

ODC
831.1
721.1

FOLIA FORESTALIA 120

ETSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1971

ESKO SALO — RISTO SEPPÄLÄ

KIINTEISTÖJEN POLTTORAAKAPUUN
KÄYTÖN VÄL-INVENTOINTI VUOSINA 1969/70

FUELWOOD CONSUMPTION ON FARMS
AND IN BUILDINGS, INTERMEDIATE
INVENTORY, 1969/70

- 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.
- 1969 No 56 Terho Huttunen: Länsi-Suomen havusahatukkien koko ja laatu vuonna 1966.
 The size and quality of coniferous sawlogs in western Finland in 1966. 1,50
- No 57 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista.
 Skogsforskningsinstitutets beslut beträffande omvandlingskoefficienterna och kuberings-tabellerna, som används vid virkesmätning. 28,80
- No 58 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu.
 No 59 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot.
 No 60 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi. 2,—
 No 61 Matti Aitolahti ja Olavi Huikari: Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu.
 Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators.
- No 62 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan mestävarat vuonna 1968.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968. 3,—
- No 63 Arno Uusvaara: Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957—65.
 Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957—65.
- No 64 Timo Kurkela: Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa.
 Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. 1,—
- No 65 Heikki Ravela: Metsärunko-ojien mitoitus.
 Dimensioning of forest main ditches. 1,50
- No 66 Matti Palo: Regression models for estimating solid wood content of roundwood lots.
 No 67 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1967—69.
 Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1967—69. 2,50
- No 68 Lauri Heikinheimo, Seppo Paananen ja Hannu Vehviläinen: Stumpage and contract prices of pulpwood in Norway, Sweden and Finland in the felling seasons 1958/59—1968/69 and 1969/70. 2,50
- No 69 U. Rummukainen ja E. Tanskanen: Vesapistooli ja sen käyttö.
 A new brush-killing tool and its use. 1,—
- No 70 Metsätalastollinen vuosikirja 1968.
 Yearbook of forest statistics 1968. 6,—
- No 71 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot.
 No 72 Olli Makkonen ja Pertti Harstela: Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa.
 Delimiting by axe and power saw in making of cordwood. 2,50
- No 73 Pentti Koivulehto: Juurakoiden maasta irrottamisesta.
 On the extraction of stumps and roots. 1,50
- No 74 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Etelä-Suomessa.
 Proportion of wastewood in the total cut in southern Finland. 1,50
- No 75 Eero Paavilainen: Tutkimuksia levitysajankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoitteiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä.
 Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. 2,—
- 1970 No 76 Ukko Rummukainen: Tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L., ennakkotorjunnasta taimitarhassa.
 On the prevention of *Hylobius abietis* L. in the nursery. 1,50
- No 77 Eero Paavilainen: Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä.
 Experimental results of the afforestation of swampy fields. 2,—
- No 78 Veikko Koskela: Havaintoja kuusen, männyn, rauduskoivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskeentällä.
 On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. 2,—
- No 79 Olavi Huikari—Pertti Juvonen: Työmenekki metsäojituksessa.
 On the work input in forest draining operations. 1,50
- No 80 Pertti Harstela: Kasausajan ja valtimonlyöntitiheyden sekä tehollisen sahausajan määrittäminen järjestettyjen kokeiden, pulssitutkimuksen ja frekvenssianalyysin avulla.
 Determination of pulse repetition frequency and effective sawing time with set tests pulse study and frequency analysis. 1,50
- No 81 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1968—69.
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1968—69. 1,—
- No 82 Olavi Huuri, Kaarlo Kytökorpi, Matti Leikola, Jyrki Raulo ja Pentti K. Räsänen: Tutkimuksia taimiyyppiluokituksen laatimista varten. I Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytettyjen taimien morfologiset ominaisuudet.
 Investigations on the basis for grading nursery stock. I The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. 1,50

F O L I A F O R E S T A L I A 120

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1971.

Esko Salo – Risto Seppälä

KIINTEISTÖJEN POLTTORAAKAPUUN KÄYTÖN VÄLI-INVENTOINTI
VUOSINA 1969/70

Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/1970.

Summary in English see page 3

ALKUSANAT

Nyt ilmestynvä tutkimus liittyy Metsäntutkimuslaitoksen suorittaman Suomen raakapuun käytön vuositilaston julkaisemiseen. Sen tarkoituksena on antaa entistä tarkemmat tiedot kiinteistöjen polttoraakapuun käytöstä 1960-luvun lopussa.

Tutkimuksen toteuttamisesta vastasivat metsät. tri ESKO SALO ja valtiot. tri RISTO SEPPÄLÄ. Julkaisun luvut 1, 3.2, 3.3, 3.4, 4 ja 5.2 on kirjoittanut SALO ja luvut 2, 3.1 ja 5.1 SEPPÄLÄ.

Tutkimuksen aineistosta keräsivät maatalushallituksen tilastoasiamiehet viljelmien puun käyttöä koskevan aineiston. Kiinteistöjen otantatutkimuksen aineiston keräsivät metsäteknii-

kot AAKE KUNTONEN ja VÄINÖ RANTONEN sekä metsät.yo. ESKO JAATINEN ja HEIKKI PELTONEN. Kenttätöiden valvonnasta ja ohjauksesta huolehti metsänhoitaja PERTTI MIKKOLA, joka otti osaa myös aineiston käsittelyyn. Aineiston tietokoneohjelmointi ja käsittely suoritettiin Valtion tietokonekeskuksessa. Professori SEPPO ERVASTI ja metsänhoitaja TERHO HUTTUNEN ovat olleet asiantuntijoina tutkimusta koskevista neuvotteluista.

Metsäntutkimuslaitos kiittää kaikkia yksityisiä henkilöitä, virastoja ja yhteisöjä, jotka ovat auttaneet tutkimuksen suorittamisessa.

Helsingissä syyskuussa 1971.

Lauri Heikinheimo

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY	3
0. TIIVISTELMÄ	5
1. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA RAJAAMINEN	6
2. VANHOJEN KIINTEISTÖJEN OTANTATUTKIMUS	7
2.1. Otantamenetelmän valinta	7
2.2. Otoksen poiminta	10
3. ESTIMOINTIMENETELMÄT	11
3.1. Vanhat kiinteistöt	11
3.2. Uudet ja keskeneräiset rakennukset	12
3.3. Viljelmät	13
3.4. Muut kiinteistöt	14
4. TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN VERTAILU VUODEN 1965 PUUNKÄYTTÖTUT- KIMUKSEN TULOKSIIN	15
5. TULOSTEN LUOTETTAVUUS	16
5.1. Vanhat kiinteistöt	16
5.2. Muut kiinteistöt	17
KIRJALLISUUS – REFERENCES	19
LIITETAULUKOT – APPENDICES	20

SUMMARY

Since 1964 and 1965, the fuelwood volumes annually consumed on farms and in buildings have been estimated by linear extrapolation on the basis of the 1955 and 1965 figures. However, the true development of fuelwood consumption after 1965 may have been very different from that estimated by extrapolation, and for this reason the Forest Research Institute decided to make a more accurate estimate in 1970.

In this study, the fuelwood consumption on farms and in buildings in 1970 was estimated using the same populations of farms and buildings as were used in the timber-consumption study of 1964/65. They were: farms, old buildings, new buildings, buildings under construction, others (i.e. summer cottages completed before 1961 and the barracks, storehouses and depots of the Defence Forces). The fuelwood volumes consumed by the various populations in 1965 can be seen from Table 1, p. 6.

The method of estimating the fuelwood consumption in 1970 was different for the different populations. Fuelwood consumption in old buildings in 1970 was estimated by a sample study organized for the purpose. There were several alternative sampling methods from which to choose. The choice was based on a comparison of the following five alternatives:

- A. Double sampling, with a subsample selected from the 1964/65 sample.
- B. Link sampling, in which a part of the sample is a subsample of the 1964/65 sample while a number are new sampling units (buildings), selected as a two-stage sampling from the same communes as the subsample.
- C. Link sampling as above, except that the new sampling units are selected from the population as a one-stage sampling.
- D. A completely new sample, selected as a two-stage sampling.
- E. A completely new sample, selected as a one-stage sampling.

In alternatives *A* and *B*, the starting point was estimator (1) (in alternative *A*, $n = 0$). In alternative *C*, the variance was estimated on the basis of formula (3). In alternatives *D* and

E, the sampling variance was estimated from formulas (4) and (5).

Alternative *C* proved to be the most efficient (Table 5). However, the sampling method chosen was alternative *A*, which permitted selection of the sample from an existing, already-used sample. The final sample consisted of 913 buildings (in addition to the 905 original sample buildings, p. 8, 8 supplementary buildings were selected).

Ratio estimation (estimators (7) and (8)) was used in the calculation of the estimates of fuelwood consumption. The consumption volumes by districts are given in Appendix 1, p. 20. The estimate obtained for fuelwood consumption in old buildings over the whole country in 1970 was 1.86 million solid m^3 , a figure almost 40 % lower than the 1965 estimate.

Fuelwood consumption on farms was estimated on the basis of material from the National Board of Agriculture which was collected from 25100 farms for an agricultural sample study. Since in this agricultural inquiry the volumes were entered in terms of piled m^3 corresponding to 1-metre-long fuelwood, they had to be converted into solid m^3 excluding bark by means of average conversion coefficients (p. 14). The results obtained in the agricultural study were enlarged by the agricultural statistical regions. For the purpose of this study, these enlarged volumes were distributed by forestry board districts. This was done by taking the total volume in each statistical region and splitting it in proportion to the number of farms in the sections of the different forestry board districts falling in the region. These proportional parts were then added together by forestry board districts. The consumption volumes of the different districts can be seen from Appendix 1, p. 20. The total fuelwood consumption obtained for all farms in the country in 1970 was 4.28 million solid m^3 , i.e. about 0.9 million solid m^3 less than in 1965.

The population sizes for the new buildings and buildings under construction in 1970 were

calculated from the building statistics annually compiled by the Central Statistical Office. The unit volumes of fuelwood consumption in the buildings belonging to these populations were estimated on the basis of the results of the 1965 timber-consumption study. Despite reduced consumption per building, the fuel consumption in new buildings increased from 1965 to 1970 by some 0.57 million solid m³. This is due exclusively to the increase in the size of this population. The volumes consumed in the new buildings and those under construction in the different areas are given in Appendix 1.

The fuelwood volumes consumed in 1970 in summer cottages and in the barracks, storehouses and depots of the Defence Forces were estimated on the basis of the timber-consumption trends among the other populations.

