 \text{ м}^3$, участке 5. — $0,0050 \text{ м}^3$, участке 2. — $0,0072 \text{ м}^3$, участке 6. — $0,0068 \text{ м}^3$ и участке 7. — $0,0067 \text{ м}^3$.

Средний объем вырубемого дерева с коридоров составлял $0,0168 \text{ м}^3$, а в некоторых коридорах достигал до $0,0206 \text{ м}^3$. Средний объем вырубемого дерева по стволу древесине на лесосеке, включая также коридоры, составлял $0,0072 \text{ м}^3$.

В процессе исследования оказалось, что грубая обрубка сучьев снижает производительность валки и пакетирования на 35—40 %, когда производительность рассчитывается по общей биомассе дерева и на 25—35 %, когда производительность рассчитывается по стволу древесине. Чистая [оперативная] производительность по всей биомассе составила $1,1—1,7 \text{ м}^3/\text{ч}$, при объеме ствола — $0,008—0,009 \text{ м}^3$. В предыдущих Финских исследованиях производительность труда на заготовке леса деревьями была по величине такого же порядка. При заготовке деревьев с грубой обрубкой сучьев в зимних условиях производительность была немного ниже, чем в данном исследовании, но тогда снег оказал большие препятствия для работы [Hakkila и др. 1972, Harstela и Tervo 1977, Harstela и др. 1982].

Таблица 1. Производительность работы вальщиков.
Taulukko 1. Hakkuutyön tuottavuus.
Table 1. Productivity of felling.

Вальщик	Участок	Количество деревьев, шт.	Средний объем дерева [по биомассе] (по биомассе) Rungon keskipaksuus, m ³ (kokopuuna) Average stem volume, m ³ (whole-tree)	Производительность, м ³ /ч по ствольной древесине Tuottavuus, m ³ /h runkopuuta kohti	Производительность, м ³ /ч по биомассе ⁺ kokopuuta ⁺ kohti
Työntekijä	Palsta	Runkojen lukumäärä, kpl		Productivity, m ³ /h per stemwood	Productivity, m ³ /h per whole-tree ⁺
Logger	Logging strip	Number of stems			
Валка + пакетирование [б-пила с высокими рукоятками] Kaato + kasaus (moottorisaha + kaatokahvat) Felling + bunching (power-saw + felling frame)					
1	1	204	0,008	1,08	1,38
	4	280	0,007	0,93	1,20
Всего Yhteensä Total		484	0,008	0,99	1,28
Валка + пакетирование [бензопила] Kaato + kasaus (moottorisaha) Felling + bunching (power-saw)					
2	5	207	0,007	1,25	1,61
	2	317	0,009	1,35	1,74
Всего Yhteensä Total		524	0,008	1,30	1,68
Валка + пакетирование + грубая обрубка сучьев Kaato + kasaus + nippukarsinta Felling + bunching + bundle-delimiting [Вальщик No 1: б-пила с высокими рукоятками, No 2: б-пила] (työntekijä 1: m-saha + kahvat, 2: m-saha) (Logger No 1: power-saw + felling frame, No 2: power-saw)					
1	6	365	0,007	1,11	1,19
2	7	607	0,008	1,02	0,98
Всего Yhteensä Total		972	0,008	1,07	1,09

ч = эффективный час, не включает перерывов

h = tehotunti, ei sisällä keskeytyksiä

h = effective hour excluding interruptions

+ = к ствольной древесине прибавлен 28,4 % от доли сучьев и вершин при заготовке деревьями, а 17 % при заготовке с грубой обрубкой сучьев

+ = runkopuuhun lisätty kokopuuna korjuussa 28,4 % oksien ja latvusten osuutta ja nippukarsintaa sovellettaessa 17,0 %.

+ = In addition to stemwood, whole-tree harvesting included 28,4 % of branches and crown sections and in bundle-delimiting 17,0 %.

Анализ распределения рабочего времени по отдельным элементам вальщика 1. дается ниже:

Участки 1 и 4
Заготовка деревьев с кроной [валка бензопилой с высокой рукояткой]

	%
Выбор деревьев для валки	8,7
Подход к деревьям	18,6
Расчистка места валки	12,0
Валка	16,6
Пакетирование	33,5
Стаскивание деревьев к земле	9,4
Подтаскивание деревьев по земле	1,2
Планирование маршрута и отход от деревьев	—
Всего	100,0

Участок 6
Заготовка деревьев с грубой обрубкой сучьев [валка бензопилой с высокой рукояткой]

	%
Выбор деревьев для валки	9,2
Подход к деревьям	15,1
Расчистка места валки	5,9
Валка	18,6
Пакетирование	24,2
Стаскивание деревьев к земле	3,5
Подтаскивание деревьев по земле	2,8
Раскряжевка деревьев	0,7
Грубая обрубка сучьев	16,1
Перемещение при обрубке сучьев	3,9
Планирование маршрута и отход от дерева	—
Всего	100,0

Таблица 2. Производительность работы на фазе "подтаскивание".
Taulukko 2. Ensijuonnon työn tuottavuus.
Table 2. Productivity of winching.

№ участка Palsta n:o Logging strip, No	Объем подтаскивания, м ³ Juonnettu määrä, m ³ Volume, m ³ skidded	Среднее расстояние подтаскивания пачек, м Keskimääräinen taakan juotomatka, m Average skidding distance of the bunch, m	Количество пачек, шт. Taakkojen lukumäärä kpl Number of bunches	Производительность, м ³ /ч	
				по объему подтаскиваемой древесины Tuottavuus, m ³ /h juonnettua puumäärää kohti Productivity, m ³ /h per volume of wood skidded	по всей заготовленной древесине koko puumäärää kohti total volume of wood
Подтаскивание деревьев Kokopuiden vinnsaus Winching of whole-trees					
1	0,9	9,4	16	2,4	4,5
2	2,8	13,5	33	1,9	2,0
4	0,8	15,4	10	1,6	4,4
5	1,1	11,1	16	1,6	2,0
Всего Yhteensä Total	5,6	12,4	75	1,9	3,2
Подтаскивание деревьев после грубой обрубki сучьев Nippukarsittujen puiden vinnsaus Winching of bundle-delimited trees					
7	2,9	12,6	45	1,5	3,0
8	0,4	16,4	8	1,0	
Всего Yhteensä Total	3,3	14,5	53	1,3	3,0

ч = эффективный час [без перерывов]
h = tehotunti ilman keskeytyksiä
h = effective hour excluding interruptions

Время только на грубую обрубку составило 16 % от эффективного рабочего времени. В связи с тем, что после обрубki сучьев часть биомассы остается в лесу, понижение производительности на единицу заготовленной биомассы будет значительно больше. В общем итоге грубая обрубka сучьев составляла от рабочего времени около 21—26 %.

22. Подтаскивание деревьев к коридору лебедкой

Подтаскивание деревьев к коридору проводили лебедкой "Валмет-Нормет 306", смонтированной на сельскохозяйственном тракторе МТЗ-52. Подтаскивание проводил один рабочий [тракторист]. При подтаскивании пачек к коридору не использовали воронки, предназначенной для трелевки хлыстов. Рельеф лесосеки был местами холмистый, что затрудняло подтаскивание пачек. Данные о произво-

дительности труда подтаскивания пачек деревьев к коридору приведены в таблице 2. Производительность определяли как по объему подтаскиваемой древесной биомассы, так и по объему всей заготовленной древесной биомассы. В последнюю включаются те пачки деревьев, которые уже находились у коридора и не требовали подтаскивания.

Из таблицы 2 видно, что при одинаковом среднем расстоянии подтаскивания пачек, производительность при подтаскивании пачек с грубой обрубкой сучьев снижается на 29,4 % по сравнению с подтаскиванием деревьев без обрубki сучьев. Это объясняется главным образом оставлением части кроны деревьев на лесосеке, что снижает объем подтаскиваемых пачек. Проведенные исследования подтаскивания пачек тонкомерных деревьев лебедкой свидетельствуют о том, что грубая обрубka сучьев не повышает производительности по подтаскиваемой биомассе, а наоборот понижает ее за счет оставляемой части биомассы на лесосеке.

В предыдущих финских исследованиях производительность работы подтаскивания по всей заготовленной древесине [биомассе] составила 7—8 м³/ч, т.е. производительность подтаскивания в этом исследовании была значительно ниже [Наккила и др. 1977]. Здесь уместно отметить, что в проведенных исследованиях в Финляндии в 1977 г. средний объем дерева с кроной был в 3—4 раза больше по сравнению со средним деревом данного исследования. Очевидно также пачки деревьев были больше, что существенно могло повысить производительность на фазе "подтаскивания".

Распределение времени в % на подтаскивание пачек деревьев по элементам следующее:

	Целые деревья	Деревья с грубой обрубкой сучьев
Перемещение трактора	10,9	15,9
Оттаскивание троса и зацепление за пачку	45,2	38,9
Подтаскивание пачек к коридору	43,9	45,2
Всего	100,0	100,0

Подтаскивание пачек к коридору в данном исследовании заняло весьма много времени — 43—45 %. Следовательно, применение воронки для трелевки тонкомерных деревьев может сократить время на подтаскивание и тем самым повысить производительность труда.

