

METSÄTEHO

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
The Forest Work Studies Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries

Julkaisu n:o 39 — Publication No. 39

PINOTIHEYSTUTKIMUKSIA

- I KOIVUPAPERIPUUT
- II HAAPAPAPERIPUUT
- III PIENLÄPIMITTAISET
KUUSI- JA MÄNTYPAPERIPUUT

OLLI MAKKONEN

PILE DENSITY STUDIES

- I BIRCH PULPWOOD
- II ASPEN PULPWOOD
- III SMALL-SIZED SPRUCE
AND PINE PULPWOOD

Summary in English

Tutkimus on suoritettu Pienpuualan
Toimikunnan toimeksiannosta ja rahoittamana

HELSINKI 1958

METSÄTEHO

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
The Forest Work Studies Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries

Julkaisu n:o 39 — Publication No. 39

PINOTIHEYSTUTKIMUKSIA

- I KOIVUPAPERIPUUT
- II HAAPAPAPERIPUUT
- III PIENLÄPIMITTAISET
KUUSI- JA MÄNTYPAPERIPUUT

OLLI MAKKONEN

PILE DENSITY STUDIES

- I BIRCH PULPWOOD
- II ASPEN PULPWOOD
- III SMALL-SIZED SPRUCE
AND PINE PULPWOOD

Summary in English

Tutkimus on suoritettu Pienpuualan
Toimikunnan toimeksiannosta ja rahoittamana

HELSINKI 1958

ALKUSANAT

Metsissämme valmistettavien puutavaralajien joukkoon viime vuosina ilmenneet uudet tulokkaat, koivu- ja haapapaperipuut sekä pieniläpimittaiset havupaperipuut (ohutpuut) ovat herättäneet, paitsi niiden valmistamisen työajan menekkiä koskevia ongelmia, myös palkkaukseen ja hinnan määräytymiseen liittyvän pinotiheyskysymyksen. Erityisesti lehtipuista valmistettujen paperipuiden pinotiheys on ollut täysin avoin kysymys. Kokemuksen perusteella on otaksuttu, että havupuita selvästi mutkaisempien lehtipuiden ollessa kysymyksessä pinotiheys olisi pienempi ja pölkkyjen pituuden vaikutus pinotiheyteen voimakkaampi kuin havupuiden kohdalla. Havupuiden minimiläpimitan pienentämisen vaikutuksesta pinotiheyteen on esitetty eri suuntiin käyviä mielipiteitä. Toisaalta taas pelkästään pieniläpimittaisia havupaperipuita sisältävien pinojen tiheys on ollut täysin tuntematon.

Useat Metsätehon jäsenet ovat esittäneet toivomuksia näiden tavaralajien pinotiheyden selvittämisestä, ja kun kysymys toisaalta läheisesti liittyy Pienpuualan Toimikunnan käsittelemiin asioihin, on tutkimus saatu Metsätehon ohjelmaan mainitun toimikunnan rahoittamana. Tutkimuksen toimeenpanijoiden puolesta lausuttakoon Pienpuualan Toimikunnalle parhaat kiitokset.

Nyt selostettavat pinotiheystutkimukset on pantu toimeen Oy Kaukas Ab:n, Haarlan Selluloosayhtiön ja A. Ahlström Osakeyhtiön suosiollisella myötävaiikutuksella. Haluan erityisesti kiittää Oy Kaukas Ab:n metsäpäällikköä Nils Stolpea, saman yhtiön piirimetsänhoitajaa Kay Ram m - Schmidtia sekä työntutkimusosaston päällikköä, dipl.ins. Kaarlo Pöllästä, samoin myös Haarlan Selluloosayhtiön toimitusjohtajaa, tuomari Olavi Pyhälää ja metsäpäällikköä Ara Haarlaa sekä A. Ahlström Osakeyhtiön piirimetsänhoitajaa Unto Heiskasta myötämielisestä suhtautumisesta ja suuriarvoisesta avusta. Samoin olen kiitoksen velkaa Oy Kaukas Ab:n työntutkijalle Sulo Ritsilälle, joka koko Kaukaan tehtailla suoritettua tutkimuksen ajan tarjosi asiantuntevan apunsa Metsätehon mittaajien käytettäväksi sekä huolehti käytännöllisluonteisista järjestelyistä. Aineiston mittauksen

ovat kokonaisuudessaan suorittaneet metsäkouluharjoittelijat V e i k k o H i n k k a n e n ja E r k k i K a u p p i l a, joille lausun kiitokseni hyvin suoritetusta työstä.

Metsätehon toiminnanjohtaja J a a k k o V ö r y on suurella kiinnostuksella seurannut tutkimuksen suorittamista ja antanut varteen otettavia neuvoja. Olen hänelle suuresti kiitollinen, samoin myös muille tutkimuksen suorittamisessa myötävaikuttaneille, Metsätehon palveluksessa oleville henkilöille.

Helsingissä marraskuussa 1957.

Olli Makkonen

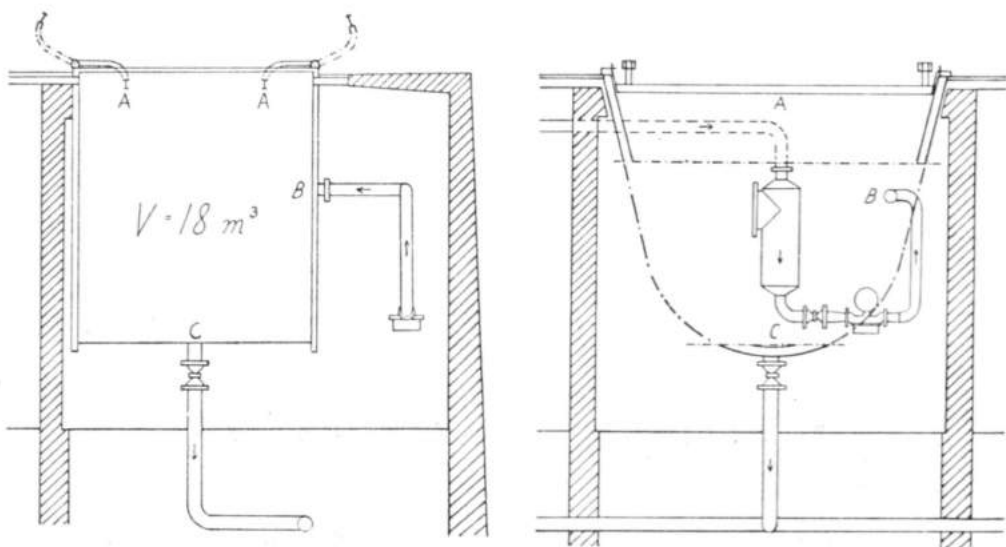
SISÄLLYS

	Sivu
Alkusanat.....	3
Mittausten suorittaminen	7
Tutkimusaineisto	11
I Koivupaperipuut	11
II Haapapaperipuut	12
III Pieniläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut	12
Tutkimustulokset	13
I Koivupaperipuut	13
II Haapapaperipuut	23
III Pieniläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut	26
Tutkimustulosten yhdistelmä	33
Kirjallisuutta	35
Summary in English	36

MITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Kiintokuutiomäärä on suurimmalta osalta aineistoa mitattu pölkyittäin läpimitan ja pituuden perusteella. Läpimitan mittaaminen suoritettiin millimetriasteikolla varustetuilla mittasaksilla pölkyn kummastakin päästä kahdessa toisiaan vasten kohtisuorassa suunnassa. Tyvipölkkyjen tyviläpimittaa ei mitattu aivan pölkyn päästä, vaan silmävaraisesti arvioiden sellaiselta etäisyydeltä tyvipäästä, ettei tyvipaksunnos vaikuttaisi suurentavasti pölkyn kuutioon. Alustavissa tutkimuksissa todettiin nimittäin koivujen tyvipaksunnoksen suuruuden siinä määrin vaihtelevan, että tällainen menettely katsottiin paremmaksi kuin aivan tyvipäästä tai määräetäisyydeltä tyvipäästä mittaaminen. Koska tällaisen mittauksen tulos on jossain määrin subjektiivinen, ts. riippuu mittauksen suorittajasta, pidettiin kiinni siitä periaatteesta, että samat henkilöt suorittivat koko aineiston mittauksen ja että heidän mittaustuloksensa poikkeavuus todellisesta kiintokuutiosta kontrolloitiin erikseen.

Katsottiin, että tällainen subjektiivinen mittaustapa eliminoi mahdolliset paikalliset eroavuudet tyvipaksunnoksen suuruudessa ja että tällöin riittää pelkäämään henkilökohtainen korjauskerroin riittävän tarkkaan tulokseen pääsemiseksi. Muussa tapauksessa olisi tarvittu alueittaiset korjauskertoimet, joiden määrittäminen olisi tuottanut melkoisesti vaikeuksia. Pinojen tarkan kiintokuutiomäärän mittaaminen on nimittäin kohtuullisen ajanmenekin puitteissa mahdollista ainoastaan tätä tarkoitusta varten konstruoidun, melko suurikokoisen ksylometrin eli mittausaltan avulla. Jos ksylometri tehdään mittasuhteiltaan ja painoltaan sellaiseksi, että se on siirrettävissä paikasta toiseen (ks. A r o 1931, ss. 22—23), mahtuu siihen ainoastaan muutama pölkky kerrallaan, jolloin mittaaminen käy sangen hitaasti. Kiinteitä, suurikokoisia ksylometrejä, joihin puutavara voidaan nostaa nippuina, lienee maassamme toistaiseksi vain yksi, nimittäin Oy Kaukas Ab:n Kaukaan tehtaiden rantakuorimolla. Tämän mittausaltan avulla oli tilaisuus suorittaa subjektiivisen mittaustavan kontrolli sekä lisäksi vähin vaivoin koota runsaasti lisäaineistoa tarvitsematta turvautua kapaleittain mittaukseen.



Kuva 1. Oy Kaukas Ab:n nippujen mittausaltaan rakenne.
 Fig. 1. Construction of Oy Kaukas Ab's basin for measuring bundles.

Mittausaltaan rakenne selviää kuvasta 1. Altaan tilavuus on tarkalleen 18 000 litraa. Altaan suunnittelijan laskelmien paikkansa pitävyys on todettu myös kokeellisesti täyttämällä allas vedellä tarkasti mitoitettua, sylinterinmuotoista mitta-astiaa käyttäen. Allas on suunniteltu 2 m pituista tavaraa varten (pystysuorien päätylevyjien väli n. 2,5 m) ja sillä voidaan yhdellä kertaa mitata n. 10 p-m³. Mittaus tapahtui seuraavasti: Tukevaan, n. 3 m pituiseen, kuutiometriasteikolla varustettuun kehikkoon (ks. kuvaa 5 s. 28) ladottiin haluttu pinokuutiomäärä pölkkyjä ja suoritettiin pinokuutiomäärän tarkka mittaus. Sen jälkeen asetettiin pinon kummankin pään alle silmukkapäinen vaijeri, vaijerien päät kiinnitettiin nosturin koukkuun ja pino nostettiin nippuna tyhjiin mittausaltaaseen. Vaijerien päät irrotettiin nosturin koukusta ja jätettiin altaan reunan ulkopuolelle. I-kiskot (merkitty kirjaimella A kuvassa 1), joiden tarkoituksena on estää puiden nouseminen veden pinnan kohotessa, laskettiin paikoilleen ja lukittiin kummastakin päästä sokalla. Sen jälkeen pumpattiin mittarin läpi altaaseen vettä aukosta B. Kun allas tuli täyteen, vesi alkoi valua altaan toiseen pystysuoraan seinään sijoitetusta, vaakatasoon asetetusta pitkästä ja kaapeasta ylimenoaukosta. Ylimenoaukko kapeni putkeksi, johon kertyvä vesi heti katkaisi sähkön välityksellä pumpun toiminnan ja lopetti veden tulon altaaseen. Yli valuva vesi juoksi säiliöön, jonka kyljessä olevasta asteikosta voitiin lukea sen määrä valumisen lakattua. Tämä vesimäärä vähennettiin mittarin lukemasta, jolloin saatiin altaassa oleva vesimäärä. Kun se vähennettiin altaan tilavuudesta, saatiin altaassa olevien puiden tilavuus. Vesi juoksutettiin pois altaasta aukon C kautta.

Vesimittarin paikkansapitävyyttä kokeiltiin joka aamu laskemalla tyhjä allas täyteen vettä. Kontrollimittauksen tulokset näkyvät seuraavasta asetelmasta.

