

FOLIA FORESTALIA 159

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

PENTTI HAKKILA

OKSARAACA-AINEEN KORJUUMAHDOLLI-
SUUDET SUOMESSA

POSSIBILITIES OF HARVESTING BRANCH
RAW MATERIAL IN FINLAND

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen — Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy. 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70. Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970. Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista. On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä. On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö. Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70. Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70. 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä. On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä. Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialtius Länsi-Suomessa vuonna 1970. Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa. Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiuhonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkikuusto v. 1969—70. Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan värinän vaikutuksesta työntekijän käsiin. On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland. Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo ja Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70. Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts. Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972. Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa. The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems. Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

Pentti Hakkila

OKSARAACA-AINEEN KORJUUMAHDOLLISUUDET SUOMESSA

Possibilities of harvesting branch raw material in Finland

Yhteispuhjoismaisen hakkuutähdetutkimuksen alaprojekti

A sub-project of the joint Nordic research programme for the utilization of logging residues

ALKUSANAT

Oksien korjuuseen ja käyttöön liittyviä tutkimuksia on maassamme tehty viime vuosina kahdella rintamalla, toisaalta NSR:n^{*} alaisen yhteispuhjoismaisen hakkuutähdeitten hyväskäyttöön tähtäävän ohjelman puitteissa ja toisaalta eräitten metsäteollisuusyhtiöitten, ennen kaikkea Enso-Gutzeit Osakeyhtiön omina tutkimuksina. Joulukuussa 1971 Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto järjesti vihreän hakkeen tutkimustoiminnan koordinoitua koskevan neuvottelutilaisuuden, jonka pohjalta perustettiin neljä keskenään yhteistyössä toimivaa työryhmää; massapuolen, lastulevyn, kuitulevyn ja metsäpään projektiryhmät.

Metsäpään projektiryhmän puheenjohtajana toimii metsänhoitaja YRJÖ SCHILDT (Enso-Gutzeit Osakeyhtiö), sihteerinä metsänhoitaja TEEMU RUOSTE (Metsäntutkimuslaitos) ja jäsenenä metsänhoitaja AARNE ELOVAINIO (Metsäteho) sekä vt. professori PENTTI HAKKILA (Metsäntutkimuslaitos). Asiantuntijana on työssä ollut mukana myös metsänhoitaja

JUHANI JÄRVINEN (Tehdaspuu Oy). Ryhmän lopullisena tavoitteena on oksaraaca-aineen korjuumenetelmien kehittäminen ja tutkiminen. Konekehittelyohjelman teknisissä ja taloudellisissa laskelmissa tarvitaan kuitenkin tietoja tarjolla olevista raaka-aineresursseista ja niiden korjuumahdollisuuksista, ja siitä syystä onkin katsottu välttämättömäksi ennen pitemmälle meneviä toimenpiteitä tehdä käsillä oleva suunta-antava selvitys peruslähtökohdista.

Yllä mainittujen lisäksi ovat työn eri vaiheissa avustaneet dipl.ins. AARO ALESTALO, metsät.yo. MARKKU MÄKELÄ, neiti LEENA PAUMOLA, dipl.ins., metsänhoitaja JAAKKO SALMINEN, neiti PIRJO SALONEN, rouva AUNE RYTKÖNEN ja neiti RAIJA SIEKKINEN. Metsäntutkimuslaitoksen puolesta ovat käsikirjoituksen tarkastaneet vt. professori OLLI MAKKONEN ja vt. professori PAAVO TIIHONEN.

Lausun kaikille parhaat kiitokseni.

Helsingissä syyskuussa 1972

* NSR = Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd

Pentti Hakkila

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	5
2. RUNKOHUKKAPUUN JA OKSIEN ENIMMÄISMÄÄRÄ	6
3. OKSARAACA-AINEEN KOOSTUMUS	9
4. OKSARAACA-AINEEN ETÄISYYS KÄYTTÖPAIKALTA	11
5. OKSARAACA-AINEEN TALTEENOTOSTA	14
KIRJALLISUUTTA	19

POSSIBILITIES OF HARVESTING BRANCH RAW MATERIAL IN FINLAND

Summary

The study concerns the amount, composition and harvesting possibilities of the branch raw material that is left yearly in the forests in Finland. The working team set up by the Central Association of Finnish Woodworking Industries will decide later from these basic data the scope and principles within which to develop harvesting machines and methods. The work is a sub-project of the joint Nordic research programme for the utilisation of logging residues.

Branch raw material is defined as all branches and the bole waste wood mixed with them in the harvesting phase. A considerable proportion of the bole waste wood is unmerchantable tops.

8.8 million tons of dry branch raw material remain in the forests in Finland yearly. Branches proper account for 7.8 and bole waste wood for almost 1.0 million tons of it. Four-fifths of the branch raw material is in South Finland.

Of the total amount, 4.4 million tons is wood, 1.9 million bark and 2.1 million needles. The amount of hardwood leaves in the total depends decisively on the distribution of logging between the different seasons.

One-fourth of the branch raw material is within a radius of 50 km and one-half within 100 km of the seven fibre board mills in Finland. In relation to the 13 particle board mills in the country, one-third of all the branch raw material is within a radius of 50 km and two-thirds within 100 km. For the 16 sulphate pulp mills the situation is almost the same as in the particle board industry.

The amount of bark-free wood in the branch raw material within a radius of 50 km of the mills was four times the wood consumption of the fibre board industry in 1970 or six times that of the particle board industry. However, the wood consumption of the particle board branch is already considerably greater than in 1970. The theoretical increase in the raw wood

supply of the sulphate pulp industry would have been 20 per cent had the branch raw material obtainable within a radius of 50 km all gone to this branch.

Harvesting is simplest to perform when tree methods are used for the logging work. Owing to the fast development of harvesters and processors which operate in the compartment, organisational difficulties and the great need of storage space, however, tree methods are hardly like to gain general application even in the future on such a scale that they alone will solve the problem of harvesting branch raw material. In addition, as half of the branches break off in whole-tree skidding, no more than some 0.7 million tons of branch raw material can be expected to be collected by the end of the decade by this method at the upper landing. Nearly 0.4 million tons of it would be branch wood proper.

Effective utilisation thus presupposes that branches are harvested also from the compartment. It is possible, too, that a processor working in the compartment could harvest in addition to bole wood also branch raw material in one form or another.

Mechanised logging methods come into question only in working conditions that correspond to clear cutting. The dry-weight of branch raw material obtained yearly on these assumptions, including the branches harvested by tree methods, will be 1.7–2.7 million tons. The amount of unbarked branch wood without needles would then be 1.3–2.0 million tons.

Whole-tree chipping may provide in the long term new possibilities for the utilisation of branches. The method could be used in Finland chiefly for harvesting small-sized timber from thinnings, but it is premature at the present stage of development to calculate the quantities of branch raw material that might be obtained in this way.

TIIVISTELMÄ

Käsillä olevassa tutkimuksessa selvitetään Suomessa vuosittain metsään jäävän oksaraaka-aineen määrää, koostumusta ja korjuumahdollisuuksia. Näitten perustietojen pohjalta ratkaistaan myöhemmin, missä laajuudessa ja minkä periaatteitten puitteissa oksien korjuumenetelmiä ryhdytään kehittämään.

Laskelmat perustuvat aikaisempiin tutkimustuloksiin. Oksaraaka-aineeseen on luettu kaikki oksat sekä niihin korjuuvaiheessa sekoittuva runkohukkapuu, josta huomattava osa koostuu latvakappaleista.

Vuosittain jää metsään 8.8 milj. tonnia kuivaa oksaraaka-ainetta, josta varsinaisten oksien osuus on 7.8 ja runkohukkapuun lähes 1.0 milj. tonnia. Neljä viidennestä oksaraaka-aineesta sijaitsee Etelä-Suomessa.

Kokonaismäärästä on puuainetta 4.4, kuorta 1.9 ja neulasia 2.1 milj. tonnia. Oksaraaka-aineeseen jäävien lehtipuitten lehtien määrä, joka sisältyy ylempänä esitettyyn kokonaislukuun, riippuu ratkaisevasti hakkuitten jakaantumisesta eri vuodenaikojen osalle.