Подтаскивание пачек целых деревьев можно также выполнить грейферным погрузчиком с длинным вылетом или же телескопической лебедкой "Валмет-Нормет Н 151", смонтированной на базе форвардера или колесного трактора Т-150 К. Вылет подтаскивающего телескопического устройства 15 м. Производительность работы такой установки на базе трактора Т-150 К в финских исследованиях составила приблизительно 15 м³/ч в расчете на всю заготовленную древесину [Harstela и др. 1982].

Следует отметить, что проведенные исследования в Крестецком леспромхозе Новгородской области раскрыли ряд недостатков применения подтаскивающей лебедки "Валмет-Нормет Н 151". Основной недостаток — усложняется организация разработки лесосек, в связи с тем, что необходимо дополнительно

вырубать визиры шириной один метр перпендикулярно оси коридора. Это усложняет работу вальщиков и понижает производительность валки. Применение длинной телескопической лебедки на рубках промежуточного пользования влечет за собой увеличение количества поврежденных деревьев на лесосеке. Не смотря на то, что производительность телескопической лебедки "Валмет-Нормет Н 151" возрастает в 2—3 раза по сравнению с радиофицированной лебедкой "Валмет-Нормет 306", экономические показатели на этой операции ухудшаются в связи с высокими капитальными вложениями на эту установку.

23. Подвозка деревьев на верхний склад

Подвозку деревьев на верхний склад осуществляли форвардером "Валмет 872 К". Водитель форвардера не имел необходимых навыков для подвозки целых деревьев и поэтому погрузка форвардера проводилась медленно. При погрузке деревьев также повреждались оставшиеся на корню деревья. Результаты исследования подвозки деревьев на верхний склад приведены в таблице 3.

В предыдущих, подобного характера, финских исследованиях производительность работы в аналогичных условиях была 5—7 м³/ч [Eskelinen др. 1976, Harstela и Tervo 1977]. Также в Латвийской ССР в сентябре 1983 г. проведенных исследованиях в Юрмальском ЛПХ Балдонского лесничества, когда во время эксперимента работал опытный тракторист, производительность на подвозку деревьев форвардером достигла 5,2 м³/ч при среднем расстоянии подвозки 200 м, объем среднего дерева составил 0,014 м³ и масса пакетов деревьев была в 2—3 раза больше чем в данном эксперименте. На столь низкую производительность подвозки деревьев очевидно повлияла неопытность тракториста-оператора, а также объем подвозимых деревьев и пачек.

Таблица 3. Распределение рабочего времени по операциям на фазе "подвозка деревьев" и ее производительность.

Taulukko 3. Metsäkuljetuksen työajan jakauma ja työn tuottavuus.

Table 3. Distribution of forwarding worktime and productivity of forwarding.

Элемент рабочего цикла Työvaihe Work phase	Целые деревья	Деревья с грубой обрубкой сучьев
	Kokoruut Whole-trees	Nippukarsitut puut Bundle-delimbed trees
	Распределение рабочего времени, % Työajan jakauma, % Distribution of worktime, %	
Езда порожняком Ajo tyhjänä Driving without a load	7,0	6,0
Езда при погрузке Kuormausajo Loading trip	13,2	14,2
Погрузка Kuormaus Loading	55,7	56,4
Езда с грузом Ajo kuormattuna Hauling a load	4,8	6,5
Разгрузка Purkaminen Unloading	19,3	16,9
Всего Yhteensä Total	100,0	100,0
Производительность работы, м ³ /ч [расстояние подвозки 100 м] Työn tuottavuus, m ³ /h (ajomatka 100 m) Productivity, m ³ /h (hauling distance 100 m)	2,6	4,4

24. Переработка целых деревьев на зеленую щепу

Измельчение деревьев на зеленую щепу проводили на верхнем складе с помощью передвижной рубильной машины "Валмет ТТ-1000 ТУ" на базе колесного трактора Т-150 К. Заготовка зеленой щепы осуществлялась по трем вариантам:

- опыт 1. — где измельчались целые тонкомерные деревья
- опыт 2. — измельчались деревья с грубой обрубкой сучьев
- опыт 3. — измельчались вершины сосны полученные на проходной рубке ВПМ "Макери".

Таблица 4. Производительность работы на фазе "измельчение".

Taulukko 4. Haketustyön tuottavuus.

Table 4. Productivity of chipping.

	Объем измельченной древесины, м ³ Haketetty määrä, m ³ Volume of chipped, m ³	Объем ствола, м ³ Rungon koko, m ³ Stem volume m ³	Производительность скл. м ³ /ч м ³ /ч Tuottavuus i—m ³ /h m ³ /h Productivity i—m ³ /h m ³ /h	
	Деревья Kokoruut Whole-tree	23,0	0,008	32,2
Деревья с грубой обрубкой сучьев Nippukarsittu Bundle-delimbed trees	17,5	0,008	28,9	11,5

ч = эффективный час [без перерывов]
h = tehotyötunti ilman keskeytyksiä
h = effective hour excluding interruptions
м³ = плотный кубометр с корой
m³ = kiintokuutiometri kuorineen
m³ = cubic meter of solid wood including bark
скл. м³ = складочный или насыпной кубометр
i—m³ = irto- eli hakekuutiometri
i—m³ = loose cubic meter, i.e., cubic meter of chips

Подача сырья в горловину рубильной машины осуществлялась гидрокраном "Фискарс-5000" с захватывающим устройством процессора "Пика". Тракторист-оператор был опытный, хорошо знал рубильную машину и отлично владел управлением манипулятора. Во время испытания зеленую щепу погружали прямо в фургон автопоезда-щеповоза ЛТ-7, емкость которого 14 пл.м³ или 37 скл.м³. Производительность выработки зеленой щепы из целых деревьев с грубой обрубкой сучьев а также из вершин приведена в таблице 4.

В аналогичных условиях в Финляндии производительность измельчения деревьев варьировала в пределах 21—40 скл.м³/ч, что было практически такого же порядка как в данном исследовании. В опыте 3. измельчались вершины сосны, полученные на проходной рубке ВПМ "Макери". Средний диаметр измельчаемых вершин на нижнем отрубе составил 10 см и длина вершин 7 м. Вершины сосны, также как и деревья, измельчались на верхнем складе.



Рис. 2 и 3. Валка проводится на исследовательском участке.

Kuvat 2 ja 3. Hakkuutyö käynnissä tutkimustyömaalla.
Fig. 2 and 3. Manual felling and bunching on the study site.

Распределение рабочего времени по элементам было следующее:

	Опыт 1. в %	Опыт 3. в %
Подготовительные работы	1,4	0,7
Перемещение грейфера без груза	13,1	9,0
Время на захватывание	6,3	7,0
Перемещение грейфера с грузом	25,3	22,4
Укладка деревьев на подающее устройство	24,8	24,5
Помощь гидрокраном при подаче	10,4	11,2
Ожидание при подаче	2,7	15,4
Оттаскивание деревьев с пачки	15,2	9,8
Направление трубы рубильной машины	0,8	—
Всего	100,0	100,0

В итоге следует отметить, что на фактическую производительность передвижных рубильных систем влияют не только качество и параметры измельчаемого сырья, а главным образом разбросанность лесосек и концентрация на них древесины. Перебазировка всей системы с одной лесосеки на другую занимает весьма много времени. Исследо-





Рис. 4. Производство щепы у лесной дороги.
 Kuva 4. Haketusta metsätien varressa.
 Fig. 4. Whole-tree chipping at the landing.

вания, проведенные в условиях Латвийской ССР свидетельствуют о том, что в процессе производства технологической щепы на верхнем складе установкой "Валмет ТТ-1000 ТУ" на переезды с одного рабочего места на другое затрачивается 21 % от общего времени производства технологической щепы [Чернис и др. 1983]. Также в процессе производства технологической щепы на верхнем складе, отсутствие контейнерной системы, системы "Мультилифт" и т.п., резко снижает эффективность использования автопоездов.

25. Повреждение древостоя

Повреждения оставшегося на корню древостоя исследовались на трех участках, общая площадь которых составила 0,88 га. После прореживания на лесосеке повреждений оказалось относительно

мало. Поврежденных деревьев было 45 шт./га или 2,6 % от общего количества оставшихся на корню деревьев. От общего количества повреждений древостоя 69,0 % составили повреждения стволов, 15,5 % — комлей и 15,5 % повреждения корней.

Повреждения распределялись по отдельным классам следующим образом:

Степень повреждения	Место повреждения, %		
	ствол	комель	корень
Поверхностное	53,9	—	—
Глубокое	30,8	22,2	55,6
Разлом	15,3	77,8	44,4
Всего	100,0	100,0	100,0

Поврежденные деревья находились в основном на расстоянии 504 см от осевой линии коридора. Расстояние повреждений ствола от земли в среднем 178 см, расстояние корневых повреждений от ствола 39 см. Средняя площадь повреждений ствола и комлей составила 62

см². Диаметр разорванных корней в среднем соответствовал 5 см. В процессе лесозаготовок чаще всего деревья повреждали манипулятор, лебедка и колеса. Трос лебедки в большинстве случаев повреждал комли, также повреждения комлям в некоторой мере причиняли

колеса трактора. Почти все повреждения корней причинены колесами форвардера.