Päivämäärä <i>Date</i>	Mittarin lukema, litraa <i>Metre reading, litres</i>	Poikkeama oikeasta tilavuudesta, litraa <i>Deviation from the correct volume, litres</i>
1. 9. 1956	17 991	— 9
3. 9.	17 999	— 1
4. 9.	17 997	— 3
5. 9.	17 997	— 3
6. 9.	18 009	+ 9
6. 9.	18 006	+ 6
7. 9.	18 001	+ 1
8. 9.	17 998	— 2
10. 9.	18 001	+ 1
11. 9.	18 001	+ 1
13. 9.	18 003	+ 3
14. 9.	18 001	+ 1
15. 9.	18 001	+ 1
17. 9.	18 002	+ 2
18. 9.	18 000	± 0
19. 9.	17 994	— 6
22. 9.	17 989	— 11
24. 9.	17 990	— 10

Suurin poikkeama oikeasta tilavuudesta oli siis 11 litraa, ja poikkeama vaihteli oikean tuloksen kahden puolen. Kun altaan tilavuus on 18 000 litraa, ei tätä suuruusluokkaa olevalla virheellä ole mitään käytännöllistä merkitystä.

Kun mittausta suoritettaessa vaijeria jäi puiden alle altaaseen n. 15 m, mitattiin tämän vaijerimäärän tilavuus. Vaijerista sahattiin 25 cm pituinen pätkä, jonka tilavuus määritettiin asteikolla varustetun mittalasien avulla. Altaaseen jäävien vaijerin osien kokonaistilavuudeksi saatiin n. 3 litraa, joten tämäkään seikka ei ole huomionarvoinen virhelähde.

Mitattava puutavara oli kaikki tuoretta, samana kesänä valmistettua, joten merkittävää veden imeytymistä pölkkyihin ei ehtinyt mittauksen aikana tapahtua. Altaan täyttyminen kesti n. 10 minuuttia, ja luonnollisesti vain alimmat puut joutuivat olemaan vedessä koko tämän ajan ennen mittarilukeman saamista. Ylimenoveden valumista odotettiin sitten vielä n. 10 min, ennen kuin sen määrä merkittiin muistiin. Kun ylimenovettä kertyi n. 100 litraa eli n. ½ % altaan tilavuudesta, ei jälkimmäisenkään 10 minuutin aikana mahdollisesti tapahtunut vähäinen veden imeytyminen pölkkyihin voine aiheuttaa varteen otettavaa virhettä mittaustulokseen.

Pinojen tilavuus mitattiin tutkimuksen yhteydessä puutavaran mittaussään-
nön edellyttämällä tavalla, kuitenkin jonkin verran tarkemmin, kuin mitä käytännössä yleensä tehdään. Pinojen pituus mitattiin, paitsi korkeuden puolivälistä, myös ylhäältä ja alhaalta sentin tarkkuudella. Mittaus suoritettiin pinon kummaltakin puolelta ja näin saadulle kuudelle pituuden lukuarvolle laskettiin keskiarvo. Jos pino oli toisesta päästä vajaakorkuinen, jäivät ylämitat pois. Alle 10 m pituisten pinojen korkeus mitattiin 0.5 m:n, sitä pitempien 1 m:n



Kuva 2. Kuusipaperipuiden pituuden mittaus käynnissä.
Fig. 2. Measuring the length of spruce pulpwood.

välein pinon kummaltakin puolelta sentin tarkkuudella ja näin saaduille korkeuden lukuarvoille laskettiin keskiarvo.

Silloin kun pinon kiintokuutio mitattiin ainoastaan kappaleittain, ei pölkköjen määräpituuden tarkkuuteen kiinnitetty huomiota, vaan pituus oletettiin sekä pino- että kiintokuution mittauksessa samaksi. Verrattaessa kappaleittain mittauksen antamaa tulosta allasmittauksen antamaan oli kuitenkin pölkköjen keskimääräisen pituuden mahdollinen poikkeaminen määräpituudesta otettava huomioon. Tällöin meneteltiin niin, että pinon korkeuden ollessa n. 1/3 lopullisesta korkeudesta mitattiin jokaisen päällimmäisessä kerroksessa olevan pöllyn pituus lähimpään täyteen senttiin pyöristäen ja samanlainen mittaus toistettiin pinon korkeuden ollessa n. 2/3 lopullisesta. Täten mitattujen pölkköjen pituuksien keskiarvo katsottiin pinon pölkköjen keskimääräiseksi pituudeksi.

Karsinnan laatu ja pölkköjen mutkaisuus arvosteltiin kunkin pinon kohdalla silmävaraisesti kolmijakoista luokitusta käyttäen (I = hyvä, II = keskinkertainen, III = huono). Huomattakoon, että luokittelu koski vain laatuvaatimukset täyttäviä pölkköjä, joten III luokkaan kuuluvat paperipuut eivät vielä olleet kovin huonosti karsittuja eivätkä kovin mutkaisia, koska sellaisia ei ollenkaan kelpuuteta paperipuiksi.

TUTKIMUSAINEISTO

I Koivupaperipuut

Mitattu kiintokuutiomäärän ja pinokuutiomäärän suhde:

2 m puolipuhdaat koivupaperipuut	467 p-m ³
2 m kuorimattomat »	87 »
Yht.	551 p-m ³

Mitattu pinokuutiomäärän muutos lyhyemmiksi pölkyiksi katkottaessa:

2 m puolipuhdaat koivupaperipuut	119 p-m ³
3 m » »	21 »
3 m kuorimattomat »	28 »
4 m puolipuhdaat »	11 »
4 m kuorimattomat »	40 »
5 m puolipuhdaat »	8 »
5 m kuorimattomat »	50 »
6 m puolipuhdaat »	6 »
6 m kuorimattomat »	100 »
Yht.	383 p-m ³

Mittausallasta hyväksi käyttäen on edellä mainituista määristä mitattu 140 p-m³ puolipuhdaita ja 87 p-m³ kuorimattomia 2 m koivupaperipuita. Mittaukset suoritettiin Kaukaalla syyskuussa 1956. Kaikki muut mittaukset on suoritettu Haarlan Selluloosayhtiön tehtaan varastolla Lievestuoreella kesä-elokuussa 1956 ja heinäkuussa 1957.

II Haapapaperipuut

Mitattu kiintokuutiomäärän ja pinokuutiomäärän suhde:

2 m puolipuhfaat pyöreät haapapaperipuut 234 p-m³



Mitattu pinokuutiomäärän muutos lyhyemmiksi pölkyiksi katkottaessa:

2 m puolipuhfaat haapapaperipuut,
pyöreitä ja halkaistuja sekaisin 67 p-m³

Kaikki haapaa koskevat mittaukset on suoritettu Lievestuoreella elokuussa 1956.

III Pieniläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut

Mitattu kiintokuutiomäärän ja pinokuutiomäärän suhde:

2 m puolipuhfaat kuusipaperipuut,
latvaläpimitta 7...5 cm 213 p-m³

2 m puolipuhfaat kuusipaperipuut,
normaalimittaisten joukkoon sekoi-
tettu 7...5 cm:n paksuisia 41 p-m³

2 m kuorimattomat mäntypaperipuut,
latvaläpimitta 8...5 cm 41 p-m³

Kuusipaperipuita koskevat mittaukset on suoritettu allasta hyväksi käyttäen Kaukaalla syyskuussa 1956 ja mäntypaperipuita koskevat mittaukset kappaleittain mittauksena Noormarkussa A. Ahlström Osakeyhtiön myötävaikutuksella lokakuussa 1956.

TUTKIMUSTULOKSET

I Koivupaperipuut

Taulukoissa 1, 2 ja 3 on esitetty 2 m koivupaperipuiden pinotiheysmittausten tulokset. Taulukosta 1 näkyvät Kaukaalla suoritettujen allasmittausten antamat tulokset puolipuhdastaan tavaran osalta. Pinotiheysluku oli tässä tapauksessa keskimäärin 0.640 ja sen vaihtelurajat 0.688...0.620. Suurin pinotiheysluku saatiin pinolle n:o 1. Etsittäessä syytä tähän voidaan todeta, että ensinnäkin mutkaisuusluokka oli parempi kuin tässä osassa aineistoa keskimäärin ja että toiseksi kappalemäärä pinokuutiometriä kohti oli pienempi kuin minkään muun taulukkoon 1 sisältyvän pinon kohdalla. Toiseksi suurin pinotiheyden lukuarvo on pinolla n:o 13, ja tällöin on myös pinokuutiometriin menevä kappalemäärä toiseksi pienin. Vielä pino n:o 10:kin asettuu kummankin mainitun tunnusluvun osalta vastaavalla tavalla suuruusjärjestykseen, mutta siitä pienempiin pinotiheyslukuihin mentäessä ei tällaista säännönmukaisuutta enää todeta, joskin yleistendenssinä näyttää edelleen olevan pinotiheyden pieneneminen pinokuutiometriin menevän kappaleluvun kasvaessa.

Taulukkoon 1 sisältyvistä pinoista mitattiin n:ot 1, 7, 11 ja 15, joiden yhteinen tilavuus oli 32.719 p-m³, myös kappaleittain. Tyvi- ja latvaläpimittojen keskiarvo oli näiden pinojen pölkyillä keskimäärin 13.7 cm ja kappaleluku pinokuutiometriä kohti 21.5. Allasmittauksen mukaan yhteinen kiintokuutiomäärä oli 21.272 k-m³ ja tyvi-latvamittauksen mukaan 22.396 k-m³. Niin ollen ksylometrimittaus antoi 5.02 % pienemmän tuloksen kuin tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvoon perustuva kuutiointi. Tämän mukaisesti on muualla kuin Kaukaalla suoritettujen kappaleittain mittausten antamien kiintokuutiomäärien korjauskertoimena käytetty hieman pyöristettyä lukua 0.95. Mainittakoon, että 4 ja 6 m kuorimattomien kuusi- ja mäntypaperipuiden osalta on aikaisemmin (Tuovinen 1948, s. 25) todettu keskiläpimitan mukaisen kuutiointin antavan 1...7 % pienemmän tuloksen kuin tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvon mukai-

Taulukko — Table 1

Puolipuhattaiden 2 m koivupaperipuiden allasmittaukset Kaukaalla.

Basin measuring of 2-m. barked birch pulpwood at Kaukas.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pölkkyjen pituus keski- määrin, cm <i>Average length of bolts, cm.</i>	Pinon kor- keus keski- määrin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keskimäärin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m ³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinotiheys- luku <i>Pile density figure</i>	Karsinnan laatu <i>Degree of branching</i>	Mutkaisuus <i>Crooked- ness</i>
1	145	18.2	200.1	132.2	301.4	7.973	5.482	0.688	II	II
2	196	23.8	200.3	136.4	301.4	8.235	5.202	0.632	II	III
3	192	23.1	199.6	138.3	301.4	8.320	5.356	0.644	II	II
4	176	21.5	199.8	136.0	301.4	8.190	5.249	0.641	II	III
5	189	22.9	199.8	137.3	301.4	8.268	5.249	0.635	II	III
6	193	23.5	199.9	136.1	301.4	8.200	5.217	0.636	II	III
7	195	23.7	199.8	136.8	301.4	8.238	5.175	0.628	II	III
8	201	24.1	200.0	138.4	301.4	8.343	5.216	0.625	II	III
9	208	25.2	199.9	136.8	301.4	8.242	5.305	0.644	II	III
10	181	21.4	199.8	140.6	301.4	8.467	5.569	0.658	II	III
11	181	21.7	199.7	138.5	301.4	8.336	5.380	0.645	II	III
12	189	22.6	200.3	138.3	301.4	8.349	5.231	0.627	II	III
13	160	19.6	199.8	135.3	301.4	8.148	5.420	0.665	II	III
14	189	22.4	200.3	139.9	301.4	8.446	5.307	0.628	II	III
15	183	22.4	199.8	135.7	301.4	8.172	5.235	0.641	II	III
16	200	24.0	199.4	138.7	301.4	8.336	5.168	0.620	II	III
17	213	25.9	199.2	137.0	301.4	8.225	5.177	0.629	II	III
Yhteensä <i>Total</i>	3191	22.7				140.488	89.938	0.640	2.0	2.9

Taulukko — Table 2

Puolipuhattaiden 2 m koivupaperipuiden kappaleittain mittaukset Lievestuoreella.

