

FOLIA FORESTALIA⁵²

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1968

7

OLLI MAKKONEN

PAPERIPUIDEN PITUUDEN VAIKUTUKSESTA
RUNKOJEN HYVÄSIKÄYTTÖÖN
MINIMILÄPIMITAN OLLESSA 5 CM

ON THE INFLUENCE OF THE LENGTH OF
PULPWOOD BOLTS ON THE DEGREE OF
UTILIZATION OF TREE STEMS WHEN THE
MINIMUM DIAMETER IS 5 CM

- 1966 No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.
 No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.
 Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
- No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.
 No 22 Eero Paavilainen: Havainnot ja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa.
 Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
- No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.
 Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
- No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.
 Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
- No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.
 Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
- No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.
 Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
- No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.
 Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.
- No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiilikä: Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.
 Real estates raw wood utilization survey in Finland in 1964—66.
- No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.
 Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
- No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.
 The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
- No 32 Metsätalasto. I Metsävaranto.
 Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
- No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.
 Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
- No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.
 Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
- No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotieto- ja vuodelta 1966.
 Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.
- No 36 Eero Paavilainen—Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.
 Studies on the capillary rise of water in peat.
- No 37 Matti Heikinheimo—Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainetarvot talvella 1965/66.
 Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- 1968 No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftsöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.
 The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.
- No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.
 Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1968.

PAPERIPUIDEN PITUUDEN VAIKUTUKSESTA RUNKOJEN
HYVÄSIKÄYTTÖÖN MINIMILÄPIMITAN OLLESSA 5 CM

Olli Makkonen

On the influence of the length of pulpwood bolts on
the degree of utilization of tree stems when the
minimum diameter is 5 cm.

Sisällys

	Sivu
Johdanto.....	3
Aineisto.....	5
Tutkimustulokset.....	7
Kirjallisuus.....	13
Summary in English.....	14
Piirroksset.....	21

ALKUSANAT

Kun harkitaan siirtymistä paperipuun ottamiseen entistä pitempinä, mutta kuitenkin määräpituuisina pölkkyinä, tulee eteen kysymys, miten tällainen toimenpide vaikuttaa runkojen hyväksikäyttöön, ts. siihen, miten tarkkaan rungot voidaan vahvistetun minimiläpimitan puitteissa valmistaa paperipuiksi ja miten paljon läpimittavaatimukset täyttävää puuta jää hakkuutähteiden joukkoon. Kun tätä ongelmaa, josta meillä on paljon puhuttu, on tutkittu melko vähän, on metsäntutkimuslaitoksen ohjelmaan otettu asiaa selvittävä alustava tutkimus.

Yhtyneet Paperitehtaat Osakeyhtiön metsäkonttorin päällikkö H a n n u S a a r i n e n ja saman yhtiön metsänhoitaja R e i j o K i v i v a s a r a ovat auliisti antaneet apuaan tutkimustyömaiden järjestämisessä. Sekä kenttäettä laskentatöissä on kirjoittajaa avustanut maisteri O l l i U u s v a a r a . Lausun heille parhaimmat kiitokseni, samoin myös muulle tutkimuksessa mukana olleelle kenttä- ja laskentahenkilöstölle.

Kirjoittajan pitkäaikainen virkavapaus metsäntutkimuslaitoksesta ja muiden tehtävien hoitaminen on viivästyttänyt tutkimuksen lopullista julkaisukuntoon saattamista.

Helsingissä elokuussa 1968

Olli Makkonen

JOHDANTO

Vallitsevana paperipuupituutena on maassamme ollut sangen kauan 2 m. Metsätöiden koneellistaminen on kuitenkin tuonut mukanaan pyrkimyksen pitempään tavaraan siirtymiseen, vaikkakaan yksimielisyyttä siitä, mikä olisi käytännössä edullisin määräpituus, ei liene saavutettu. Silloin kun paperipuiden minimiläpimitta oli yleisesti 8 tai 7 cm kuoren alta, katsottiin pitempiin pölkkyyihin siirtymisen aiheuttavan huomattavaa käyttökelpoisen puun jäämistä hakkuutähteiden joukkoon, jollei käytetty lyhyempää ns. apumittaa, jona tavallisesti oli 2 m pölkkyy. Viime aikoina huomattavissa ollut siirtyminen yhä pienempään minimiläpimittaan on kuitenkin tässä kohden muuttanut arviointeja.

Meillä ei liene mainittavasti julkaistu tutkimustuloksia paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön - ainoa asiaa sivuava selvitys on A r o n (1935) tutkimus rinnankorkeus- ja katkaisu (=minimi) läpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään - mutta Tukholman metsäkorkeakoulun puutavaraopin osasto on tehnyt asiasta kaksi selvitystä (N y l i n d e r 1956 ja E r i k s s o n 1958). Näiden tutkimusten yhteydessä tukkikokoa olevat rungot on ajateltu apteeratuiksi tukeiksi tiettyyn minimiläpimittaan saakka (Nylinderillä 5" ja Erikssonilla 6"). Latvaosat on mitattu paperipuiksi muutamia pölkynpituus- ja minimiläpimittavaihtoehtoja käyttäen. Apteraus on siis ollut teoreettinen ja rungot ovat siten tulleet aina hyväksikäytetyiksi niin tarkkaan

kuin mahdollista sovittuun minimiläpimittaan saakka eikä myöskään minimiläpimittaa ole alitettu. E r i k s s o n on lisäksi tehnyt havaintoja myös hakkuumiehen suorittamasta todellisesta apteerauksesta. Saaduilla tuloksilla on käyttöarvoa meilläkin, koska olosuhteet ovat kummassakin maassa samantapaiset.