Узкие коридоры и повороты форвардера чаще всего были причинами повреждений ствола. Однако часть повреждений ствола связаны с невнимательностью водителя форвардера.

3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Производительность валки, пакетирования и грубой обрубки сучьев тонкомерных деревьев с помощью бензопилы, а также переработки тонкомерных деревьев и вершин в зеленую щепу соответствовала результатам, полученным в финских исследованиях.

Производительность работы на подтаскивание деревьев лебедкой "Валмет-Нормет 306" в данном исследовании была значительно ниже, чем в исследованиях, проведенных в Финляндии. Одной из причин могло быть то, что в данном исследовании на фазе "подтаскивание деревьев" не применялась воронка для подтаскивания и трелевки деревьев. Также на производительность мог повлиять средний объем дерева, который в финских исследованиях был в 3—4 раза больше, следовательно в связи с этим был больше объем подтаскиваемых пачек. Производительность работы на подтаскивании деревьев можно поднимать подтаскивающим телескопическим устройством или грейферным погрузчиком с длинным вылетом, смонтированным на форвардер.

Производительность подвозки деревьев на верхний склад была весьма низкая. В проведенных в Финляндии опытах производительность подвозки была существенно выше. На низкую производительность подвозки деревьев в этом исследовании очевидно повлияла неопытность тракториста-оператора, а также объем подвозимых деревьев и пачек.

Уровень повреждения древостоя на исследуемых участках оставался сравнительно низким и близок к уровню отмеченному в более ранних исследованиях проведенных в Финляндии. Возможно, что более опытный водитель допустил бы еще меньшее количество повреждений.

Все лесозаготовительные операции кроме подвозки деревьев на верхний склад дают хорошее представление о производительности и возможностях применения исследуемой безотходной технологии в данных условиях. Исследования подтверждают возможность использования изученной технологии для заготовки всей биомассы деревьев.

ЗАГОТОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМАССЫ КРОНЫ ДЕРЕВЬЕВ

ГУНАРДС БЕРЗИНЬШ, ИМАНТС ИЕВИНЬШ,
ЮРИС КЕВИНЬШ И АЛДИС ОЗОЛИНЬШ

Быстрый рост объемов потребления древесины и уменьшение лесосырьевых ресурсов поставили перед специалистами лесного хозяйства многих стран задачу наиболее полного использования всей биомассы дерева.

Источником увеличения ресурсов древесного сырья на единицу площади лесонасаждений является переработка ранее неиспользованных лесосечных отходов, древесины от рубок прореживания в качестве волокнистого сырья, топлива. В настоящее время уже доказана целесообразность и экономическая эффективность использования древесной зелени и продуктов ее переработки в животноводстве, птицеводстве, медицине, парфюмерии и других отраслях народного хозяйства.

Для комплексного и рационального использования указанных ресурсов древесного сырья необходимо создать новую технику, перерабатывающую лесосечные отходы в "зеленую щепу"¹⁾, предназначенную в основном для получения технологической и топливной щепы и древесной зелени из ранее неиспользованных видов древесного сырья.

Исследования показывают, что в зависимости от породы, возраста и других факторов биомасса кроны составляет от 8 до 40 % от надземной части дерева. Биомасса кроны содержит до 45 % древесной зелени и до 20 % коры. Содержание древесины, т.е., основного материала для производства волокнистой массы, составляет до 40 % от биомассы кроны.

Следовательно, существенно увеличить эффективность технологии заготовки зеленой щепы можно путем отделения и использования древесной зелени и коры.

В НПО "СИЛАВА" СССР разработан и испытан сортировщик зеленой щепы СИКО-2 [рис.1], который предназначен для сортировки зеленой щепы, заготовленной из веток, вершин и тонкомерных деревьев на товарную древесную зелень, технологическую и топливную щепу. СИКО-2 включает транспортер равномерной подачи зеленой щепы с бункером, загрузочный и разгрузочный затворы-питатели, две сортировочные колонны, вентиляторы, циклон и механико-ударный разделитель в виде экрана. Измельчать ветки, вершины и тонкомерные деревья рекомендуется на дисковой рубильной машине.

Технологический процесс сортировки зеленой щепы [рис. 2] происходит следующим образом: из бункера цепной транспортер направляет исходное сырье в пневмосортировщик. Равномерность подачи зеленой щепы на сортировку обеспечивается битером. Затем зеленая масса через затвор-питатель поступает в первую сортирующую колонну, где из измельченной массы выпадает технологическая щепа. Древесная зелень и более легкие куски древесины уносятся в циклон, откуда они направляются во вторую сортирующую колонну, где в основном выпадает топливная щепа. Затем древесная зелень и мелкие куски древесины через вентилятор ударно-механическим способом разделяются на товарную древесную зелень и отходы. Отходы направляются на пересортировку, древесная зелень на дальнейшую переработку или хранение, а технологическая и топливная щепы в контейнер или в транспортное

¹⁾ термин "зеленая щепка" применяется в лесной научно-технической литературе и относится к щепке, в которой содержится хвоя [листья], побеги, кора.

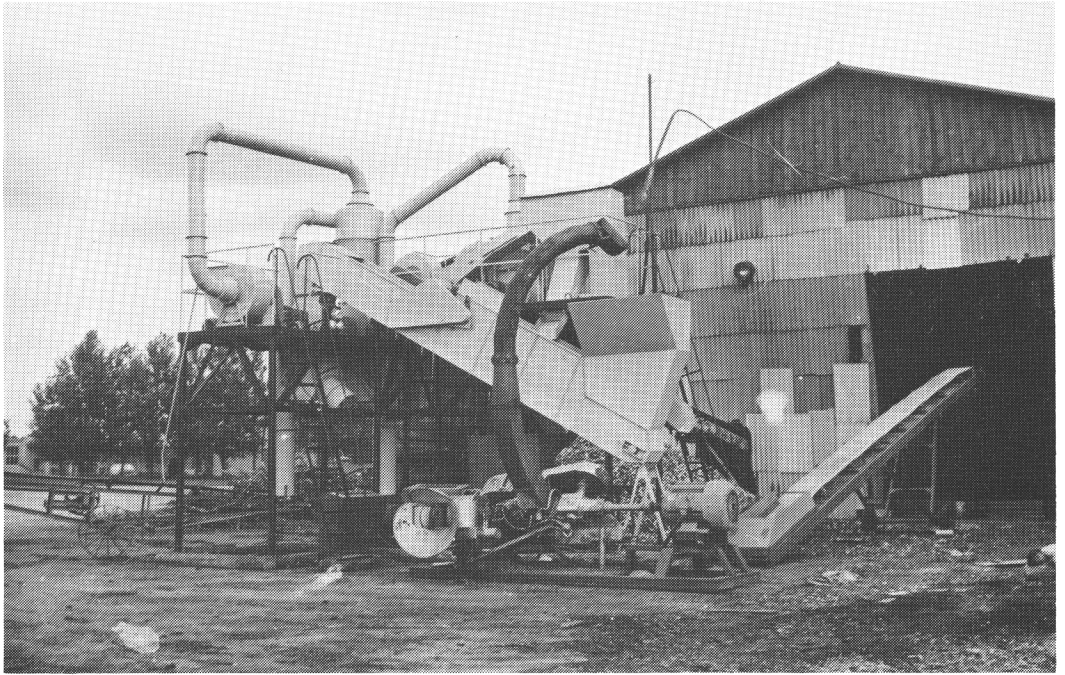


Рис. 1. Сортировщик зеленой щепы СИКО-2.
 Kuva 1. Viherhakelajittelija SIKO-2.
 Fig. 1. Green chip processing plant SIKO-2.

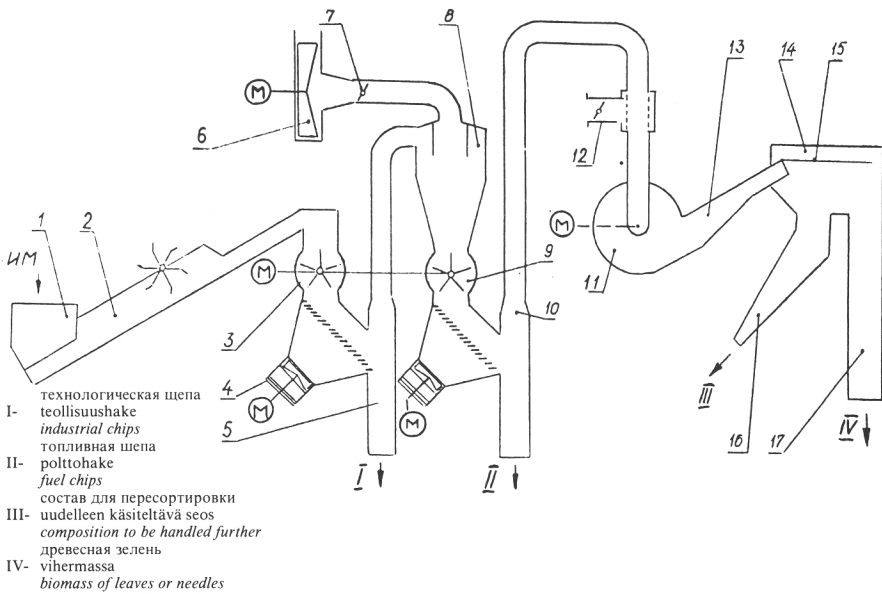


Рис. 2. Схема сортировщика зеленой щепы.