Bolt by bolt measuring of 2-m. barked birch pulpwood at Lievestuore.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pinon kor- keus keski- määrin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keskimäärin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m ³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinotiheys- luku <i>Pile density figure</i>	Karsinnan laatu <i>Degree of branching</i>	Mutkaisuus <i>Crooked- ness</i>	Pinon tilavuuden muutos uudelleenlatomisen vuoksi, % <i>Change in volume due to repiling, %</i>
1 a b M	1679	28.4 27.4 27.9	160 149	1845 2056	59.040 61.267 60.154	37.916	0.642 0.619 0.630	I	II	+3.77
2 a b M	3161	27.0 26.3 26.6	157 156	3730 3856	117.122 120.307 118.715	75.152	0.642 0.625 0.633	II	II	+2.72
3 a b M	279	27.1 27.2 27.2	149 132	355 388	10.299 10.243 10.271	6.355	0.617 0.620 0.619	I	II	—0.54
4 a b M	615	26.6 27.3 27.0	153 155	755 727	23.103 22.537 22.820	14.092	0.610 0.625 0.618	I	II	—2.45
5 a b M	895	27.1 26.3 26.7	153 165	1079 1031	33.017 34.022 33.520	20.103	0.609 0.591 0.600	II	III	+3.04
6 a b M	227	21.7 21.4 21.6	142 139	368 381	10.451 10.592 10.522	6.611	0.633 0.624 0.628	II	III	+1.35
7 a b M	787	25.7 25.6 25.6	153 148	1005 1040	30.753 30.784 30.769	18.598	0.605 0.604 0.604	III	III	+0.10
8 a b M	826	26.9 26.8 26.8	152 145	1010 1063	30.704 30.827 30.766	18.426	0.600 0.598 0.599	III	III	+0.40
Yht. Total a b M	8469	26.9 26.4 26.6			314.489 320.579 317.534	197.253	0.627 0.615 0.621	1.9	2.6	+1.94

a = koskematon pino ennen pölkkyjen mittausta — *untouched pile before the measuring of bolts*b = uudelleen pinottuna mittauksen jälkeen — *repiled after measuring*M = keskimäärin — *average*

Taulukko — Table 3

Kuorimattomien 2 m koivupaperipuiden allasmittaukset Kaukaalla.

Basin measuring of 2-m. unbarked birch pulpwood at Kaukas.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pölkkyjen pituus keski- määrin, cm <i>Average length of bolts, cm.</i>	Pinon kor- keus keski- määrin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keskimäärin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m ³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinotiheys- luku <i>Pile density figure</i>	Karsinnan laatu <i>Degree of branching</i>	Mutkaisuus <i>Crooked- ness</i>
1	190	23.7	201.6	132.2	301.4	8.033	5.277	0.657	II	II
2	200	23.9	200.5	138.2	301.4	8.352	5.324	0.637	II	II
3	265	31.7	199.9	138.8	301.4	8.363	5.200	0.622	II	I
4	255	31.5	199.9	134.5	301.4	8.104	5.140	0.634	II	I 1/2
5	259	31.4	200.0	137.0	301.4	8.258	5.231	0.633	II	II
6	230	27.6	199.8	138.6	301.4	8.346	5.366	0.643	I	II
7	236	28.5	199.8	137.3	301.4	8.268	5.400	0.653	I	II
8	267	32.3	199.7	139.1	301.4	8.372	5.094	0.608	II	II
9	234	28.5	199.6	136.4	301.4	8.206	5.209	0.635	II	II
10	202	24.6	200.0	136.1	301.4	8.204	5.399	0.658	II	II
11	92	19.2	199.8	79.6	301.4	4.739	3.105	0.648	II	II
Yhteensä <i>Total</i>	2430	27.8				87.299	55.745	0.639	1.8	1.9

sen kuutioinnin. On sitten eri kysymys, paljonko keskiläpimitan mukainen kuutio poikkeaa täysin oikeasta.

Taulukko 2 koskee edelleen puolipuhdasta 2 m koivupaperipuuta, mutta tällöin ovat kysymyksessä Lievestuoreella suoritettut kappaleittain mittaukset. Kysymyksessä ovat tehtaan varastolla mitatut pinot, joiden suuruus vaihtelee sattumanvaraisesti päinvastoin kuin Kaukaalla, jossa altaan tilavuus asetti pelkästään mittausmielessä tehtyjen pinojen koolle rajan. Lievestuoreella pinot mitattiin sekä koskemattomina, siis ennen pölkyttäin mittausta, että uudelleen pinottuina pölkyttäin mittauksen jälkeen. Keskimäärin pinot suurenivat uudelleen latomisen johdosta lähes 2 %, mutta eräissä tapauksissa muutoksen suunta oli kuitenkin päinvastainen. Taulukossa on esitetty sekä kumpaankin mainittuun tilavuuteen että niiden keskiarvoon perustuvat tulokset.

Pinomittojen keskiarvoon perustuva, kuutiomäärällä painotettu keskimääräinen pinotiheysluku oli 0.621. Kappalemäärä pinokuutiometriä kohti oli keskimäärin 26.6, siis selvästi suurempi kuin Kaukaalla, mikä puolestaan saattaa selittää keskimääräisen pinotiheysluvun pienemmyyden Kaukaalla saatuun verrattuna. Karsinnan laadun ja mutkaisuuden erot eivät sitä selitä, sillä pölkyt arvosteltiin kummankin tekijän osalta Lievestuoreella keskimäärin hiukan paremmiksi kuin Kaukaalla.

Karsinnan laadun ja mutkaisuuden vaikutus pinotiheyteen tulee taulukossa 2 näkyviin ainakin sillä tavalla, että pinoilla n:o 7 ja 8, joiden pölkyt on kummankin tekijän osalta arvosteltu heikoimpaan laatuvaatimukset täyttävään luokkaan kuuluviksi, myös pinotiheysluvut ovat vaihteluvälin alarajalla. Pölkyjen järeyden vaihtelu oli tässä osassa aineistoa sangen vähäistä eikä niin ollen voida sanottavasti havaita pinokuutiometriin menevän kappaleluvun vaikutusta pinotiheyslukuun. Sen verran voidaan todeta, että pinossa n:o 6, jossa kappalemäärä pinokuutiometriä kohti oli pienempi kuin muilla, pinotiheys oli huolimatta mutkaisuusluokasta III selvästi keskimääräistä parempi.

Taulukossa 2 lueteltujen lisäksi mitattiin Lievestuoreella vielä yksi poikkeuksellisen ohuita puolipuhdaita 2 m koivupaperipuita sisältävä pino, jonka tilavuus oli 9.204 p-m³. Kappaleluku pinokuutiometriä kohti oli 47.8 ja pinotiheysluvuksi saatiin 0.580, siis tuntuvasti pienempi luku kuin millekään normaalitavaraa sisältävälle pinolle. Tässä pinossa oleva tavara oli otettu 5 cm:n läpimitaan asti, sen sijaan että koivupaperipuiden minimiläpimitta muuten oli 9 cm.

Taulukosta 3 nähdään kuorimattomia 2 m koivupaperipuita koskevien, Kaukaalla suoritettujen allasmittausten tulokset. Keskimääräiseksi pinotiheysluvuksi saatiin 0.639, siis jokseenkin sama luku kuin vastaavanlaisen mittauksen tuloksena puolipuhdalle tavaralle, mutta on kuitenkin huomattava, että kappaleluku pinokuutiometriä kohti oli nyt keskimäärin 27.8 sen ollessa puolipuhdasta tavaralla kohdalla vain 22.7. Pinotiheys näyttäisi siis tosiasiallisesti olleen kuorimattomalla tavaralla suurempi kuin puolipuhdalla. Syynä tähän tuskin kuitenkaan on kuorimattomuus — senhän odotaisi pikemminkin vaikuttavan päinvastaiseen suuntaan — vaan kuorimattoman tavaralla vähäisempi keskimääräinen mutkaisuus. Mutkaisuusluokan luku-

Taulukko — Table 4

Pölkkyjen järeyden vaikutus 2 m koivupaperipuiden pinotiheyteen.
Effect of the thickness of bolts on the pile density of 2-m. birch pulpwood.

Aineisto Material	Kpl/p-m³ — Number of bolts per cu.m. piled measure					
	18—21	22—25	26—29	30—33	—	46—49
	Pinotiheysluku — Pile density figure					
Kaukas						
Puolipuhmaat <i>Barked</i>	0.670	0.634	0.629	—	—	—
Kuorimattomat <i>Unbarked</i>	0.648	0.649	0.644	0.624	—	—
Lievestuore						
Puolipuhmaat <i>Barked</i>	—	0.628	0.621	—	—	0.580
Keskimäärin <i>Average</i>	0.659	0.637	0.631	0.624	—	0.580
Karsinnan laatu <i>Degree of branching</i>	2.0	2.0	2.1	2.0	—	2.0
Mutkaisuus <i>Crookedness</i>	2.4	2.6	2.4	1.4	—	2.0

arvojen keskiarvohan oli puolipuhmaalla tavaralla 2.9 ja kuorimattomalla tavaramalla 1.9. Karsinnan laadussakin oli vähäinen, mutta tuskin merkittävästi vaikuttava ero kuorimattoman tavarahan hyväksi. Kun tämä otetaan huomioon, ei voitane katsoa puolipuhmaan ja kuorimattoman tavarahan pinotiheyslukujen sannottavasti eroavan toisistaan. — Pölkkyjen järeyden vaihtelu on taulukon 3 puitteissa melko tuntuva ja sen vaikutuskin pinotiheyteen on ainakin yleissuunnan osalta todettavissa. Tähän kysymykseen palataan lähemmin jäljempänä.

Taulukon 3 pinoista mitattiin n:ot 2, 6 ja 10 myös kappaleittain. Tyvi- ja latvaläpimittojen keskiarvoon perustuva kuutiointi antoi niiden yhteiseksi kuutioksi 16.684 k-m³, sen sijaan että allasmittauksessa saatiin niiden tilavuudeksi 16.089 k-m³. Jälkimmäinen luku on 3.57 % pienempi kuin edellinen. Tämän mukaisesti on kuorimattomalle tavaralle käytetty kappaleittain mittauksen antaman kiintokuutiomäärän korjauskertoimenä — jälleen hieman pyöristettynä — lukua 0.965.

Seuraavassa tarkastellaan vielä lähemmin pölkkyjen järeyden vaikutusta pinotiheyteen. Taulukossa 4 on esitetty kuutiomäärillä painotetut pinotiheyslukujen keskiarvot pölkynsuuruusluokittain kaikissa kolmessa edellä käsitellyssä tapauksessa sekä laskettu myös näille tapauksille painottamattomat keskiarvot. Saman yhtenäisen aineiston osan ollessa kysymyksessä on kuutiomäärällä painottaminen katsottu aiheelliseksi, mutta eri paikkakunnilta saatujen tai eri tavaramalajeja koskevien tulosten keskiarvojen laskemisessa sitä ei ole käytetty,



Kuva 3. Puolipuhaita, 3 . . . 6-metrisiä koivurankoja.

Fig. 3. 3 . . . 6-m. barked birch logs.

koska mainitunlainen painottaminen saattaisi aiheuttomasti korostaa mahdollisten alueellisten tai tavaralajista johtuvien laatuerojen vaikutusta. Pölkkyjen järeyden luokitteluperusteena on käytetty yhteen pinokuutiometriin menevää kappalemäärää siten, että taulukoissa yhdellä desimaalilla ilmoitetut kappaleluvut on pyöristetty kokonaisluvuiksi.

Pinotiheys näyttää siis melko selvästi pienenevän pinokuutiometriin menevän kappaleluvun kasvaessa. Nähtävästi tämä johtuu siitä, että lehtipuista puheen ollen pölkkyt ovat yleensä sitä mutkaisempia, mitä pienemmistä rungoista ne ovat peräisin. Mittauksen yhteydessä suoritettu mutkaisuuden silmävarainen arviointi ei kylläkään näytä tukevan tätä väitettä, vaan päinvastoin pienille pölkyille on saatu keskimäärin parempi mutkaisuusluokka kuin suurille. Kuitenkin on huomattava, että mutkaisuuden silmävarainen arviointi perustui etupäässä selvästi mutkaisten tai lenkojen pölkkyjen määrään ja että pienistä rungoista samoin kuin suurten runkojen latvaosista peräisin olevissa pölkyissä esiintyy melkein aina pientä mutkittelua, joka ei ehkä herätä erityisesti huomiota, mutta jolla kuitenkin saattaa olla melko tuntuva vaikutus pinotiheyteen. Kun lehtipuiden yläoksat lisäksi yleensä ovat melko viistoon rungosta erkanevia, jää hyvinkin karsittuun puuhun helposti kyhmyjä. Toisaalta taas oksaisia rungonosia sisältyy pinoon suhteellisesti sitä enemmän, mitä pienempi pölkkyjen läpimitta keskimäärin on.

Tarkasteltakoon seuraavana pölkkyjen pituuden vaikutusta koivupaperipuiden pinotiheyteen Lievestuoreella kerätyn aineiston perusteella. Kysymyksessä ovat 3 . . . 6 m pituiset, 5 cm latvaläpimittaan saakka katkaistut koivurangat sekä 2 m pituiset, 9 cm läpimittaan katkaistut koivupaperipuut. Eri rankapituudet oli ladottu omiin pinoihinsa, joiden tilavuudet mitattiin. Tämän jälkeen kat-

Taulukko — Table 5

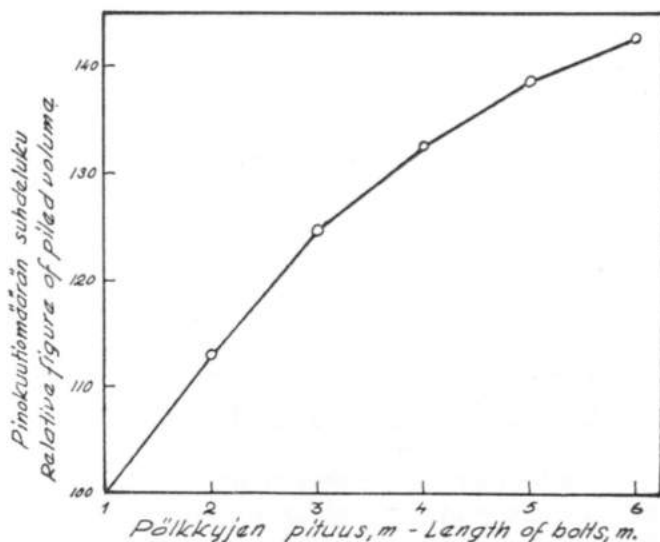
Pölkkyjen pituuden vaikutus koivupaperipuupinojen tilavuuteen.