Käytännössä on kuitenkin ehkä enemmän kuin ruotsalaisten tutkimusten yhteydessä otettava huomioon asiaan liittyvä inhimillinen tekijä, hakkuumiehen suhtautuminen minimiläpimittavaatimuksen noudattamiseen. Tämä riippuu mm. siitä, miltä yksiköltä palkka maksetaan. Katkominen ei tule todellisuudessa koskaan suoritetuksi aivan sillä tavalla, kuin tutkijat sen kaikkia mittavaatimuksia tarkasti noudattaen suorittavat. Meillä on esim. ollut selvästi huomattavissa, että hakkuumiehet, jos he saavat palkan kappaleelta, pyrkivät alittamaan minimiläpimitan sitä herkemmin, mitä pitemmiksi pölkyiksi rungot katkotaan, ja että myös työnantajapuoli hyväksyy ainakin vähäisen minimiläpimitan alittamisen mieluummin pitkän kuin lyhyen tavarankohdalla. Tästä syystä nyt käsillä oleva tutkimus kohdistettiin hakkuumiesten todellisuudessa suorittamaan katkomiin. Koska oli syytä olettaa sekä hakkuumiesten että paikallisten työnjohtajien suhtautumisen läpimittavaatimusten noudattamiseen vaihtelevan, valittiin tutkimuksen kohteiksi neljä hakkuumiestä, jotka kaikki työskentelivät eri työmailla.

Mainittakoon, että nyt käsillä oleva tutkimus liittyy läheisesti aikaisemmin suoritettuun minimiläpimitan vaikutusta paperipuiden valmistuksen työajan menekkiin koskevaan tutkimukseen (M a k k o n e n 1967).

AINEISTO

Aineisto on kerätty Yhtyneet Paperitehtaat Osakeyhtiön työmailta Konnevedeltä, Längelmäeltä, Padasjoelta ja Valkeakoskelta vuosien 1965-66 vaihteen kahden puolen. Kysymyksessä oli yksinomaan kuorimattoman kuusipaperipuun hakkuu kappale-taksalla. Minimiläpimitta oli kaikissa tapauksissa 5 cm kuoren alta. Pölkkyjen pituuksina käytettiin 2, 3 ja 4 m. Vain yksi työntekijä valmisti 4 m pölkkyjä ja hänellä oli tällöin lupa katkoa tarvittaessa viimeinen pölkky 2-metriseksi. Viimeinen 4 m pölkky ei saanut olla kuoren alta 7 cm ohuempi. Kolmemetristä tavaraa tehtäessä käytettiin toisissa tapauksissa 2 m pölkkyä apumittana - 3 m pölkkyt eivät tällöin saaneet olla latvapäästä kuoren alta 7 cm ohuempia - toisissa tapauksissa taas kaikki pölkkyt tehtiin 3-metriseksi 5 cm:n minimiläpimittaa käyttäen. Kolme tutkituista miehistä teki myös pelkästään 2 m tavaraa.

Koska haluttiin tietoja siitä, millainen tilanne on todellisissa kenttäolosuhteissa, ei tutkimuksen johdon taholta otettu osaa tutkimuspalstojen valintaan eikä myöskään puututtu minimiläpimittavaatimusten noudattamiseen.

Kustakin kaadetusta rungosta merkittiin kontrollikuutiointia varten muistiin rinnankorkeusläpimitta ja läpimitta 6 m:n (pienillä puilla 3.5 m:n) korkeudelta. Kustakin pölkystä mitattiin läpimitta pituuden puolivälistä kuoren päältä ja sovitun pituuden paikkansapitävyys tarkistettiin. Viimeisen (ohuimman) pölkyn latvaläpimitta mitattiin kuoren alta 1 mm:n tarkkuudella. Tapauksissa, joissa 2 m pölkky oli apu-

Taulukko 1. Aineiston laatu ja laajuus

Table 1. Quality and quantity of the material of study

Kunta Parish	Pölkyn pituus/mi- nimiläpimitta Length/minimum diameter of bolts	Runkojen koko- naiskuuutio k-m Total volume of stems, cu.m. (s)	Runkojen lu- kumäärä Number of stems	Runkojen kes- kikuutio, lit- raa. Average stem volume, litres
Konnevesi	3m/5cm	15.351	102	151.1
	3m/7cm, 2m/5cm	25.732	219	117.5
	4m/7cm, 2m/5cm	14.261	101	141.2
Längelmäki	2m/5cm	19.879	198	100.4
	3m/5cm	32.714	258	126.8
	3m/7cm, 2m/5cm	40.498	453	89.4
Padasjoki	2m/5cm	7.938	145	54.7
	3m/7cm, 2m/5cm	19.675	146	116.3
Valkeakoski	2m/5cm	23.998	222	108.1
	3m/5cm	23.040	273	84.4
Yhteensä ja keskimäärin Total and average		223.086	2117	105.4

mittana, mitattiin myös samalla tavoin viimeisen 3 tai 4 m pölkyn latvaläpimitta. Metsään jäävästä latvaosasta mitattiin läpimitta pituuden puolivälistä kuoren päältä ja latvaosan pituus mitattiin 1 dm:n tarkkuudella. Taulukosta 1 käyvät ilmi tutkitut vaihtoehdot, aineiston määrä kussakin tapauksessa sekä runkojen keskikoko. Runkojen tilavuuden mittayksikkönä käytetään viime aikoina yleistyneen tavan mukaisesti litraa, koska se on suuruusluokaltaan helposti tajuttava yksikkö.

TUTKIMUSTULOKSET

Kun vertaillaan runkojen hyväksikäyttöä tai kääntäen sanottuna metsään jäävän latvaosan suuruutta erilaisissa katkomistapauksissa, on ensimmäiseksi varmistauduttava siitä, ettei runkomuoto ole eri vertailutapauksissa huomattavasti erilainen. Aikaisemmissa tutkimuksissa on nimittäin todettu, että jos runkomuodossa on esim. kahdella eri hakkuupalstalla suuria eroja, saattaa myös tiettyä läpimittaa ohuemman latvaosan keskimääräisessä pituudessa ja tilavuudessa olla niin suuri ero, ettei katkomistavan vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön saada oikeata kuvaa. Tämän vuoksi on piirroksissa 1 - 4 (ss. 21 - 24) esitetty rungonsuuruusluokittain puiden keskimääräinen pituus eri vertailutapauksissa. Piirrosten perusteella nähdään, että tasoittamattomat pituuden kuvaajat asettuvat yleensä melko hyvin päällekkäin tai ainakin lähekkäin. Konneveden aineistossa on varsinkin pienten runkojen kohdalla suhteellisesti suurempi ero kuin muissa tapauksissa, mutta tällöinkin huomattava, että runkojen keskikuutio oli Konnevedellä kaikissa vertailutapauksissa yli 100 l. Kun ajatellaan, kuinka suuret

erot teknillisessä, hakkuutyön palkkausta varten laaditussa nelijakoisessa runkokuotoluokituksessa on eri luokkien välillä (esim. Tapion Taskukirja, 15. painos, s. 309), voidaan Konneveden työmaallakin todetut erot runkokuodon osalta todeta melko vähäisiksi.