1 = бункер, 2 = транспортер, 3,9 = дозаторы, 4 = трубопровод, 5,10 = колонны, 6,11 = вентиляторы центробежные, 7,12 = дроссели, 8 = циклон, 13 = выбрасыватель, 14 = бункер, 15 = экран, 16,17 = лотки
 Kuva 2. Viherhakelajittelijan kaaviokuva.

1 = säiliö, 2 = kuljetin, 3,9 = annostelijat, 4 = ilmanottoputki, 5,10 = siilot, 6,11 = keskipakoispuhaltimet, 7,12 = läpät, 8 = trombi, 13 = heittoputki, 14 = säiliö, 15 = iskulevy, 16,17 = kurkut
 Fig. 2. Diagram of the green chip processing plant.

1 = storage container, 2 = conveyor, 3,9 = regulators, 4 = air-intake, 5,10 = silos, 6,11 = centrifugal fans, 7,12 = valves, 8 = cyclone, 13 = blower, 14 = storage container, 15 = shock plate, 16,17 = outlets



Рис. 3. Комплект оборудования для производства зеленой щепы из тонкомера у автодороги.
 Kuva 3. Haketuksessa käytetty kalusto metsätien varressa.
 Fig. 3. Equipment used in chipping alongside the forest road.

средство.

В 1982 году были проведены опыты по измельчению у автодороги деревьев из прореживаний и сортировка зеленой щепы в нижнем складе на сортировщике СИКО-2. Зеленая щепка заготавливалась на лесосеке на передвижной рубильной машине "ГТ-1000 ТУ" [рис. 3].

Исследование провели в 33-летнем сосняке, общей площадью 2,6 га. Плотность насаждения — 0,8, а запас древесины 170 м³/га. В примеси было несколько березы. Средняя высота сосен была 8 м, а диаметр на высоте груди 6 см. Высота берез была в среднем 5,5 м, а диаметр 10 см. Объем стволов был в среднем 0,0063 м³. На лесосеке заготовили 54 пл.м³ зеленой щепы. Масса 1 пл.м³ зеленой щепы в свежесрубленном виде была 884 кг.

Всего было заготовлено 81,5 пл.м³ [или 74,2 т] зеленой щепы. Зеленая щепка содержала до 32 % древесной зелени в виде хвои, побегов.

После сортировки на СИКО-2 получено 20 тонн древесной зелени [или 1112 руб. товарной продукции], 55 пл.м³ тех-

нологической щепы [или 1100 руб. товарной продукции] и 4,5 пл.м³ топливной щепы [или 25,6 руб. товарной продукции]. В целом заготовлено товарной продукции на сумму 2237,60 рублей. Древесная зелень далее переработана на витаминную муку, а технологическая щепка и топливная щепка автотранспортом была отправлена на предприятие для изготовления древесно-стружечных плит [ДСП] и топливных брикетов.

Совместно с Латвийским НПО "ГАУЯ" из отсортированной технологической щепы были в промышленных условиях изготовлены экспериментальные ДСП. Эксперимент проводился на линии по изготовлению ДСП фирмы "Раума-Репола". В опытах использовалась щепка из лесосечных отходов [50 %] и стандартная щепка из круглой древесины [50 %]. Характеристика обоих видов технологической щепы приведена в таблице 2.

Как видно из таблицы 1., технологическая щепка из лесосечных отходов содержала больше коры, хвои и фракции 50 и 30 мм в виде круглых сучков.

Экспериментальную щепку [щепка из

Таблица 1. Фракционный состав технологической щепы.
Taulukko 1. Teollisuushakkeen koostumus.
Table 1. The composition of industrial chips.

Техн. щепы Hake Chips	Примеси Eräpuhtaudet Impurities		Гниль Lahoa Decay	Механ. примеси Vieraat esineet Foreign objects	Круглые сучки Pyöör. oksat Round branches	Порода Puulaji Species		Фракция, мм Palakoko, mm Chip size, mm			Под- дон Muut Rest
	Кора Kuorta Bark	Хвоя Nauvoja Needles				Хвой- ные Havur- puu Soft- wood	Лист- венные Lehti- puu Hard- wood	50	30	10	
1	15,1	2,2	—	—	9,3	90	10	3,5	7,2	82,8	6,5
2	9,6	—	1,6	0,5	—	23	77	0,7		93,3	6,0

1 = щепы из лесосечных отходов
1 = hakkuutähteistä valmistettu hake
1 = chips made from logging residues

2 = стандартная щепы
2 = standardihake
2 = standard chips

лесосечных отходов] от склада сырья направили на один из двух бункеров перед стружечными станками типа "Мауер". Бункер заранее был освобожден от стандартной щепы, с которой наполнили второй бункер. При одновременной работе обоих бункеров и всех стружечных станков, в дальнейшем, проходя через сушилки барабанного типа и сортировочного агрегата, получилась смесь стружек из экспериментальной и стандартной щепы в отношении 1:1.

Трехслойные ДСП изготавливались по режиму изготовления плит толщиной 16 мм. Применены связующего КФ-МТ [Ф] в наружных слоях 12 %, во внутреннем слое 9 %, считая по сухому остатку. Давление прессования 2,5 МПа, температура 170—180 °С, выдержка 0,5 мин/мм. В наружных слоях дополнительно добавлялась шлифовальная пыль. После охлаждения плиты шлифовались.

В результате эксперимента получено 60 м³ ДСП размером 2750 × 1830 мм. Из этих плит отобраны три плиты для определения свойств ДСП по: Плиты древесностружечные. Методы испытания. ГОСТ 10633-78, 10634-78, 10635-78. Остальные плиты использовались для изготовления ламинированных плит.

Количество образцов для каждого вида испытаний по 8 шт. из каждой плиты, т.е., всего 24 образцов. Влажность образцов при испытании 7,3 %. Свойства плит показаны на таблице 2.

Отсортированная топливная щепы с разным составом древесной зелени и коры служила исходным сырьем для

Таблица 2. Физико-механические свойства ДСП.
Taulukko 2. Lastulevyjen fyysis-mekaaniset ominaisuudet.

Table 2. The physical-mechanical characteristics of particle board.

Показатель Ominaisuus Characteristic	мин. min	макс. max	По ГОСТ 10632-77 Standardi GOST 10632-77 Standard GOST 10632-77
Толщина, мм Paksuus, mm Thickness, mm	15,8	16,2	16,0 + 0,3
Плотность, кг/м ³ Tiheys, kg/m ³ Density, kg/m ³	630	780	550 - 750
Предел прочности при статическом изгибе, МПа Staattinen taivutuslujuus, MPa Static bending strength, Mpa	18,5	26,0	17,65
Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласта плит, МПа Poikitt. vetolujuus, MPa Stencile strength perpendicular to the board surface, MPa	0,44	0,59	≥ 0,343
Разбухание по толщине за 24 ч в воде, % Paksuusturpoaminen 24 t vedessä, % Swelling limit of particle board held in water 24 h, %	14,6	16,8	≤ 20,0

Таблица 3. Фракционный состав топливной щепы.

Taulukko 3. Polttohakkeen koostumus, %.

Table 3. The composition of fuel chips, %.

Группы топливной щепы Polttohakke- luokat Fuel chip classes	Примеси Eräpuhtaudet Impurities		Фракции, мм Palakoko Chip size				
	Хвоя Neulas Needles	Кора Kuori Bark	50	30	10	5	5
I	5,1	18,8	7,1	9,0	76,4	5,0	2,5
II	7,3	16,3	0,2	0,7	82,0	14,9	2,4
III	12,3	12,5	—	—	53,0	31,2	15,7

Таблица 4. Фракционный состав стружек.

Taulukko 4. Lastuajalla käsitellyn polttohakkeen koostumus.

Table 4. The composition of ground fuel chips, %.

Группа Luokka Class	Фракции, мм — Lajikkeet, mm — Fractions, mm					
	7	5	3	2	1	1
I	27,0	22,8	25,2	13,5	8,5	3,0
II	18,5	21,8	27,5	14,2	13,0	5,0
III	14,5	21,5	31,7	17,8	10,5	4,0

изготовления топливных брикетов [табл. 3].

Все три группы топливной щепы пропущены отдельно через стружечный станок "Мауер". фракционный состав полученных стружек показан в таблице 4.

Топливные брикеты из стружек изготавливались на линии брикетирования фирмы "Фексима". Перед брикетированием влажность стружек была в пределах 6—8 %. Стружку перед брикетированием пропускали через турбомельницу. Брикет из 1. и 2. группы стружек изготовили при температуре 360 °С и 3. группы при 260 °С. В зависимости от скорости работы брикетирующего шнекового пресса получились брикеты разной плотности в пределах 940—1320 кг/м³. Брикет имел приятный запах хвои, а по внешнему виду был немного темнее, чем брикет из строганных стружек деревообработки [опилки].