Effect of the length of bolts on the volume of birch pulpwood piles.

Pituudet, joille pino- kuutiomäärä on mitattu, m <i>Lengths for which volume in piled cu.m. has been measured, m.</i>	2 m puoli- puhtaata koivu- paperi- puut <i>2-m. barked birch pulp- wood</i>	Koivurangat — Birch Long Logs							
		3 m		4 m		5 m		6 m	
		puoli- puhtaata <i>barked</i>	kuori- mattomat <i>un- barked</i>	puoli- puhtaata <i>barked</i>	kuori- mattomat <i>un- barked</i>	puoli- puhtaata <i>barked</i>	kuori- mattomat <i>un- barked</i>	puoli- puhtaata <i>barked</i>	kuori- mattomat <i>un- barked</i>
		p-m³ — cu.m. piled measure							
1	104.003	17.766	21.983	8.200	(29.723)	5.601	36.550	3.888	(71.896)
2	118.715			9.204	33.585				81.238
3		21.181	28.249					4.905	
4				10.629	40.182				
5						7.900	49.885		
6								5.686	100.167
Suhdeluvut — Relative Figures (1 m = 100)									
1	100	100	100	100	(100)	100	100	100	(100)
2	114			112	113				113
3		119	129					126	
4				130	135				
5						141	136		
6								146	139
jm/p-m³ 1-metriseksi katkottuna <i>Running metres/piled cu.m. cut into 1-m. lengths</i>	61	73	87	107	(75)	122	75	134	(53)

kottiin 3-metriset rangat 1-metrisiksi, 4-metriset puolipuhtaat rangat ensin 2-metrisiksi ja sitten uudelleen pinoamisen jälkeen edelleen 1-metrisiksi, 4-metriset kuorimattomat rangat 2-metrisiksi, 5-metriset rangat 1-metrisiksi, 6-metriset puolipuhtaat rangat ensin 3-metrisiksi ja sitten 1-metrisiksi sekä 6-metriset kuorimattomat rangat 2-metrisiksi. Kunkin katkomisen jälkeen pölkkyt pinottiin uudelleen ja suoritettiin pinon tilavuuden mittaust. Normaalitytävän osalta oli tutkimuskohteena taulukkoon 2 sisältyvä pino n:o 2, joka katkottiin 1-metrisiksi pölkkyiksi. Taulukossa 5 on esitetty mittauksilokset sekä pinokuutiomäärinä että suhdelukuina. Niille tavaraerille, joiden katkomista ei jatkettu 1-metrisiksi saakka, on laskettu pinotilavuudet 1-metrisinä pölkkyinä käyttäen apuna 2- ja 1-metrisen tavaran pinotilavuuksien suhteelle saatua keskiarvoa. Nämä tilavuudet ja vastaavat suhdeluvut on merkityt taulukossa sulukkeisiin.

Taulukossa alimpana olevat, kuhunkin ryhmään kuuluvien pölkkyjen keskimääräistä järeyttä osoittavat luvut kaivannevat selitystä. Jos tarkastelemme puolipuhtaita rankoja koskevia lukuja, toteamme juoksumetrimäärän pinokuu-



Kuva 4. Pölkkyjen pituuden vaikutus koivupaperipuupinojen tilavuuteen.
 Fig. 4. Effect of the length of bolts on the volume of birch pupwood piles.

tiometriä kohti nousevan melko voimakkaasti rankojen pituuden lisääntyessä. Puolipuhdaita rankoja valmistettaessa oli hakkuuohjeena ainoastaan, että minimiläpimitta on 5 cm ja rungot on katkottava täysille metreille rajoissa 3... 6 m. Seurauksena oli, että hakkuumiehet välttääkseen kovin painavia pölkkyjä katkoivat paksut rungon osat lyhyemmiksi kuin ohuet. Siitä taas aiheutui taulukossa näkyvä pinokuutiometriin menevän juoksumetrimäärän kasvu rankojen pituuden mukaan. Kuorimattomia rankoja valmistettaessa oli edellä mainittujen ohjeiden lisäksi nimen omaan määrätty, että on aina otettava niin pitkä ranka kuin mahdollista. Niin ollen saivat teknillisten vikojen aiheuttamia poikkeuksia lukuun ottamatta ainoastaan latvapölkkyt olla suurinta sallittua pituutta lyhyempiä. Tästä oli seurauksena aivan päinvastainen ilmiö kuin puolipuhdaita rankoja valmistettaessa, ts. valmistettu tavara oli sitä järeämpää, mitä pitempää se oli. Jos kussakin pituusryhmässä lasketaan juoksumetrimäärien keskiarvo puolipuhdaille ja kuorimattomille rangoille, saadaan pituusjärjestyksessä 80, 91, 99 ja 94 jm/p-m³. Vaihtelu on tällöin jo huomattavasti pienempi kuin yksittäistapauksissa. Nämä juoksumetrimäärät pinokuutiometriä kohti ovat selvästi suurempia kuin normaalitavaralla, mikä johtuu lähinnä rankojen pienemmästä minimiläpimitasta normaalitavaraan verrattuna.

Jos taulukossa 5 esitetyille suhdeluvuille lasketaan kussakin pituusryhmässä keskiarvo, on tulos graafisesti esitettynä sellainen, kuin kuvasta 4 näkyy.

Keskiarvopisteet yhdistämällä saadun murtoviivan kulku on huomattavan säännöllinen. Kiintokuutioltaan vakiona pysyvän pinon tilavuuden ja tavarankuutioiden välillä näyttää vallitsevan voimakas positiivinen korrelaatio, joka on luonteeltaan käyräviivainen siten, että pinon tilavuus kasvaa hidastuvasti pölkkyjen pidentyessä.

Jos 2 m koivupaperipuiden pinotiheysluvuksi katsotaan 0.63, ovat eripituis-
ten koivupaperipuiden pinotiheysluvut kuvan 4 perusteella seuraavat (tau-
lukko 6).

Taulukko — Table 6

Pölkkyjen pituuden vaikutus koivupaperipuiden pinotiheyslukuun.
Effect of the length of bolts on the pile density of birch pulpwood.

Pölkkyjen pituus, m — Length of bolts, m.					
1	2	3	4	5	6
Pinotiheysluku — Pile density					
0.71	0.63	0.57	0.54	0.52	0.50

Taulukossa 6 esitettyjen lukujen osalta on tehtävä eräitä varauksia. Eripitui-
sen tavaran pinotiheyslukujen suhteet perustuvat suurimmalta osalta aineistoon,
jossa minimiläpimitta oli 5 cm. Suhteet saattaisivat kenties olla jonkin verran
toisenlaisia, jos minimiläpimitta olisi kaikissa tapauksissa ollut esim. 9 cm. Toi-
saalta on kuitenkin ilmeistä, että jos koivupaperipuita hankitaan pitkinä ran-
koina, tällöin yleensä mennään melko pieneen minimiläpimittaan, koska käyttö-
kelpoista tavaraa muuten jäisi melkoisesti metsään. — Toiseksi on muistettava,
että eri pituuksien pinotiheyslukujen suhteet perustuvat pitkien rankojen ly-
hyemmiksi katkomisen yhteydessä suoritettuihin mittauksiin. Jos tavara teh-
dään suoraan metsässä esim. 1-metriseksi, tulee todennäköisesti mukaan sellai-
siakin rungon osia, jotka 2-metrisinä tai sitä pitempinä pölkkyyinä eivät täyttäisi
laatuvaatimuksia mutkaisuuden osalta. Yleensäkin on lehtipuista puheen ollen
todennäköistä, että mitä pitemmiksi pölkyiksi rungot katkotaan, sitä enemmän
runkoja ja rungon osia joudutaan liiallisen mutkaisuuden takia hylkäämään.
Jos näin on asian laita, on hankittu tavara keskimäärin sitä suurempaa, mitä
pitemmät pölkyt ovat kysymyksessä, joskin havainnoitsijan suhteellisuuden-
tajun heikkous saattaa estää tämän seikan silmävaraisen toteamisen sen jäl-
keen, kun katkominen on jo suoritettu ja tavara ajettu pois metsästä. Jos pitkä
tavara jälkeinpäin katkotaan lyhyemmiksi pölkyiksi, on näin saatu tavara siis
ilmeisesti jonkin verran suurempaa kuin suoraan metsässä lyhyihin mittoihin
katkottu tavara. Niin ollen yksinomaan joko 1-, 2-, 3-, 4-, 5- tai 6-metriseksi
metsässä katkottujen koivupaperipuiden pinotiheyslukujen erot olisivat toden-
näköisesti jonkin verran pienempiä kuin taulukon 6 mukaiset. Erityisesti 1- ja
2-metrisen tavaran pinotiheyslukujen suhteen kohdalla tämä seikka lienee huo-
mion arvoinen.

Varsinaisia pinotiheystutkimuksia ei liene koivupaperipuiden osalta meillä
aikaisemmin suoritettu. A r o ja K o r p e l a ovat kuitenkin vast'ikään ilmes-
tyneessä, koivuselluloosapuun kuorintahäviötä koskevassa tutkimuksessaan
(Pienpuualan Toimikunnan julkaisu n:o 31) esittäneet tietoja pinotiheyksistä

kuorinta-aineistonsa puitteissa. Käyttäen Heinosen pinotiheysmittaria, joka antaa lähinnä tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvoon perustuvan kuution, he ovat saaneet 2 m koivupaperipuulle keskimääräiseksi pinotiheysluvuksi kuorimattomana 0.66 ja puolipuhaana (käsin kuorittuna) 0.67. Kun he ovat ottaneet huomioon edellä ss. 13 ja 18 esitetyt ja jo aikaisemmin aistattujen koivupaperipuuden kuorettoman kiintokuutiomäärän ja pinokuutiomäärän suhdetta koskevan tutkimuksen yhteydessä (M a k k o n e n 1957) ilmoitetut, tyvi-latvamittauksen antaman kuution korjaukset käyttäen pyöristettynä lukuna kummassakin tapauksessa 4 %, he ovat päässeet pinotiheyslukuihin 0.63 ja 0.64, siis täysin vastaavanlaisiin lukuihin kuin tässä tutkimuksessa. On kylläkin muistettava, että tässä tutkimuksessa käytetty kappaleittainen mittaustapa oli tyvipaksunnoksen eliminoimiseen tähtäävä ja jossakin määrin subjektiivinen, joten saadut korjauskertoimet koskevat tarkasti ottaen vain niitä henkilöitä, jotka ovat suorittaneet käsillä olevan aineiston mittauksen, ja että Heinosen pinotiheysmittari ei eliminoi tyvipaksunnoksen vaikutusta. Joka tapauksessa voitaneen kuitenkin kummankin tutkimuksen katsoa päätyneen samansuuntaisiin tuloksiin. Suomessa saadut tulokset eivät merkittävästi poikkea Ruotsissa 1920-luvulla saaduista pyöreän koivutavaran pinotiheysluvuista (Vid virkesmätning erforderliga relationstal 1923).

A r o ja K o r p e l a ovat saaneet 1 m koivupaperipuuden pinotiheysluvuksi kuorimattomina 0.69 ja puolipuhaana 0.70, siis jonkin verran pienemmät luvut kuin taulukon 6 mukaan. Tämä saattaa johtua siitä edellä mainitusta seikasta, että suoraan 1-metriseksi tehty tavara on keskimäärin mutkaisempaa kuin pitemmästä tavarasta myöhemmin katkomalla saatu 1-metrinen tavara.

Käsin kuoritun, puolipuhaan ja toisaalta kuorimattoman koivutavaran pinotiheyksillä ei siis näytä olevan suurta eroa. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei todettu mainittavaa eroa, ja jos A r o n ja K o r p e l a n 2 m koivutavaraa koskevat luvut muunnetaan vastaamaan todellista kiintokuutiota käyttäen tässä tutkimuksessa saatuja tyvi-latvamittauksen korjausprosentteja eikä niiden pyöristettyä keskiarvoa, häviää puolipuhaan ja kuorimattoman tavaran vähäinen ero heidänkin aineistossaan kokonaan. Sen sijaan on ilmeistä, että koneellinen kuorinta selvästi parantaa pinotiheyttä, kuten mm. A r o ja K o r p e l a ovat todenneet. Luonnollisesti voi käsin kuorinnassakin niin käydä, jos karsiminen on huonosti suoritettu.