The total fuelwood volumes consumed on farms and in buildings in 1965 and 1970 are given in Table 6, p. 15. It can be seen that this consumption has decreased on average by about

340 000 solid m³ a year. In the annual statistics of timber consumption in Finland, the reduction during 1965–1969 was estimated at about 208 000 solid m³. The true decrease in fuelwood consumption has therefore been larger than estimated.

The statistical precision of the results was examined only for the population of old buildings. The estimation of sampling variance was based on expressions (9), (10), (11) and (12). The result obtained was that the standard error in fuelwood consumption in the sample study of old buildings in 1969/70 was 6.64 % of the corresponding consumption estimate. Had the information obtained from the 1964/65 study not been used in the calculation of the estimates (ratio estimation), the relative standard error would have been 8.27 %. This means that the number of sample buildings should have been increased by more than 500 in order to maintain the same precision in the results.

0. TIIVISTELMÄ

Vuosien 1964 ja 1965 jälkeen on kiinteistöjen vuosittain käyttämän polttoraakapuun määrät arvioitu ekstrapoloimalla ne suoraviivaisesti vuosien 1955 ja 1965 käyttömäärien perusteella. Koska polttoraakapuun käytön todellinen kehitys v. 1965 jälkeen saattoi poiketa huomattavasti ekstrapolaatiolla saadusta, Metsäntutkimuslaitos päätti tehdä siitä tarkemman arvion v. 1970.

Tässä tutkimuksessa on kiinteistöjen poltto- puun käyttö v. 1970 arvioitu käyttäen samoja kiinteistöjen perusjoukkoja kuin v. 1964/65 puunkäyttötutkimuksessa. Ne olivat: viljelmät; ns. vanhat kiinteistöt, uudet rakennukset, keskeneräiset rakennukset ja muut kiinteistöt, joka sisälsi ennen v. 1961 valmistuneet huvilat ja puolustuslaitoksen kasarmit, varastot ja varikot. Eri perusjoukkojen polttoraakapuun käyttömäärät v. 1965 nähdään asetelmasta 1, s. 6.

Polttoraakapuun käytön estimointimenetelmä v. 1970 oli jokaisessa em. perusjoukossa erilainen. Ns. *vanhojen kiinteistöjen* raakapolttopuun käyttö v. 1970 estimoitiin erityisesti tätä tarkoitusta varten toimeenpannulla otantatutkimuksella. Siinä käytettäväksi otantamenetelmäksi oli olemassa useita vaihtoehtoja. Niistä valittiin kaksoisotanta, jossa otos oli mahdollista poimia vanhasta jo kerran käytetystä otoksesta. Lopullinen otos käsitti 913 kiinteistöä.

Puunkäytön estimaattien laskennassa käytettiin suhde-estimointia. Alueittaiset käyttömäärät esitetään liitetaulukossa 1, s. 20. Koko maassa saatiin vanhojen kiinteistöjen puunkäytön estimaatiksi v. 1970 1.86 milj.k-m³, mikä on lähes 40 prosenttia vähemmän kuin vuoden 1965 estimaatti.

Viljelmien polttoraakapuun käyttö estimoitiin maatilahallituksen v. 1970 suorittamassa maatalouden otantatiedustelussa 25 100 maatilalta keräämän aineiston perusteella. Koska mainitussa tiedustelussa polttoraakapuun määrät kirjattiin 1-metristä halkoa vastaavina pino-kuutiometreinä oli määrät muunnettava kuorettomiksi kiintomitoiksi keskimääräisiä muun- tokertoimia käyttäen (s. 14). Otantatiedustelussa saatujen tulosten suurentaminen suoritettiin maatalouden tilastoalueittain. Tässä tutkimuksessa polttoraakapuun käyttömäärät jaet-

tiin piirimetsälautakuntien alueille maatalouskeskuksittain eri alueilla sijainneiden viljelmien lukumäärien suhteessa. Alueittaiset käyttömäärät nähdään liitetaulukosta 1 s. 20. Koko maan viljelmien polttoraakapuun käytöksi v. 1970 saatiin 4,28 milj. k-m³ eli n. 0,9 milj. k-m³ vähemmän kuin v. 1965.

Ns. *uusien ja keskeneräisten* rakennusten perusjoukkojen suuruudet v. 1970 laskettiin Tilastokeskuksen vuosittain laatimista rakennustilastoista. Näihin perusjoukkoihin kuuluvien rakennusten polttoraakapuun yksikkökäyttömäärät taasen arvioitiin v. 1965 puunkäyttötutkimuksesta saatujen tulosten perusteella. Yksikkökäytön pienentymisestä huolimatta on uusien rakennusten polttoraakapuun käyttö kasvanut vuodesta 1965 vuoteen 1970 noin 0,57 milj. k-m³. Se johtuu yksinomaan tämän perusjoukon suurentumisesta. Uusien ja keskeneräisten rakennusten alueittaiset käyttömäärät ovat liitetaulukossa 1, s. 20.

Edellä mainittuihin perusjoukkoihin kuuluttomien *huviloiden* sekä *puolustuslaitoksen kasarmien, varastojen ja varikoiden* raakapolttopuun käyttömäärä v. 1970 on arvioitu muiden perusjoukkojen puun käytön kehityksen perusteella.

Kiinteistöjen käyttämän polttoraakapuun kokonaismäärät v. 1965 ja 1970 ovat asetelmassa 6 s. 15. Sen perusteella on tämä polttoraakapuun käyttö pienentynyt keskimäärin noin 340 000 k-m³ vuodessa. Suomen puun käytön vuositilastoissa on se arvioitu v. 1965–69 noin 208 000 k-m³:ksi. Polttoraakapuun käytön pienentyminen on siten todellisuudessa ollut selvästi aiemmin arvioitua nopeampaa.

Tulosten tilastollinen tarkkuus selvitettiin vain vanhojen kiinteistöjen perusjoukossa. Tulokseksi saatiin, että polttoraakapuun käytön keskivirhe vanhojen kiinteistöjen otantatutkimuksessa vuosina 1969/70 oli 6,64 % vastaavasta käyttömääräestimaatista. Jos estimaattien laskennassa ei olisi käytetty hyväksi vuosien 1964/65 tutkimuksesta saatavaa informaatiota, olisi suhteellinen keskivirhe ollut 8,27 %. Nyt saavutetun tulostarkkuuden säilyttämiseksi olisi otoskiinteistöjen määrää tällöin pitänyt lisätä yli 500:lla.

1. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA RAJAAMINEN

Kiinteistöjen polttoraakapuun käyttö arvioitiin edellisen kerran vuosina 1964 ja 1965 suoritettulla kiinteistöjen puunkäyttötutkimuksella piirimetsälautakunnittain poimitusta noin 4 800 kiinteistön ja rakennuksen otoksesta. Sen perusjoukot (ja otoskoot) olivat (ks. ERVASTI ym. 1967, s. 6): viljelmät (725 viljelmää), vanhat kiinteistöt, jotka oli rakennettu ennen v. 1961 (3 200 kiinteistöä), uudet rakennukset, jotka olivat valmistuneet v. 1961–64 (v. 1965 674 rakennusta) ja keskeneräiset rakennukset (v. 1965 175 rakennusta). Tutkimusmenetelmä on selostettu julkaisussa MTJ. 68.6 (ERVASTI ym. 1969, ks. myös ERVASTI ym. 1967). Kiinteistöjen raakapolttopuun käytön jakautuminen

Asetelma 1. Kiinteistöjen raakapolttopuun käyttö v. 1965.

Table 1. Consumption of fuelwood on farms and in buildings in 1965.

	milj. k-m ³ kuoretta mill. solid m ³ , excl. bark	%
Viljelmät – Farms	5,25	57,1
Vanhat kiinteistöt – Old buildings	3,05	33,2
Uudet rakennukset – New buildings	0,58	6,3
Keskeneräiset rakennukset – Buildings under construction	0,11	1,2
Muut – Other	0,20	2,2
Yhteensä – Total	9,19	100,0

eri perusjoukkoihin v. 1965 nähdään asetelmasta 1. (vrt. esim. ERVASTI ym. 1967 taul. 5, s. 28).

Vuotuisen poistuman laskennassa Metsäntutkimuslaitoksen v. 1965–68 käyttämät kiinteistöjen polttoraakapuun yhteismäärät on parempien laskentaperusteiden puuttuessa ekstrapoloitu suoraviivaisesti piirimetsälautakunnittain sekä puu- ja puutavaralajeittain vuosien 1955 ja 1965 kiinteistöjen puunkäyttötutkimusten tuloksista. Tämän ekstrapolaation mukaan koko maan kiinteistöjen polttoraakapuun käyttö pienenee noin 0,2 milj. k-m³ vuodessa.

Suoraviivaisella ekstrapolaatiolla saadut vuotuiset raakapuun käyttöarviot ovat kuitenkin sitä epävarmempia mitä pitempi aika viimeksi suoritetusta tutkimuksesta on kulunut. Tämä johtuu mm. siitä, että polttoraakapuun käytön pienentyminen oli todennäköisesti 1950-luvun lopulla hitaampaa kuin 1960-luvun alussa, joten oletus kehityksen suoraviivaisuudesta on virheellinen (ERVASTI – KUUSELA 1968, s. 10). Myös tutkimusvuosien 1955 ja 1965 lämpötilojen erojen huomiotta jättäminen lisää ekstrapoloimalla saatujen käyttömäärien epävarmuutta. Vuoden 1965 puunkäyttötutkimusta suoritettaessa näyttikin jo ilmeiseltä, että kiinteistöjen vuotuisen polttoraakapuun käyttömäärien tarkistus tulisi suorittaa noin 5 vuoden kuluttua (ERVASTI ym. 1969, s. 36).

Kiinteistöjen polttoraakapuun osuus v. 1968 arvioidusta raakapuun käytön kokonaismäärästä käyttöryhmittäin nähdään asetelmasta 2.

Koska erityisesti maan osa-alueittain lasketujen polttoraakapuun määrääarvioiden epävar-

Asetelma 2. Aines- ja polttoraakapuun käytön jakautuminen v. 1968 eri käyttöryhmiin.

Table 2. Distribution of industrial roundwood and fuelwood into different consumption categories in 1968.