Oksaraaka-aineesta on neljännes alle 50 ja puolet alle 100 km:n toimintasäteiden sisällä maan seitsemään kuitulevytehtaaseen nähden. Vastaavasti sulkevat 13 lastulevytehdastamme kaikesta oksaraaka-aineesta kolmanneksen 50 km:n ja kaksi kolmannesta 100 km:n toimintasäteiden piiriin. Sulfaattimassapuolella, jossa tehtaita on kaikkiaan 16, tilanne on lähes sama kuin lastulevyteollisuudessa.

Oksaraaka-aineen sisältämä kuoreton puuainemäärä oli esimerkiksi 50 km:n säteellä tehdaslaitosten ympärillä nelinkertainen kuitulevyteollisuuden vuoden 1970 puunkäyttöön verrattuna tai vastaavasti kuusinkertainen lastulevyteollisuuden puunkäyttöön nähden. Todettakoon kuitenkin, että lastulevyteollisuuden puunkäyttö on jo nyt huomattavasti suurempi kuin vuonna 1970. Sulfaattimassateollisuudessa olisi teoreettinen raakapuulisä ollut 20 %, mikäli 50 km:n säteellä saatava oksaraaka-aine olisi kokonaisuudessaan ohjautunut pelkästään sen käyttöön.

Talteenotto on yksinkertaisimmin toteutettavissa puumenetelmiä korjuutyössä käytetäessä. Palstalla toimivien monitoimikoneitten nopeasta kehittämisestä, organisatorisista vaikeuksista ja suuresta varastotilan tarpeesta johdettujen puumenetelmät tuskin kuitenkaan yleistyvät tulevaisuudessakaan siinä määrin, että ne yksinään toisivat ratkaisun oksaraaka-aineen korjuukysymykseen. Kun kokopuujuonnossa lisäksi puolet oksista putoaa matkan varrella, voidaan tuskin olettaa ainakaan enempää kuin 0.7 milj. tonnia oksaraaka-ainetta kertyvän vuosikymmenen lopulla tätä tietä ylävarastolle. Varsinaista oksapuuta olisi siitä vajaa 0.4 milj. tonnia.

Tehokas hyväksikäyttö edellyttää niin ollen, että oksia korjataan myös hajaltaan palstalta. Lisäksi on mahdollista, että palstalla toimiva monitoimikone ottaa runkopuun ohella myös oksaraaka-aineen talteen muodossa tai toisessa.

Koneelliset keruumenetelmät tulevat kysymykseen vain päätehakkuita vastaavissa työoloissa. Näillä edellytyksillä vuosittain saatavilla olevan oksaraaka-aineen kuivapaino on neulasineen 1.7–2.7 milj. tonnia. Näihin lukuihin sisältyy myös edellä mainittu 0.7 tonnia, joka on laskettu voitavan vaihtoehtoisesti kerätä puumenetelmien yhteydessä. Kerättäessä oksaraaka-aine vasta neulasten varistua saadaan kuorellista puuta 1.3–2.0 milj. tonnia.

Kokopuuhaketus saattaa ajanmittaan luoda uusia mahdollisuuksia oksien hyväksikäytölle. Suomessa menetelmä tulee kysymykseen lähinnä pientä harvennuspuuta korjattaessa, mutta kehityksen nykyvaiheessa on ennenaikaista tehdä laskelmia sen avulla mahdollisesti talteen saatavista oksaraaka-ainemääristä.

Tutkimuksessa on lähdetty vallitsevan ajattelutavan mukaisesti tosiasiaista, että kuorella ja neulasilla ei ole käyttöarvoa ja että ne pikemminkin ovat rasitteena oksaraaka-ainetta käsiteltäessä ja kuljetettaessa. Mikäli niille syntyy teollista käyttöä, saattavat oksien korjuumahdollisuudet ajan mittaan oleellisesti parantua.

1. JOHDANTO

Nykyaikaisten menetelmien soveltaminen korjuukoneitten ja -ketjujen kehitystyössä edellyttää raaka-aineen teknisten ominaisuuksien ja käsiteltävien määrien tuntemista. Jos esimerkiksi eri oloissa pinta-alayksikköä kohti tai toisaalta vuosittain kertyvän oksaraaka-aineen määrästä ei ole tietoja, ei kone-elimien mitoittamista, kapasiteetin optimoimista, korjuuketjua, tehtaitten vastaanotto- ja käsittelylaitteistoa sen paremmin kuin koko toiminnan kannattavuutta ja tutkimustyön mielekkyyttä voida parhaalla tavalla arvioida.

Jotta puun tarkempaan talteenottoon ja korjuutyön koneellistamiseen tähtäävät metsätyöntutkimukset voitaisiin perustaa kestäväälle tieteelliselle pohjalle, on NSR:n alaisten yhteis-pohjoismaisten karsimakone- ja hakkuutahdeprojektien puitteissa kerätty viime vuosina erilaisia korjuuteknisiä oksatietoja (AGER 1972, HAKKILA 1971, HAKKILA, LAASASENAHO ja OITTINEN 1972). Myöskin on käytettävissä tutkimustuloksia vuotuisissa hakkuissamme maahan jäävästä runkohukkapuusta (MIKKOLA 1972) sekä lisäksi puukohtaisia tietoja oksien kuiva-ainemäärästä (HAKKILA 1969 ja 1971). Sen sijaan arviota maassamme vuosittain metsään jäävän oksaraaka-aineen kokonaismäärästä ja sen talteenottomahdollisuuksista ei ole toistaiseksi tehty.

Laskelman lähtökohdaksi on otettava se runkopuun ja oksien teoreettinen enimmäismäärä, joka hakkuissa yhä jätetään metsään. Teollisuudenhaarasta riippuen voidaan hyväksi käyttää joko vain pelkkä puuaine tai mahdollisesti myös kuori ja neulasetkin. Taloudellisten korjuumahdollisuuksien ulottuvilla lienee kuitenkin parhaimmassakin tapauksessa edellisestä vain pieni osa, jonka suuruuden tulevat lopulta ratkaistamaan talteenottokustannukset ja toisaalta raaka-aineen arvo tehtaalla.

Tutkimuksessa on lähdetty nykyisen ajattelutavan mukaisesti tosiasiaista, että kuorella ja neulasilla ei ole arvoa ja että ne ovat pikem-

minkin rasitteena oksaraaka-ainetta käsiteltäessä ja kuljetettaessa. Mikäli niille löydetään teollisia käyttökohteita, saattavat korjuumahdollisuudet parantua oleellisesti. Kysymykseen saattaisivat tulla esimerkiksi neulasten proteiini- ja C-vitamiinipitoisuuden hyväksikäyttö (vrt. SIREN, BLOMBÄCK ja ALDEN 1970, MEDNIKOV 1972, SHARKOV 1972) tai kuoren käyttö asumajätteitä kompostoitaessa.

Kuljetettakoon oksat ja runkohukkapuu käyttöpaikalle sellaisinaan, hakkeena, pilkkeenä, paaleina tai nippuina, niin kaikissa tapauksissa tulevat korjuukustannuksia tavanomaiseen runkopuuhun verrattuna kohottamaan epäedullisesta kuormatilan käytöstä johtuvat korkeat kuljetuskustannukset. Tämä saattaa rajoittaa toimintasädettä käyttöpaikan ympärillä, ja siitä syystä tarvitaan ennakoarvio kysymykseen tulevasta kuljetusetäisyyksistä.

Avo- ja harvennushakkuut poikkeavat korjuuoloiltaan oleellisesti toisistaan. Tähteitten talteenotto edellyttää erilaista tekniikkaa toisaalta tavaralaji- tai runkometelmää ja toisaalta puumenetelmää käytettäessä. Viimeksi mainitussa tapauksessahan suuri osa oksista kerääntyy muodostelmiin, joista niitten talteenotto saattaa olla huomattavasti yksinkertaisemmin toteutettavissa kuin hajaltaan palstalta.

Käsillä olevassa tutkimuksessa pyritään edellä mainittujen näkökohtien mukaisesti jo olemassa olevien tietojen pohjalta selvittämään ensiksi saatavilla oleva runkohukkapuun ja oksien enimmäismäärä puulajeittain. Tarkastelu kohdistuu n.s. *oksaraaka-aineeseen*, johon tässä yhteydessä sisällytetään varsinaiset oksat neulasineen sekä käytännön korjuutoiminnassa oksiin sekoittuva osuus runkohukkapuusta. Sen jälkeen tarkastellaan oksaraaka-aineen jakaantumista eri kuljetusetäisyyksille ja korjuuoloihin siten, että tietoja voitaisiin käyttää korjuututkimusten samoin kuin massa-, lastulevy- ja kuitulevytehtaitten raaka-ainelaskelmien peruslähtökohtina.