II Haapapaperipuut

Haapapaperipuita koskevat mittaustulokset on esitetty taulukossa 7. Kun haapapaperipuuden kohdalla ei ollut tilaisuus suorittaa allasmittauksia, ei tässä tapauksessa voitu todeta, paljonko tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvoon perustuvan kuutioinnin antama tulos poikkeaa todellisesta kuutiosta. Kun tyvi- ja latvaläpimitan keskiarvon mukainen kuutio kaikissa tapauksissa, jopa pieniläpimittaisen kuusitavarankin kohdalla, joka sisältää runsaasti runkojen paraboloidisista latvaosista peräisin olevia pölkkyjä, näyttää 2-metrillä tavaralla ole-

van todellista suurempi, on haapapaperipuidenkin kysymyksessä ollen tehtävä jonkinlainen korjaus. Lähinnä ovat tällöin käytettävissä edellä esitetyt, koivupaperipuita koskevat luvut ja niinpä onkin puolipuhdasta haapatavaran kohdalla käytetty kappaleittain mittauksen antaman kuution korjauskertoimena lukua 0.95.

Tehtaan varastolla olevien koskemattomien, 2 m haapapaperipuuta sisältävien pinojen keskimääräiseksi pinotiheysluvuksi saatiin 0.624. Pölkkyjä meni pinokuutiometriin keskimäärin 22.9 kpl. Kappaleittain mittauksen ja uudelleen pinoamisen jälkeen saatiin pinotiheysluvuksi keskimäärin 0.639. Päinvastoin kuin koivupaperipuiden kysymyksessä ollen pinot siis keskimäärin jonkin verran pienenevät uudelleen pinoamisen johdosta. Yksityisiä pinoja tarkastelemalla huomataan uudelleen latomisen aiheuttaman muutoksen kohdalla selvä säännönmukaisuus. Kuivaa tavaraa sisältävät pinot ovat melko selvästi pienentyneet, tuoretta ja sekä tuoretta että kuivaa tavaraa sisältävät pinot sen sijaan suurentuneet, tosin suhteellisesti vähemmän. Nähtävästi pölkkyt saattavat pinoissa kuivuessaan kutistua, ilman että pinon tilavuus vastaavasti tai ainakaan yhtä nopeasti pienenee. Tuoreen haapatavaran kohdalla näyttää pinojen suurentuminen olevan määrältään hyvin vaihtelevaa. Pino n:o 6, jossa oli sekaisin tuoretta ja kuivaa tavaraa, suureni uudelleen pinottaessa merkityksettömän vähän. Lievestuoreella mitatun, edellä käsitellyn koivuaineiston kohdalla, joka sisälsi kauttaaltaan tuoreusasteeltaan samanlaista, lähinnä puolikuivaksi määritettyä tavaraa, oli uudelleen pinoamisen aiheuttaman pinon tilavuuden muutoksen suunta vaihteleva, mutta keskimäärin kuitenkin jonkin verran suureneva.

Koskemattomien ja uudelleen pinottujen pinojen keskiarvona saatu haapapaperipuiden pinotiheysluku on 0.631. Koivupaperipuiden osalta saatiin Lievestuoreella vastaavaksi luvuksi 0.621, mutta tällöin oli kappalemäärä pinokuutiometriä kohti selvästi suurempi kuin haapapaperipuiden kohdalla. Haapapaperipuiden pinotiheys ei siis näytä keskimäärin paljoakaan poikkeavan koivupaperipuiden pinotiheydestä.

Taulukko — Table 7

Puolipuhaiden pyöreiden 2 m haapapaperipuiden kappaleittain mittaukset Lievestuoreella.

Bolt by bolt measuring of 2-m. barked round aspen pulpwood at Lievestuore.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pinon kor- keus keski- määrin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keski- määrin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m ³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinon- tiheysluku <i>Pile density figure</i>	Karsinnan laatu <i>Degree of branching</i>	Mutkaisuus <i>Crooked- ness</i>	Pinon tilavuuden muutos uudelleenlato- misen vuoksi, % <i>Change in pile volume due to repiling, %</i>	Huomau- tuksia <i>Remarks</i>
1 a b M	1014	26.8 28.7 27.7	156 152	1214 1163	37.877 35.355 36.616	23.475	0.620 0.664 0.641	I	I	—6.66	kuivaa <i>seasoned</i>
2 a b M	595	20.9 21.6 21.2	153 147	932 936	28.519 27.518 28.019	16.917	0.593 0.615 0.604	I	II	—3.51	kuivaa <i>seasoned</i>
3 a b M	1634	18.9 19.5 19.2	155 150	2795 2790	86.645 83.700 85.173	53.989	0.623 0.645 0.634	I	I	—3.40	kuivaa <i>seasoned</i>
4 a b M	771	31.7 31.0 31.4	153 146	794 857	24.296 24.849 24.573	15.466	0.637 0.622 0.629	I	I	+2.28	tuoretta <i>green</i>
5 a b M	741	27.3 27.2 27.2	158 159	860 858	27.176 27.284 27.230	17.347	0.638 0.636 0.637	I	I	+0.47	tuoretta <i>green</i>
6 a b M	651	20.3 20.3 20.3	159 170	1008 944	32.054 32.096 32.075	20.347	0.635 0.634 0.634	I	I	+0.13	tuoretta ja kuivaa <i>green and seasoned</i>
Yht. a Total b M	5406	22.9 23.4 23.1			236.567 230.802 233.686	147.541	0.624 0.639 0.631	1.0	1.2	—2.44	

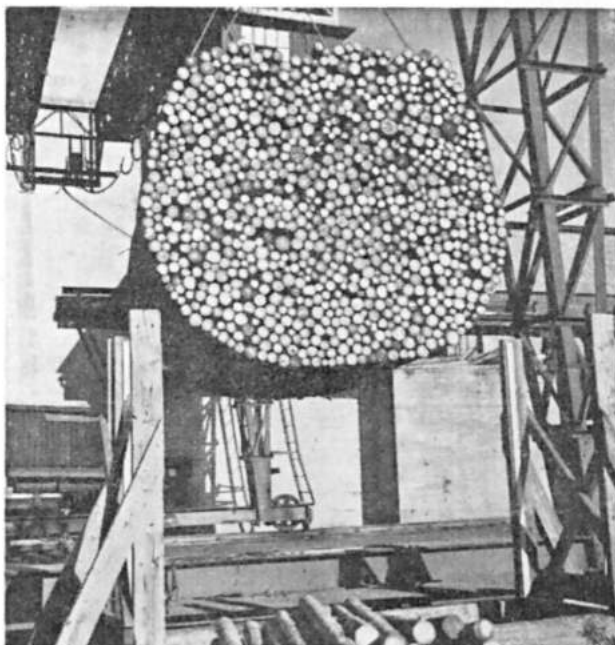
a = koskematon pino ennen pölkkyjen mittausta — *untouched pile before the measuring of bolts*b = uudelleen pinottuna mittauksen jälkeen — *replied after measuring*M = keskimäärin — *average*

Vaikka pinokuutiometriin menevä kappalemäärä vaihtelee haapapaperipuiden kohdalla melkoisesti, ei kuitenkaan voida todeta säännönmukaista pölkkyjen järeyden vaikutusta pinotiheyslukuun. Selvästi muita pienempi on pinotiheysluku pinolla n:o 2 huolimatta pienehköstä kappaleluvusta pinokuutiometriä kohti. Tähän on ilmeisesti syynä pölkkyjen suurempi mutkaisuus muihin pinoihin verrattuna. Haapapaperipuiden mutkaisuus arvosteltiin Lievestuoreella keskimäärin selvästi vähäisemmäksi kuin koivupaperipuiden mutkaisuus, mutta siitä huolimatta pinotiheysluku ei ole haapapaperipuilla ratkaisevasti suurempi kuin koivupaperipuilla. On tietysti otettava huomioon sekin mahdollisuus, että koivupaperipuille allasmittauksen avulla saatu kappaleittain mittauksen korjauskerroin on liian suuri haapapaperipuilla. Jos näin on, silloin on haapapaperipuiden pinotiheysluku saatu jonkin verran liian pieneksi.

Kun 66.665 p-m^3 sekä pyöreitä että halkaistuja 2 m haapapaperipuita sisälttäen pinon pölkkyt katkottiin 1-metrisiksi ja pinottiin uudelleen, saatiin pinon tilavuudeksi 60.520 p-m^3 . Jos tilavuus 1-metrisenä tavarana merkitään 100:ksi, saadaan suhdeluvuksi 2-metriselle tavaralle 110, siis jonkin verran pienempi luku kuin koivupaperipuista puheen ollen (taulukko 5, s. 21). Tähän saattaa olla syynä, että halkaistut pölkkyt ovat peräisin suurten runkojen suorista tyvi-osista ja että tavarán pituus vaikuttaa pinon tilavuuteen sitä vähemmän, mitä suurempia pölkkyt ovat. Jos oletetaan, että pyöreitä ja halkaistuja haapapaperipuita sisältävien pinojen tiheys on sama kuin pelkästään pyöreitä pölkkyjä sisältävien pinojen eli 0.63 — tätä seikkaa ei ollut tilaisuus tällä kertaa tutkia — saadaan 1-metristen pyöreiden ja halkaistujen haapapaperipuiden pinotiheydeksi 0.69.

III Pieniläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut

Taulukossa 8 on esitetty Kaukaalla suoritettujen, 2 m pieniläpimittaista, puolipuhdasta kuusipaperipuuta koskevien allasmittausten tulokset. Pinot sisälsivät muutamia asiaan kuuluvia poikkeuksia lukuun ottamatta ainoastaan sellaisia pölkkyjä, joiden latvaläpimitta oli alle 8 cm. Tyvi- ja latvaläpimittojen keskiarvo oli 7.1 cm niillä kahdella pinolla (n:ot 4 ja 14), jotka mitattiin myös kappaleittain. Keskimääräiseksi pinotiheysluvuksi saatiin 0.704 ja pinotiheysluvun vaihtelurajoiksi 0.696...0.717. Kappalemäärä pinokuutiometriä kohti oli keskimäärin 86. Tapion taskukirjan mukaan on 2 m kuusipaperipuiden pinotiheysluku 0.73, jolloin edellytetään keskeltä mitatuksi keskiläpimitaksi 13...15 cm ja kappaleluvuksi pinokuutiometriä kohti 26...20. Pinokuutiometriin menevän kappaleluvun kohoaminen parinkymmenen tienoilta kahdeksaan-yhdeksäänkymmeneen on siis alentanut pinotiheyslukua vain kolmisen sadannesta. Ruotsalainen Eklund (1953, s. 318) on saanut sekä lajittelemattoman että läpimittaluokittain lajitellun 2 m puolipuhdasta kuusipaperipuun pinotiheysluvuksi 0.73, jos keskeltä mitattujen läpimittojen



Kuva 5. Pieniläpimittaisia, puolipuhaita kuusipaperipuita sisältävä nippu nousemassa mitausaltaaseen.

Fig. 5. A bundle of small-sized barked spruce pulpwood hoisted by crane into the measuring basin.

keskiarvo on kummassakin tapauksessa 15 cm. Sen sijaan hän on saanut latvaläpimittaluokkaan 5.0 ... 7.4 cm (keskeltä mitattujen läpimittojen keskiarvo 8.1 cm) kuuluvien kuusipaperipuiden pinotiheydeksi vain 0.66 ja vielä latvaläpimittaluokkaan 7.5 ... 9.9 cm (keskeltä mitattujen läpimittojen keskiarvo 9.7 cm) kuuluvien kuusipaperipuidenkin pinotiheydeksi ainoastaan 0.68. Tulokset eroavat siis selvästi tässä tutkimuksessa saaduista. Syynä saattaa olla, että pieniläpimittaisen tavaran kohdalla voi vähäininkin mutkaisuus tai kyhmyisyys, jos sitä esiintyy kaikissa tai useimmissa pölkyissä, vaikuttaa tuntuvasti pinotiheyteen. Kaukaalla mitattu pieniläpimittainen kuusitavara oli erittäin suoraa ja peräisin sängen pienikokoisista, vähäoksaisista rungoista. E k l u n d i n läpimittaluokittain jaotellussa aineistossa ovat alimpiin latvaläpimittaluokkiin kuuluvat pölkyt todennäköisesti peräisin normaalipaperipuurunkojen latvuksista.

Viitattakoon tässä pieniläpimittaisten paperipuiden valmistusta koskevaan tutkimukseen (M a k k o n e n 1954), jonka mukaan tällaisen tavaran valmistaminen sellaisista rungoista, joista ei vielä lainkaan saada normaalimittaista paperipuita, on edullisempaa kuin sen valmistaminen normaalipaperipuurunkojen latvuksista. Näyttää siltä, että pinotiheystutkimuksetkin puhuvat entistä pienikokoisempien runkojen leimaamisen puolesta.