Käyttöryhmä Consumption category	Ainespuu Industrial wood	Polttopuu Fuelwood	Yhteensä Total
	milj. k-m ³ kuoretta mill. solid m ³ , excl. bark		
Teollisuus – Industry	30,86	0,15	31,01
Kiinteistöt – Farms and buildings	0,47	8,56	9,03
Vienti – Export	0,57	0,01	0,58
Muu käyttö – Other	0,16	0,08	0,24
Yhteensä – Total	32,06	8,79	40,85

muuden katsottiin 1960-luvun loppupuolella heikentäneen myös poistuma- ja metsätaselas-kelmien luotettavuutta, Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian osasto päätti tarkistaa kiinteistöjen polttoraakapuun käytöstä tehtyjä arvioita. Tähän tarkoitukseen Metsäntutkimuslaitokselle v. 1970 varatut määrärahat riittivät kuitenkin vain ns. vanhojen kiinteistöjen polttoraakapuun uudelleen määrittämiseen. Siinä käytetty tutkimusmenetelmä on selostettu luvuissa 2 ja 3.1.

2. VANHOJEN KIINTEISTÖJEN OTANTATUTKIMUS

2.1. Otantamenetelmän valinta

Käytettäväksi otantamenetelmäksi oli olemassa useita vaihtoehtoja. Toisena äärimmäisyytenä oli käyttää puhdasta kaksoisotantaa ja poimia alaotos vuosien 1964/65 kiinteistöjen puunkäyttötutkimuksen otoksesta. Toisena ääri-vaihtoehtona oli poimia täysin uusi, edellisestä tutkimuksesta riippumaton otos. Lisäksi oli mahdollisuus soveltaa äärivaihtoehtojen yhdistelmiä esimerkiksi ketjuotannan muodossa.

Vuosien 1964/65 tutkimuksessa käytettiin kaksiasiteista otantaa, jossa kunnat olivat ensimmäisen asteen otosyksiköitä. Tulosten laskennan yhteydessä saatettiin todeta, että kaksiasiteisuus suurensi otosvarianssia huomattavasti (ERVASTI ym. 1969, s. 33–34). Käytettäessä kaksoisotantaa tässä tutkimuksessa sama ominaisuus säilyy edelleen. Jos taas muodostetaan täysin uusi otos yksiasiteisena otoksena, päätään tästä haitasta. Tällöin jää kuitenkin suureksi osaksi käyttämättä se informaatio, joka on saatavissa edellisestä tutkimuksesta. Lisäksi matkakustannukset suurenevat niin paljon, että kustannusten pitämiseksi muuttumattomina otoksen kokoa joudutaan pienentämään.

Jotta eri vaihtoehtoja olisi voitu verrata toisiinsa, oli ensin tehtävä päätös käytettävästä osituksesta. Koska otoksen kokoa oli kustannussyistä päätetty pienentää alle kolmasosaan vuosien 1964/65 tutkimuksessa käytetystä ja koska tuloksia haluttiin saada alueellisesti piirimetsälautakuntaryhmittäin, oli ositteiden lukumäärän oltava verrattain pieniä.

Vuosina 1961–68 valmistuneiden rakennusten polttoraakapuun käyttö v. 1969/70 määritettiin laskennallisesti vuoden 1965 tutkimustulosten perusteella. Laskentatapa on selostettu luvussa 3.2. Koska haluttiin saada tietoja myös viljelmien puun käytöstä, Metsäntutkimuslaitos pyysi maatalushallitusta tiedustelemaan suorittamiensa maataloustiedustelujen yhteydessä viljelmien puun käytön määrät. Näistä tiedusteluista saatuja tuloksia selostetaan luvussa 3.3.

Vuosina 1964/65 käytettiin sekä maalaiskuntien että kaupunkien ja kauppaloiden vanhoissa kiinteistöissä kymmentä ositetta (ERVASTI ym. s. 40). Kun otettiin huomioon toisaalta yksikkökäytön ja toisaalta varianssin homogeenisuus eri ositteissa, päädyttiin maalaiskunnissa kolmeen ja kaupunkikunnissa neljään rakennustyyppiin ja rakennuksen pinta-alan mukaiseen ositer ryhmään (ERVASTI ym. 1969, s. 41). Tämän tutkimuksen otoksen suuruudeksi päätettiin ottaa 905 kiinteistöä. Ne kiintiöitiin optimaalisesti mainittujen seitsemän ositer ryhmän kesken. Kaupunkikunnissa ovat välimatkat lyhyempiä kuin maalaiskunnissa, mutta tästä aiheutuvaa pientä kustannuseroa ei kiintiöinnissä otettu huomioon. Otoksen jakautuminen eri ositer yhmiiin nähdään asetelmasta 3.

Tämän jälkeen verrattiin tarjolla olevia otantavaihtoehtoja. Eri vaihtoehtojen mukaiset varianssiestimaatit laskettiin kullekin ositer yhmälle erikseen ja tämän jälkeen ryhmät yhdistettiin. Käytetyt hajonta- ja korrelaatioestimaatit laskettiin vuosien 1964/65 tutkimuksen käytösmääristä.

Kaksiasiteisen otannan vaihtoehtoissa estimoitettiin vuosien 1964/65 aineiston perusteella kullekin ositer yhmälle kerroin (asetelma 4), joka ilmoitti kaksiasiteisuudesta aiheutuvan otosvarianssin suurenemisen yksiasiteiseen otantaan verrattuna (vrt. ERVASTI ym. 1969, s. 33–34). Saadulla luvulla kerrottiin kunkin ositer yhmän varianssit, jotka kaikissa vaihtoehtoissa oli alunperin laskettu ikäänkuin kysymyksessä olisi yksiasiteinen otanta.

Asetelma 3. Otoksen jakautuminen eri ositeryhmiin ja niiden puun käyttö v. 1965.

Table 3. Distribution of the sample into different strata and the corresponding roundwood consumption in 1965.

Ositeryhmä Group of strata	Otoksen suuruus, kiinteistöä Sample size	Otantaosuus perus- joukosta, % Sampling fraction, %	Raakapuun käyttö v. 1965, 1000 k-m ³ kuoretta Roundwood consump- tion in 1965, 1000 solid m ³ , excl. bark
M 1	268	0,16	1 210
M 2	141	1,24	475
M 4	25	13,81	43
K 1	275	0,18	1 138
K 2	46	0,50	74
K 3	74	1,62	149
K 4	76	6,38	160
Yhteensä – Total	905	0,26	3 249

Asetelma 4. Korjauskerroin, joka ilmoittaa kaksiasusteisuudesta aiheutuvan otosvarianssin suurenemisen yksiasusteiseen otantaan verrattuna.

Table 4. Correction coefficient, signifying how much the sampling variance increases if one-stage sampling is replaced by two-stage sampling.

Ositeryhmä Group of strata	Kerroin Coefficient	Ositeryhmä Group of strata	Kerroin Coefficient
M 1	1,46	K 1	2,15
M 2	1,21	K 2	1,00
M 4	1,00	K 3	1,36
		K 4	1,28

Yksiasusteisen ja kaksiasusteisen otannan yksikkökustannusten suhteeksi saatiin likimääräisesti 3:2, joten yksiasusteisen otannan vaihtoehdoissa eri ositeryhmien otoskoot supistuivat kolmanneksella kaksiasusteisista otoksista. Alueittaista ositusta piirimetsälautakuntiin ja suuralueisiin ei otettu huomioon.

Vertailtavana oli viisi vaihtoehtoa:

- A. Kaksoisotanta, jossa poimitaan alaotos vuosien 1964/65 otoksesta.
- B. Ketjuotanta, jossa osa otoksesta on alaotos vuosien 1964/65 otoksesta ja osa uusia kiin-

teistöjä, jotka on poimittu samoista kunnista kuin alaotos.

- C. Ketjuotanta kuten edellä, mutta uudet yksiköt on poimittu yksiasusteista otantaa käyttämällä koko perusjoukosta.
- D. Täysin uusi otos, joka on poimittu käyttämällä kaksiasusteotantaa.
- E. Täysin uusi otos, joka on poimittu käyttämällä yksiasusteista otantaa.

Vaihtoehdoissa A ja B oli kussakin ositeryhmässä lähtökohtana sama tasoestimaatin varianssiestimaattori (ERVASTI ym. 1969, s. 38):

$$(1) \quad v(\bar{y})_A = \frac{K_s^2 (1 - P_u \rho^2)}{n_{70} - P_u n \rho^2}, \quad \text{jossa where } P_u = u/n_{65}$$

ja
and

$$S_y^2 = \text{runkopuun käytön varianssi vuosina 1969/70} \\ \text{variance of roundwood use in 1969/70}$$

K = kaksiasteisesta otoksesta aiheutuva korjauskerroin
correction coefficient due to two-stage sampling

n_{65} = otoksen suuruus vuosien 1969/70 tutkimuksessa
sample size in 1964/65

n_{70} = otoksen suuruus vuosien 1969/70 tutkimuksessa
sample size in 1969/70

$$u = n_{65} - m$$

$$n = n_{70} - m$$

m = vuosien 1964/65 aineistosta pimitun alaotoksen suuruus
size of subsample selected from the 1964/65 sample

ρ = vuosien 1965 ja 1969/70 runkopuun käytön kiinteistöittäinen
korrelaatiokerroin
correlation coefficient between roundwood use in 1965 and
1969/70

Vuosien 1965 ja 1969/70 runkopuun käytön variaatiokerrointen oletettiin olevan yhtä suuret. Niinpä voitiin merkitä $s_y = r s_x$, jossa r = vuosien 1965 ja 1969/70 puunkäytön suhde ja s_x = puunkäytön keskiahajonta vuonna 1965. Suhde r estimoitiin siten, että runkopuun käyttömäärät ekstrapoloitiin ositeryhmittäin vuodesta 1965 eteenpäin logaritmisesti käyttämällä muutosprosenttia, joka saatiin vuosien 1964 ja 1965 käyttömäärien perusteella ¹⁾. Vanhojen kiinteistöjen kokonaiskäytön estimaatiksi vuosille 1969/70 saatiin tällä tavoin maalaiskunnissa 1 020 000 k-m³ sekä kaupungeissa ja kaupaloissa 782 000 k-m³ (vrt. s. 00). Koko tutkimuksen perusjoukolla saatiin suhteen r arvoksi 0,56.

Korrelaatiokertoimien ρ arvot estimoitiin

siten, että vuosien 1964 ja 1965 käyttömäärien perusteella laskettuja arvoja (ERVASTI ym. 1969, s. 43–44) pyöristettiin harkinnanvaraisesti alaspäin.