Проделанный эксперимент доказал возможность получения топливных брикетов из измельченных лесосечных отходов. Применение вышеизложенной технологии и установки создает реальную перспективу для дальнейшего использования древесины ветвей, вершин, сучьев и тонкомерных деревьев от рубок ухода как волокнисто-технологического сырья для замены деловой древесины. Эта древесина характеризуется положительными качествами и в условиях увеличивающегося дефицита древесного сырья должна быть вовлечена в переработку. А древесную зелень можно перерабатывать на витаминную муку, хлорофилло-каротиновую пасту, эфирные масла, хлорофиллин натрия и использовать в свежем или консервированном виде для кормления рогатого скота.

ЛИТЕРАТУРА

- Černis, P., Bruklis, A. & Daugavietis, M. 1983. Tehnologiskas šķeldas ražošanas tehniski-ekonomiskie radītāji *Jurmalas un Jekabpils MRS 1982. gada (Atskaite)*, 44 lpp.
- Eskelinen, A., Melkko, M. & Vesikallio, H. 1976. Kokopuuna korjuun taloudellisuus. Summary: Economicalness of harvesting of whole trees. *Metsätehon tiedotus* 341.
- Hakkila, P., Kalaja, H., Salakari, M. & Valonen, P. 1978. Whole-tree harvesting in the early thinning of pine. *Seloste: Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa. Folia For.* 333:1—58.
- & Wojcik, T. 1980. Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. *Seloste: Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Folia For.* 433: 1—29.
- Harstela, P., Kalaja, H., Nevalainen, T. & Tervo, L. 1982. Ennakkotuloksia suomalaisiin monitoimikoneisiin ja neuvostoliittolaisiin peruskoneisiin perustuvista korjuuketjuista. *Konekirjoite, Metsäntutkimuslaitos.*
- & Tervo, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen männikön tuotos ja ergonomia. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). *Folia For.* 294: 1—23.
- Kahala, M. 1979. Puutavaran kuormatraktorikuljetus ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Forwarder transport of timber and factors influencing it. *Metsätehon tiedotus* 355: 1—29.
- Rumpunen, H. 1982. Korjuumenetelmäkokeita Makerimonitoimikoneilla männikön ensiharvennuksessa. *Metsätehon katsaus* 4/1982: 1—6.
- Sirén, M., Vuorinen, H. & Sauvala, K. 1979. Pientraktorien heilunta. Abstract: Low-frequency vibration in small tractors. *Folia For.* 383: 1—12.
- Valonen, P. & Harstela, P. 1980. Pientraktori harvennushakkuissa. Summary: Small tractor in thinnings. *Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto* 5/1980: 1—51.
- , Papunen, K. & Salo, E. 1978. Tuloksia Makeripientraktorikaluston käytöstä männikön ensiharvennuksessa. *Käsikirjoite, Metsäntutkimuslaitos.* 25 s.
- Vuokila, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. *Folia For.* 264: 1—12.

Total of 12 references

SELOSTE

Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta

Ensiharvennukset ovat vaikea ongelma sekä Neuvostoliitossa että Suomessa korkeiden kustannustensa vuoksi. Ensiharvennus on kuitenkin välttämätön osa havupuumetsikön kasvatusta, ja harvennusten laiminlyönti aiheuttaisi suuria menetyksiä tulevaisuudessa. Harvennusten koneellistaminen ja uusien korjuumenetelmien kehittäminen ovat tärkeitä tekijöitä pyrittäessä hillitsemään ensiharvennusten kohoavia kustannuksia.

Suomen ja Neuvostoliiton välisen tieteellisteknisen yhteistyön puitteissa tehtiin Latvian neuvostotasavallassa syksyllä 1982 kokeita, joissa selvitettiin suomalaisen puunkorjuuteknologian soveltuvuutta paikallisiin olosuhteisiin. Tutkimuksen toteuttivat yhteistyönä NPO Silava ja Metsäntutkimuslaitos.

Tutkimus käsitti kolme osakoetta. Ensimmäinen osakoe, jonka tekijöinä olivat Pertti Harstela, Aivars Epalts, Pentti Sairanen, Aleksander Saveljev ja Matti Sirén, käsitteli männikön harvennusta Makeri kaato-kasauskoneella. Toisen osakokeen aiheena oli pieniläpimittaisen kokopuun korjuu hakemenetelmällä. Tämän kokeen tekivät Pertti Harstela, Hannu Kalaja ja Peter Tšernis. Kolmas osakoe, joka toteutettiin puhtaasti latvialaisin voimin NPO Silavan ja tutkimuslaitos Gaujan kesken, käsitteli harvennuksista saatavan biomassan käsittelyä ja hyödyntämistä. Osakokeesta vastasivat Gunars Berzins, Imants Ievins, Juris Kevins ja Aldis Ozolins.

Ensimmäisen osakokeen korjuuketju koostui puiden kaadosta ja kasauksesta Makeri kaato-kasauskoneella, puiden valmistuksesta tavaralajeiksi miestyönä uran varressa, metsäkuljetuksesta Valmet 872 K kuormatraktorilla sekä puiden latvusten haketuksesta TT 1000 TU varastohakurilla.

Kyseinen korjuuketju soveltui hyvin tutkimusalueena olleen männikkökankaan korjuuolosuhteisiin, jotka ovat varsin luonteenomaisia Latvian metsille. Tutkimusleimikon puusto ennen hakkuuta oli 155 m³/ha, josta hakattiin 50 m³/ha. Koska leimikolla oli leimattu paljon myös Makerille ylisuuria puita, osa puista jouduttiin kaatamaan moottorisahalla. Makeri kaato-kasauskoneetta tutkittiin kahdella eri hakkuumenetelmällä. Päämenetelmänä oli hakkuutapa, jossa hakattiin 3,5 m leveät ajourat ja ajourien ympäristö harvennettiin valikoivasti. Korjuupalstan leveys vaihteli 30—60 m. Menetelmässä tuottavuus oli kes-

kimäärin 5,32 m³/tehotunti vaihdellen eri palstoilla 3,65—6,52 m³/tehotunti.

Toinen hakkuumenetelmä oli puhdas valikoiva harvennus, jossa palsta hakattiin metsätieltä käsin eikä uria käytetty. Menetelmän tuottavuus oli 3,4 m³/tehotunti.

Kaadetut ja kasatut puut valmistettiin tavaralajeiksi miestyönä uran varressa. Tukit tehtiin 6-metriseksi, kuitupuu 2-metriseksi ja latvus jätettiin karsimatta. Karsinta, katkaisu ja kasaustyön ajanmenekki oli keskimäärin 1166 cmin/m³ ja tuottavuus 5,1 m³/tehotunti.

Metsäkuljetus suoritettiin Valmet 872 K kuormatraktorilla. Tukit, kuitupuu ja latvukset ajettiin erikseen. Puuta ajettiin yhteensä 64,8 m³, josta tukkeja oli 32,6 m³, kuitupuuta 12,3 m³ ja latvuksia 19,9 m³. Tuottavuuteen vaikuttanut tekijä oli kuljettajan kokemattomuus, jonka arvioitiin alentaneen tuottavuutta noin 20 %. Suurin tuottavuus oli tukin ajossa, 11,1 m³/tehotunti. Kuitupuun ajossa tuottavuus oli 7,5 m³/tehotunti ja latvusten ajossa 4,1 m³/tehotunti.

Puiden latvukset ja osa pienimpiä kokopuita haketettiin TT 1000 TU hakurilla. Tutkimusaineisto oli melkoisen pieni, vain 9,0 m³. Haketuksen tuottavuus oli 17,1 m³/tehotunti.

Puuston ja maaperän vaurioitumista selviteltiin sekä Makeri kaato-kasauskoneen että metsäkuljetuksen jälkeen. Makerin aiheuttama jäävän puuston vaurioprocentti oli 3,4 ja Valmet 872 K kuormatraktorin 1,0. Makerin aiheuttamista vaurioista 43 % kohdistui runkoon, 22 % juurenniskaan ja 35 % juuriin. Valmetin aiheuttamat vauriot olivat kaikki runkovaurioita. Myös maaperän vaurioitumista tutkittiin. Tutkimusleimikon maanpinnasta 18 % oli rikkoutunut. Rikkoutuneissa kohdissa jäljen suurin syvyys vaihteli 1—15 cm ollen keskimäärin 7,6 cm.

Toisen osakokeen korjuuketju käsitti puiden kaadon moottorisahalla ja kasauksen palstalla. Kasat tehtiin vinoon asentoon uraan nähden ja pitkät puut katkaistiin ennen kasausta. Taakat vinssattiin uran varteen maataloustraktorisoviteisella Valmet Normet 306 vintturilla ja kuljetettiin Valmet 872 K kuormatraktorilla välivarastolle, jossa puut haketettiin TT 1000 TU varastohakurilla. Kaato- ja hakkuutyössä käytettiin kolmea menetelmää. Menetelmässä 1 puut kaadettiin vakiovarusteisella moottorisahalla. Menetelmässä 2 puut kaadettiin kaatokahvoilla varus-

tetulla moottorisahalla. Menetelmässä 3 kaato tehtiin kaatokahvoilla varustetulla moottorisahalla ja suoritettiin nippukarsinta, jossa esikasatut, muutaman puun taakat karsittiin nipussa.