Toinen tekijä, joka voi haitata metsään jäävän latvaosan koon vertailua eri katkomistapauksissa, on mahdollinen latvaosan koon riippuvuus rungon suuruudesta. Sitä valaisevat piirrokset 5 - 14 (ss. 25 - 34). Piirrosten silmävarainen tarkastelu osoittaa, ettei metsään jäävän latvaosan tilavuus näytä sanottavasti riippuvan rungon koosta. Lähinnä vain Längelmäen aineistossa voidaan huomata lievää nousevaa tendenssiä suurempiin runkoihin päin, mutta korrelaatio osoittautui kuitenkin näissäkin tapauksissa sangen heikoksi. Korrelaatiokertoimen arvoksi saatiin katkomistapauksessa 2 m/5 cm 0.207 ± 0.068 , katkomistapauksessa 3 m/5 cm 0.091 ± 0.062 ja katkomistapauksessa 3 m/7 cm, 2 m/5 cm 0.324 ± 0.042 . Korrelaatio olisi katsottava selvästi todelliseksi vain tapauksessa 3 m/7 cm, 2 m/5 cm. Kun kuitenkin erot runkojen keskikoossa ovat näissä tapauksissa melko pieniä, voidaan mainittavaa virhettä tekemättä vertailla keskiarvotuloksia toisiinsa. Esim. siirtyminen tapauksessa 3 m/7 cm, 2 m/5 cm runkojen keskikoosta (89.4 l) koko Längelmäen aineiston keskikoon (102.4 l) aiheuttaisi I regressiosuoran yhtälön avulla laskettuna latvaosan tilavuuteen vain 0.1 litran suuruisen muutoksen. Konneveden, Padasjoen ja Valkeakosken aineistossa on metsään jäävän latvaosan tilavuuden ja rungon koon välinen korrelaatio aivan olematon. Niin ollen voidaan kaikkien neljän hakkuumiehen kohdalla vertailla keskiarvotuloksia toisiinsa. Ne on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Tutkimuksen päätulokset

Table 2. Main results of the study

Kunta Parish	Pölkyn pi- tuus/minimi- läpimittä Length/min- imum diam- eter of bolts	Runkojen keskikuu- tio, lit- raa Average stem volume	Käyttöosien keskikuutio, litraa Average vol- ume of utilized parts of stems, litres	Latvaosien keskikuutio, litraa Average vol- ume of top parts, litres	Minimiläpi- mitta alitet- tu, % runko- luvusta Bolts below minimum diam- eter, per cent of stem number	Latvapölkky- jen keskimää- räinen latva- läpimittä, cm Average top diameter of top bolts, cm	Latvaosan osuus koko kuutiosta, % Volume of top part in per cent of total volume
Konnevesi	3m/5cm	151.1	145.3	5.8	16.7	6.1	3.8
	3m/7cm, 2m/5cm	117.5	112.2	5.3	5.9	6.2	4.5
	4m/7cm, 2m/5cm	141.2	136.2	5.0	12.9	5.3	3.5
Längelmäki	2m/5cm	100.4	94.3	6.1	8.6	6.4	6.1
	3m/5cm	126.8	120.0	6.8	6.6	6.6	5.4
	3m/7cm, 2m/5cm	89.4	84.0	5.4	6.8	6.0	6.0
Padasjoki	2m/5cm	54.7	50.3	4.4	23.4	5.5	8.0
	3m/7cm, 2m/5cm	116.3	112.1	4.2	20.5	5.8	3.6
Valkeakoski	2m/5cm	108.1	103.6	4.5	15.8	5.8	4.2
	3m/5cm	84.4	79.5	4.9	25.6	5.6	5.8

Taulukon 2 perusteella voidaan päätellä seuraavaa. Metsään jääneen latvaosan tilavuus on vaihdellut rajoissa 4.2 - 6.8 litraa. Niissä tapauksissa (Längelmäki ja Valkeakoski), joissa tehtiin sekä pelkästään 2-metristä että pelkästään 3-metristä tavaraa 5 cm:n läpimitaan saakka, voidaan todeta, että metsään jäävä latvaosa on ollut 3-metristä tavaraa tehtäessä hieman suurempi kuin 2-metristä tavaraa tehtäessä. Erot ovat kuitenkin melko pieniä (0.7 l ja 0.4 l). Edullisimmin ovat rungot tulleet hyväksikäytetyiksi silloin, kun 3- tai 4-metrisen tavaranteon yhteydessä on käytetty apumittana 2-metristä tavaraa. Erot vain yhden pituuden käyttöön verrattuna ovat kuitenkin melko vähäisiä. Huomattavasti enemmän näyttää metsään jäävän latvuksen suuruus riippuvan hakkuumiehestä tai työnjohtajasta, josta usein riippuu, paljonko alimittaisia pölkköjä "menee läpi".