Vaihtoehdossa A oli $n = 0$, joten varianssiestimaattorin (1) nimittäjäksi tuli n_{70} (vrt. COCHRAN 1963, s. 336). Vaihtoehdoissa B ja C määräytyi alaotoksen suuruus m kussakin ositeryhmässä kaavan (2) perusteella (ERVASTI ym. 1969, s. 43):

$$(2) \quad m = n_{65} \frac{(\sqrt{1 - \rho^2} - 1 + \rho^2)}{\rho^2} .$$

Vaihtoehdossa C approksimoitiin ositeryhmittäiset varianssit seuraavasti:

$$(3) \quad s_{yC}^2 = \frac{m K_s^2 + (2/3) n s_y^2}{m + (2/3) n} = \left[\frac{m K + (2/3) n}{m + (2/3) n} \right] s_y^2 .$$

1) Vuosien 1964 ja 1965 käyttömäärissä oli mukana polttoraakapuun lisäksi myös ainesraakapuun, jonka osuus koko käyttömäärästä vanhoilla kiinteistöillä oli alle yhden prosentin.

Yhtälön (3) keskimmäisen osan osoittajan vasemmanpuoleinen termi kuvaa uudelleen mitattavien otosyksiköiden (alaotoksen) ja oikeanpuoleinen termi uusien otosyksiköiden tuottama varianssikomponenttia. Kerroinosamäärä 2/3 aiheutuu siitä, että yksiasteisen ja kaksiasteisen otannan muuttuvien yksikkökustannusten (kenttätöön kustannukset) suhteeksi arvioitiin 3:2. Kokonaiskustannusten pitämiseksi halutussa määrässä voidaan yksiasteisia otosyksiköitä siten ottaa vain 2/3 siitä määrästä, jota voidaan käyttää kaksiasteotannassa.

Vaihtoehdossa *D* saatiin kunkin ositeryhmän virhevarienssin estimaatti kaavasta

$$(4) \quad v(\bar{y})_D = \frac{K_s^2}{n_{70} \bar{y}}$$

Vaihtoehdosta *E* vastaava estimaattori oli

$$(5) \quad v(\bar{y})_E = \frac{s^2}{(2/3)n_{70} \bar{y}}$$

Kun vaihtoehdon *A* virhevarienssia merkittiin 100:lla ja sitä verrattiin muiden vaihtoehdojen variansseihin, saatiin tulokseksi asetelman 5 suhteelliset tehokkuudet.

Asetelma 5. Vertailujen otantavaihtoehtojen suhteelliset tehokkuudet.

Table 5. Relative efficiencies of compared sampling alternatives.

Vaihtoehto Alternative	Suhteellinen tehokkuus Relative efficiency
A	100
B	101
C	110
D	62
E	65

Tehokkaimmaksi osoittautui vaihtoehto *C*. Kaikki regressiotyyppiset estimointimenetelmät *A*, *B* ja *C* osoittautuivat selvästi paremmiksi kuin kokonaan uusiin otoksiin perustuvat vaihtoehdot *D* ja *E*. Osaselityksenä tähän oli alku-

peräisen otoksen suuri koko, joka antoi regressiolle riittävän vahvan perustan. On kuitenkin muistettava, että vuoden 1965 ja vuosien 1969/70 riippuvuudesta ei ollut laskennallista tietoa, vaan se jouduttiin estimoimaan vuosiparin 1964 ja 1965 tietojen perusteella. Mikäli arviot osoittautuvat liian suuriksi, vähenee regressioestimaattoreiden suhteellinen tehokkuus (vrt. s. 00).

Vaikka vaihtoehto *C* osoittautui tehokkaimmaksi, valittiin tutkimuksessa käytettäväksi vaihtoehto *A*. Tähän valintaan oli syynä tutkimuksen perusjoukko, josta täysin uuden, pienemmän osaotoksen poiminta olisi ollut työlästä. Vuosien 1964/65 tutkimuksen yhteydessä tästä oli saatu riittävästi kokemuksia. Kun vaihtoehdossa *A* koko otos oli mahdollista poimia vanhasta jo kerran käytetystä otoksesta, muodostui otoskiinteistöjen poiminta varsin helppoksi.

Mikäli olisi käytetty vaihtoehtoa *C* ja pyritty samaan tarkkuuteen kuin vaihtoehdossa *A*, olisivat kenttätöön kustannukset otosyksiköiden lukumäärän vähentymisen johdosta pienentyneet n. 9 % eli n. 3 000 mk. Lisäksi olisi toimistokustannuksiin tullut jonkin verran säästöä. Toisaalta olisivat otoksen poimintakustannukset nousseet ja tulosten laskenta olisi muodostunut mutkikkaammaksi. Lopulliset kustannuserot vaihtoehtojen *A*–*C* välillä eivät olisi muodostuneet merkittäviksi.

2.2. Otoksen poiminta

Otos poimittiin vuosien 1964/65 tutkimuksen otosluettelosta. Kussakin ositeryhmissä poiminta tapahtui satunnaisesti. Edellisen tutkimuksen osite- ja piirimetsälautakuntarajoja ei poiminnassa otettu huomioon. Tämä johti siihen, että tässä tutkimuksessa käytetyissä ositeryhmissä poimintatodennäköisyydet vaihtelivat sen mukaan, mihin vuosien 1964/65 tutkimuksen ositteeseen kiinteistö kuului. Joissakin käytetyistä suuralueista ei muutamien ositeryhmiin tullut lainkaan tai tuli vain hyvin vähän otosyksiköitä. Näissä tapauksissa poimittiin lisäotos. Lopulliseksi otoskiinteistöjen määräksi tuli siten 913.

3. ESTIMOINTIMENETELMÄT

3.1. Vanhat kiinteistöt

Kuten luvussa 2 kävi ilmi, käytetty otantamenetelmä oli kaksoisotanta, jossa poimittiin alaotos vuosien 1964/65 puunkäyttötutkimuksen otoksesta. Estimoinnissa käytettiin apuna kirjanpitokauden 1965 havaintoarvoja.

Poimintamenetelmän valintaa koskevat vertailut (luku 2.1) perustuivat osittain regressioestimaatteihin. Niiden laskeminen on melko työlästä ja tietokoneitakin käyttäen runsaasti koneaikaa kuluttavaa. Tämän vuoksi estimaatit käytännössä lasketaan usein käyttämällä suhdeestimaattoreita, jotka saattavat olla lähes yhtä tehokkaita kuin regressioestimaattorit, mutta ovat laskennallisesti huomattavasti yksinkertaisempia.

Aproksimaationa regressio- ja suhde-estimaattorien keskinäiselle tehokkuudelle voidaan esittää lauseke (SUKHATME 1954, s. 222)

$$(6) \quad T \cong \frac{v(\bar{y}_{|r})}{v(\bar{y}_r)} = \frac{s_y^2 (1 - \rho^2)}{s_y^2 - 2r\rho s_y s_x + r^2 s_x^2}$$

Yhtälö (6) ei sellaisenaan ole täysin sovelias kaksoisotantaan, mutta suuntaa antavia laskelmia sen perusteella voidaan tehdä. Kun aikaisemmin (s. 00) esitetyn mukaisesti oletettiin, että $s_y = r s_x$, sieveni yhtälö (6) muotoon

$$(6a) \quad \rightarrow \quad T = \frac{1 + \rho}{2} .$$

Kun laskettiin $T:n$ ositeryhmittäiset estimaatit vuosien 1964 ja 1965 aineistosta saatujen korrelaatioestimaattien arvoilla ja yhdistettiin ne koskemaan koko perusjoukkoa, oli tuloksena, että suhde-estimaattorin tehokkuus verrattuna regressioestimaattoriin on 88,5 %. Koska tehokkuuden väheneminen ei näyttänyt voimakkaalta, päätettiin lopullisessa estimaattien laskennassa käyttää suhde-estimointia.

Yleisessä muodossa voidaan tavanomaisin, joskin lievästi harhainen kaksoisotannan suhdeestimaattori kokonaismäärien estimointia varten esittää seuraavasti:

$$(7) \quad \text{est}(\bar{Y}) = N\bar{y}_r = Nr\bar{x} = N\frac{\bar{x}}{\bar{x}'} \bar{y}' = Nc\bar{y}', \text{ jossa - where}$$

\bar{x} = vuoden 1965 käyttömäärän kiinteistökohtainen keskiarvo koko vuoden 1965 otoksesta laskettuna
roundwood use per old building in 1965 calculated from the whole 1965 sample

\bar{y}' = vuosien 1969/70 käyttömäärän kiinteistökohtainen keskiarvo
roundwood use per old building 1969/70

\bar{x}' = edellistä vastaavien, uudelleen mitattujen otosyksiköiden vuoden 1965 käyttömäärän keskiarvo
roundwood use per old building in 1965 calculated from the 1965 subsample

N = kiinteistöjen lukumäärä perusjoukossa ¹⁾
number of old buildings in population

1) Vanhojen kiinteistöjen perusjoukko oli v. 1965 ja 1969/70 sama.

The population of old buildings was the same in 1965 and in 1969/70.

Koska otosyksiköiden poiminta tapahtui yhteensä seitsemän kiinteistötyypin mukaisen ositeryhmän puitteissa, vaihtelivat poimintatodennäköisyydet saman ositeryhmän sisällä riippuen siitä, mihin vuosien 1964/65 tutkimuksen ositteeseen kiinteistö kuului. Tämän vuoksi jouduttiin estimoinnissa lähtemään liikkeelle vuosien 1964/65 ositejaosta. Muutamassa tämän tutkimuksen piirimetsälautakuntaryhmässä ja suuralueessa ei joihinkin vuosien 1964/65 tutki-

muksessa käytettyihin ositteisiin sattunut lainkaan otoshavaintoja. Sen vuoksi kertoimen c (kaava (7)) estimointi jouduttiin perustamaan tämän tutkimuksen harvempaan ositukseen (ks. kaava (8)).

Yllä mainitut seikat yhdessä johtivat siihen, että estimointi kussakin polttoainelajissa sekä kussakin piirimetsälautakuntaryhmässä ja suuralueessa perustui lopullisesti lausekkeeseen

$$(8) \quad \text{est} (Y_i) = N_i C_i \bar{y}'_i, \text{ jossa - where}$$

$$c_i = \frac{\sum_j N_{ij} \bar{x}_{ij}}{\sum_j N_{ij} \bar{x}'_{ij}} \quad \text{ja - and}$$

- j = vuosien 1964/65 tutkimuksessa käytetyn ositteen (ks. ERVASTI ym. 1969, s. 40) indeksi, jolle on voimassa $j \in i$
index of stratum in 1964/65 (see ERVASTI et al. 1969, p. 40);
 $j \in i$
- i = vuosien 1969/70 tutkimuksen ositeryhmän indeksi
index of the group of strata in 1969/70
- k = vuosien 1964/65 tutkimuksen ositteiden lukumäärä
vuosien 1969/70 tutkimuksen ositeryhmissä i
number of 1964/65 strata in 1969/70 group of strata

Ensin laskettiin kussakin piirimetsälautakuntaryhmässä ja suuralueessa yhteen ositekohtaiset tulokset, ja koko maan estimaatit saatiin suoraan laskemalla yhteen lautakuntaryhmittäiset ja suuralueittaiset estimaatit. Tulokset on esitetty liitetaulukossa 1 s. 00.