2. RUNKOHUKKAPUUN JA OKSIEN ENIMMÄISMÄÄRÄ

Oksiin sekoittuvat käytännössä myös markkinakelvottomat latvakappaleet sekä osa muustakin tähteeksi jäävästä runkopuusta. Varsinaisten oksien enimmäismäärää koskeviin laskelmiin on niin ollen yhdistettävä myös runkohukkapuu.

Tilastojen hukkapuun pääosa koostuu run-

kokohtaisesta hukkapuusta, johon luetaan latvukset, tyveykset, leikot, kannon ylipituus sekä kokonaiset hukkarungot. Lisäksi ovat tilastoissa mukana metsään jäänyt valmis puutavara, pinotuet, telapuut j.n.e. Runkohukkapuun keskimääräinen osuus koko hakkuupoistumasta piirimetsälautakunnittain nähdään taulukosta 1.

Taulukko 1. Runkohukkapuun osuus hakkuupoistumasta piirimetsälautakunnittain (MIKKOLA 1972).
Table 1. The proportion of stem waste wood in the total drain by forestry board districts (MIKKOLA 1972).

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Hardwood	Keskimäärin Average
	Hukkapuuta, % – Waste wood, %			
Uusimaa-Häme, Pirkka- ja Itä-Häme	4.0	5.1	10.2	6.0
Etelä- ja Itä-Savo, Etelä-Karjala	4.5	6.3	9.7	6.8
Keski-Suomi	4.8	5.4	12.4	7.4
Pohjois-Savo	6.6	8.7	13.8	10.0
Pohjois-Karjala	7.4	9.8	12.5	9.8
Etelä- ja Keski-Pohjanmaa, Vaasa	8.3	5.0	23.2	11.1
Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu	9.5	11.7	31.1	14.5
Koillis-Suomi, Lappi	7.3	11.5	25.1	13.3
Etelä-Suomi – <i>South Finland</i>	5.5	6.2	12.7	7.8
Pohjois-Suomi – <i>North Finland</i>	8.4	11.6	27.6	13.8
Koko maa – <i>Whole country</i>	6.4	7.1	15.5	9.1

Runkohukkapuuprosentin maantieteellinen vaihtelu ei heijasta niinkään markkinaolojen tai korjuumenetelmien eroja, vaan kysymyksessä ovat ennen kaikkea runkomuodon heikkeneminen pohjoista kohti ja hakkuupoistuman rakenteelliset erot. Hukkapuun osuus on näet suurin pienissä rungoissa, ja nimenomaan Pohjanmaalla ja Kainuussa korjataan keskimäärin pienempää puustoa kuin muualla Suomessa.

Huomattava osa hukkapuusta syntyy metsänhoidollisten toimenpiteitten, lähinnä taimistojen harvennusten ja perkausten tuloksena. Etelä-Suomen runkohukkapuusta on runsas neljännes peräisin kantoläpimitaltaan alle 10 cm:n

puista. Pohjanmaalla, missä pienikokoista suopuustoa on paljon, on vastaava osuus yli 40 % (MIKKOLA 1972).

Taimistojen hukkapuu ei käytännössä sekoitu korjuutoiminnassa metsään jääviin oksiin. Niinikään jäävät tilastoissa mukana olevat kannon ylimitta, leikot, telapuut y.m. yleensä varsinaisesta oksaraaka-aineesta erilleen. Oksien mukana kulkeutuvan runkopuun tarkkaa määrää on niin ollen vaikea arvioida, kun tilastoista selviää vain erilaisen runkohukkapuun kokonaisuusmäärä. Varovaisesti laskien voidaan kuitenkin olettaa, että puolet tilastojen runkohukkapuusta, m.m. kaikki latvakappaleet, sekoittuu kor-

juuprosessissa käyttämättä jääviin oksiin muodostaen niitten kanssa ns. oksaraaka-aineen.

Pääosa oksaraaka-aineen sisältämästä runkohukkapuusta koostuu latvakappaleista, joitten puuaineen tiheys on männyllä ja koivulla alhaisempi kuin koko puussa keskimäärin. Käyttäen puuaineen tiheytenä männylle ja kuuselle arvoa

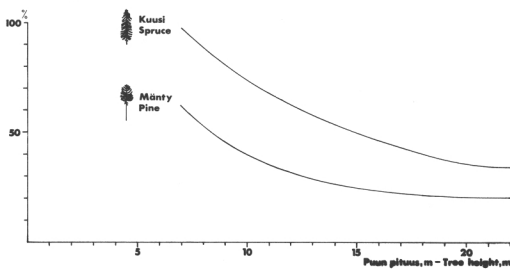
380 ja koivulle 480 kg/k-m³ (vrt. HAKKILA 1966) päädytään taulukon 1 pohjalta seuraaviin lukuihin. Vuotuiseksi hakkuumääräksi on oletettu KUUSELAN suunnitteen mukaisesti Etelä-Suomessa 39.16 ja Pohjois-Suomessa 10.68 milj. k-m³ (vrt. Metsätilastollinen . . . 1971).

Oksaraaka-aineeseen sekoittuvan runkopuun kuivapaino, milj. tonnia/v.

The dry weight of waste stem wood in branch raw material, million tons/year.

	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Lehtipuu <i>Hardwood</i>	Yhteensä <i>Total</i>
Etelä-Suomi – <i>South Finland</i>	0.12	0.20	0.34	0.66
Pohjois-Suomi – <i>North Finland</i>	0.08	0.07	0.16	0.31
Koko maa – <i>Whole country</i>	0.20	0.27	0.50	0.97

Hakkuutähdetilastot rajoittuvat yksinomaan runkopuuhun, eikä niissä oteta lainkaan huomioon oksia. Oksien sisältämän kuiva-aineen määrästä on saatavissa vain runkokohtaisia tietoja, jotka osoittavat männyn ja kuusen oksien kuivapainon prosentteina kuorellisen rungon kuivapainosta. Puuaineen lisäksi on otettu huomioon myös kuori ja neulas (kuva 1).



Kuva 1. Männyn ja kuusen oksien (neulas mukana) kuivapaino prosentteina kuorellisen runkopuun kuivapainosta puun pituuden funktiona.

Figure 1. The dry weight of pine and spruce branches, including the needles, in per cent of unpeeled bole wood as a function of tree height.

Runkokohtaisten oksatietojen muuntamisessa keskimääräisiksi kohdataan vaikeuksia, sillä vuotuisen hakkuupoistumamme jakaantumista puun läpimitta- tai pituusluokkiin ei tunneta.

Seuraavissa laskelmissa on varovaisuusperiaatetta noudattaen kuvan 1 käyrien pohjalta oletettu oksien – mukaan luettuina sekä puuaine, kuori että neulas – keskimääräiseksi kuivapainoprosentiksi kuorelliseen runkopuuhun verrattuna männyllä 30 ja kuusella 50. Lehtipuulle, joitten osalta ei meidän oloissamme ole julkaistu oksien määrää koskevia tietoja, on Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla kerätyn suppean koivuaineiston antamien viitteitten perusteella käytetty samaa arvoa kuin männyllä. Näin on päädytty taulukon 2, jossa tietojen puutteellisuuden vuoksi ei ole voitu ottaa huomioon piirimetsälautakuntien välisiä eroja hakkuupoistuman rakenteessa. Tästä syystä arviot lienevät liian alhaisia niillä alueilla, joilla hakkuun kohteena oleva puusto on keskimääräistä pienempää. Päinvastaisissa tapauksissa taas taulukon arvot saattavat olla liian korkeita.

Tarjolla oleva oksaraaka-aineen enimmäismäärä, johon sisältyvät oksat kokonaisuudessaan sekä puolet tilastojen runkohukkapuusta, on Kuuselan 49.84 milj. k-m³:n hakkuusuunnitteen pohjalta laskien 8.8 milj. tonnia vuodessa. Mikäli hakkuumäärä ylittää tai alittaa suunnitteen, muuttuu oksaraaka-aineen määrä samassa suhteessa. Noudatettavan metsäpolitiikan tavoitteena on hakkuumahdollisuuksien asteittainen lisääminen (vrt. ERVASTI, HEIKINHEIMO, KUUSELA ja MÄKINEN 1969).