Konneveden tutkimukseen osallistunut hakkuumies on pelkästään 3-metristä tavaraa tehdessään alittanut minimiläpimitan selvästi useammin kuin muissa tapauksissa. Tämä osittain selittää sen, että erot metsään jääneen latvaosan koossa ovat melko pieniä. Längelmäellä tutkittu hakkuumies sen sijaan näyttää noudattaneen minimiläpimittavaatimuksia likimain yhtä tarkasti kaikissa tapauksissa. Padasjoella tutkittu työntekijä on keskimäärin useimmin alittanut minimiläpimitan ja päässyt siten myös tarkimpaan runkojen hyväksikäyttöön. Valkeakoskella tutkimukseen osallistunut hakkuumies taas on alittanut minimiläpimitan 3-metrisen tavaranteossa selvästi useammin kuin 2-metrisen tavaranteossa, mikä on johtanut siihen, että ero metsään jääneen latvaosan koossa oli näissä kahdessa tapauksessa sangen pieni.

Latvapölkkyjen keskimääräinen latvaläpimitta, mikä on sama kuin metsään jääneiden latvaosien keskimääräinen tyviläpimitta, on vaihdellut rajoissa 5.3 - 6.6 cm. Latvapölkkyjen keskimääräinen latvaläpimitta kuvastelee jossain määrin sitä, miten usein minimilatvaläpimitta on alitettu, vaikkakaan riippuvuus ei ole erityisen säännömukainen.

Koska metsään jäävän latvaosan tilavuus ei sanottavasti riipu rungon koosta, riippuu latvaosan osuus kokonaiskuutiosta ensi sijassa leimikon keskikuutiosta. Tutkimusaineistossa se vaihteli rajoissa 3.5 - 8.0 %.

Jos minimiläpimitan alittaminen hyväksytään siinä laajuudessa, kuin sitä on tutkittujen työntekijäin kohdalla esiintynyt, voidaan loppupäätelminä todeta seuraavaa. Kaksimetrisen tavaran käyttäminen apumittana 3- tai 4-metrisen tavaran teon yhteydessä näyttää johtavan hiukan parempaan runkojen hyväksikäyttöön kuin pelkästään 2-metristen pölkkyjen valmistus. Ero on kuitenkin sangen vähäinen. Pelkästään 3-metristen pölkkyjen valmistus näyttää johtavan jonkin verran huonompaan runkojen hyväksikäyttöön kuin 2-metristen pölkkyjen valmistus, mutta tässäkin tapauksessa ero on melko pieni. Huomattavasti enemmän näyttää runkojen hyväksikäyttöön vaikuttavan hakkuumiehen suhtautuminen minimiläpimittavaatimusten noudattamiseen tai vaihtoehtoisesti työnjohdon valvonnan tarkkuus.

N y l i n d e r i n (1956) ja E r i k s s o n i n (1958) tutkimuksissa rungot olivat pääasiassa tukkipuukokoa. Tukkien minimiläpimitta oli N:llä 5" ja E:lla 6". Mainituilla tutkimuksilla on pyritty selvittämään, miten paperipuupölkkyjen pituus vaikuttaa runkojen paperipuuosan hyväksikäyttöön. Kun

tutkijat ovat itse suorittaneet pölkkyjen mittauksen siten, ettei minimiläpimittaa ole koskaan alitettu, on pölkkyjen pituuden vaikutus runkojen hyväksikäyttöön saatu tuntuvasti suuremmaksi kuin nyt käsillä olevassa tutkimuksessa. Osittain tähän on voinut vaikuttaa sekin, että ruotsalaisissa tutkimuksissa on käytetty suurempia minimiläpimittoja (3" ja 2 1/2") kuin tässä tutkimuksessa. E r i k s s o n on tutkinut myös hakkuumiehen suorittamaa apteerausta ja todennut, että verrattuna mahdollisimman tarkkaan täysille jaloille katkomiseen hakkuumieheltä jää metsään käyttökelpoista, minimiläpimitan täyttävää rungonosaa männyn kohdalla 3.9 % ja kuusen kohdalla 2.0 %. Tulos on siis aivan päinvastainen kuin nyt käsillä olevassa tutkimuksessa, jonka yhteydessä hakkuumiehet pyrkivät vaihtelevassa määrin alittamaan minimiläpimitan. Syynä on ilmeisesti se, että ruotsalaisen tutkimuksen yhteydessä on hakkuumiehelle maksettu palkka kuutioyksiköltä eikä kappaleelta, niin kuin Suomessa on tapana tehdä 2-metrisen ja sitä pitemmän määräpituaisen tavaran teossa. Jokainen hakkuumies tajuaa, ettei paljon karsintatyötä aiheuttava ohut latvaosa sanottavasti lisää kuutiomäärää, ja pyrkii sen vuoksi kuutioyksikköpalkkaa käytettäessä jättämään metsään sellaistaakin rungonosaa, josta vielä ehkä saisi yhden minimiläpimitan täyttävän pölkyn. Jos sen sijaan viimeiseltäkin pölkyltä saa saman kappalepalkan kuin paksummilta pölkyltä, on suuri houkutus minimiläpimitan alittamiseen.

Todettakoon lopuksi, että jos siirrytään viime aikoina yleistyneisiin tehostettuihin hakkuumenetelmiin, jolloin mm. luovutaan pölkkyjen pituuden tarkasta mittauksesta, ei tämän tutkimuksen tuloksilla enää ole sovellutusarvoa.

KIRJALLISUUS

BIBLIOGRAPHY

- A r o, P a a v o. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen Julkaisuja - Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 20. Helsinki.
- E r i k s s o n , E l o v. 1958. Utbyttet massaved vid aptering i fallande längder och standardlängder. Summary: Yield of Pulpwood when Cross-cutting in Falling Lengths and in Standard Lengths. Kungl. Skogshögskolan - Institutionen för Virkeslära, uppsatser nr 18 (Royal School of Forestry - Dept. of Forest Products, research notes nr. 18). Stockholm.
- M a k k o n e n , O l l i. 1967. Minimiläpimitan vaikutus havupaperipuiden valmistusaikaan. Summary: Effect of Minimum Diameter on Pulpwood Preparation Time. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja - Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 63. Helsinki.
- N y l i n d e r , P e r. 1956. Utbyttet massaved av tall och gran vid olika apteringsmetoder. Kungl. Skogshögskolan - Institutionen för Virkeslära, uppsatser nr 3 (Royal School of Forestry - Dept. of Forest Products nr. 3). Stockholm.