3.2. Uudet ja keskeneräiset rakennukset

Kiinteistöjen raakapuun käytön määriä v. 1969/70 estimoidaessa eivät ns. uusien ja keskeneräisten rakennusten perusjoukot olleet enää samat kuin v. 1965. Uusien rakennusten silloiseen perusjoukkoon oli nimittäin lisättävä kaikki v. 1965–69 valmistuneet rakennukset. Vuonna 1970 keskeneräisinä olleiden rakennusten perusjoukko oli taasen kokonaan toinen kuin v. 1965. Edellisessä luvussa mainittua estimointimenetelmää ei näissä perusjoukoissa siten voitu käyttää. Käytettävissä olleet määrärahat eivät liioin riittäneet uuden otantatutkimuksen suorittamiseen. Uusien ja keskeneräisten rakennusten polttoraakapuun käyttö v. 1969/70 päätettiin sen vuoksi laskea vuoden 1965 puunkäyttötutkimuksessa rakennusten rakennustilavuutta kohti laskettujen yksikkökäyttömäärien perus-

teella. Perusjoukkojen uudet rakennustilavuudet laskettiin Tilastokeskuksen laatimista vuosittaisista talonrakennustilastoista.

Uusien rakennusten perusjoukossa saattoi rakennusten polttoraakapuun käyttö rakennustilavuuden yksikköä (100 m³) kohti olla v. 1965 jälkeen valmistuneissa rakennuksissa pienempi kuin sitä ennen valmistuneissa. Vuoden 1965 jälkeen valmistuneiden rakennusten polttopuun yksikkökäyttötietoja ei ollut saatavissa. Tätä seikkaa voitiin tutkia ainoastaan vuosina 1961–63 valmistuneista rakennuksista poimitusta alaotoksesta (ks. PELTOMÄKI – VEIJALAINEN 1968). Siitä rakennustilavuuden yksikköä kohti laskettu polttoraakapuun käyttö v. 1965 oli koko maassa v. 1963 valmistuneissa rakennuksissa 22,8 % v. 1961 valmistuneiden rakennusten vastaavaa käyttömäärää pienempi. Vuosina 1964–70 valmistuneille rakennuksille laskettu polttopuun käytön kehityksen (Mcal/m³) viivallinen trendi osoitti, että vuoden 1970 jälkeen valmistuneissa rakennuksissa ei polttoraakapuuta enää olisi käytetty. Tällaisen trendin osoittama polttoraakapuun käytön pienentyminen ei siten ilmeisestikään ole oikea. Eri vuosina valmistuneiden rakennus-

ten yksikkökäyttöä ekstrapoloitiin sen vuoksi logaritmisesti. Muutosprosentti (22,8 %) saatiin v. 1961–63 valmistuneiden rakennusten perusteella. Samaa prosenttia käytettiin koko maassa sekä kaupunkien että maalaiskuntien uusille rakennuksille.

Vuosina 1961–69 valmistuneiden rakennusten polttoraakapuun kokonaiskäyttö laskettiin siten, että v. 1965 laskettuihin uusien rakennusten raakapuun käyttömääriin lisättiin v. 1965 jälkeen vuosittain valmistuneiden rakennusten kuutiotilavuuden ja em. tavalla lasketun yksikkökäytön perusteella saadut raakapuun määrät. Laskelmat suoritettiin polttoraakapuun yhteismääristä piirimetsälautakunnittain. Yhteismäärät jaettiin eri puulajien kesken siten, että vuoden 1965 puunkäyttötutkimuksessa uusille rakennuksille laskettuja puulajisuhteita muutettiin samassa suhteessa kuin vanhojen kiinteistöjen raakapuun puulajisuhteet olivat muuttuneet vuodesta 1964/65 vuoteen 1969/70. Vuosina 1961–69 valmistuneiden rakennusten polttoraakapuun määrät nähdään liitetaulukossa 1 (s. 20).

Myös keskeneräisten rakennusten rakennustilavuutta kohti lasketun raakapolttopuun yksikkökäytön oletettiin pienentyneen vuodesta 1965 vuoteen 1970 samassa suhteessa kuin eri vuosina valmistuneissa uusissa rakennuksissa. Vuonna 1970 keskeneräisinä olleiden rakennusten polttoraakapuun yksikkökäyttömäärät ekstrapoloitiin logaritmisesti käyttämällä samaa muutosprosenttia (22,8 %) kuin uusissa rakennuksissa. Keskeneräisten rakennusten perusjoukon suuruus v. 1970 laskettiin Tilastokeskuksen talonrakennustilastosta 31. 12. 1969 ja 30. 6. 1970 keskeneräisinä olleiden rakennustilavuuksien keskiarvona. Rakennustilavuuksien ja yksikkökäyttömäärien perusteella laskettujen runkopolttopuun kokonaismääriä eri puulajien kesken jaettaessa käytettiin perustana keskeneräisille rakennuksille v. 1965 laskettuja puulajisuhteita. Niitä korjattiin kuitenkin samassa suhteessa kuin mitä vanhojen kiinteistöjen polttoraakapuun puulajisuhteet olivat muuttuneet vuodesta 1961 vuoteen 1970. Keskeneräisille rakennuksille v. 1970 lasketut polttoraakapuun käyttömäärät nähdään liitetaulukosta 1 s. 20.

3.3. Viljelmät

Koska Metsäntutkimuslaitoksen rahavarat eivät sallineet viljelmien puunkäytön uudelleen

määrittystä, metsäekonomian osasto pyysi maatalousministeriön asettamaa maataloustoimikuntaa liittämään vuosille 1969 ja 70 suunniteltujen maatalouslaskentojen tiedustelulomakkeisiin myös mautilojen (viljelmien) puun käyttöä ja hakkuumääriä koskevat kysymykset. Toimikunnan ehdotuksen mukaisesti (Komitean mietintö 1969: B 3 ja 1970: B 23) viljelmien polttopuun ja muiden polttoaineiden käyttömäärät tiedusteltiin maataloushallituksen suorittamissa täydellisessä maatalouslaskennassa 15. 6. 1969 ja maatalouden otantalaskennassa 15. 6. 1970. Ainesrunkopuun käyttömääriä ei niissä kuitenkaan kysyty.

Vuosina 1969 ja 1970 suoritettujen maatalouslaskentojen laskentayksikkönä oli yhden tai useamman rekisteritilan tai tilan osan muodostama taloudellinen kokonaisuus, jota hoidettiin samasta talouskeskuksesta ja jonka peltoala oli vähintään 1 ha. Vuoden 1959 maatalouslaskennassa, jossa luetteloitua viljelmien perusjoukkoa käytettiin myös v. 1965 puunkäyttötutkimuksessa, viljelmäksi luetun tilan peltoalan alaraja oli 0,25 ha. Osa puunkäyttötutkimuksessa v. 1965 viljelmiksi luetuista mautiloista jäi siten vuoden 1970 maatalouden otantalaskennan ulkopuolelle. Kiinteistöjen puunkäytön tutkimuksessa oli taasen kaupunki- ja kauppalakunnissa v. 1965 olleet viljelmät luettu ns. vanhojen kiinteistöjen perusjoukkoon. Koska nyt suoritettua väli-inventoinnissa pidettiin tämä perusjoukko samana, oli koko maan puunkäyttöä laskettaessa maataloushallituksen laskemasta mautilojen puunkäytöstä vähennettävä edellä mainituissa kaupunki- ja kauppalakunnissa olleiden mautilojen puunkäytön määrät.

Viljelmien polttoraakapuun käyttömääriä v. 1970 laskettaessa lähdettiin maataloushallituksen v. 1970 suorittaman otantatiedustelun tuloksista. Siinä tiedusteltiin mautilojen polttoraakapuun käyttömäärät 15. 6. 1969–15. 6. 1970 noin 25 100 mautilan otoksesta. Otostilojen polttopuun käyttö kirjattiin haastattelussa pinokuutiometreinä 1-metrinä halkoa vastaavina määrinä haastateltavan suorittaman arvion perusteella. Myös oksien ym. hakkuujätteiden, rakennusjätteiden ja muun polttopuun käyttömäärät tiedusteltiin samoina mittayksikköinä. Otoksesta saadut tulokset suurennettiin tilojen lukumäärien perusteella maatalouden tilastointialueittain (maatalouskeskuksittain) ja tilojen peltoalan suuruusluokkaosittain lasketuilla suurennuskertoimilla (Komiteanmietintö 1970:

B 23, liite 1). Koko maata koskevat tulokset olivat seuraavat:

runkopolttopuu	5 870 400 p-m ³ = 3 312 700 k-m ³
oksat, ym. hakkuujäte	2 198 400 —" = 1 144 900 —"
rakennusjäte	483 800 —" = 256 400 —"
muu polttopuu	163 500 —" = 78 500 —"

Runkopolttopuun käyttöä tarkasteltaessa herätti tiedustelussa saatu oksien ym. hakkuujätteen määrä huomiota. Se oli noin kolmannes runkopolttopuun määrästä. Kiinteistöjen puunkäyttötutkimuksessa saatiin viljelmien oksapuun käyttömääräksi v. 1965 vain 200 000 k-m³ eli noin 4 % polttoraakapuun määrästä. Tiedustelussa saadusta oksien ym. hakkuujätteen määrästä oli siten todennäköisesti suurin osa markkinahakkuissa kaadettujen puiden latvuksista talteen otettua runkopuuta. Tätä käsitystä tukee mm. puunkäyttötutkimusten haastattelussa saatu kokemus, että maatilojen väestö lukee markkinahakkuiden latvukset, raakit yms. runkopuun oksapuuksi ellei siitä haastattelussa erityisesti huomauteta. Maataloustiedusteluiden lomakkeissa käytetty nimitys ”oksat ym. hakkuujäte” aiheutti lisäksi epäselvyyttä runkopolttopuun käsitteeseen.