	Oksiin sekoit- tuva runkopuu <i>Stem wood mixed with branches</i>	Varsinaiset oksat <i>Branches proper</i>	Oksaraaka-aine yhteensä <i>Branch raw material, total</i>
	Kuiva-ainetta, milj. tonnia/v. <i>Dry matter, million tons per year</i>		
Etelä-Suomi – <i>South Finland</i>	0.66	6.26	6.92
Pohjois-Suomi – <i>North Finland</i>	0.31	1.60	1.91
Koko maa – <i>Whole country</i>	0.97	7.86	8.83

Teoreettiseen enimmäismäärään sisältyvät varsinaisen puuaineen ohella siis myös kuori, lehdet ja neulaset. Teollisuuden on tunnettava kuitenkin myös oksaraaka-aineen koostumus,

sillä useimmissa tapauksissa tulee käyttö kysymykseen vasta sen jälkeen, kun kuori, lehdet ja neulaset on onnistuttu poistamaan puuaineen joukosta.

Taulukko 2. Vuotuisissa hakkuissa metsään jäävien oksien kuivapaino kuorineen ja neulasineen piirimetsälautakunnittain.
Table 2. The dry weight of branches, including bark and needles, left in the forests in the annual cuttings by forestry board districts.

Piirimetsälautakunta <i>Forestry board district</i>	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Lehtipuu <i>Hardwood</i>	Yhteensä <i>Total</i>
	Oksia milj. tonnia/v. – <i>Branches, million tons/year.</i>			
Ahvenanmaa	0.01	0.02	0.01	0.04
Helsinki	0.05	0.13	0.06	0.24
Lounais-Suomi	0.07	0.15	0.05	0.27
Satakunta	0.07	0.19	0.07	0.33
Uusimaa-Häme	0.06	0.28	0.08	0.42
Pirkka-Häme	0.09	0.32	0.08	0.49
Itä-Häme	0.08	0.23	0.13	0.44
Etelä-Savo	0.13	0.21	0.18	0.52
Etelä-Karjala	0.09	0.20	0.08	0.37
Itä-Savo	0.09	0.13	0.13	0.35
Pohjois-Karjala	0.16	0.29	0.17	0.62
Pohjois-Savo	0.11	0.39	0.23	0.73
Keski-Suomi	0.14	0.31	0.18	0.63
Etelä-Pohjanmaa	0.12	0.18	0.07	0.37
Vaasa	0.04	0.12	0.06	0.22
Keski-Pohjanmaa	0.06	0.08	0.08	0.22
Kainuu	0.17	0.22	0.07	0.46
Pohjois-Pohjanmaa	0.13	0.12	0.09	0.34
Koillis-Suomi	0.09	0.14	0.05	0.28
Lappi	0.20	0.16	0.16	0.52
Etelä-Suomi – <i>South Finland</i>	1.37	3.23	1.66	6.26
Pohjois-Suomi – <i>North Finland</i>	0.59	0.64	0.37	1.60
Koko maa – <i>Whole country</i>	1.96	3.87	2.03	7.86

3. OKSARAACA-AINEEN KOOSTUMUS

Käyttämättä jäävän alle 6 cm:n paksuisen latvakappaleen kuoren kuivapainoprosentti on männyllä 13, Etelä-Suomen kuusella 20 ja Pohjois-Suomen kuusella 23 (HAKKILA 1971). Kun oksaraaka-aineeseen sekoittuva runkohukkapuu koostuu osaksi myös järeämmästä tavara-
rasta, jäänee sen keskimääräinen kuoriprosentti jonkin verran alhaisemmaksi. Jäljempänä esitetävissä laskelmissa on runkohukkapuun kuoriprosentiksi oletettu männyllä 13 ja koivulla 15 sekä kuusella Etelä-Suomessa 17 ja Pohjois-Suomessa 20.

Varsinaisten oksien puupitoisuus on alhai-

sempi kuin minkään muun puutavaralajin. Pohjoisessa puupitoisuus on kuitenkin korkeampi kuin etelässä, sillä pohjoisen puissa on vähemmän neulasia. Oksien puupitoisuus riippuu oleellisesti myös rungon koosta. Mitä pienempää puustoa korjataan, sitä suurempi on neulasten osuus oksien kuiva-aineesta. Jos oletetaan rinnankorkeusläpimitaltaan 15 cm:n rungon edustavan painotettua keskiarvoa, jakaantuu vuotuisissa hakkuissa metsään jäävien varsinaisten oksien kuiva-aine puun, kuoren ja neulasten kesken taulukon 3 osoittamalla tavalla.

Taulukko 3. Vuotuisissa hakkuissa metsään jäävien havupuun oksien kuiva-aineen koostumus.
Table 3. The composition of the dry matter of the softwood branches left annually in the forest.

Komponentti <i>Component</i>	Mänty – <i>Pine</i>		Kuusi – <i>Spruce</i>	
	Etelä <i>South</i>	Pohjoinen <i>North</i>	Etelä <i>South</i>	Pohjoinen <i>North</i>
	Osuus, % – <i>Proportion, %</i>			
Puuaine – <i>Wood</i>	48	54	35	42
Kuori – <i>Bark</i>	23	24	23	29
Neulaset – <i>Needles</i>	29	22	42	29
Yhteensä – <i>Total</i>	100	100	100	100

Oksien puupitoisuus on männyllä selvästi korkeampi kuin kuusella. Lehtipuista ei ole käytettävissä mittaustuloksia, ja siitä syystä laskelmat joudutaan niitten osalta täydentämään varsin epävarmojen, lähinnä amerikkalaisiin koivulajeihin perustuvien tietojen pohjalta. Lehtipuun oksat on taulukossa 4 oletettu korjattavan lehdettöminä, ja niitten kuoriprosenttina on

koko maassa käytetty arvoa 25 (vrt. KEAYS 1971).

Kaikkiaan sisältää vuosittain syntyvä oksaraaka-aine puuta 4.4, kuorta 1.9 ja neulasia 2.1 milj. tonnia. Tietojen puutteessa on lehtipuitten lehdet jätetty tällöin kokonaisarviossa huomioon ottamatta.

Taulukko 4. Oksaraaka-aineena vuosittain metsään jäävän puuaineen, kuoren ja neulasten määrä¹⁾.
 Table 4. The amount of wood, bark and needles left annually in the forest as branch raw material¹⁾.

Komponentti Component	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce		Lehtipuu — Hardwood		Yhteensä — Total	
	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South	Pohjoinen North	Etelä South	Pohjoinen North
Runkohukkapuu — Stem waste wood								
Puu — Wood	0.10	0.07	0.17	0.06	0.29	0.14	0.56	0.27
Kuori — Bark	0.02	0.01	0.03	0.01	0.05	0.02	0.10	0.04
Yhteensä — Total	0.12	0.08	0.20	0.07	0.34	0.16	0.66	0.31
Varsinaiset oksat — Branches proper								
Puu — Wood	0.66	0.32	1.13	0.26	1.00	0.23	2.79	0.81
Kuori — Bark	0.31	0.14	0.74	0.19	0.33	0.07	1.38	0.40
Neulaset — Needles	0.40	0.13	1.36	0.19	—	—	1.76	0.32
Yhteensä — Total	1.37	0.59	3.23	0.64	1.33	0.30	5.93	1.53
Oksaraaka-aine yhteensä — Total branch raw material								
Puu — Wood	0.76	0.39	1.30	0.32	1.29	0.37	3.35	1.08
Kuori — Bark	0.33	0.15	0.77	0.20	0.38	0.09	1.48	0.44
Neulaset — Needles	0.40	0.13	1.36	0.19	—	—	1.76	0.32
Yhteensä — Total	1.49	0.67	3.43	0.71	1.67	0.46	6.59	1.84

1) Taulukko ei sisällä lehtipuitten lehtiä — The table does not include the leaves of deciduous trees.

4. OKSARAACA-AINEEN ETÄISYYS KÄYTTÖPAIKALTA

Oksaraaka-aineen tehdashinnassa tulevat kuljetuskustannukset näyttelemään merkittävää osaa kuin perinteellisellä pinotavaralla, sillä kuormatilan käyttö jää väistämättömästi korjuumenetelmästä riippumatta heikkotehoiseksi. Tästä syystä kuljetusetäisyys vaikuttaa korjuukustannuksiin ja koko toiminnan kannattavuuteen voimakkaasti, ja korjuumenetelmän valinnassa on tarkoin otettava huomioon kaukokuljetusnäkökohdat. Kovin pitkien matkojen takaa tämän heikkolaatuisen raaka-aineen kuljetus tuskin on mahdollista, varsinkin kun tavarantuonteesta johtuen on rajoitettava maakuljetukseen. Todettakoon, että kuorma-autokuljetuk-

sen keskimatka oli vuonna 1970 maassamme 60 km (VÖRY 1972).