Summary in English

On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm.

INTRODUCTION

When considering proceeding to making longer pulpwood bolts than earlier, yet of fixed lengths, the question ensues how such a measure influences the degree of utilization of stems, i.e., to which extent stems can be converted into pulpwood when employing a fixed minimum diameter and which the volume of the top is that is left in the forest as waste.

In Finland the predominant pulpwood length has been 2 m. since long. Mechanization of forest work, however, has brought about a tendency to making bolts of greater length. Previously, the minimum diameter of pulpwood was generally 8 or 7 cm. and at that time proceeding to longer bolts was thought to lead to leaving considerable quantities of usable wood in the forest as logging waste unless the topmost bolt was allowed to be cut shorter: for instance, 2 m. As, in the 1960's proceeding to smaller minimum diameters than before has taken place, the estimates concerning the influence of the bolt length on the degree of utilization of stems have changed.

In Sweden N y l i n d e r (1956) and E r i k s s o n (1958) have studied this question. In their work the stems

were crosscut into pulpwood bolts down to the minimum diameter employed in each separate case on the basis of measurements of the greatest possible accuracy. Passing under the minimum diameter never took place. E r i k s s o n , however, has also studied crosscutting such as it is actually done by forest workers. In the present study information was explicitly wanted on the forest worker's observance of the requirements regarding the minimum diameter as well as whether his attitude or efficient supervision of work exert more influence on the degree of stem utilization than does the bolt length.

MATERIAL OF THE STUDY

The study material comprises 2117 spruce stems which were converted into pulpwood by four forest workers on four different working sites located in southern Finland. All the working sites in question, however, belonged to the same employer: namely, to the United Paper Mills Ltd. Only Pulpwood was made and the work was paid for by the piece. The minimum diameter employed was 5 cm. u.b. and the bolt lengths were 2, 3 and 4 m. Only one worker made 4-m. bolts and he was allowed to make a 2-m. bolt of the last from each stem when required. The last 4-m. bolt was not allowed to be less than 7 cm. u.b. in diameter. When making 3-m. bolts, two different lines of action were followed according to one of which 2-m. bolts were allowed to be made of the

topmost ones when required. In this case the top diameter of the 3-m. bolts was not allowed to be less than 7 cm. u.b. In the other case only 3-m. bolts were made employing 5 cm. as a minimum diameter. Three of the workmen studied made also 2-m. bolts solely.

As information was explicitly wanted concerning the actual situation in the field, the body leading the studies did not take part in the selection of logging chances, nor did it interfere with the observance of the requirements regarding the minimum diameter.

In order to check the stem volume the diameter at breast height of each stem felled was recorded together with the diameter at a distance of 6 m. from the butt end (for small trees 3.5 m). For each bolt the middle diameter was measured on bark and the correctness of the fixed length checked. The top diameter of the last (smallest) bolt from each stem was measured under bark at a precision of one millimetre. In cases when 2-m. bolts had been made from the top, the top diameter of the last 3- or 4-m. bolt was also measured in the same way. On the top that remained in the forest as waste the diameter on bark at its middle, the length of this top being measured at a precision of 1 dm. Table 1 (p. 6) shows the alternatives studied, the size of the material in each case, and the average volume of the stems. In accordance with increasing usage, the stem volume is here expressed as litres because it is a unit of measurement the size of which is readily comprehended.

RESULTS OF THE STUDY

Figs. 1 - 4 (pp. 21 - 24) indicate that the stem form was almost similar for each worker and each case of comparison. Figs. 5 - 14 (pp. 25 - 34) show that the volume of the top that remains in the forest does not, to any marked degree, depend on the stem volume. Only the material collected in the parish of Längelmäki shows a slight increasing tendency toward larger trees. The strongest correlation was noted for the case 3 m./7 cm., 2 m./5 cm., in which the correlation coefficient was $r = 0.324 \pm 0.042$. In all other cases the correlation cannot even be considered statistically significant. In the afore-mentioned case of the strongest correlation the average volume of the stems was 89.4 litres. Comparison of this volume with the average volume of the entire Längelmäki material (102.4 litres) gives a difference of only 0.1 litres in the volume of the top that remains in the forest. Evidently no error of a magnitude deserving of mention is done when comparing the average volumes of the tops made by the individual workmen.

Table 2 (p. 9) shows the principal results of the investigation. On the basis of this table we may conclude following within the framework of the present study: The volume of the top remaining in the forest as waste varies between 4.2 and 6.8 litres. In those cases (Längelmäki and Valkeakoski), when both pure 2-m. and pure 3-m. bolts were made down to a minimum diameter of 5 cm., the volume of the

top remaining in the forest was slightly larger in preparation of 3-m. bolts than when making 2-m. bolts. The differences were, however, rather small (0.7 and 0.4 l.). To the greatest advantage the stems were used when preparation of 2-m. bolts was allowed in connection with making 3 or 4-m. bolts. However, the difference between such a procedure and making bolts of only one fixed length was quite small. It seems that the volume of tops remaining as waste in the forest depends, to a considerably larger extent, on the workman or the foreman, on the latter of which it depends to which extent under-sized bolts are accepted.

The worker taking part in the study at Konnevesi made under-sized bolts more frequently when preparing 3-m. timber than otherwise. This circumstance partly explains the smallness of the differences in the volumes of tops remaining in the forest. The man working at Längelmäki, on the other hand, seems to have respected the requirements concerning the minimum diameter to an almost equal degree in all cases. The worker in action at Padasjoki made under-sized bolts most frequently, thus utilizing the stems to the greatest degree in comparison with the other workmen of the study. The man taking part in the study at Valkeakoski, in turn, made a clearly larger number of under-sized bolts when preparing 3-m. timber than 2-m. bolts, in consequence of which the difference between the volume of tops remaining in the forest in these two cases was quite small.