Tutkimusleimikko oli 33 vuotta vanha ensiharvennusmännikkö, jonka maastoluokka oli 1. Puiden kaadossa ja kasauksessa tutkittiin kahta tekomiestä, joilla ei ollut aiempaa kokemusta tutkituista hakkuumenetelmistä.

Kaato- ja kasaustyön tehontuottavuudet koko talteen otettua biomassaa kohti vaihtelivat 1,1—1,7 m³/h, kun rungon koko oli 0,008—0,009 m³. Nippukarsinta alensi tuottavuutta jonkin verran.

Vinssaus tehtiin Valmet-Normet 306 vintturilla, jota käytti yksi työntekijä. Vinssauksessa ei käytetty suppiloa, ja sen vuoksi paikoin mättäinen maasto hidasti jonkin verran työtä. Koska osa puista oli valmiiksi uran varressa eikä niitä tarvinnut vinssata, tuottavuudet laskettiin sekä juonnettua puumäärää että koko puumäärää kohti. Tuottavuus juonnettua puumäärää kohti oli 1,3 m³/tehotunti ja koko puumäärää kohti 3,0 m³/tehotunti. Tutkimusleimikolla saatu tuottavuus on oleellisesti pienempi kuin Suomessa tehdyissä kokeissa saatu tuottavuus, joissa tuottavuus koko puumäärää kohti laskettuna on ollut 7—8 m³/tehotunti.

Puut ajettiin väliavarastolle Valmet 872 K kuormatraktorilla. Ajomatka oli noin 100 m. Metsäkuljetuksen tuottavuus jäi kokeissa verraten alhaiseksi kuljettajan kokemattomuudesta johtuen. Metsäkuljetuksen tuottavuus kokopuilla oli 2,6 m³/tehotunti ja nippukarsituilla puilla 4,4 m³/tehotunti.

Puut hakettiin väliavarastolla TT 1000 TU varastohakkurilla. Kuljettajalla oli hyvä hakkurin tuntemus ja hän hallitsi kuormaimen käytön hyvin. Haketustyön tuottavuus kokopuun haketuksessa oli 12,9 m³/tehotunti ja nippukarsittujen puiden haketuksessa 11,5 m³/tehotunti.

Jäävän puuston vaurioituminen tutkimusleimikolla oli verraten vähäistä. Vauriopuita oli 45 kpl/ha, 2,6 % jäävän puuston runkoluvusta. Vaurioista 69,0 % kohdistui runkoon, 15,5 % juurenniskaan ja 15,5 % juuristoon.

Kolmas osakoe käsitteli harvennuksista saatavan biomassan käsittelyä ja hyödyntämistä. Neuvostoliitossa puun vihermassan eri jalosteet on todettu taloudellisesti kilpailukykyisiksi. Harvennushakkuista saatavilla puilla latvusbiomassa muodostaa suuren osan puiden tilavuudesta. Latvusbiomassa käsittää 8—40 % puun maanpäällisestä osasta. Latvusbiomassasta alle 45 % on vihermassaa, 20 % kuorta ja alle 40 % puuainetta.

Hyödyntämistä varten vihermassa ja kuoriosa on pystyttävä erottamaan. Tätä varten Silava-yh-

tymässä on kehitetty viherhakelajittelija SIKO-2. SIKO-2 koostuu viherhakkeen kuljettimesta, säiliöstä, syöttö- ja purkulaitteistosta, kahdesta lajittelusiilosta, puhaltimista, trombista sekä mekaanisesta lajittelulevystä. Haketus lajittelijaa varten suositellaan tehtäväksi laikkahakkurilla.

Osittain yhteistyökokeista saadulla aineistolla suoritettiin kokeita viherhakkeen lajittelusta. Käsitelty puu oli pääosin mäntyä, jonka seassa oli jonkin verran koivua. Käsiteltyjen puiden keskimääräinen rungon tilavuus oli 0,0063 m³, ja haketuksessa saadun vihermassan paino oli 884 kg/m³. Kaikkiaan haketettiin 81,5 m³ eli 74,2 t viherhaketta. Hake sisälsi 20 t vihermassaa alle 32 %.

Lajittelussa saatiin 20 t vihermassaa (raha-arvo 1112 ruplaa), 55 m³ teollisuushaketta (arvo 1100 ruplaa) ja 4,5 m³ polttohaketta (arvo 25,6 ruplaa). Tuotteiden yhteisarvo oli 2237,6 ruplaa. Saatu vihermassa jalostettiin vitamiinijauhoksi ja teollisuus- ja polttohake toimitettiin lastulevy- ja polttobrikettitehtaalalle.

Yhteistyössä latvialaisen "Gauja"-yhtymän kanssa teollisuushakkeesta valmistettiin koe-erä lastulevyjä Rauma-Repolan valmistamalla lastulevykoneella. Valmistuksessa käytetty hake koostui hakkuutähdehakkeesta (osuus 50 %) sekä standardin mukaisesta pyöreästä puutavarasta valmistetusta hakkeesta (osuus 50 %). Hakkuutähdehake erosi pyöreästä puutavarasta valmistetusta hakkeesta siten, että palakoon suurentuessa hakkuutähdehakkeessa oli enemmän kuorta, hajuja ja pyöreitä oksia.

Lastulevyt valmistettiin kolmikerroksisiksi ja 16 mm paksuisiksi. Kokeen tuloksena saatiin 60 m³ 2750 mm × 1830 mm kokoisia lastulevyjä. Kolmesta levystä tutkittiin niiden ominaisuudet standardin (GOST 10633-78, 10634-78, 10635-78) mukaisesti. Lastulevy täytti hyvin standardin asettamat vaatimukset.

Polttohakkeesta valmistettiin "Feximan" toimittamalla briketointikoneella polttobrikettejä. Hakkeen kosteus ennen briketointia oli 6—8 %. Saatujen polttobrikettien tiheydet vaihtelivat 940—1320 kg/m³. Koe osoitti brikettien valmistuksen olevan mahdollista haketuista hakkuutähteistä.

Kokeillun teknologian käyttö antaa jatkossa hyvän mahdollisuuden latvusten ja harvennuspuun hyväksikäyttöön teollisuudessa sahanhakkeen sijasta. Kokeiltu raaka-aine oli hyvää ja puuvarojen käydessä yhä niukemmiksi sen käyttö jalostukseen on tärkeää. Jalostuksessa saatua vihermassaa voidaan käyttää moneen tarkoitukseen. Se voidaan jalostaa vitamiinijauheeksi, klorofylli-karotiini tahnaksi, eteerisiksi öljyiksi, natrium klorofylliiniksi ja sitä voidaan käyttää karjan rehuksi joko tuoreena tai säilötyinä.

REVIEW

Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint research study

First commercial thinnings are a difficult problem in both the Union of Soviet Socialist Republics (Soviet Union) and Finland on account of the high costs involved. First commercial thinning is never the less a necessary part of raising a coniferous stand, and failure to carry out thinnings could cause great losses in the future. The mechanization of thinning and the development of new harvesting systems are important factors in the attempt to restrain the rising costs of first commercial thinning.

Within the framework of the scientific-technical co-operation between the Soviet Union and Finland, joint studies were made in the Latvian Republic of the U.S.S.R. (Latvia) in autumn 1982. The studies examined the adaptability of Finnish harvesting technology to local conditions. The research was carried out cooperatively by NPO Silava and the Finnish Forest Research Institute.

The research study was made up of three parts. The first part dealt with the thinning of pine stands using the Makeri feller-buncher and was carried out by Pertti Harstela, Aivars Epalts, Pentti Sairanen, Aleksandr Saveljev and Matti Sirén. The subject of the second part was the harvesting of small-sized whole-trees using landing chipping. This test was done by Pertti Harstela, Hannu Kalaja and Peter Tsernis. The third study, which was carried out by NPO Silava and the "Gauja"-concern alone, dealt with the handling and utilization of biomass produced in thinnings. Gunnar Berzins, Imants Ievins, Juris Kevins and Aldis Ozolins were responsible for the third part of the study.

The harvesting system of the first part of the study consisted of the felling and bunching of trees. The trees were felled and bunched with the Makeri feller-buncher and processed manually alongside the strip road according to the shortwood method. The Valmet 872 K forwarder was used for forest haulage and the tree crowns were chipped with the TT 1000 TU landing chipper.

The above harvesting system was well suited to the well drained pine stand on the study area, which is quite typical of Latvian forests. The volume of the study stand prior to harvesting was 155 m³/ha, of which 50 m³/ha were removed. Because the stand contained many marked trees

that were too big for the Makeri, some of the trees had to be cut with a power-saw. The Makeri feller-buncher was studied in two different logging methods. The main method was the logging process where trees on a 3,5 m wide strip road were felled and the area along the strip road was thinned selectively. The width of the wood lot varied from 30—60 m. The average productivity of the method was 5,32 m³/effective hour, fluctuating on different wood lots from 3,65—6,52 m³/effective hour.

The second logging method was pure selective-thinning, in which the wood lot was cut by hand from the forest road without using the strip roads. The productivity of the method was 3,4 m³/effective hour.

Forest haulage was carried out with the Valmet 872 K forwarder. Logs, pulpwood and crowns were transported separately. A total of 64,8 m³ of wood was forwarded, which consisted of 32,6 m³ of logs, 12,3 m³ of pulpwood and 19,9 m³ of crowns.