Laskelmat oksaraaka-aineen sijainnista tietyn kuljetusmatkan etäisyydellä tehdaslaitoksista perustuvat seuraavassa olettamukseen, että puutavaran hakkuut ja oksaraaka-aine jakaantuvat piirimetsälautakuntien puitteissa tasaisesti alueen eri osiin tehtaan sijainnista riippumatta (kuvat 2 ja 3). Taulukko 5 osoittaa, miten suuri osuus oksaraaka-aineesta sijaitsee 50 ja 100 kilometrin säteellä lastulevy-, kuitulevy- ja sulfaattimassatehtaista. Todellinen kuljetusmatka on luonnollisesti pidempi kuin laskelmissa käytetty toimintasäde, mutta erityisiä mutkittelu-

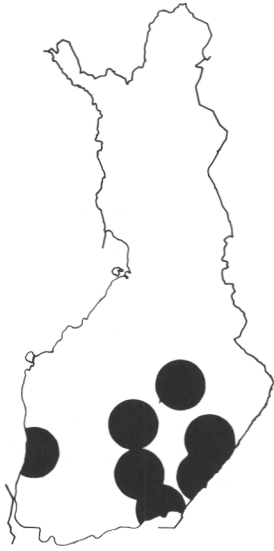
Taulukko 5. Sulfaattimassa-, lastulevy- ja kuitulevyteollisuuden 50 ja 100 km:n toimintasäteen sisäpuolelle jäävän oksaraaka-aineen osuus kokonaismäärästä.

Table 5. The proportion of branch raw material in the total amount within a radius of 50 and 100 kilometres around sulphate pulp, fibre board and particle board mills.

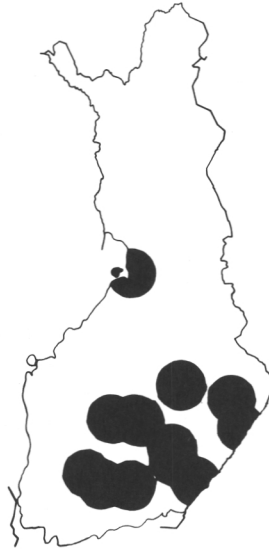
Puulaji <i>Species</i>	Toimintasäde 50 km <i>Radius 50 km</i>			Toimintasäde 100 km <i>Radius 100 km</i>		
	Etelä <i>South</i>	Pohjoinen <i>North</i>	Keskim. <i>Average</i>	Etelä <i>South</i>	Pohjoinen <i>North</i>	Keskim. <i>Average</i>
	Oksaraaka-aineesta säteen sisällä, % <i>% of branch raw material within the radius</i>					
Kuitulevyteollisuus – Fibre board industry						
Mänty – <i>Pine</i>	28	–	20	64	–	45
Kuusi – <i>Spruce</i>	28	–	23	66	–	55
Lehtipuu – <i>Hardwood</i>	32	–	26	69	–	56
Keskimäärin – <i>Average</i>	28	–	23	66	–	52
Lastulevyteollisuus – Particle board industry						
Mänty – <i>Pine</i>	40	7	30	75	19	59
Kuusi – <i>Spruce</i>	43	6	36	79	18	69
Lehtipuu – <i>Hardwood</i>	43	8	37	79	20	68
Keskimäärin – <i>Average</i>	43	7	35	78	19	66
Sulfaattimassateollisuus – Sulphate pulp industry						
Mänty – <i>Pine</i>	32	14	27	78	43	68
Kuusi – <i>Spruce</i>	33	14	30	79	41	73
Lehtipuu – <i>Harvwood</i>	30	16	27	75	49	71
Keskimäärin – <i>Average</i>	32	14	29	78	43	71

kertoimia ei tässä yhteydessä ole pyritty soveltamaan. Sadan kilometrin toimintasäteen ulkopuolisilla alueilla lienee oksaraaka-aineen tal-

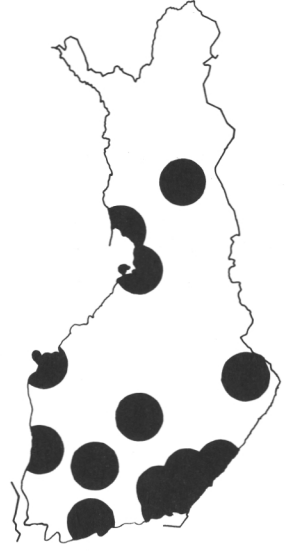
teenotto tulevaisuudessakin kustannussyistä varsin vaikeasti toteutettavissa.



Kuitulevyteollisuus
Fibre board industry



Lastulevyteollisuus
Particle board industry



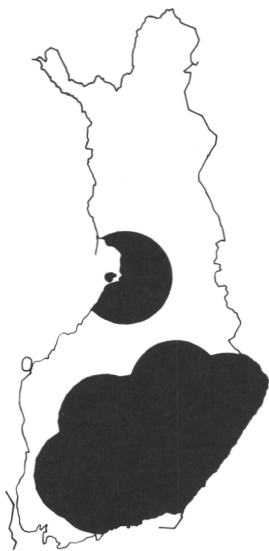
Sulfaattimassateollisuus
Sulphate pulp industry

Kuva 2. Kuitulevy-, lastulevy- ja sulfaattimassatehtaitten piirissä 50 km:n toimintasäteen sisäpuolella oleva alue (tumma väri).

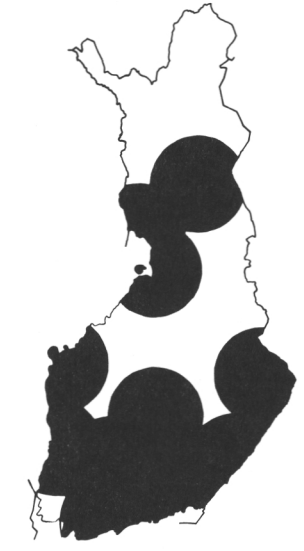
Figure 2. The area within a radius of 50 kilometres of the fibre board, particle board and sulphate pulp mills (shaded).



Kuitulevyteollisuus
Fibre board industry



Lastulevyteollisuus
Particle board industry



Sulfaattimassateollisuus
Sulphate pulp industry

Kuva 3. Kuitulevy-, lastulevy- ja sulfaattimassatehtaitten piirissä 100 km:n toimintasäteen sisäpuolella oleva alue (tumma väri).

Figure 3. The area within a radius of 100 kilometres of the fibre board, particle board and sulphate pulp mills (shaded).

Jos oksaraaka-ainetta ryhdytään käyttämään yksinomaan kuitulevyihin, joita vuonna 1972 valmisti maassamme vain seitsemän tehdasta, on siitä neljännes alle 50 ja puolet alle 100 km:n etäisyydellä jalostuspaikalta. Lastulevyteollisuudessa, jossa tehtaita on toiminnassa kaikkiaan 13, jää kolmannes raaka-aineesta 50 ja kaksi kolmannesta 100 km:n toimintasäteeseen piiriin. Luvut eivät oleellisesti muutu viimeksi mainituista, vaikka käyttäjinä olisivat sekä kuitu- että lastulevyteollisuus samanaikaisesti. Erityisesti on todettava, että pohjoisen oksaraaka-aine on nykyisen levyteollisuutemme ulottumattomissa.

Sulfaattimassateollisuudessa on oksaraaka-aineesta vajaa kolmannes 50 ja runsaat kaksi kolmannesta 100 km:n säteen sisäpuolella toi-

minnassa oleviin 16 tehdasyksikköön nähden. Lisäksi saattaa oksien käyttö tulla kysymykseen myös kemimekaanista massaa valmistettaessa esimerkiksi aalloituskartongin raaka-aineena, mutta tämän sektorin merkitys kokonaisluvuisa on vähäinen.