If under-sized bolts are accepted to the same extent as encountered in the present study, the following final con-

clusion can be made: Allowing 2-m. bolts to be prepared in connection with making 3 or 4-m. timber leads to a slightly higher degree of utilization than preparation of 2-m. bolts solely. The difference, however, is rather small. Preparation of pure 3-m. bolts leads to a slightly lower degree of utilization of stems than preparation of 2-m. bolts. In this case, too, the difference is rather small. A considerably greater influence is exerted by the workman's observance of the requirements concerning the minimum diameter or, alternately, the efficiency of supervision.

In the studies made by N y l i n d e r and E r i k s s o n the stems were mainly of saw log size. In the former case the minimum diameter of the logs was 5 in. and, in the latter, 6 in. These investigations were carried out in order to find out how the length of pulpwood bolts affects the degree of utilization of the part of stems from which pulpwood is made. As the bolts were crosscut such that under-sized bolts were never made, the influence of the bolt length on the degree of stem utilization was considerably greater than indicated in the present study. Partly this might also have due to the fact that, in the Swedish works, the minimum diameters employed were greater (3 and 2 1/2 in.) than in the present study. E r i k s s o n has also studied marking for crosscutting done by forest workers and observed that workmen do not utilize stems completely so well as is made possible by the fixed minimum diameter. This result is contradictory to those of the present study according to which the workmen made under-sized bolts in varying extents. This difference

in the results is probably due to the fact that, in the Swedish study, the workmen were paid by unit volume and not, as in the present study, by the piece. Every forest worker understands that the thin top part of stems which gives much work in lopping does not add to the volume to any considerable extent. Consequently, when paid by unit volume, the workmen leave even such parts of the stem in the forest which might still yield one bolt meeting the minimum diameter. As, on the other hand, when paid by the piece, the worker gets the same amount of money for the last bolt of the stems as for larger bolts, there is a great temptation to make under-sized bolts.

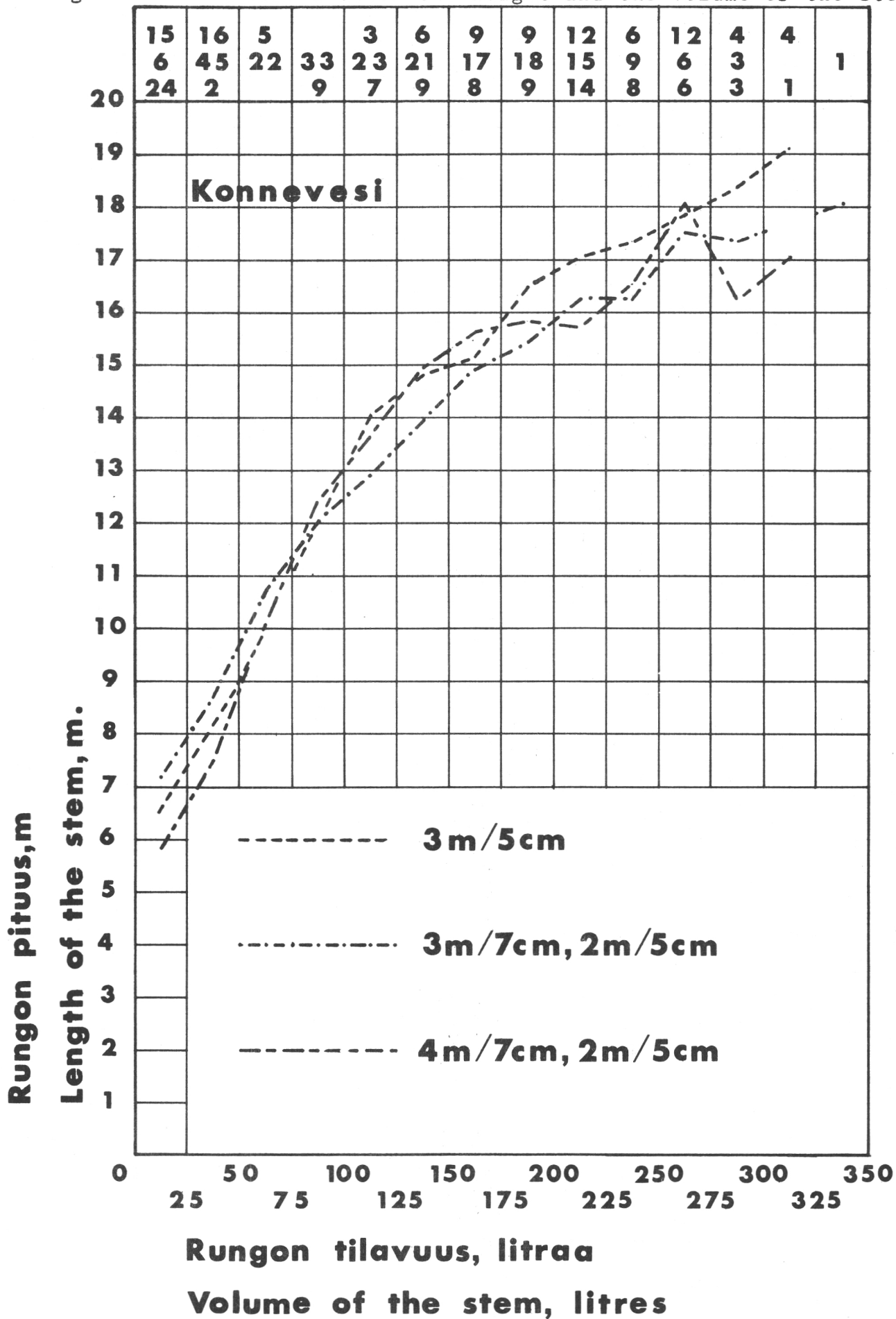
Finally, there is reason to observe that if proceeding to the logging methods of improved effectiveness that have recently become more common and in connection with which, for instance, exact measurement of the log length is abandoned, the results of the present investigation are not applicable anymore.

No 51 Teuri J. Salminen: Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.