Edellä mainituista syistä päätettiin viljelmien puun käyttö v. 1970 laskea siten, että maatalouden otantatiedustelussa vuodelta 1969/70 saadusta runkopolttopuun ja oksien ym. hakkuujätteen yhteismäärästä vähennettiin sekä viljelmien v. 1965 käyttämä (200 000 k-m³) oksapuun käyttömäärä että vuonna 1965 kaupunki- ja kauppalakunnissa sijainneiden viljelmien runkopolttopuun käyttömäärä (170 000 k-m³).

Näin saatuun polttopuun määrään lisättiin v. 1965 maalaiskunnissa olleiden alle 1 ha:n viljelmien arvioitu polttoraakapuun käyttömäärä (198 000 k-m³). Polttoraakapuun yhteismäärät jaettiin eri puulajien kesken maatalouskeskussittain samassa suhteessa kuin samasta tiedustelusta saadut maatilojen kotitarvepolttopuun hakkuumäärät v. 1969/70 olivat jakaantuneen puulajeittain.

Vuoden 1969 maatalouslaskentaan ei sisällytetty maatiloja (viljelmia), joiden peltoala oli alle 1 ha. Tähän viljelmäsuuruusluokkaan kuuluvien tilojen lukumäärä arvioitiin sen vuoksi v. 1959 ja 1969 maatalouslaskentojen perusteella pienentämällä v. 1959 maalaiskunnissa olleiden 0,25–0,99 ha viljelmien lukumäärää samassa suhteessa kuin 1,00–1,99 ha peltopinta-alueeseen kuuluvien tilojen lukumäärä oli pienentynyt v. 1959–69. Tämän suuruusluokan tilojen runkopolttopuun yksikkökäyttöä ekstrapoloitiin graafisesti v. 1970 suoritettussa maatalouden otantatiedustelussa sitä suuremmille viljelmäsuuruusluokille laskettujen yksikkömäärien ja viljelmien peltopinta-alan suhteen perusteella.

Maataloushallituksen suorittamassa otantatiedustelussa maatilojen (viljelmien) runkopolttopuun käyttömäärät tiedusteltiin maatalouskeskussittain ja viljelmäsuuruusluokittain. Tiedustelu kohdistui ajanjaksoon 15. 6. 1969–15. 6. 1970. Siinä saadut käyttömäärät jaettiin kiinteistöjen puunkäytön tutkimuksessa piirimetsälautakuntiin ja talousalueisiin maatalouskeskussittain eri alueilla sijainneiden viljelmien lukumäärien suhteessa ja kohdistettiin vuoteen 1970. Pinokuutiometrien muuntaminen kiintomitoiksi suoritettiin seuraavilla keskimääräisillä muuntoluvuilla:

	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Lehtipuu <i>Broad-leaved</i>	Oksat ym. ¹⁾ <i>Branches, etc.</i>
Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	0,594	0,594	0,561	0,521
Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	0,587	0,587	0,537	0,521

Piirimetsälautakunnittain lasketut viljelmien runkopolttopuun käyttömäärät nähdään liitetaulukosta 1. (s. 20).

1) Käsiteltiin ohutpuuna – *Coefficient for small-sized timber*

3.4. Muut kiinteistöt

Puunkäyttötutkimuksissa on kiinteistöjen puun käyttöön luettu edellä mainittujen ryhmien puun käytön lisäksi vielä ennen v. 1961

valmistuneiden huviloiden ja puolustuslaitoksen kasarmien, varastojen sekä varikkojen käyttämät polttoraakapuun määrät (v. 1965 59 000 k-m³ ja 134 000 k-m³). Koska nämä kiinteistöt ja rakennukset eivät kuuluneet mihinkään kiinteistöjen puunkäyttötutkimuksen perusjoukkoon, niiden puun käyttö määriteltiin v. 1965 erillistutkimuksilla (ERVASTI – HUTTUNEN 1966, s. 9) ja yhdistettiin edellä mainittujen kiinteistöjen käyttömääriin. Myöhempinä vuosina niiden käyttö on kuulunut kiinteistöjen extrapoloituihin käyttömääriin. Polttoraakapuun käyttömääriä v. 1970 laskettaessa ei näi-

den kiinteistöryhmien käyttömääriä tunnettu. Määrien pienuuden vuoksi ei niiden uudelleen tutkimista katsottu kustannussyistä tarpeelliseksi. Niiden käyttö arvioitiin karkeasti v. 1965 käyttömäärien ja polttopuun käytön kehityksestä v. 1965–69 saadun kokemuksen perusteella. Laskelmissa on huviloiden polttoraakapuun käyttömääräksi v. 1970 arvioitu 50 000 k-m³. Puolustuslaitoksen kasarmien, varastojen ja varikoiden käyttömääräksi arvioitiin 80 000 k-m³. Näiden käyttömäärien puulaji- ja aluejakamat v. 1970 oletettiin samoiksi kuin 1965.

4. TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN VERTAILU V. 1965 PUUNKÄYTTÖTUTKIMUKSEN TULOSSIIN

Kiinteistöjen v. 1970 käyttämän raakapolttopuun käyttöalueittaiset määrät esitetään liitetaulukossa 1 (s. 20) piirimetsälautakunnittain ja kiinteistöryhmittäin. Kiinteistöjen käyttämän polttoraakapuun hakkuualueittaiset kokonaisuudet esitetään liitetaulukossa 2 (s. 27). Tässä yhteydessä lienee paikallaan vielä mainita, että ns. vanhojen kiinteistöjen ja viljelmien polttoraakapuun käyttömäärien tiedustelu kohdistui lähinnä lämmityskauteen 1969–70. Uusien ja keskeneräisten rakennusten – joiden käyttömääräarviot tehtiin laskennallisesti (ks. s. 13) – perusjoukot pyrittiin saamaan vuotta 1970 vastaaviksi. Poistumalaskelmia ajatellen olisivat tässä esitetyt käyttömäärät siten suurimmalta osalta parhaiten sovellettavissa vuoteen 1969. Tulosten epävarmuuden vuoksi ne on kuitenkin varovaisuussyistä asetettu poistumalaskelmissa vastaamaan vuotta 1970.

Kiinteistöjen polttoraakapuun kokonaiskäyttö on arvioitu v. 1970 7,50 milj. k-m³:ksi. Vastaava käyttömäärä v. 1965 oli 9,19 milj. k-m³. Polttoraakapuun käytön pienentyminen on siten ollut keskimäärin 340 000 k-m³ vuodessa. Kun Suomen puun käytön vuositilastoissa tämä kiinteistöjen polttoraakapuun käytön pienentyminen v. 1965 jälkeen on arvioitu vain 208 000 k-m³:ksi, on se tämän perusteella ollut

Asetelma 6. Kiinteistöjen polttoraakapuun käyttö kiinteistöryhmittäin vuosina 1965 ja 1970.

Table 6. Fuelwood consumption on farms and in buildings by consumption categories in 1965 and 1970.

	Milj. k-m ³ , kuoretta	
	Mill. solid m ³ , excl. bark v. 1965	v. 1970
Viljelmät ¹⁾ – Farms ¹⁾	5,13	4,28
Vanhat, vuonna 1960 ja sitä ennen rakennetut kiinteistö ²⁾ – Old buildings, built before 1961 ¹⁾	3,17	1,86
Uudet, vuosina 1961–69 valmistuneet rakennukset – New buildings, built in 1961–69	0,58	1,15
Vuosina 1965 ja 1970 keskeneräisinä olleet rakennukset – Buildings under construction in 1965 and 1970	0,11	0,08
Muut kiinteistöt – Other	0,20	0,13
Yhteensä – Total	9,19	7,50

1) Lukuunottamatta kaupunkiviljelmiä – Excluding farms in towns

2) Kaupunkiviljelmät mukaanluettuna – Includes farms in towns.

todellisuudessa selvästi nopeampaa. Kuten asetelmasta 6 nähdään, on polttoraakapuun käyttö pienentynyt kaikissa muissa kiinteistöryhmissä paitsi v. 1961–69 valmistuneissa rakennuksissa. Näiden käyttömäärän lisäys johtuu taasen yksinomaan siitä, että uusien rakennusten perusjoukko sisälsi v. 1965 tutkimuksessa vain v. 1961–64 valmistuneet rakennukset. Vuoden 1970 käyttömääriä arvioitaessa lisättiin tähän perusjoukkoon vuosina 1964–69 valmistuneet muut kuin maatalousrakennukset.

Nyt suoritettussa tutkimuksessa ei kiinteistöjen käyttämän raakapuun hakkuualuejakaumaa ole selvitetty. Viljelmien, maaseudun kiinteistöjen sekä huviloiden käyttämän polttoraakapuun käyttö- ja hakkuualueet on tässä, samoin kuin v. 1965 puunkäyttötutkimuksessa, katsottu samoiksi. Muiden kiinteistöjen polttoraakapuun käyttö on sen sijaan jaettu hakkuualueisiin v. 1964–65 suoritettusta aluejakoselvityksestä (ks. ERVASTI ym. 1969, s. 21) saatujen jakosuhteiden perusteella.

5. TULOSTEN LUOTETTAVUUS

51. Vanhat kiinteistöt

Tulosten tilastollista tarkkuutta selvittävät laskelmat koskivat vain v. 1961 ja sitä ennen valmistuneiden vanhojen kiinteistöjen koko polttoraakapuun määrää jaottelemana sitä puulajeihin. Jätepuulle ei tulosten tarkkuutta selvitetty.

Tarkkuuden estimoinnissa lähdettiin liik-

$$(9) \quad v(\bar{y}_r) = \frac{1}{n_{70}} (s_y^2 - 2r_{yx} + r^2 s_x^2) + \frac{1}{n_{65}} (2r_{yx} - r^2 s_x^2),$$

jossa $s_{yx} = \rho s_y s_x$ (ks. symbolit s.)
 where (see symbols, p.).

Koska poimintatodennäköisyydet samassa ositeryhässä vaihtelivat riippuen siitä, mihin alkuperäisistä ositteista kiinteistö kuului (ks. s. 00), jouduttiin ositeryhmiin suhde-, varianssi- ja kovarianssiestimaattien laskennassa lähtemään liikkeelle alkuperäisistä, vuosien 1964/65 tutkimuksessa käytetyistä ositteista. Suhde-estimaatit laskettiin siten kullekin ositeryhmälle kaavasta (vrt. kaava (8), s. 00)

keelle ositeryhmittäisistä (ks. s. 00) estimaateista. Piirimetsälautakuntaryhmä- ja suuraluejako ei otettu huomioon, vaan koko maata tarkasteltiin yhtenä kokonaisuutena.