Taulukossa 6 esitetään eri teollisuudenhaarojen ulottuvilla olevat kokonaisraaka-ainemäärät, kun toimintasäteeksi oletetaan 50 tai 100 km. Levyteollisuudessa saattaa tulla kysymykseen oksaraaka-aineen kaikkien komponenttien hyväksikäyttö sellaisenaan mutta massateollisuudessa vain puuaineen. Lehtipuut on jälleen oletettu kaikissa tapauksissa korjattaviksi lehdeksi.

Taulukko 6. Teollisuuden 50 ja 100 km:n toimintasäteiden ulottuvilla olevan oksaraaka-aineen määrä.
Table 6. The amount of branch raw material annually available to industry within a radius of 50 and 100 kilometres around the mill.

Komponentti Component	Toimintasäde 50 km Radius 50 km			Toimintasäde 100 km Radius 100 km		
	Etelä South	Pohjoinen North	Yhteensä Total	Etelä South	Pohjoinen North	Yhteensä Total
Oksaraaka-ainetta säteen sisällä, milj. tonnia/v. Branch raw material within the radius, mill. tons/year						
Kuitulevyteollisuus – Fibre board industry						
Puu – Wood	0.94	–	0.94	2.21	–	2.21
Kuori – Bark	0.41	–	0.41	0.98	–	0.98
Neulaset – Needles	0.49	–	0.49	1.16	–	1.16
Yhteensä – Total	1.84	–	1.84	4.35	–	4.35
Lastulevyteollisuus – Particle board industry						
Puu – Wood	1.44	0.08	1.52	2.61	0.21	2.82
Kuori – Bark	0.64	0.03	0.67	1.15	0.08	1.23
Neulaset – Needles	0.76	0.02	0.78	1.37	0.06	1.43
Yhteensä – Total	2.84	0.13	2.97	5.13	0.35	5.48
Sulfaattimassateollisuus – Sulphate pulp industry						
Puu – Wood	1.07	0.15	1.22	2.61	0.46	3.07
Kaikki samanaikaisesti – All simultaneously						
Puu – Wood	1.70	0.15	1.85	2.86	0.46	3.32
Kuori – Bark	0.70	0.03	0.73	1.17	0.08	1.25
Neulaset – Needles	0.83	0.02	0.85	1.40	0.06	1.46
Yhteensä – Total	3.23	0.20	3.43	5.43	0.60	6.03

Ennakoarvioitten mukaan käytettiin maasamme vuonna 1970 kuitulevyteollisuudessa kaikkiaan 0.60 ja lastulevyteollisuudessa 0.54 milj. $k\cdot m^3$ erilaista raaka- tai teollisuuden jätetuuta (Metsätilastollinen . . . 1971). Nämä luvut vastaavat 0.25 ja 0.23 milj. tonnia kuiva-ainetta. Taulukko 6 osoittaa, että 50 km:n säteellä asianomaisista tehtaista jää vuosittain käyttämättömänä metsään oksaraaka-ainetta niin paljon, että siinä oleva kuoreton puuaine yksinäänkin ylittää todellisen raaka-aineen käytön kuitulevyjen osalta lähes nelin- ja lastulevyjen osalta yli kuusinkertaisena. Sadan kilometrin säteellä määrät kaksinkertaistuvat, ja kuoren ja neulasten mukaanotto kaksinkertaistaa ne niin-

ikään. Levyteollisuuden näkökannalta on siis kysymyksessä erittäin huomionarvoinen raaka-ainelähde, joskin lastulevyjen tuotanto on jo vuoden 1972 loppuun mennessä huomattavasti kasvanut ja edelleen laajentumassa vuoden 1970 tasosta.

Sulfaattimassateollisuuden puunkäytön ennakotiin nousevan samana vuonna 12.5 milj. $k\cdot m^3$:iin (Metsätilastollinen . . . 1971) eli noin 5.2 milj. tonniin. Oksaraaka-aineen sisältämä puuaine edustaa tuohon verrattuna 50 km:n toimintasäteellä viidenneksen ja 100 km:n säteellä 50 %:n teoreettista raaka-ainereserviä, mikäli se ohjautuisi kokonaisuudessaan tähän tuotantokohteeseen.

5. OKSARAACA-AINEEN TALTEENOTOSTA

Edellisissä luvuissa on kosketeltu vuosittaisissa hakkuissa tähteeksi jäävien oksien ja niihin sekoittuvan runkohukkapuun enimmäismääriä. Näin on saatu kuva kysymyksessä olevasta potentiaalisesta raaka-ainereservistä. Käytännön toiminnassa kuitenkin vain osassa siitä saattaa talteenotto tulla kysymykseen, sillä menetelmien ehkä kehittyessäkin joudutaan lähinnä kustannustekijöistä johtuen huomattavassa osassa leimikoista joka tapauksessa luopumaan oksaraaka-aineen korjuusta.

Usein katsotaan oksien hyväksikäytön tulevaisuudessa mahdollistuvan puumenetelmän yleistymisen myötä. Niitten yhteydessähän oksaraaka-ainetta kulkeutuu ylä- tai alavarastolle suuriin kasoihin, joista se on talteenotettavissa halvemmin kustannuksin kuin hajaltaan metsästä (vrt. kuva 4).

Puumenetelmän osuus kokonaishankintamäärästä on toistaiseksi kuitenkin varsin vähäinen. Niinpä Ruotsissa juonnettiin hankintakaudella 1970–71 vain 1.5 % puutavarasta metsästä oksineen. Palstalla liikkuvien monitoimikoneitten nopeasta kehitymisestä, organisatorisista ongelmista käsittelypaikoilla, oksien kasautumiseen liittyvistä haitoista sekä häiriöalttiudesta johtuen puumenetelmien ei myöskään ennusteta yleistyvän siellä 1970-luvun kuluessa (HANSEN ja SVENSSON 1972).

Myös Suomessa sovelletaan puumenetelmää vain poikkeustapauksissa. Toisaalta oletetaan runko- ja puumenetelmien yleistyvän jossain



Kuva 4. Oksaraaka-ainetta PIKA-50 monitoimikoneen ympärillä.

Figure 4. Branch raw material around a PIKA-50 processor.

määrin kuluvan vuosikymmenen aikana, mutta sen päättyessäkin niitten yhteinen osuus jäänee alle 15 %:n kaikesta puutavarasta. Nimenomaan harvoissa mutta kuitenkin riittävän suurissa leimikoissa lienee tulevaisuudessa taloudellista suorittaa koneellinen karsinta keskitettynä vasta juontovaiheen jälkeen (RYSÄ, SAVOLAINEN ja VÄISÄNEN 1972). Ylävarastokäsittelyyn perustuvat koneelliset puumenetelmät ovat kannattavia lähinnä järeissä leimikoissa, koska suurten puitten laahusjuonto on lyhyillä matkoilla suhteellisen edullista ja karsinta-katkontakoneen tuotos toisaalta nousee siirtymäaikojen

jäädessä pois. Alavarastoon perustuvat korjuuketjut sen sijaan eivät näytä lähitulevaisuudessa kykenevän kilpailemaan muitten menetelmien kanssa (ELOVAINIO ja VÄISÄNEN 1972).

Nykyisen korjuutekniikan puitteissa voidaan karsinta sijoittaa mihin tahansa korjuuketjun vaiheeseen. Mikäli oksat aikanaan hyväksytään teollisuuden raaka-aineeksi ja niille sitä tietä syntyy rahallista arvoa, se tulee eittämättä vaikuttamaan myös korjuumenetelmän valintaan. Kehitysenusteissa on kuitenkin ollut lähdetäviä siitä, että oksilla ei ole käyttöarvoa, jolloin puumenetelmän osuus myös meidän oloissamme jäisi runkomenetelmän rinnalla vähäiseksi.

Jos kuitenkin ylavarastolle kertyvillä oksilla on käyttöarvoa, muuttuu tilanne puumenetelmille edullisemmaksi. Oksaraaka-aineesta maksettavan hinnan suuruudesta riippuu, missä määrin oksia siinä tapauksessa pyritään käsittelypaikalle tuomaan. Metsätehon tätä laskelmaa varten laatima seuraava ennuste sisältää kaksi vaihtoehtoa, jotka osoittavat puumenetelmien osuuden Etelä-Suomen päätehakkuista 1970-luvun puolivälissä. Vaihtoehdossa A edellytetään oksilla olevan käyttöä mutta ei kantohintaa ylavarastolle tuotunakaan. Vaihtoehdossa B oletetaan oksista saatavan ylavarastolla 1.50 mk runkopuun kiintokuutiometriä kohti.