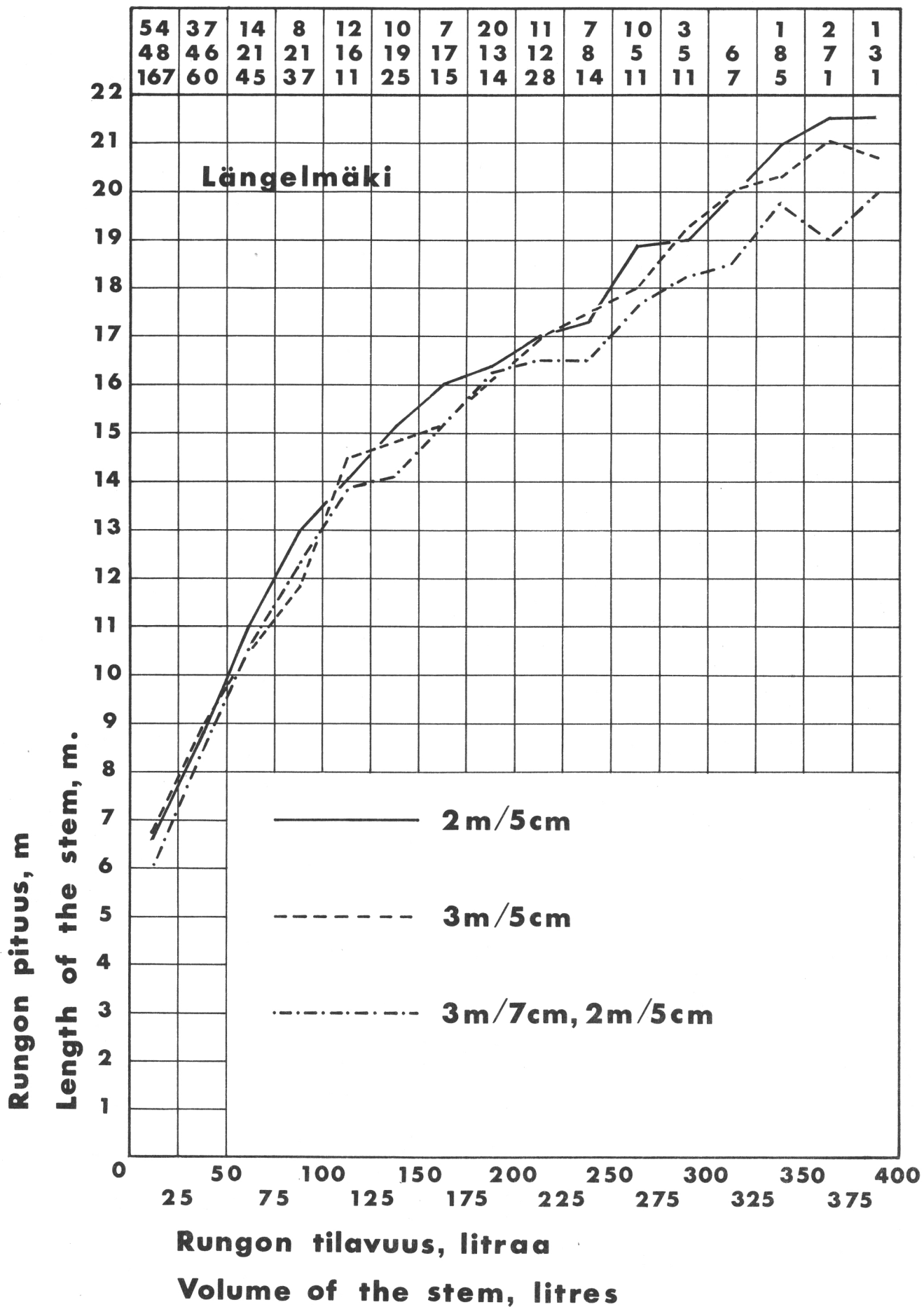
On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark.

Piirros 1. Rungon pituuden ja tilavuuden välinen riippuvuus.

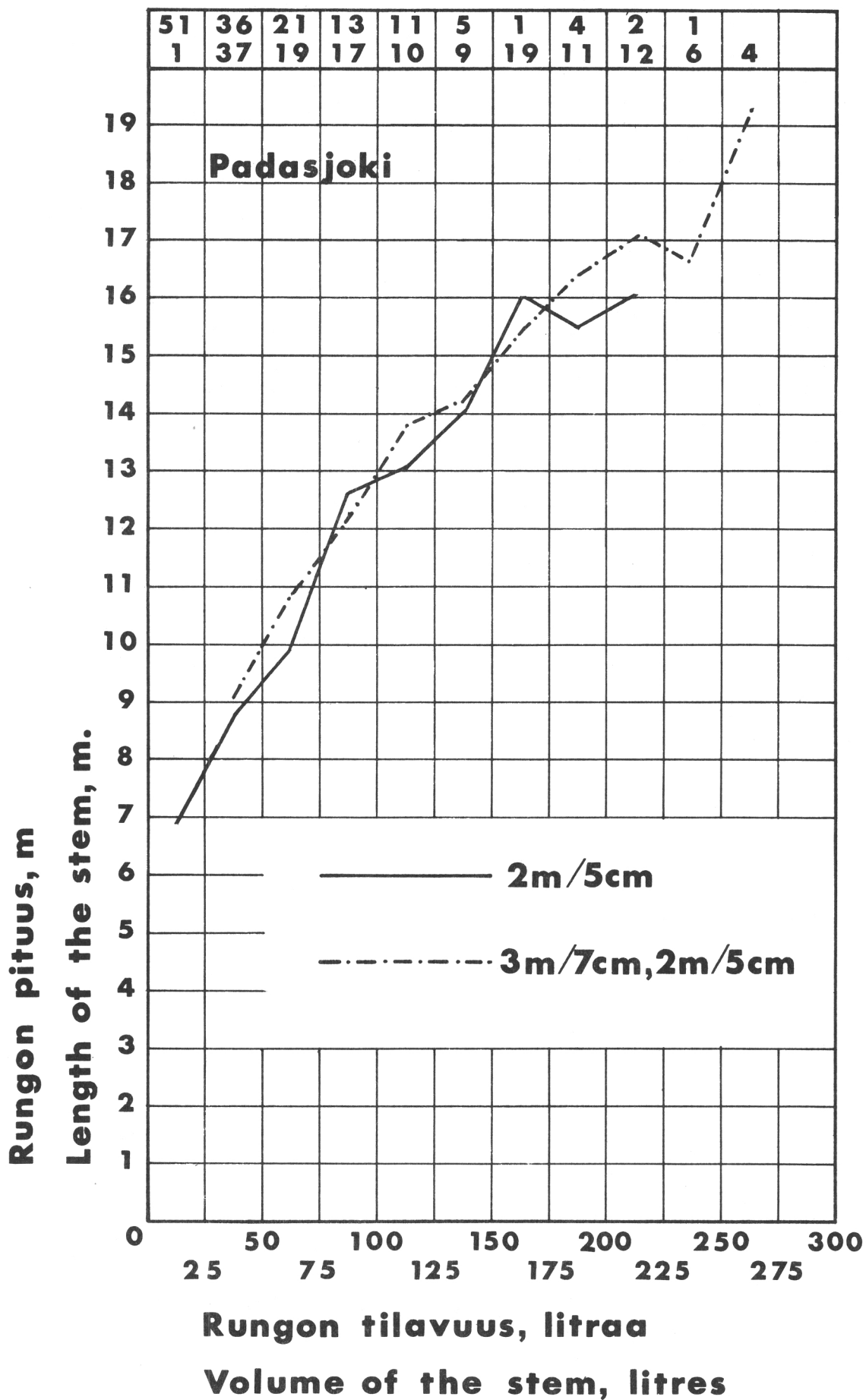
Fig. 1. Correlation between the height and the volume of the stem.