Aproksimaationa ositeryhmittäisille keskiarvojen $est(\bar{Y}) = \bar{y}_r$ (ks. kaava (7), s. 00) varianssiestimaattoreille käytettiin lauseketta (vrt. COCHRAN 1963, s. 340)

$$(10) \quad r = \frac{\sum_i^k N_i \bar{y}_i}{\sum_i^k N_i \bar{x}_i}$$

Ositeryhmittäiset varianssit muuttujalle y estimoitiin lausekkeen (11) perusteella (vrt. ERVASTI ym. 1969, s. 41).

$$(11) \quad s_y^2 = \frac{1}{\sum_i N_i} \left[\sum_i^k N_i (\bar{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_i^k N_i s_{y_i}^2 \right],$$

jossa $\bar{y} = \frac{\sum_i^k N_i \bar{y}_i}{\sum_i^k N_i}$
 where

Muuttujan x varianssi estimoitii analogisesti lausekkeen (11) kanssa.

Kovarianssiestimaatti aproksimoitiin lausekkeesta

$$(12) \quad s_{yx} = \frac{1}{\sum_i^k N_i} \left[\sum_i^k N_i (\bar{x}_i - \bar{x}) (\bar{y}_i - \bar{y}) + \sum_i^k N_i s_{yx_i} \right]$$

jossa
where s_{yx_i} = ositteen $i \in i$ kovarianssi.
covariance of stratum $i \in i$.

Ositeryhmittäiset virhevarienssit kerrottiin ensin kaksiasiteisen otannan käytöstä aiheutuvalla korjauskertoimella ($s. 00$) ja yhdistettiin sen jälkeen koko maan estimaateiksi normaalia perusjoukon lukumääräpainotusta käyttämällä (ks. esim. SUKHATME 1954, s. 85).

Tulokseksi saatiin, että polttoraakapuun käytön keskiarvon keskivirhe vanhojen kiinteistöjen otantatutkimuksessa vuosina 1969/70 oli 6,64 % vastaavasta käyttömääräestimaatista. Todellinen keskivirhe lienee hieman pienempi, koska lopulliset keskiarvo- ja kokonaismääräestimaatit laskettiin alueositteittain (piirimetsälautakuntaryhmittäin ja suuralueittain).

Maaseutukiinteistöissä oli suhteellinen keskivirhe 6,99 %. Keskimäärin kussakin yhdeksästä piirimetsälautakuntaryhmästä oli suhteellinen keskivirhe noin 21 %. Kaupunki- ja kauppalakiinteistöissä oli suhteellinen keskivirhe koko maassa 13,33 % ja keskimäärin kussakin kuudesta suuralueesta noin 33 %.

Jos estimaattien laskennassa ei olisi käytetty hyväksi vuoden 1965 puunkäytöstä saatavaa informaatiota, vaan olisi turvauduttu pelkästään tämän tutkimuksen otoshavaintoihin, olisi suhteellinen keskivirhe ollut 8,27 %. Jos taas suhde-estimaattorin sijasta olisi käytetty regressioestimaattoria, olisi suhteellinen keskivirhe pudonnut 6,45 %:iin.

Kun merkittiin regressioestimaattorin tehokkuutta 100:lla ja verrattiin sen suhteellista virhevarienssia mainittujen kahden muun estimointimenetelmän suhteellisiin virhevariensseihin, saatiin seuraava asetelma:

Estimointimenetelmä	Suhteellinen tehokkuus
Regressioestimointi	100,0
Suhde-estimointi	94,3
Yksinkertainen estimointi	60,7

Otantamenetelmän valinnan yhteydessä (luku 2.1) käsitellyistä estimointimenetelmistä vastaa regressioestimointi vaihtoehtoa A ja yksin-

kertainen estimointi vaihtoehtoa D . Edellinen sai valintavertailussa arvon 100 kuten tässä ja jälkimmäisen suhteelliseksi tehokkuudeksi tuli 62, joka vastaa hyvin nyt saatua tulosta.

Suhde-estimointi oli tämän tutkimuksen aineistossa tehokkuudeltaan hyvin lähellä regressioestimointia. Voidaan siten todeta, että suhde-estimaattorien käyttö regressioestimaattorien asemasta oli paikallaan (vrt. SEPPÄLÄ 1971, s. 71). Kaksoisotannan menetelmien soveltaminen paransi selvästi tulosten tarkkuutta. E erityisen tärkeää tämä oli siksi, että tarvittavaa rinnakkaisinformaatiota ei tarvinnut erikseen tuottaa. Ainoat lisäkustannukset sen käytöstä aiheutuivat estimaattorien jonkin verran työlämmästä laskennasta verrattuna yksinkertaiseen estimointiin. Mikäli vuoden 1965 otosarvoja ei olisi käytetty hyväksi, olisi nyt saavutetun tulostarkkuuden säilyttämiseksi otosta pitänyt suurentaa n. 55 %:lla eli otoskiinteistöjen määrää lisätä yli 500:lla.

52. Muut kiinteistöt

Muiden kuin vanhojen kiinteistöjen polttoraakapuun käyttömäärille ei tilastollisia tarkkuuslaskelmia voitu tehdä. Seuraavassa tarkastellaan kuitenkin lyhyesti niiden luotettavuutta.

Viljelmien polttoraakapuun käyttömäärä on laskettu maatilahallituksen v. 1970 suorittamasta otantatiedustelusta. Siinä käytetyn satunnaissotoksen suuruus, 25 100 maatilaa, laskettiin siten, että sen tuli antaa maatilojen peltoalalle maatalouskeskuksittain 0,42–0,89 %:n suhteellinen keskivirhe (Komiteanmietintö 1970: B 23, liite 1). Näin suuresta tilänäytteestä lasketun koko maan viljelmien (maatilojen) polttoraakapuun käyttömäärän suhteellisen keskivirheen tulisi olla arviolta 1–2 %. Polttopuulle ei tarkkuuslaskelmia ole kuitenkaan tehty.

Viljelmien polttoraakapuun käyttömäärien luotettavuudesta voidana sen sijaan tehdä kar-

kea arvio vertaamalla maatalouden otantatutkimuksesta saatuja määriä v. 1969 täydellisestä maatalouslaskennasta saatuihin viljelmien polttoraakapuun määriin. Ne olivat seuraavat:

Täydellinen maatalouslaskenta v. 1969

4 829 000 k-m³

Maatalouden otantatiedustelu v. 1970

4 158 000 k-m³

Näissä kahdessa vuoden väliajoin suoritettussa tiedustelussa saatujen määrien erotus oli noin 670 000 k-m³. Otantatiedustelun ja vuoden 1965 puunkäyttötutkimuksen tulosten vertailussa päädyttiin noin 200 000 k-m³:n vuotuisen polttoraakapuun käytön pienentymiseen. Vaikkakaan mitään varmaa käsitystä viljelmien polttoraakapuun käytön pienentymisestä ei voida esittää, näyttää viimeksi mainittu vuotuinen pienentyminen (200 000 k-m³) kirjoittajan käsityksen mukaan todennäköisemmältä. Maataloustiedusteluihin liittyy kuitenkin siksi paljon epävarmuutta, että näistä kahdesta tiedustelusta saatuihin polttoraakapuun käyttömääriin on suhtauduttava varovaisuudella. Kun maataloushallitus tiedusteli vielä 15. 6. 1971 suorittamas-

saan otantatiedustelussa viljelmien polttoraakapuun määrät uudelleen, on todennäköistä, että siitä saatavat tiedot tulevat parantamaan viljelmien raakapolttopuun käyttömäärätietojen luotettavuutta.

Vuosina 1961–69 valmistuneiden uusien rakennusten ja v. 1970 keskeneräisinä olleiden rakennusten rakennustilavuutta (100 m³) kohti laskettu polttoraakapuun yksikkökäytön arvio perustuu v. 1961–63 valmistuneiden rakennusten käyttömääräarvioon v. 1965. Kirjoittajan käsityksen mukaan on tällä perusteella laskettu polttoraakapuun käytön pienentyminen vuosina 1961–70 saatu todellista ehkä jonkin verran liian vähäiseksi. Tämä johtuu siitä, että uusien rakennusten rakentamisvuodesta riippumaton polttopuun käytön pienentymistä ei ole arvioissa voitu ottaa huomioon.

Huviloiden ja puolustusvoimien kasarmien yms. rakennusten käyttömäärät v. 1970 ovat pelkkiä arviolukuja. Määrien pienuuden vuoksi ei niiden mahdollisella virheellisyydellä liene kuitenkaan merkitystä vuoden 1970 raakapolttopuun arvioon.

KIRJALLISUUSLUETTELO — REFERENCES

- COCHRAN, W. G. 1963. Sampling techniques. John Wiley & Sons, Inc. New York — London.
- ERVASTI, SEPPO, SALO, ESKO ja TIILILÄ, PEKKA. 1967. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964–66. Summary: Real estates raw wood utilization survey in Finland in 1964–66. FF 29. Helsinki.
- ERVASTI, SEPPO ja KUUSELA, KULLERVO. 1968. Suomen metsätase vuosina 1953–66. Summary: Forest balance of Finland in 1953–66. FF 49. Helsinki.
- ERVASTI, SEPPO, SALO, ESKO, SEPPÄLÄ, RISTO and TIILILÄ, PEKKA 1969. Survey of utilization of roundwood and fuel on real estates in Finland. Methods and results for 1964–66, and plan for 1970. MTJ. 68.6. Helsinki.
- Komiteanmietintö 1969: B 3. Maataloustilastotoimikunta 1967:n I osamietintö. Maatalouden peruslaskennan suunnitelma vuodelle 1969. Helsinki.
- Komiteanmietintö 1970: B 23. Maataloustilastotoimikunta 1967:n II osamietintö. Maatalouden otantalaskennan suunnitelma vuodelle 1970.
- PELTOMÄKI, TARMO ja VEIJALAINEN, HEIKKI. 1968. Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus. Summary: Specific consumption of thermal energy utilized by real estates. FF. 48. Helsinki.
- SEPPÄLÄ, RISTO. 1971. Linked systematic cluster sampling for the estimation of timber removals. Seloste: Ketjutettu systemaattinen ryväotanta hakkuupoistuman määrityksessä. MTJ. 72.3. Helsinki.
- SUKHATME, PANDURANG V. 1954. Sampling theory of surveys with applications. The Iowa State University Press. Ames.