Edellä mainituille, taulukon 8 sisältämille pinoille n:o 4 ja 14 saatiin kappalettain mittauksella yhteiseksi kiintokuutiomääräksi 14.459 k-m³. Allasmit-

Taulukko — Table 8

Puolipuhneiden, pieniläpimittaisten (7 . . . 5 cm) 2 m kuusipaperipuiden allasmittaukset Kaukaalla.

Karsinnan laatu ja mutkaisuus kaikilla pinoilla luokkaa I.

Basin measuring of small-sized (diameter 7 . . . 5 cm.) 2-m. barked spruce pulpwood bolts at Kaukas.

Degree of branching and crookedness of bolts in all piles Class I.

Pinon n:o Pile No.	Pölkkyjä, kpl Number of bolts	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ Number of bolts per cu.m. piled measure	Pölkkyjen keskipituus, cm Average length of bolts, cm.	Pinon keskikorkeus, cm Average height of pile, cm.	Pinon keskipituus, cm Average length of pile, cm.	Pinon tilavuus, p-m ³ Volume of pile, cu.m. piled measure	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)	Pinotiheys- luku Pile density figure
1	877	86.8	200.5	167.3	301.4	10.110	7.137	0.706
2	871	86.9	199.8	166.4	301.4	10.021	7.085	0.707
3	873	85.2	200.1	169.9	301.4	10.247	7.270	0.709
4	828	81.4	200.0	168.8	301.4	10.175	7.153	0.703
5	886	86.5	200.1	169.8	301.4	10.241	7.200	0.703
6	852	84.3	199.7	167.9	301.4	10.106	7.251	0.717
7	813	80.9	199.7	167.0	301.4	10.052	7.167	0.713
8	835	82.7	199.9	167.5	301.4	10.092	7.085	0.702
9	844	83.6	200.1	167.3	301.4	10.090	7.190	0.713
10	897	88.9	199.7	167.6	301.4	10.088	7.026	0.696
11	920	90.4	200.1	168.7	301.4	10.174	7.083	0.696
12	917	90.0	200.0	169.0	301.4	10.187	7.092	0.696
13	915	89.9	199.8	169.1	301.4	10.183	7.086	0.696
14	972	96.0	199.9	168.1	301.4	10.128	7.075	0.699
15	870	85.3	200.0	169.3	301.4	10.205	7.193	0.705
16	848	83.4	200.0	168.6	301.4	10.163	7.201	0.709
17	846	82.9	200.0	169.2	301.4	10.199	7.225	0.708
18	860	84.9	200.0	168.0	301.4	10.127	7.163	0.707
19	896	87.5	199.8	170.0	301.4	10.237	7.153	0.699
20	869	85.9	199.7	168.0	301.4	10.112	7.098	0.702
21	892	87.6	200.0	169.0	301.4	10.187	7.126	0.700
Yhteensä Total	18381	86.2				213.124	150.059	0.704

Taulukko — Table 9

Kuorimattomien 2 m kuusipaperipuiden allasmittaukset Kaukaalla. Normaalipaperipuun joukkoon sekoitettu n. 12 % kuutiomäärästä 7 . . . 5 cm paksuisia paperipuita. Karsinnan laatu ja mutkaisuus kaikilla pinoilla luokkaa I.

Basin measuring of 2-m. unbarked spruce pulpwood at Kaukas. Smaller-sized pulpwood bolts (diameter 7 . . . 5 cm.) are mixed with the standard-sized pulpwood to 12 per cent of the cubic volume. Degree of branching and crookedness of bolts in all piles Class I.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pölkkyjen pituus keskimäärin, cm <i>Average length of bolts, cm.</i>	Pinon korkeus keskimäärin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keskimäärin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinotiheys- luku <i>Pile density</i>
1 a	162	22.8	199.1	118.4	301.4	7.105	5.360	0.754
b	252	31.3	199.2	133.9	301.4	8.039	6.018	0.749
2 a	194	27.4	201.0	119.2	301.4	7.221	5.273	0.730
b	284	34.8	200.9	134.8	301.4	8.162	6.018	0.737
3 a	187	25.7	200.7	120.4	301.4	7.283	5.396	0.741
b	277	33.6	200.5	136.5	301.4	8.249	6.147	0.745
4 a	180	25.0	200.5	119.3	301.4	7.209	5.377	0.746
b	270	32.4	200.4	137.9	301.4	8.329	6.218	0.747
5 a	182	25.2	200.5	119.5	301.4	7.221	5.333	0.739
b	272	32.9	200.4	136.9	301.4	8.269	6.060	0.733
Yht. a	905	25.1				36.039	26.739	0.742
Total b	1355	33.0				41.048	30.461	0.742

a = ennen sekoitusta — *before mixing*

b = sekoituksen jälkeen — *after mixing*

tauksen mukaan niiden kiintokuutiomäärä on 14.228 k-m³. Eroa on hieman pyöristettynä 1.5 %, joten työ- ja latvaläpimittojen keskiarvoon perustuvan kiintokuution korjauskerroin olisi pieniläpimittaiselle puolipuhthaalle 2 m kuusitavaraalle 0.985.

Taulukon 9 perusteella voidaan tarkastella, miten pieniläpimittaisen tavarankokoittaminen 2-metrinen puolipuhthaiden normaalimittaisten kuusipaperipuiden joukkoon on vaikuttanut pinotiheyteen. Edellä mainitun, pieniläpimittaisten paperipuiden valmistusta koskevan tutkimuksen yhteydessä todettiin, että keskikuutioltaan tavanomaisessa kuusipaperipuuleimikossa, jossa kuitenkin oli leimattu mukaan entiset minimimitat alittavia runkoja ja jossa tavara valmistettiin 5 cm:n latvaläpimitaan asti, kertyi latvaläpimitaltaan alle 8 cm:n paksuisia pölkyjä n. 12 % kuutiomäärästä. Tätä sekoitussuhdetta käytettiin pinotiheystutkimusten yhteydessä Kaukaalla. Kehikkoon ladottiin ensin n. 7 p-m³ Oy Kaukas Ab:n normaalipaperipuita. Pinomitan tarkan mittaamisen jälkeen tämä määrä nostettiin nippuna altaaseen ja suoritettiin kiintokuution mitta. Sitten nippu nostettiin takaisin kehikon viereen ja hajoitettiin, jonka jälkeen pölkyt pinottiin uudelleen kehikkoon, mutta nyt ladottiin joukkoon silloin tällöin (tasaiseen sekoitukseen pyrkien) pieniläpimittaista tavaraa n. 1 p-m³. Taulukon 9 mukaan pinotiheysluku tämän johdosta kahdessa tapauksessa hiukan pieneni ja kolmessa tapauksessa suureni, mutta pysyi keskimäärin muuttumattomana. Näyttää siis siltä, ettei puolipuhthaiden kuusipaperipuiden minimiläpimitan pienentämisellä 5 cm:iin saakka ole mainittavaa vaikutusta pinotiheyteen, jos läpimitan pienentäminen ensisijaisesti tapahtuu sisällyttämällä leimaukseen entistä pienempiä runkoja.

Rönkäsen (1942) suorittamat mittaukset osoittavat paperipuupinojen — tavarankokoittamisen johdosta — sen enempää kuin kuorima-astettakaan ei ole ilmoitettu — tiheyden pienenevän alle 10 cm:n paksuisten pölkyjen osuuden lisääntyessä. Ehkäpä pieniläpimittaiset pölkyt ovat tällöin olleet peräisin etupäässä normaali-paperipuurunkojen latvoista. Jos Rönkäsen mittaamat paperipuuerät ovat olleet kuorimatonta tavaraa, on otettava huomioon sekin mahdollisuus, että kuorinta, myös käsityökaluilla suoritettu, saattaa parantaa pieniläpimittaisen tavarankokoittamista, vaikkakaan normaalimittaisen tavarankohdalla ei yleensä näytä niin käyvän. Vähäinenskin mutkien oikentaminen ja oksantynkien häviäminen, jos niin tapahtuu jokaisen pölkykohdalla, voi vaikuttaa pinotiheyteen tuntuvasti silloin, kun kappaleluku tilavuusyksikköä kohti on suuri.

Kappalemäärä pinokuutiometriä kohti nousi pieniläpimittaisen tavarankokoittamisen johdosta 25:stä 33:een. Ehkä on tässä yhteydessä syytä esittää sekä nyt käsillä olevan tutkimuksen että eräiden aikaisempien aineistojen perusteella saadut luvut, jotka osoittavat pinokuutiometriin menevän kappalemäärän riippuvuutta minimiläpimitasta. Pidettäköön lähtökohtana käytännössä nykyisin yleistä olettamusta, että 8 cm:n latvaläpimitaan saakka katkottuja kuusipaperipuita menee »normaalitapauksessa» pinokuutiometriin 26 kpl.

Seuraavasta asetelmasta näkyy, miten tämä luku muuttuu, jos latvaläpimittaa pienennetään.

Minimilatvaläpimitta, cm	8	7	6	5
2 m kuusipaperipuita, kpl/p-m ³	26	27	29	34—35

Taulukko — Table 10

Kuorimattomien, pieniläpimittaisten (8...5 cm) 2 m mäntypaperipuiden kappaleittain mitaukset Noormarkussa. Karsinnan laatu ja mutkaisuus kaikilla pinoilla luokkaa I.

Bolt by bolt measuring of small-sized (diameter 8...5 cm.) 2-m. unbarked pine pulpwood at Noormarkku. Degree of branching and crookedness of bolts in all piles Class I.

Pinon n:o <i>Pile No.</i>	Pölkkyjä, kpl <i>Number of bolts</i>	Pölkkyjä, kpl/p-m ³ <i>Number of bolts per cu.m. piled measure</i>	Pinon kor- keus keski- määrin, cm <i>Average height of pile, cm.</i>	Pinon pituus keski- määrin, cm <i>Average length of pile, cm.</i>	Pinon tilavuus, p-m ³ <i>Volume of pile, cu.m. piled measure</i>	Pinon pölkkyjen tilavuus, k-m ³ <i>Volume of bolts of the pile, cu.m. (s)</i>	Pinotiheys- luku <i>Pile density</i>
1	789	90.4	157	278	8.729	5.304	0.608
2	1250	78.3	155	515	15.965	10.083	0.632
3	1333	80.4	160	518	16.576	10.616	0.640
Yhteensä <i>Total</i>	3372	81.7			41.270	26.003	0.630

Jos sitten tarkastellaan taulukkoa 10, joka koskee Noormarkussa suoritettuja, kuorimattomien 2 m latvaläpimitaltaan 8...5 cm:n paksuisten mäntypaperipuiden pinotiheysmittauksia, todetaan, että pinotiheysluku oli keskimäärin 0.630, siis ratkaisevasti pienempi kuin puolipuhthailla, latvaläpimitaltaan 7...5 cm paksuisilla kuusipaperipuilla. Kun puolipuhthaille kuusipaperipuilla saatiin kappaleittain mittauksen korjauskertoimeksi vain niin vähän 1:stä poikkeava luku kuin 0.985 ja kun toisaalta koivun kohdalla todettiin, että virhe on kuorimattomalla tavaramalla pienempi kuin puolipuhthailla, ei kuorimattomien mäntypaperipuiden osalta ole suoritettu mitään korjausta tyvi- ja latvaläpimittojen keskiarvoon perustuvaan kuutioon. Mahdollisena syynä kuorimattomien mäntypaperipuiden pinotiheysluvun pienuuteen saattaa olla, että 5 cm:n minimiläpimitta oli tässä tapauksessa melko usein alitettu. Vaikka pieniläpimittaiseksi tavaraksi luettiin latvasta alle 9 cm:n paksuiset pölkkyt (puolipuhthaat kuusipaperipuut Kaukaalla alle 8 cm), oli tyvi- ja latvaläpimittojen keskiarvo kuitenkin vain 6.9 cm. Toiseksi mitattu tavaraerä oli peräisin sangen karulta kasvupaikalta, josta johtuen tyvipölkkyjen tyvipäissä oli pienestä läpimitasta huolimatta usein jonkin verran kaarnamuodostumaa. Tämän vuoksi tyvipaksunnos oli suurempi, kuin jos pölkkyt olisi kuorittu, mikä luonnollisesti oli omiaan pienentämään tiheyttä. Osaselityksenä on todettava sekin, että mäntypaperipuiden pino-

tiheys on yleensäkin pari sadannesta pienempi kuin kuusipaperipuiden. Viitattakoon lisäksi vielä siihen jo edellä (s. 30) mainittuun seikkaan, että pieniläpimittaisten pölkkyjen ollessa kysymyksessä saattaa kuoritun ja kuorimattoman tavaran pinotiheyksillä olla todella selvä ero. Kaksi ensiksi mainittua seikkaa ovat sen verran poikkeuksellisia, että kuorimattomien 2 m mäntypaperipuiden pinotiheyslukuna lienee syytä käyttää edellä saatua keskiarvoa hieman suurempaa lukua, esim. 0.64.