The driver's inexperience was a factor that affected the productivity. It was estimated that it lowered the productivity by approximately 20 %. The highest productivity was in the forwarding of logs, which was 11,1 m³/effective hour. In forwarding pulpwood the productivity was 7,5 m³/effective hour, and in forwarding crowns it was 4,1 m³/effective hour.

The tree crowns and some of the smaller whole-trees were chipped with the TT 1000 TU chipper. The study material was quite small, only 9,0 m³. The productivity of chipping was 17,1 m³/effective hour.

Damage to the stand and soil was analyzed after both the Makeri feller-buncher and forest haulage. The percentage of damage caused by the Makeri on the remaining trees was 3,4 and the Valmet 872 K caused 1,0. 43 % of the damage caused by the Makeri was concentrated on the stem, 22 % on the root collar and 35 % on the roots. All of the damage caused by the forwarder was found on the stems. Soil damage was also studied. 18 % of the ground surface of the study stand was disturbed. The greatest depth of the rut in disturbed places varied from 1—15 cm, with an average of 7,6 cm.

The harvesting system of the second part of the study consisted of felling the trees with a power-

saw and bunching on the wood lot. The piles were made diagonally to the strip road, and tall trees were bucked before piling. The bunches were winched to the strip road with a farm tractor mounted Valmet-Normet 306 winch and forwarded with a Valmet 872 K to the landing, where the trees were chipped with a TT 1000 TU landing chipper. Three methods were used in felling and chipping. In method 1, the trees were felled with a conventional power-saw. In method 2, the trees were felled with a felling-frame equipped power-saw. In method 3, trees were felled with a felling-frame equipped power-saw and small, pre-bunched bundles were delimited.

The study stand was a 33-year-old first commercial thinning pine stand, which had a terrain class of 1. In the felling and bunching phases, two loggers, who had no previous experience in the cutting method being used, were studied.

The productivity per effective hour in felling and bunching of the total biomass recovered varied from 1,1—1,7 m³/h, when the stem volume was 0,008—0,009 m³. Bundle-delimiting lowered the output to some degree.

Winching was done with the Valmet-Normet winch, which was used by one operator. A cone was not used as an aid in winching, and for this reason, in places, the hummocky terrain slowed the work to some extent. Because some of the trees were ready beside the strip road, and therefore did not have to be winched, productivity was calculated for the total amount of wood, and for the amount of wood that was winched. The productivity for the amount of wood that was winched was 1,3 m³/effective hour and the productivity for the total amount of wood was 3,0 m³/effective hour. The productivity obtained on the study stand was essentially smaller than the productivity obtained in studies carried out in Finland, which had a productivity varying from 1—8 m³/effective hour calculated for the total amount of wood.

The trees were forwarded to the landing with a Valmet 872 K forwarder. The hauling distance was about 100 m. The productivity of forest haulage remained rather low as a result of the operator's inexperience. The forest haulage of whole-trees had a productivity of 2,6 m³/effective hour and haulage of bundle-delimited trees had a productivity of 4,4 m³/effective hour.

The trees were chipped on the landing with a TT 1000 TU landing chipper. The operator was well-acquainted with the chipper and had good control of the grapple loader. The productivity of whole-tree chipping was 12,9 m³/effective hour and the productivity of bundle-delimited trees was 11,5 m³/effective hour.

The amount of damage on the remaining stand was relatively insignificant. There were 45 damaged trees/ha., 2,6 % of the number of trees

in the remaining stand. 69,0 % of the damage was concentrated on the stem, 15,5 % on the root collar and 15,5 % on the root system.

The third part of the study dealt with the handling and utilization of biomass obtained in the thinnings. In the Soviet Union, the various refined products made from the biomass of leaves or needles of the tree have been proven to be economically competitive. The crown biomass of the trees obtained in thinnings accounts for the greatest part of the volume of the trees. The crown biomass includes from 8—40 % of the tree above the ground. The crown biomass is made up of under 45 % leaves or needles, 20 % bark and under 40 % wood.

In the interest of utilization it is necessary to separate the biomass of leaves or needles from the bark. In order to do this the Silava concern had developed the SIKO-2 whole-tree green chip processing plant. The SIKO-2 is composed of the green chip transporter, the storage bin, infeed and unloading equipment of green chips, two sorting silos, a blower, a cyclone, as well as a mechanical sorting screen. It is recommended that chipping for the purpose of sorting the chips is done with a disk chipper.

A part of the material produced by the joint study were tested in green chip sorting. Most of the wood handled was pine, which had some birch mixed in with it. The average stem volume of the trees that were handled was 0,0063 m³, and the weight of the biomass of leaves and needles produced in chipping was 884 kg/m³. In all, 81,5 m³, i.e., 74,2 t of green chips were produced. The chip contained a biomass of leaves and needles of under 32 %.

20 t of leaf and needle biomass was obtained in sorting (monetary value Rub 1112), 55 m³ of industrial chips (value Rub 1100) and 4,5 m³ of fuel chips (value Rub 25,6). The total value of the products was Rub 2237,6. The leaf and needle biomass was processed into vitamin powder and the industrial and fuel chips were delivered to a particle board and fuel briquet factory.

In the joint study project in co-operation with the "Gauja"-concern, a trial run of particle boards were manufactured from the industrial chips with a particle board machine that was manufactured by Rauma-Repola. The chips that were used in the manufacturing consisted of residue chips (share 50 %) and chips made out of standard grade round timber (share 50 %). The residue chips differed from the chips made out of round timber in that as the chip size increased residue chips contained more bark, needles and round branches.

The particle boards were three-layered and 16 mm in thickness. A volume of 60 m³ of particle boards the size of 2750 mm × 1830 mm were produced in the trial run. The characteristics of three boards were studied in accordance with

standards gost 10 633-78, 10 634-78 and 10 635-78. The particle board fulfilled the set requirements of the standards well.

With the use of the "Fexima" briquet pressing machine fuel briquets were made out of the fuel chips. The moisture content of the chips before pressing them into briquets was 6—8 %. The densities of the manufactured briquets varied from 940—1 320 kg/m³. The study showed that it is possible to process briquets from chipped residue.

The use of tested technology will in the future give a good alternative for the utilization of crowns and thinned trees as a substitute for sawdust in industry. The tested raw material was good and its use in up-grading will increase in importance as wood resources diminish. The biomass of leaves or needles produced in processing can be used for many purposes. It can be processed into vitamin powder, chlorofyll-carotene paste, volatile oils, sodium chlorofyll and it can be used as cattle fodder either fresh or as silage.

Приложение 1. Валочно-пакетирующая машина "МАКЕРИ"

Тракторы "Маке́ри" изготавливает фирма "Маке́ри", которая действует под А/О Раума-Репола. Базовую машину можно снабдить дополнительным оборудованием. Из многооперационных устройств машина комплектуется валочно-сучкорезно-раскряжечным и валочно-пакетирующим устройствами. До сих пор тракторов "Маке́ри" изготовлено 150 шт., из которых ВПМ 25 шт. Главным рынком сбыта явилась Средняя Европа.

Машина работает хорошо при прореживаниях на ровной местности и на условиях, в которых изобилие снега не мешает работе машины. Маленькие габариты базовой машины обеспечивают возможность проведения прореживаний в густом насаждении и применения машины при выборочном прореживании. Габариты машины с многооперационным устройством следующие:

длина	3660 мм
ширина	1620 мм
высота	2440 мм

Управление машины тяговое, которое осуществляют регулируя скорость и направление движения гусениц. Максимальная скорость машины 6 км/ч.

Машина снабжена тремя парами колес, которые связаны накидными гусеницами шириной 260 мм. Дорожный просвет 410 мм, а масса с многооперационным устройством 3700 кг. Двигатель — Дойц ф—2 Л 511, двухцилиндровый дизель с воздушным охлаждением. Мощность двигателя 25,7 кВт.

Траекторий движения валочно-пакетирующего устройства следующие:

наклон вперед—назад	120°
боковой наклон	23—27°
подъем стрелы	6—24°

Валочно-пакетирующее устройство имеет две пары зажимных рычагов, нижняя из которых с шарниром, что позволяет захватывать 1—6 деревьев одновременно. Срезающее устройство состоит из гидравлических режущих ножей. Максимальный диаметр дерева — 25 см.

ВПМ "Маке́ри" отвечает высоким эргономическим требованиям финского трудового законодательства. Максимальный уровень шума в кабине 81 дБ. Колебание машины существенно не превышает колебания большого лесного трактора. Однако, со своей стороны на это может влиять и то, что водитель имеет хорошую видимость по окружности и он может объехать более трудные места [Sirén, Vuorinen и Sauvala 1979].

Приложение 2. Форвардер "Валмет 872 К"

"Валмет 872 К" является полутяжелым грузовым трактором. Техническая характеристика машины следующая:

длина	7850 мм
ширина	2500 мм
высота	3100 мм
площадь сечения грузовой платформы	2,4 м ²
длина грузовой платформы	4000 мм
дорожный просвет	670 мм
масса	10480 кг
грузоподъемность	8000 кг
радиус поворота	8150 мм

Двигатель — "Валмет 411", четырехцилиндровый дизель с турбонаддувом. Мощность двигателя 75 кВт при 2300 об/мин [SAE]. Скорости машины следующие [при 2300 об/мин]:

вперед	2,3—23,2 км/ч
назад	2,4— 4,0 км/ч

Управление корпусное. Для передвижения вперед впереди рулевое колесо, сзади гидростатический рычаг для передвижения назад.