	Leimikko- tyypin osuus pää- tehakkuis- ta, %	Puumenetelmien osuus leimikko- tyypissä, %	
		Vaihto- ehto A	Vaihto- ehto B
Kuusivaltaiset metsät			
Tukkipuuvalliset	31	60	81
Keskijäreät	21	21	41
Kuitupuuvalliset	2	0	0
Yhteensä	54	43	62
Mänty- ja lehtipuu- valliset metsät			
Tukkipuuvalliset	33	29	65
Keskijäreät	12	0	28
Kuitupuuvalliset	1	0	0
Yhteensä	46	10	54
Kaikki yhteensä	100	27	58

Ennusteen mukaan sovelletaan 1970-luvun puolivälissä vaihtoehdossa A 27 %:ssa ja vaihto-

ehdossa B 58 %:ssa Etelä-Suomen päätehakkuista puumenetelmiä. Saman ennusteen mukaan vastaavat luvut ovat Pohjois-Suomessa 31 ja 41 % sekä koko maassa keskimäärin 30 ja 54 %. Puumenetelmien osuus on selvästi suurin kuusivaltaisissa järeissä leimikoissa. Lisäksi ennustetaan puumenetelmien saavan jalansijaa jonkin verran myös keskijäreissä, 30–75 % kuutiomäärästä sahapuuta sisältävissä leimikoissa.

Suomalaisessa männyssä on kuoretoman oksapuun kuivapaino keskimäärin 13 % kuoretoman runkopuun kuivapainosta. Kuusella vastaava luku on 23 % (HAKKILA 1971). Toisaalta tiedetään, että kokopuujuonnossa jää puolet oksaraaka-aineesta matkan varrelle ja itse asiassa siis vain toinen puoli saapuu ylavarastolle (KVIST 1964, RHEBORG 1972). Edellisen perusteella voidaan laskea, että puumenetelmien yhteydessä kertyy ylavarastolle yhden paperipuukiintokuutiometrin kuiva-ainesisältöä vastaava kuoreton oksaraaka-ainemäärä männyllä 15 ja kuusella 9 runkopuukiintokuutiometriä kohti.

Tämä merkitsee sitä, että vaihtoehdon B toteutuminen edellyttää männyn ja kuusen oksaraaka-aineelle, jossa myös kuori ja neulaset ovat mukana, keskimäärin 17 mk:n hintaa oksaraaka-aineen kuoretonta puukiintokuutiometriä kohti ylavarastolla ennen hakettamista. Koska tämä lienee teollisuuden kantokyvyn ylittävä hinta, ei vaihtoehto B näytä olevan toteutettavissa.

Ottaen huomioon myös ruotsalaisten ennusteiden pessimistisen suhtautumisen puumenetelmien mahdollisuuksiin 1970-luvulla päädytään lopulta varsin lähelle vaihtoehtoa A, jossa oksaraaka-aineelle on tarjolla teollista käyttöä mutta jossa sillä toisaalta ei ole ylavarastolle tuotuna sellaisenaan vielä rahallista arvoa. Kuitenkin syntyyne oksaraaka-aineelle käytön alkuun päästyä ainakin muodollinen hinta, ja sen perusteella saattaisi ylavarastolle puumenetelmillä oksineen tuotavan runkopuun määrä olla nostettavissa 1970-luvun lopussa enintään 8 milj. k-m³:iin vuodessa edellyttäen, että muita tarkoituksenmukaisempia oksaraaka-aineen korjuumenetelmiä ei kehitetä. Kun jälleen puolet puitten alkuperäisestä oksaraaka-aineesta jää juontovaiheessa metsään, voidaan ylavarastolle kertyvän oksaraaka-aineen määrän ja koostumuksen olettaa mainituin edellytyksin olevan seuraava.

Komponentti
Component

Puunenetelmällä ylävarastolle tuleva oksaraaka-aine, milj. tonnia v. 1980
Dry weight of branch raw material hauled to upper landing by whole-tree methods, million tons in 1980

	50 km:n säteellä tehtaasta Within 50 km around the mills	100 km:n säteellä tehtaasta Within 100 km around the mills	Kaikkiaan Total
Puuaine – Wood	0.14	0.26	0.36
Kuori – Bark	0.06	0.11	0.16
Neulaset – Needles	0.06	0.11	0.16
Yhteensä – Total	0.26	0.48	0.68

Puunenetelmiä käyttäen ylävarastolle tulevan oksaraaka-aineen sisältämä puumäärä, enintään 0.36 milj. tonnia kuoretonta kuivaa puuta vuodessa, on vain murto-osa tarjolla olevasta potentiaalisesta raaka-ainereservistä. Siitä on esimerkiksi sadan kilometrin säteen sisällä kaikista mahdollisista massa- ja levyteollisuuden käyttöpisteistä 0.26 milj. tonnia.

Puunenetelmät eivät siis näytä tuovan kokonaisratkaisua oksaraaka-aineen korjuukysymykseen, koska yli 90 % tavarasta jää kaikesta huolimatta metsään. Suuri osa puutavarasta tullaan vastedeskin korjaamaan tavaralaji- ja runkometelmin, joissa puitten karsiminen suoritetaan joko ihmistyövaltaisesti tai palstalle tunkeutuvien konein. Laajamittainen hyväksikäyttö edellyttää niin ollen menetelmien kehittämistä oksaraaka-aineen talteenottamiseksi palstalta runkopuun korjuusta erillisenä toimenpiteenä.

Oksaraaka-aineen palstalta keräämiseen liittyy tiettyjä etuja, jotka koneitten ja työmenetelmien kehittyessä saattavat tehdä sen lopulta tarkoituksenmukaisemmaksi kuin puunetelmiin yhdistetyn talteenoton. Ennen kaikkea on kysymys siitä, että palstalle hajalleen jätetyt oksat varistavat kuivuessaan neulasensa.

- Oksaraaka-aineen mukana pois kulkeutuvien ravinteitten määrä pienenee ratkaisevasti neulasten jäädessä metsään (vrt. MÄLKÖNEN 1972).
- Neulasten puuttuminen lisää huomattavasti raaka-aineen puupitoisuutta, mikä parantaa tavaran ominaisuuksia massa- ja levyteollisuudessa. Samalla vältetään neulasten haitallinen vaikutus tehtaan jätevesiin.
- Kaukokuljetuskustannukset alentuvat, joten saavutettava etu on sitä suurempi mitä kauempaa käyttöpaikalta oksaraaka-ainetta hankitaan. Männyn neulasten täydellinen variseminen merkitsisi esimerkiksi Etelä-Suomessa puupitoisuuden kasvua 51 %:sta 70

%:iin ja kuusella vastaavasti 38 %:sta 63 %:iin.
– Kuljetettaessa puut oksineen ylävarastolle tulee kysymykseen lähinnä laahusuunto. Sen yhteydessä jää havupuitten oksaraaka-aineesta kuitenkin puolet metsään. Jos oksat kerätään erillisenä työvaiheena metsästä, lie-nee mahdollisuuksia tarkempaan talteenottoon.

Puunkorjuun yleiset kehitysnäkymät sekä toisaalta edellä luetellut positiiviset näkökohdat kehottavat kiinnittämään vakavaa huomiota myös mahdollisuuksiin kerätä oksat talteen hajaltaan palstalta. Kysymykseen voivat kuitenkin tulla ainoastaan koneelliset korjuunenetelmät, ja tuolloin joudutaan rajoittumaan päätehakkuuoloihin (vrt. kuvat 5 ja 6). Kun viimeksi mainittuihin luetaan kaikki leimikot, joissa työskentelyolot ovat koneellisen korjuun kannalta päätehakkuuta vastaavia – avohakkuut, siemenpuuhakkuut ja suojuspuuhakkuut – oli niitten osuus 57 % teollisuuden ja metsähallituksen hakkaamasta puumäärästä vuonna 1970. Osuuden ei oleteta kasvavan kuluvan vuosikymmenen aikana (RYSÄ, SAVOLAINEN ja VÄISÄNEN 1972).