Mitä tulee pinokuutiometriin menevän kappalemäärän vaikutukseen pinotiheyslukuun, voidaan taulukon 10 perusteella todeta ainakin se, että kolmesta pinosta on sen pinotiheys pienin, jolla kappaleluku pinokuutiometriä kohti on suurin. Kun puolipuhaita, pieniläpimittaisia kuusipaperipuita sisältäviä pinoja mitattiin Kaukaalla, kuten taulukosta 8 näkyy, kaikkiaan 21 kpl, voidaan niiden perusteella luokittelun avulla tutkia, onko todettavissa korrelaatiota järeyden ja pinotiheysluvun välillä. Asia selviää taulukosta 11.

Taulukko — Table 11

Pölkkyjen järeyden vaikutus puolipuhaiden, pieniläpimittaisten (7...5 cm) 2 m kuusipaperipuiden pinotiheyteen.

Effect of the thickness of bolts on the pile density of barked, small-sized (diameter 7...5 cm.) 2-m. spruce pulpwood.

Kpl/p-m ³ Number of bolts per cu.m. piled measure	78—81	82—85	86—89	90—93	94—97
Pinotiheysluku Pile density	0.708	0.709	0.702	0.696	0.699

Pinotiheysluku näyttää siis keskimäärin alenevan suurempiin kappalelukuihin päin, vaikkakin muutos luokasta toiseen on suunnaltaan vaihteleva, ehkä lähinnä sen vuoksi, että ensimmäiseen luokkaan kuuluu vain kaksi pinoja ja viimeiseen yksi.

TUTKIMUSTULOSTEN YHDISTELMÄ

Edellä selostetun tutkimuksen perusteella ja tehdyt varaukset huomioon ottaen ehdotetaan käsiteltyjen tavaralajien kohdalla Suomen eteläpuoliskossa käytettäväksi seuraavia keskimääräisiä pinottiheyslukuja:

1 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.70
1 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.70
2 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.63
2 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.63
3 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.57
3 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.57
4 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.54
4 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.54
5 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.52
5 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.52
6 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) koivupaperipuut	0.50
6 m kuorimattomat koivupaperipuut	0.50
2 m puolipuhfaat (käsin kuoritut) pyöreät haapapaperipuut	0.63
2 m pieniläpimittaiset (latvasta 7...5 cm) puolipuhfaat (käsin kuoritut) kuusipaperipuut	0.70
2 m pieniläpimittaiset (latvasta 8...5 cm) kuorimattomat mäntypaperipuut	0.64

Jos kuorimattomat koivupaperipuut ovat huonosti karsittuja, lienee syytä käyttää niille yhtä tai ääritapauksessa kahta sadannesta pienempiä pinotiheyslukuja kuin samanpituiselle puolipuhthaalle tavaralle.

Pieniläpimittaisia havupaperipuita koskevat luvut edellyttävät, että tavara on valmistettu etupäässä sellaisista rungoista, joista ei vielä saada lainkaan normaalitavaraa, tai pienikokoisimpien normaalipaperipuurunkojen latvoista. Jos tällaiset paperipuut valmistetaan yksinomaan normaalipaperipuurunkojen latvoista, lienevät pinotiheysluvut pari kolme sadannesta pienempiä kuin edellä esitetyt.

Puolipuhhtaiden kuusipaperipuiden minimiläpimitan pienentäminen, siis entistä ohuempien pölkkyjen ottaminen normaalitavaran joukkoon ei vaikuta merkittävästi pinotiheyteen ainakaan siinä tapauksessa, että leimaukseen sisällytetään entistä pienempiä runkoja.

KIRJALLISUUTTA

- Aro, Paavo.* 1931. Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavarain pinotiheys (Referat: Über den Festgehalt der wichtigsten Finnischen Schichtholzsortimente). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14. Helsinki.
- 1956. Pinopuutavarat. Tapion taskukirja. Kolmastoista painos. Helsinki.
- ja *Korpela, Tapio.* Tutkimuksia koivuselluloosapuun kuorintahäviöstä. Pienpuualan Toimikunnan julkaisu n:o 31. S.l.e.a.
- Eklund, Bo.* 1953. Om volymen och antalet bitar per m³ t. hos travar av dimensionsblandad och dimensionsorterad 2-meters massaved av gran. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift Nr 4 1953. Norrtälje.
- Makkonen, Olli.* 1954. Paperipuiden minimiläpimitan pienentäminen hakkuutyön palkkauksen kannalta (Summary: Diminution of the Minimum Diameter of Pulpwood: Calculation of Logging Wages). Metsätehon tiedoituksia 105 — Metsäteho Report 105. Helsinki.
- 1957. Aisattujen 2 m koivupaperipuiden kuorettoman kiintokuutiomäärän ja pinokuutiomäärän suhde Keski-Suomesta hankitun aineiston perusteella. (Summary: The Ratio Between the Solid Cubic Volume, Excluding Bark, and Piled Cubic Volume of 2-metre Birch Pulpwood Barked in Strips on the Basis of Material Collected from Central Finland). Metsätehon tiedoituksia 132 — Metsäteho Report 132. Helsinki.
- Ronkanen, A. J.* 1942. Runkojen koon vaikutus pinon kuutiosisältöön. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 7—8. Helsinki.
- Tuovinen, Arno.* 1948. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa I. Kuorimishukka ja kuutiosuhteet (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland I. Barking Waste and Volume Ratios). Metsätehon julkaisu n:o 11 a — Metsäteho Publication No. 11 a. Helsinki.
- Vid virkesmätning erforderliga relationstal. 1923. Statens offentliga utredningar 1923:57. Stockholm.

PILE DENSITY STUDIES

I Birch pulpwood

II Aspen pulpwood

III Small-sized spruce and pine pulpwood

Summary in English

MEASUREMENT TECHNIQUE

The greatest part of the material has been measured by bolts on the basis of diameter and length. The diameter was measured at both ends of the bolt in two directions at right angles to one another, with a diameter gauge furnished with millimetre scale. The base diameter of butt logs was measured not at the very end of the bolt but at a distance, estimated by eye, from the end where the thickening of the butt could not have a magnifying effect on the bolt volume. As the result given by measuring of this type depends to some extent on the measurer, the material as a whole was measured by the same persons and the deviation of their results from the real solid volume was checked separately in the measuring basin, i.e. xylometer.

Fig. 1, p. 8, shows the construction of the xylometer employed in the investigation. This is probably the only large-sized stationary xylometer in Finland, at the mill of Oy Kaukas Ab, near the town of Lappeenranta. Its maximum capacity was 10 piled cu.m. of 2-m. logs. The measurement technique was as follows: the desired quantity of bolts was stacked in a robust c. 3-m. long frame (see Fig. 5, p. 27), following which the piled volume could be measured accurately. A wire ending in a loop was then placed under each end of the pile. The free ends of the wires were attached to the crane hook and the pile was hoisted as a bundle into the empty basin. The bars (marked with letter A in Fig. 1, p. 8) to prevent the timber from rising with the water level, were placed in position and locked. Water was then pumped via the gauge into the basin through aperture B. When the basin filled the excess water was drained off through the overflow aperture in the opposite wall of the basin. The overflow aperture narrowed into a tube. As soon as water reached it the pump automatically cut out and the inflow of water into the basin ceased. The surplus water ran into a tank where the quantity could be read from a scale.

The quantity of the overflow was deducted from the meter reading, thus giving the volume of water in the basin. This volume was deducted from the basin volume (18,000 litres) and the result was the volume of the bolts in the basin. The basin was drained through aperture C.

All basin-measured logs were green timber logged in the same summer and consequently there was no appreciable absorption of water into the bolts during the measuring. The filling of the basin took c. 10 minutes, run-off of the overflow roughly as long.

The reliability of the water gauge was checked every morning by pumping the empty basin full of water. The results of the control measurements are seen in the table on p. 9. The maximum deviation from the correct volume was 11 litres, i.e. 0.6 per mille of the volume of the basin.

The pile lengths were measured near the upper surface, half-way down the height of the piles and from below, to an accuracy of 1 cm. The measurement was taken on both sides of the pile, and the mean of the six lengths thus obtained was calculated. The height of piles under 10 m. long was measured at half-metre intervals, the height of piles over 10 m. at 1-metre intervals on both sides to an accuracy of one cm. The average was calculated from the height values thus obtained. When the xylometer technique was employed a point that had to be borne in mind was the possible deviation of the average length of the bolts from the standard length (2 m.). This was done in the following way: when the height of the pile was c. one-third of the final height the length of every bolt in the topmost layer was measured, rounding off to the nearest full cm. and the same measurement was repeated when the pile had grown to some two-thirds of the final height. The mean of the bolt lengths thus measured was regarded as the average length of the bolts in the pile.

The degree of branching and the crookedness of the bolts was assessed by eye for each pile using the classification I = good, II = average, III = poor. This classification applied only to bolts conforming to quality requirements, so pulpwood logs of class III were neither very poorly trimmed nor very crooked as such logs are not accepted as pulpwood.

The size of the material in each individual case appears from the tables giving the results.

RESULTS

The pile density figure, according to the practice in Finland, is the ratio between the solid volume of the bolts in the pile and the volume of the pile.

Table 1, p. 14, gives the results of the xylometer measurements of 2-m. barked birch pulpwood logs. It may be mentioned that piles No. 1, 7, 11 and 15 in the table were also measured bolt by bolt. According to xylometry measuring, their total solid volume was 21.272 cu.m., and on the basis of volume calculation based on the mean of top and butt diameter 22.396 cu.m. Hence the result given by xylometry measuring was 5.02 % smaller than that yielded from measuring bolt by bolt and using the butt and top diameter. From this, the (slightly rounded) figure 0.95 has been used as the correction percentage for the solid volume for the bolt-by-bolt measurements performed elsewhere than at the Kaukas mill.

Table 2, p. 15, gives the results of the bolt-by-bolt measurements of 2-m. barked birch pulpwood at the storage of Haاران Selluloosayhtiö at Lievestuore (near the town of Jyväskylä, Central Finland). There are three columns for each pile: a refers to an untouched pile, b to a pile repiled after bolt-by-bolt measurement, and M to the average of a + b. In addition to the piles mentioned in the table one more pile, containing exceptionally thin birch pulpwood logs, was also measured at Lievestuore. The volume of the pile was 9.204 piled cu.m. The number of units per piled cu.m. was 48 and the pile density figure consequently 0.580, a figure considerably smaller than that of any pile mentioned in the table.

Table 3, p. 16, gives the results of xylometer measurements performed at the Kaukas mill for 2-m. unbarked birch pulpwood. The average pile density figure was nearly the same as for barked birch pulpwood (Table 1). Unbarked birch pulpwood was on an average less crooked than barked, but the total of units per piled cu.m. was greater with the former. Of the piles mentioned in Table 3, Nos. 2, 6 and 10 were also measured bolt by bolt. Volume calculation based on the average of top and butt diameters gave 16.684 (s) cu.m. as their combined

volume, while the xylometer measurement gave 16.089 (s) cu.m. The latter figure is 3.57 % smaller than the former. The difference is thus smaller for unbarked birch pulpwood than for barked.

Table 4, p. 18, shows the effect of the pile thickness on pile density. The figure denoting this value is the number of units contained in a piled cu.m. Clearly, the average pile density seems to diminish when the number of units contained in a piled cu.m. increases.

Table 5, p. 20, shows how the pile volume changes if long birch pulpwood is cut into shorter lengths and repiled. In Fig. 4, p. 21, the data contained in Table 5 are given graphically, using the average of each length class for barked and unbarked bolts. The minimum top diameter of long birch pulpwood was 5 cm., whereas for 2-m. birch pulpwood it was 9 cm. If, on the basis of Tables 1, 2 and 3, 0.63 is regarded as the average pile density figure of 2-m. birch pulpwood, the pile density figures of birch pulpwood of varying lengths are as given in Table 6, p. 22.

Certain reservations must be made, however, about the figures in Table 6. Firstly, the ratios of the pile density figures of birch pulpwood of different lengths might have been somewhat different had the minimum diameter been 9 cm. in all cases. On the other hand, it is obvious that for long birch pulpwood a small diameter is general — otherwise a good deal of serviceable timber would be left in the forest. Secondly, it must be noted that the ratios of the pile density figures of logs of different lengths are based on the measurements made in connection with cutting long bolts shorter. If birch pulpwood is prepared in the forest, e.g. into 1-m. lengths, parts of the stems will probably be included which would not, if the bolts were 2-m. or longer, meet the quality requirements for crookedness. On the whole, as regards broad-leaved species, it is probable that the longer the bolt lengths into which the stems are cut the greater is the number of stems and stem parts that will have to be rejected because of excessive crookedness. If this is so, the timber logged is straighter on the whole the longer the bolts in question. If long goods are later cut into shorter bolts, the timber thus obtained is obviously somewhat straighter than timber cut into short lengths in the forest. Because of this a reservation that must definitely be made is that the pile density of 1-m. birch pulpwood may in practice be slightly smaller on an average than is suggested in Table 6.