Шины впереди и сзади 18 × 25/12.

Машина оснащена гидроманипулятором Кранаб 4510, техническая характеристика которого следующая:

вылет стрелы	5,35 м
подъемный момент	64,7 кНм [66000 кгм]
угол поворота стрелы	380 °
площадь сечения грейфера	0,35 м ²

Машины изготовляет завод лесных машин фирмы А/О Валмет в г. Тампере.

Приложение 3. Лебедка "Валмет-Нормет 306"

"Валмет-Нормет 306" является лебедкой, которую можно смонтировать на трехточечную навесную систему с/х трактора. Лебедка оснащена тремя опорными ножками, пазовым коником и тормозной системой барабана. Техническая характеристика лебедки следующая:

сила тяги	30 кН [3000 кг]
канат	∅ 8 мм, длина 75 м или, ∅ 10 мм, длина 50 м
скорость тяги	0,5—1,0 м/с
масса	160 кг
механическая дисковая муфта сцепления	

Лебедку изготовляет А/О Нормет концерна Орион в Пелтосалми.

Приложение 4. Рубильная машина "ТТ-1000 ТУ"

"ТТ-1000 ТУ" предназначена для переработки целых деревьев на щепу. Машина монтируется на с/х трактор. Рубильный диск и подающее устройство смонтированы на одноосную раму. Привод рубильной машины механический, а подающей системы гидравлический. Подачу сырья производят сбоку с помощью гидроманипулятора, смонтированного на крыше трактора.

Рубильные машины типа-ТТ изготовляет машиностроительный завод А/О Перусоухтюмя в Хяменлинна.

Техническая характеристика рубильной машины "ТТ-1000 ТУ":

Рубильная машина:

диаметр диска	1070 мм
число ножей	2 шт.
число оборотов диска в мин.	1000 об/мин
ширина загрузочного отверстия	315 мм
высота загрузочного отверстия	280 мм
привод от трактора через шарнирную ось	1000 об/мин
выгрузочная труба направляется гидравлически	
параметры щепы могут быть регулированы	

Подающая система:

на нижней стороне транспортер длиной	1250 мм
на верхней стороне нажимной ролик	
передача силы гидравлическая	

Колесная платформа:

рама одноосная, вооружена сцепным крюком	
шины: 2 шт. 14.00—16"	
масса	3200 кг

Управление машиной:

управление подающей системы производят с кабины трактора электронно-дистанционным управлением.

Изготовитель советует применять рубильную машину с тракторами мощностью двигателя 60—110 кВт [82—150 л.с.].

ODC 33+307+312+35+664+972.1
ISBN 951-40-0674-7
ISSN 0015-5543

Rubki uhoda. Rezul'taty finsko-sovetskogo sovmevnogo nauchnogo issledovanija. Seloste: Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteis-tutkimuksesta. Review: Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint research study. Folia For. 600:1—36.

The research study is within the framework of the scientific-technical co-operation between Finland and the Soviet Union and is based upon the topic "The organization of intermediate cuttings in the Soviet Union with the help of the Finnish member and using Finnish machinery." The publication deals with the three parts of the study, which included research on both the harvesting of young stands and the utilization of biomass produced in thinning operations. The study results showed that the technology under consideration was well-suited to conditions in the Latvian Soviet Socialist Republic, and that the yield is near the level reached in Finland.

Authors' addresses: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Latvian Scientific and Industrial Research Association "SILAVA", 229021, Riga region, Riga str. 111, Salaspils, Latvian SSR, USSR.

ODC 33+307+312+35+664+972.1
ISBN 951-40-0674-7
ISSN 0015-5543

Rubki uhoda. Rezul'taty finsko-sovetskogo sovmevnogo nauchnogo issledovanija. Seloste: Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteis-tutkimuksesta. Review: Thinning operations. Results from a Finnish-Soviet joint research study. Folia For. 660:1—36.

The research study is within the framework of the scientific-technical co-operation between Finland and the Soviet Union and is based upon the topic "The organization of intermediate cuttings in the Soviet Union with the help of the Finnish member and using Finnish machinery." The publication deals with the three parts of the study, which included research on both the harvesting of young stands and the utilization of biomass produced in thinning operations. The study results showed that the technology under consideration was well-suited to conditions in the Latvian Soviet Socialist Republic, and that the yield is near the level reached in Finland.

Authors' addresses: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Latvian Scientific and Industrial Research Association "SILAVA", 229021, Riga region, Riga str. 111, Salaspils, Latvian SSR, USSR.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni jul-kaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____



Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — Address: 39700 Parkano, Finland
Puh. — Phone: (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — Address: 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — Phone: (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — Address: 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — Phone: (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — Address: 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — Phone: (957) 314 241

Ojajoen koasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — Address: 12700 Loppi, Finland
Puh. — Phone: (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — Address: 95900 Kolari, Finland
Puh. — Phone: (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — Address: Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — Phone: (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — Address: PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — Phone: (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — Address: Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — Phone: (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — Address: 01590 Maisala, Finland
Puh. — Phone: (90) 824 420

- No 580 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951—1981. Peatland forests in southern and Central Finland in 1951—1981.
- No 581 Sirén, Matti: Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor.
- No 582 Kohmo, Ilkka: Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982. Statistics on the deciduous growing stock in the Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982.
- No 583 Saksa, Timo & Lyly, Olavi: Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath.
- No 584 Kalaja, Hannu: An example of terrain chipping system in first commercial thinning. Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä.
- No 585 Kaunisto, Seppo & Tuveva, Jorma: Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männiköissä. Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.
- No 586 Hakkila, Pentti: Forest chips as fuel for heating plants in Finland. Metsähake lämpöläitosten polttoaineena Suomessa.
- No 587 Jalkanen, Risto & Kurkela, Timo: Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine.
- No 588 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. investoinnin perusteella. Growth variation in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala and Pohjois-Savo according to the 7th National Forest Inventory.
- No 589 Paavilainen, Eero: Typpi ja hivenravinteet ojitettujen rämeiden jatkolannoituksessa. Nitrogen and micronutrients in the refertilization of drained pine swamps.
- No 590 Metsätalostollinen vuosikirja 1983. Yearbook of Forest Statistics, 1983.
- No 591 Elovirta, Pertti & Ihalainen, Ritva: Metsä- ja maatalousammattit nuorten ammattisuunnitelmissa. Young people's professional plans in forestry and agriculture.
- No 592 Lilja, Arja: Ilmaveintäisen sinistymisen aiheuttajista ja eräiden fungisidien tehosta niiden torjunnassa. Fungi causing air-borne sap stain in wood and efficiency of some fungicides against them.
- No 593 Parviainen, Jari: Männyn taimilajien menestyminen eri tavoin muokatuilla uudistamisaloilla. The success of different types of pine nursery stock on regeneration sites prepared in different ways.
- No 594 Mäki, Elina: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1982. Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1982 by districts.
- No 595 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1983. Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1983.
- No 596 Vuokila, Yrjö, Laasasenaho, Jouko & Ihalainen, Antti: Luonnonmetsien puiden runkokäyrämallien tarkkuus viljelykuusikoissa. The accuracy of stem taper curve functions for natural trees in spruce plantations.
- No 597 Gustavsen, Hans Gustav & Mielikäinen, Kari: Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Site index curves natural birch stands in Finland.
- No 598 Salo, Kauko: Joensuun ja Seinäjoen asukkaiden luonnonmarjojen ja sienten poiminta v. 1982. The picking of wild berries and mushrooms by the inhabitants of Joensuu and Seinäjoki in 1982.
- No 599 Uusvaara, Olli: Hakepuun kosteuden alentaminen ennen haketusta korjuuseen ja varastointiin liittyvin toimenpitein. Decreasing the moisture content of chip wood before chipping; harvesting and storage measures.
- No 600 Rubki uhoda. Rezul'taty finsko-sovetskogo sovmetnogo naučnogo issledovanija. Harvennuspuun korjuu. Tuloksia suomalais-neuvostoliittolaisesta yhteistutkimuksesta. Thinning operations. Results from Finnish-Soviet joint research study.
- No 601 Veijalainen, Heikki, Reinikainen, Antti & Kolari, Kimmo K.: Metsäpuiden ravinneperäinen kasvuhäiriö Suomessa. Kasvuhäiriöprojektin väliraportti. Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. Interim report.
- No 602 Saarsalmi, Anna: Vesipajun biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö. Biomass production and nutrient and water consumption in *Salix 'Aquatika Gigantea'* plantation.
- No 603 Palmgren, Kristina: Muokkauksen ja kalkituksen aiheuttamia mikrobiologisia muutoksia metsämaassa. Microbiological changes in forest soil following soil preparation and liming.
- No 604 Pelkonen, Paavo: Temperature response of electrical impedance in poplar cuttings: A preliminary concept. Poppelipistokkaiden impedanssin riippuvuus lämpötilasta: Alustava malli.
- No 605 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1982—84. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1982—84.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0674-7
ISSN 0015-5543