Liite 1. Kiinteistöjen polttoraakapuun käyttö käyttöalueittain
v. 1970

Appendix 1. Fuelwood consumption on farms and in buildings by
consumption areas in 1970

1000 k-m³ kuoretta
1000 solid m³, excl. bark

Piirimetsälauta- kunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehti- puu Broad- leaved	Yht. Total
0 Ahvenanmaa	I	0	0	1	1
	II	0	0	5	5
	III	0	0	0	0
	IV	5	4	7	17
	V	0	0	0	0
	VI	-	-	-	-
	Yhteensä Total	6	5	12	23
1 Helsinki	I	16	36	127	179
	II	4	8	115	127
	III	0	5	6	12
	IV	15	22	37	75
	V	1	2	11	14
	VI	-	-	14	14
	Yhteensä Total	36	74	311	421
2 Luonais- Suomi	I	7	7	70	84
	II	7	12	103	122
	III	2	2	7	11
	IV	84	93	99	276
	V	0	0	1	2
	VI	-	-	4	4
	Yhteensä Total	100	114	285	499

- I Uudet rakennukset - New buildings
 II Vanhat rakennukset - Old buildings
 III Keskeneräiset rakennukset - Buildings under construction
 IV Viljelmät - Farms
 V Huvilat - Summer cottages
 VI Puolustuslaitos - Defence Forces

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Broad-leaved	Yht. Total
3. Satakunta	I	4	4	68	75
	II	10	8	112	130
	III	4	0	0	5
	IV	50	78	153	281
	V	0	0	4	4
	VI	-	-	5	5
	Yhteensä Total	68	90	342	501
4. Uusimaa-Häme	I	3	13	68	84
	II	3	4	106	113
	III	0	1	2	3
	IV	28	44	101	174
	V	0	1	5	6
	VI	-	-	8	8
	Yhteensä Total	34	63	291	388
5. Pirkka-Häme	I	4	11	66	81
	II	4	8	164	176
	III	0	0	9	9
	IV	37	49	162	248
	V	0	0	5	6
	VI	-	-	1	1
	Yhteensä Total	46	67	407	520

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Broad-leaved	Yht. Total
6. Itä-Häme	I	4	5	58	67
	II	2	2	111	115
	III	0	1	1	2
	IV	16	22	163	200
	V	0	0	2	2
	VI	-	-	4	4
	Yhteensä Total	22	29	340	391
7. Etelä-Savo	I	2	0	30	31
	II	1	0	55	57
	III	1	0	2	2
	IV	30	11	208	248
	V	0	0	1	1
	VI	-	-	3	3
	Yhteensä Total	33	11	299	343
8. Etelä-Karjala	I	14	18	37	69
	II	5	5	92	102
	III	0	0	1	1
	IV	23	22	125	171
	V	0	0	0	0
	VI	-	-	9	9
	Yhteensä Total	42	45	264	352

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälauta- kunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehti- puu Broad- leaved	Yht. Total
9. Itä-Savo	I	1	0	18	19
	II	1	0	28	29
	III	0	-	1	1
	IV	19	9	131	159
	V	-	-	0	0
	VI	-	-	2	2
	Yhteensä Total	21	9	180	211
10. Pohjois- Karjala	I	0	0	41	41
	II	0	0	82	83
	III	0	-	5	5
	IV	11	4	309	324
	V	0	0	0	0
	VI	-	-	3	3
	Yhteensä Total	11	5	441	457
11. Pohjois-Savo	I	1	0	55	56
	II	0	0	151	151
	III	0	0	5	5
	IV	13	23	378	413
	V	0	0	0	0
	VI	-	-	2	2
	Yhteensä Total	14	24	591	629
12. Keski-Suomi	I	0	0	62	63
	II	1	1	152	154
	III	0	-	11	11
	IV	21	19	257	297
	V	0	0	2	3
	VI	-	-	5	5
	Yhteensä Total	22	20	489	532

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Broad-leaved	Yht. Total
13. Etelä-Pohjanmaa	I	7	9	41	57
	II	7	7	101	115
	III	1	1	2	3
	IV	74	54	278	406
	V	-	0	0	0
	VI	-	-	2	2
	Yhteensä Total	89	70	423	582
14. Vaasa	I	6	8	32	46
	II	7	7	74	88
	III	1	1	2	4
	IV	10	16	98	124
	V	0	3	7	10
	VI	-	-	3	3
	Yhteensä Total	23	35	215	274
15. Keski-Pohjanmaa	I	2	7	21	30
	II	3	1	38	41
	III	0	0	2	2
	IV	32	13	150	195
	V	0	0	0	0
	VI	-	-	0	0
	Yhteensä Total	37	22	211	270
16. Kainuu	I	1	0	28	29
	II	0	0	47	47
	III	0	-	0	0
	IV	15	13	144	173
	V	0	-	0	0
	VI	-	-	3	3
	Yhteensä Total	17	13	223	253

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Broad-leaved	Yht. Total
17. Pohjois-Pohjanmaa	I	9	4	61	74
	II	9	8	65	82
	III	1	0	1	2
	IV	41	17	193	250
	V	-	-	0	0
	VI	-	-	8	8
	Yhteensä Total	59	29	328	416
18. Koillis-Suomi	I	1	0	21	21
	II	0	1	14	15
	III	0	0	2	2
	IV	13	6	63	82
	V	-	-	-	-
	VI	-	-	-	-
	Yhteensä Total	14	7	99	120
19. Lappi	I	0	1	43	44
	II	4	4	102	110
	III	0	0	2	2
	IV	26	12	127	165
	V	0	-	0	0
	VI	-	-	2	2
	Yhteensä Total	31	18	275	323
Etelä-Suomi (0-15)	I	69	120	794	983
	II	55	66	1488	1608
	III	9	10	56	76
	IV	468	483	2657	3608
	V	3	6	39	49
	VI	-	-	66	66
	Yhteensä Total	605	684	5102	6391

Liite 1. jatkoa - Appendix 1. continued

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Käyttöryhmä Consumption category	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Broad-leaved	Yht. Total
Pohjois-Suomi (16-19)	I	11	5	152	168
	II	14	12	228	254
	III	1	0	4	5
	IV	95	49	527	670
	V	0	-	1	1
	VI	-	-	14	14
	Yhteensä Total	120	66	926	1112
Koko maa	I	79	126	947	1152
	II	69	77	1716	1862
	III	10	10	60	81
	IV	563	531	3184	4278
	V	3	6	40	50
	VI	-	-	80	80
	Yhteensä Total	725	750	6028	7503

Liite 2. Kiinteistöjen käyttämä raakapolttopuu v. 1970, hakkuu-
alueet piirimetsälautakunnittain

Appendix 2. Fuelwood consumption on farms and in buildings in
1970 and its distribution by cutting areas

1000 k-m³ kuoretta
1000 solid m³, excl. bark

Piirimetsälautakunta Forestry board district	Puulaji - Tree species				
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Muut Other	Yht. Total
00 Ahvenanmaa	6	5	7	5	23
01 Helsinki	36	70	187	16	310
02 Luonais-Suomi	101	115	199	50	465
03 Satakunta	68	90	298	36	492
04 Uusimaa-Häme	37	69	213	72	391
05 Pirkka-Häme	46	68	265	103	482
06 Itä-Häme	20	28	205	135	388
07 Etelä-Savo	33	11	260	111	415
08 Etelä-Karjala	40	44	165	76	325
09 Itä-Savo	21	9	132	75	237
10 Pohjois-Karjala	11	4	358	152	526
11 Pohjois-Savo	14	23	487	133	657
12 Keski-Suomi	23	21	468	67	579
13 Etelä-Pohjanmaa	94	74	388	48	604
14 Vaasa	19	32	140	34	226
15 Keski-Pohjanmaa	37	22	189	37	285
16 Kainuu	17	14	214	18	263
17 Pohjois-Pohjanmaa	56	26	249	62	392
18 Koillis-Suomi	16	9	100	2	126
19 Lappi	30	17	252	18	317
Yhteensä - Total	725	750	4 778	1 250	7 503

- No 83 Ole Oskarsson: Pluspuiden fenotyypisessä valinnassa sovellettuja valinnan asteita. Selection degrees used in the phenotypic selection of plus trees. 1,50
- No 84 Kari Keipi ja Otto Kekkonen: Calculations concerning the profitability of forest fertilization. Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. 2,—
- No 85 S.—E. Appelroth — Pertti Harstela: Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttälapio, taimivakka, taimilaukku sekä istutuskoneet Heger ja LMD-1 istutettaessa kuusta peltoon. Studies on afforestation work I. The use of semi-circular hoe, the field spade, plant basket, plant bag and the Heger and LMD-1 tree planters in planting spruce in fields. 3,—
- No 86 Pertti Veckman: Metsäalan toimihenkilöiden koulutustarve 1970-luvulla. Educational requirements of professional forestry staff in the 1970s. 4,—
- No 87 Michael Jones and David Cope: Economics Research in the Finnish Forest Research Institute, 1969—1974. 4,—
- No 88 Seppo Ervasti, Lauri Heikinheimo, Kullervo Kuusela ja Veikko O. Mäkinen: Forestry and forest industry production alternatives in Finland, 1970—2015. 6,—
- No 89 Risto Sarvas: Establishment and registration of seed orchards. 2,—
- No 90 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1968—70. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1968—70. 5,—
- No 91 Pertti Harstela ja Teemu Ruoste: Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpuvintturilla käytävä- ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittelyä sekä tuotoskoikeita. Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. 2,50
- No 92 Pentti Hakkila ja Pentti Rikkonen: Kuusitukit puumassan raaka-aineena. Spruce saw logs as raw material of pulp. 1,50
- No 93 Kari Löyttyniemi: Havupunkin ja kuusen neulaspunkin torjunta. Control of mites *Oligonychus ununguis* and *Nalepella haarlovi* var. *piceae-abietis*. 2,50
- No 94 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 5. Koivun uudet paperipuutaulukot. Sortimentafeln 5. Neue Papierholztafeln für Birke. 2,50
- No 95 Jorma Rajala: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen eteläpuoliskossa vuosina 1964—68. 2,50
- No 96 Metsätilastollinen vuosikirja 1969. Yearbook of forest statistics 1969. 8,—
- No 97 Juhani Numminen: Short-term forecasting of the total drain from Finland's forests. Suomen metsien kokonaispoistuman lyhytjaksoinen ennustaminen. 1,50
- No 98 Juhani Nousiainen, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutiomismenetelmä. Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. 4,—
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennumallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja 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 jätetuusta 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.
- No 110 Kullervo Kuusela — 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 Rantapuu: 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 puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970.
Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: 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 Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkanpuusto v. 1969—70.
Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan tärinän 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 — 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