Oksien keruu palstalta tulee tuskin vaatimaan erityisen järeätä kalustoa, mutta ainakin jossain määrin joudutaan käyttämään erikoisvalmisteisia lisälaitteita. Tämä puolestaan vaikuttaa vähimmäiskokoon, jota pienempien leimikoitten oksaraaka-ainetta ei koneitten siirtokustannusten ja muitten tekijäin vuoksi kannata kerätä talteen. Kuluvan vuosikymmenen lopulla laske-taan puolen leimikoista keskitysten ja yhteis-myyntien lisääntymisen ansiosta olevan kool-taan vähintään 1000 k-m³:n suuruusluokkaa (RYSÄ, SAVOLAINEN ja VÄISÄNEN 1972), mikä havusekametsikössä merkitsee 150–200 runkopuukiintokuutiometriä vastaavaa kuore-tonta puumäärää oksaraaka-ainetta leimikko kohti.

Leimikon keskikoko on päätehakkuissa suu-



Kuva 5. Oksaraaka-ainetta kasataan Caterpillar D 4-telaketjutraktorilla.
Figure 5. Branch raw material is bunched by a Caterpillar D 4 crawler tractor.



Kuva 6. Oksaraaka-ainetta kerätään kourakuormaajalla varustetulla MF-Robur traktorilla (kuvannut Teemu Ruoste).
Figure 6. Branch raw material is collected by a MF-Robur tractor equipped with grapple loader (photo Teemu Ruoste).

rempi kuin valintahakkuissa. Eri oloissa kysymykseen tulevan leimikon vähimmäiskokoa on oksaraaka-aineen talteenoton kannalta vaikea arvioida, ennen kuin taloudellisimmat korjuumenetelmät ja -kalusto tutkimustyön edistytessä alkavat hahmottua. Voitaneen kuitenkin olettaa, että ainakin puolet päätehakkuaaloista olisivat kooltaan ja korjuuoloiltaan tyydyttäviä oksien talteenoton kannalta. Jos viimeksi mainittujen oksaraaka-aineesta kerättäisiin talteen

esimerkiksi 70 %, kertyisi koko maasta seuraavan asetelman osoittamat määrät oksaraaka-ainetta. Vaihtoehtoisesti on laskettu oksaraaka-aineen määrä edellytyksellä, että talteenotto kannattaa jo kooltaan 300 runkopuukiintokuutiometrin päätehakkuaalalla. Tuolloin on oletettu, että 80 % päätehakkuun puumäärästä saadaan mainitun vähimmäiskoon täyttävistä leimikoista.

Hajaltaan metsästä kerättävissä oleva oksaraaka-ainc, milj. tonnia/v.
Branch raw material which could be harvested from the forest in a separate work phase, million tons per year

Leimikon vähimmäiskoko – *Minimum amount of stem wood/stand*

	300 k-m ³ – 300 cu.m.	1000 k-m ³ – 1000 cu.m.
Puuaine – <i>Wood</i>	1.41	0.88
Kuori – <i>Bark</i>	0.61	0.38
Yhteensä – <i>Total</i>	2.02	1.26
Neulas – <i>Needles</i>	0.66	0.41
Yhteensä – <i>Grand Total</i>	2.68	1.67

Esitetyin varauksin näyttää siis olevan mahdollista kerätä päätehakkuaaloilta leimikon vähimmäiskoosta riippuen vuosittain kaikkiaan 1.7–2.7 milj. tonnia kuivaa oksaraaka-ainetta.

Tämä saadaan osaksi hajaltaan palstalta, osaksi myös puunetelmin suoraan ylavarastolta. Mikäli neulasille ei synny teollista käyttöä, lienee tarkoituksenmukaista pyrkiä keräämään oksa-



Kuva 7. Morbark Super Beaver kokopuuhakkuri.
Figure 7. The Morbark Super Beaver whole-tree chipper.

raaka-aine ilman neulasia, jolloin vastaava määrä on 1.3–2.0 milj. tonnia kuorellista puuta vuodessa. Varsinaisen puuaineen osuus on 0.9–1.4 milj. tonnia. Kolme neljännestä näistä määristä on 100 km:n toimintasäteen sisäpuolella tehdaslaitoksesta.

Kolmannen vaihtoehdon oksaraaka-aineen talteenottamiseksi tarjoaa kokopuuhaketus (kuva 7), jota kohtaan tunnetaan mielenkiintoa nimenomaan pienikokoisen harvennuspuuston korjuuongelmia ratkaistaessa. Käynnissä oleva konekehittelyohjelma ei ole kuitenkaan vielä johtanut sellaisiin tuloksiin, joitten pohjalta voitaisiin tehdä laskelmia tätä tietä teollisuuden käyttöön tulevaisuudessa mahdollisesti kertyvän lisäraaka-aineen määristä.

KIRJALLISUUTTA

- AGER, BENGT H:son. 1972. Träd och kvist-data för skogstekniska kalkyler. Summary: Tree and branch data relevant to logging operations. Skogshögskolan, institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser Nr 50.
- ELOVAINIO, AARNE ja VÄISÄNEN, UNTO. 1972. Puutavaran käsittelypaikan sijoitus koneellisissa korjuuketjuissa. Summary: Locating the timberhandlingsite in mechanized harvesting systems. Metsätehon tiedotus 313.
- ERVASTI, SEPPO, HEIKINHEIMO, LAURI, KUUSELA, KULLERVO ja MÄKINEN, VEIKKO. 1969. Suomen metsä- ja puutalouden tuotantomahdollisuudet. Talousneuvosto. Helsinki.
- HAKKILA, PENTTI. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61.5.
- HAKKILA, PENTTI. 1969. Weight and composition of large Scots pine and Norway spruce trees. Lyhennelmä: Järeitten mänty- ja kuusipuitten oksien paino ja koostumus. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 67.6.
- HAKKILA, PENTTI. 1971. Coniferous branches as a raw material source. Lyhennelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 75.1.
- HAKKILA, PENTTI, LAASASENAHO, JUKKO ja OITTINEN, KARI. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. Folia Forestalia 147.
- HANSEN, ROLF och SVENSSON, SVEN A. 1972. Drivningsmetoder. Nuläge och prognos för 70-talet. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Ekonomi Nr 1.
- KEAYS, J.L. 1971. Complete-tree utilization. An analysis of the literature. Part III: Branches. Forest Products Laboratory, Vancouver, British Columbia. Information Report UP-X-71.
- KVIST, GÖTE. 1964. Avverkningsavfallet vid högmekaniserad slutavverkning. Norrlands Skogsvårdsförbunds tidskrift 1964:261–303.
- MEDNIKOV, F.A. 1972. Utilization of tree foliage for production of drugs and feeding-stuffs. Hakkuutähteiden täydellinen hyväksikäyttö. Suomalais-neuvostoliittolainen symposium. Helsinki.
- Metsätalastollinen vuosikirja 1970. 1971. Folia Forestalia 130.
- MIKKOLA, PERTTI. 1972. Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa. Summary: Proportion of waste wood in the total cut in Finland. Folia Forestalia 148.
- MÄLKÖNEN, EINO. 1972. Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin. Summary: Effect of harvesting of logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. Folia Forestalia 157.
- RHEBORG, HANS. 1972. Kvistkvantiteter vid helträdslunning. Summary: A study of quantities of branches and tops gathered at the landing when skidding full trees. Skogshögskolan, institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser Nr 48.
- RYSÄ, MIKKO, SAVOLAINEN, RAIMO ja VÄISÄNEN, UNTO. 1972. Puunkorjuun kehityssennuste 1970-luvulle. Summary: Forecast of the development of timber harvesting in the 1970s. Metsätehon tiedotus 314.
- SHARKOV, V.I. 1972. A study of chemical composition of bark and tree foliage. Hakkuutähteiden täydellinen hyväksikäyttö. Suomalais-neuvostoliittolainen symposium. Helsinki.
- SIREN, GUSTAF, BLOMBÄCK, BIRGER och ALDEN, TORSTEN. 1970. Proteins in forest trees. Skogshögskolan. Institutionen för skogsförnygring. Rapporter och Uppsatser Nr 28.
- VÖRY, JAAKKO. 1972. Raakapuun kuljetus metsistä jalostuslaitoksiin vuonna 1970. Työtehosteuran Metsätiedotus 188.

- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusähatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.) tuhoilta.
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätalastollinen vuosikirja 1970.
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Aarne Reunala — Iipo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rakkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen ja Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen ja Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho ja Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmänyt ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela ja Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in felling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
Profitability calculations in forest fertilization in Norway, Sweden and Finland.

- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelmistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on State-owned in Perä-Pohjola.
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen ja Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50