A general feature of the results obtained for birch pulpwood is that they show no significant difference from the results obtained in Sweden in the 1920s.

Table 7, p. 25, contains data on the pile density measurements of 2-m. aspen pulpwood at Lievestuore. The table heading mentions the word round specifically for the reason that in Finland large-sized aspen pulpwood is often split. All other pulpwood in the investigation material is also round, although no special mention is made of the fact. The pile density of barked 2-m. aspen pulpwood does not seem to differ to any appreciable extent from the pile density of birch pulpwood of the same length. In contrast to other kinds of timber, there were distinct humidity differences with aspen pulpwood. It will be seen from Table 7 that piles containing seasoned wood diminished on repiling, while piles containing green wood grew.

Table 8, p. 28, contains data on the xylometer measurements of 2-m. small-diameter barked spruce pulpwood. The bolts were to be at least 5 cm. at the top but under 8 cm. in thickness. These limit measurements were observed fairly accurately. The pulpwood lot in question derived from small-sized stems with few branches, for the greatest part from stems which would not have yielded so-called normal goods (top diameter over 8 cm.) at all. The pile density obtained in Sweden (Eklund 1953) for spruce pulpwood of this size was smaller than the figure arrived at in the present investigation, but the bolts in the Swedish investigation may have been prepared from the tops of normal pulpwood stems. From Table 9, p. 29, it appears that the mixing of small-diameter pulpwood with normal pulpwood did not affect pile density to any noteworthy extent. The average pile density remained entirely unchanged, and in individual cases, too, the changes were fairly small.

Table 10, p. 31, furnishes data on the pile density measurements of 2-m. small-sized unbarked pine pulpwood at Noormarkku (on the western coast of Finland, near the town of

Pori). The bolts were to be at least 5 cm. at the top but under 9 cm. in thickness. In this case, however, the minimum diameter was often below the stipulated limit and the average diameter of the bolts was in actual fact smaller than for the small-sized barked spruce pulpwood in Table 9. The pile density was decisively smaller than in the case just mentioned. The pile density of pine pulpwood has in fact generally been found to be smaller than the corresponding figure for spruce pulpwood. In addition to the failing to satisfy the minimum diameter, there was this time another factor, to be regarded in some measure as exceptional, which had had a diminishing effect on pile density. Although the timber lot in question was prepared from very small-sized stems there was often bark formation at the base of butt logs due to the barren habitat. The thickening of the butt was therefore greater than it would have been had the bolts been barked. This naturally helped to reduce the pile density compared with barked timber.

Table 11, p. 32, finally, on the basis of the information in Table 9, is an attempt to elicit the effect of the average thickness of small-sized bolts on the pile density. The average pile density seems to diminish, although not quite regularly, when the number of bolts included in a piled cu.m. increases.

CONCLUSION OF INVESTIGATION RESULTS

As a result of the investigation reported here, and bearing in mind the reservations made, it is proposed that the following average pile density figures be used in the southern half of Finland:

1-m. barked and unbarked birch pulpwood	0.70
2-m. " " " " "	0.63
3-m. " " " " "	0.57
4-m. " " " " "	0.54
5-m. " " " " "	0.52
6-m. " " " " "	0.50
2-m. " " (round) aspen pulpwood	0.63
2-m. small-sized (7 . . . 5 cm. at top) barked spruce pulpwood	0.70
2-m. small-sized (8 . . . 5 cm. at top) unbarked pine pulpwood	0.64

The barking is assumed in all the cases to have been performed manually. Mechanical barking would obviously increase the pile density.

If unbarked birch pulpwood is poorly branched, it might be advisable to apply for this quality a pile density figure a hundredth or in an extreme case two hundredths smaller than the value used for barked birch pulpwood of the same lengths.

The figures for small-sized coniferous pulpwood presuppose that the timber is prepared chiefly from stems which yield no normal-sized pulpwood at all, or from the tops of the smallest-sized normal pulpwood stems. If pulpwood of this type is prepared solely from the tops of normal pulpwood stems the pile density figures are probably two or three hundredths smaller than the values given above.

The contraction of the diameter of spruce pulpwood, i.e. the inclusion of thinner logs than before with normal goods, has no appreciable effect on pile density at least not if smaller stems than before are included in the marking of timber for felling.

METSÄTEHON JULKAISUJA
METSÄTEHO PUBLICATIONS

- N:o 1. Metsätyöntutkimukset. Metsätyöntutkimuskursseilla 4. 6.—15. 6. 1945 pidettyjä luentoja. 1945.
- „ 2. Metsätyöntutkimukset II. Metsätyöntutkimuskursseilla 12. 6.—16. 6. 1946 pidettyjä luentoja. 1947.
- „ 3. Metsätyöläisten elinkustannuksista talvella 1946. Jaakko Vöry. 1947.
- „ 4. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta I. Koivupölkkyjen kuutiosuhteista. Kalle Putkisto. 1947.
- „ 4a. Koivupölkkyjen kuutiosuhdetaulukkoja. Kalle Putkisto. 1947.
- „ 5. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta II. Aikatutkimuksia vanerikoivujen rasiinkaadosta, karsimisesta ja katkomisesta (Summary: Investigations Concerning the Logging of Veneer Birches II. Time Studies on the summer felling, branching and bucking of veneer birches.) Kalle Putkisto. 1947.
- „ 7. Aikatutkimuksia pinopuutavaran teosta. Olli Makkonen. 1947.
- „ 8. Aikatutkimuksia paperipuiden varastokuorinnasta ja -katkonnasta. (Summary: Time Studies Concerning the Barking and Bucking of Pulpwood into Bolts on the Landing and other Storage Site.) Arno Tuovinen. 1948.
- „ 9. Leimikon tiheyden vaikutus pinopuutavaran tekoon. (Summary: Influence of the Density of the Trees Marked for Felling on the Making of Cordwood.) Olli Makkonen. 1948.
- „ 10. Tutkimuksia pinotavaran autokuljetuksesta. (Summary: Investigations into Truck Hauling of Piled Wood.) Veijo Heiskanen. 1948.
- „ 11a. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. I Kuorimishukka ja kuutiosuhteet. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. I. Barking Waste and Volume Ratios.) Arno Tuovinen. 1948.
- „ 11b. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. II Veteen vieritys. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. II. Rolling into Water.) Arno Tuovinen. 1948.
- „ 12. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. III Eri pituisten kuorellisten paperipuiden ajo. (Summary: Investigations into Logging of Pulpwood in North-Finland. III. Horse Sled Haul of Unbarked Pulpwood of Different Lengths.) Arno Tuovinen. 1948.
- „ 13. Metsätyöntutkimukset III. Metsätehon kirjoitukset Metsätaloudellisessa Aikakauslehdessä n:o 5/1948. (Articles, summarized in English.) 1948.
- „ 14. Aikatutkimuksia pinopuutavaran valmistuksesta Pohjois-Suomessa. (Summary: Time Studies on the Cutting of Cordwood in North-Finland.) Arno Tuovinen — Sakari Leskinen. 1948.
- „ 15. Hevosvarsiteiden hoitokalustosta ja hoidosta. (Summary: On the Equipment for the Maintenance of Main Roads for Horse-Haulage and on Their Maintenance.) K. Putkisto — J. E. Arnkil. 1948.
- „ 16. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. I Koko valtakunnan yleisselvittely. (Summary: The Supply of Wood as Raw Material for the Finnish Forest Industries. I. Total for the Whole Country.) Eino Saari. 1948.
- „ 18. Aikatutkimuksia tukkien ja paperipuiden teosta talvella. (Summary: Time Studies on Making of Logs and Pulpwood in Winter Conditions.) Olli Makkonen. 1949.

Käännä

- N:o 19. Maan routaantumisen tilapäisten talviautoteiden rakentamisen kannalta. (Summary: On Freezing of Soil with a View to Building of Temporary Winter Truck Roads.) Aulis E. Hakkarainen. 1949.
- „ 20. Tutkimus maalle nostettujen rampapuiden uitosta Kemijoen. (Summary: Investigation into Floating on River Kemijoki of Waterlogged Timber Lifted Ashore.) Arno Tuovinen. 1949.
- „ 21. Moottorisahat ja niiden käyttö Ruotsin metsätaloudessa. Käytännön kokemuksia ja S. D. A:n tutkimusten tuloksia. (Power-Saws. Their Possibilities in Swedish Forestry.) (Summary in English in the original Swedish publication, S. D. A. Meddelande n:o 32,33. Stockholm. 1948.) Greger Carpelan. 1949.
- „ 22. Metsätöiden tehostaminen. Luentopäivillä v. 1948 pidettyjä esitelmiä. (Rationalisation of Forest Work. Lectures held during the Lecture Session of 1948. Summaries.) 1949.
- „ 23. Tutkimuksia sahatukin pituuden, lenkouden ja kapenemisen vaikutuksesta sydäntavaran pituuteen ja leveyteen. (Summary: Investigations into the Effect of Length, Crooked Growth, and Taper of Saw Log on the Length and Width of the Most Valuable Lumber.) A. J. Ronkanen. 1950.
- „ 24. Puutavaran rantavarastojen talviniputuksesta. (Summary: Shore Storage Site Bundling of Timber in Winter.) Arno Tuovinen. 1950.
- „ 25. Hakkuutöiden aikatutkimustulosten soveltaminen käytäntöön. (Summary: Practical Application of the Results of Time Studies in Logging.) Olli Makkonen. 1950.
- „ 26. Juoksumetritaksan käyttö ”ylijäreissä” paperipuuleimikoissa. (Summary: Application of the Running Metre Rate in ”Oversized” Pulpwood Stands Marked for Cutting.) Olli Makkonen. 1950.
- „ 27. Puutavaralauttojen vetovastuksista ja mahdollisuuksista lauttauksen kehittämiseksi. (Summary: On Timber Raft Drag and the Possibilities of Developing Rafting.) Risto Eklund. 1952.
- „ 28. Halkojen ja polttorankojen teko. (Summary: Making of Split Firewood and Firewood Barked in Strips.) Olli Makkonen. 1952.
- „ 29. Paperipuiden kuivumisesta ja varastoisvivoista metsävarastoinnin aikana. (Summary: On the Seasoning of Pulpwood and Storage Defects Incurred During Forest Storage.) Arno Tuovinen. 1952.
- „ 30. Tutkimuksia puutavaran vedestä nostosta. (Summary: Investigations into the Lifting of Timber from Water.) Kalle Putkisto. 1953.
- „ 31. Eräiden metsätöiden aikatutkimusaineistojen analyysiä. (Summary: Analysis of the Time Study Materials of Some Forest Jobs.) Jaakko Vöry. 1954.
- „ 32. Puutavaran valmistuksen keskityötulosten määrittäminen tilastotietä. (Summary: Statistical Determination of the Average Work Performance in the Preparation of Timber. Jaakko Vöry. — Metsätöiden vertailevan aikatutkimuksen periaate. (Summary: The Principle of Comparative Time Studies in Forest Work.) Olli Makkonen. 1954.
- „ 33. Puutavaran hevoskuljetus. Työntutkimus. (Summary: Horse Haulage of Timber. Work Study.) Olli Makkonen. 1956.
- „ 34. Kuorellisten mäntytukkien pilaantumisesta. (Summary: On the Deterioration of Unbarked Pine Logs.) Arno Tuovinen. 1956.
- „ 35. Hakkuumiesten metsätyöajan käyttö. (Summary: The Expenditure of Forest Working Time by Loggers.) Aulis E. Hakkarainen. 1956.
- „ 36. Tutkimuksia pyörätraktoreiden käytöstä puutavaran metsäkuljetuksessa. Teknillis-taloudellinen selvittely. (Summary: Investigations of the Use of Wheel Tractors for the Forest Transport of Timber. Techno-Economic Analysis.) Kalle Putkisto. 1956.
- „ 37. Koivu-, haapa- ja kuusipaperipuiden teko. Työntutkimus. (Summary: Making of Birch, Aspen and Spruce Pulpwood. Work Study.) Olli Makkonen. 1957.
- „ 38. Ajomiesten metsätyöajan käyttö. (Summary: The Expenditure of Forest Working Time by Hauliers.) Aulis E. Hakkarainen. 1957.
- „ 39. Pintiheydetutkimuksia. I Koivupaperipuut. II Haapapaperipuut. III. Pieniläpimittaiset kuusi- ja mäntypaperipuut. (Summary: Pile Density Studies. I Birch pulpwood. II Aspen pulpwood. III Small-sized spruce and pine pulpwood.) Olli Makkonen. 1958.