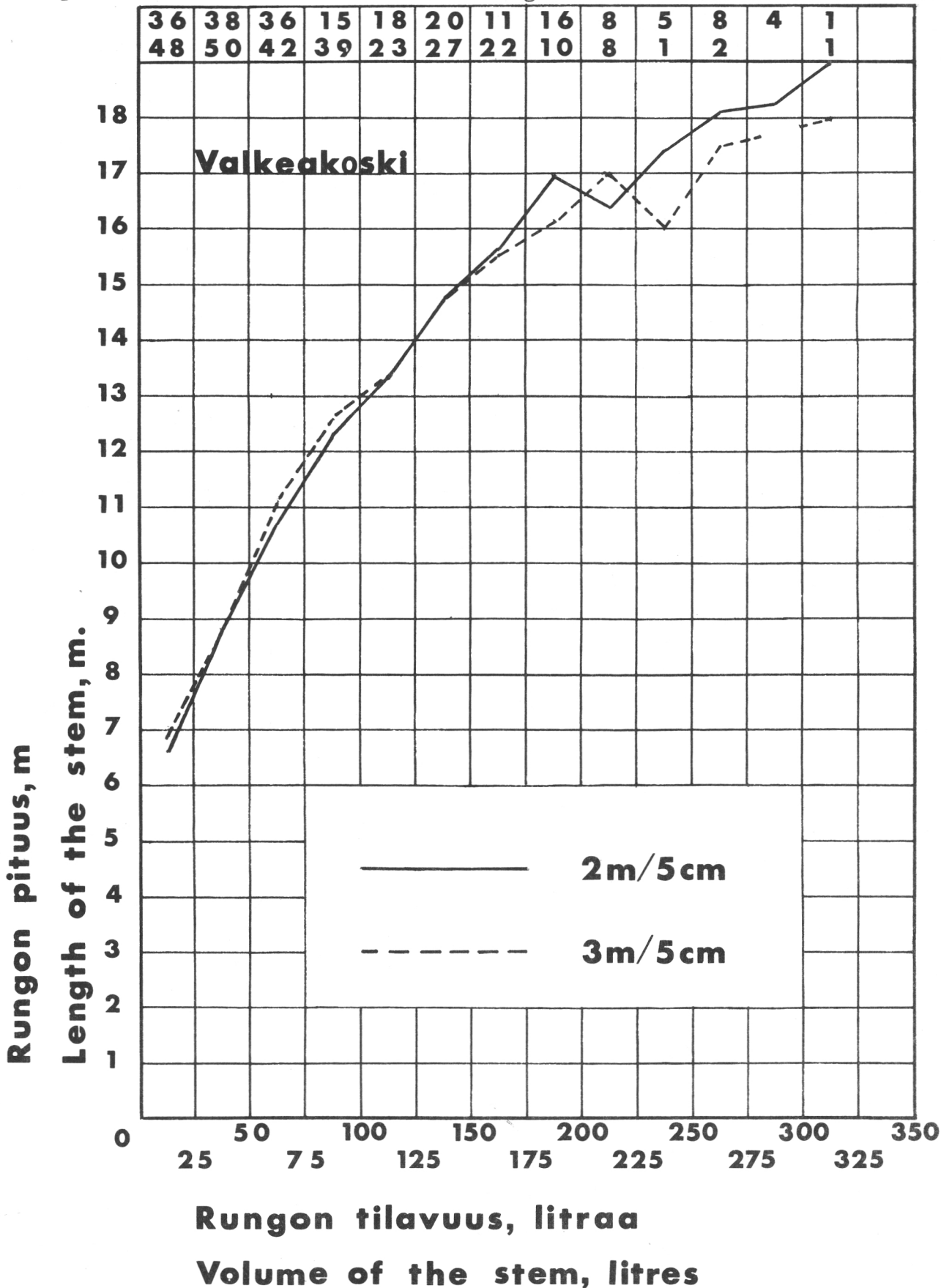
Piirros 2. Rungon pituuden ja tilavuuden välinen riippuvuus.
 Fig. 2. Correlation between the height and the volume of the stem.



Piirros 3. Rungon pituuden ja tilavuuden välinen riippuvuus.
 Fig. 3. Correlation between the height and the volume of the stem.



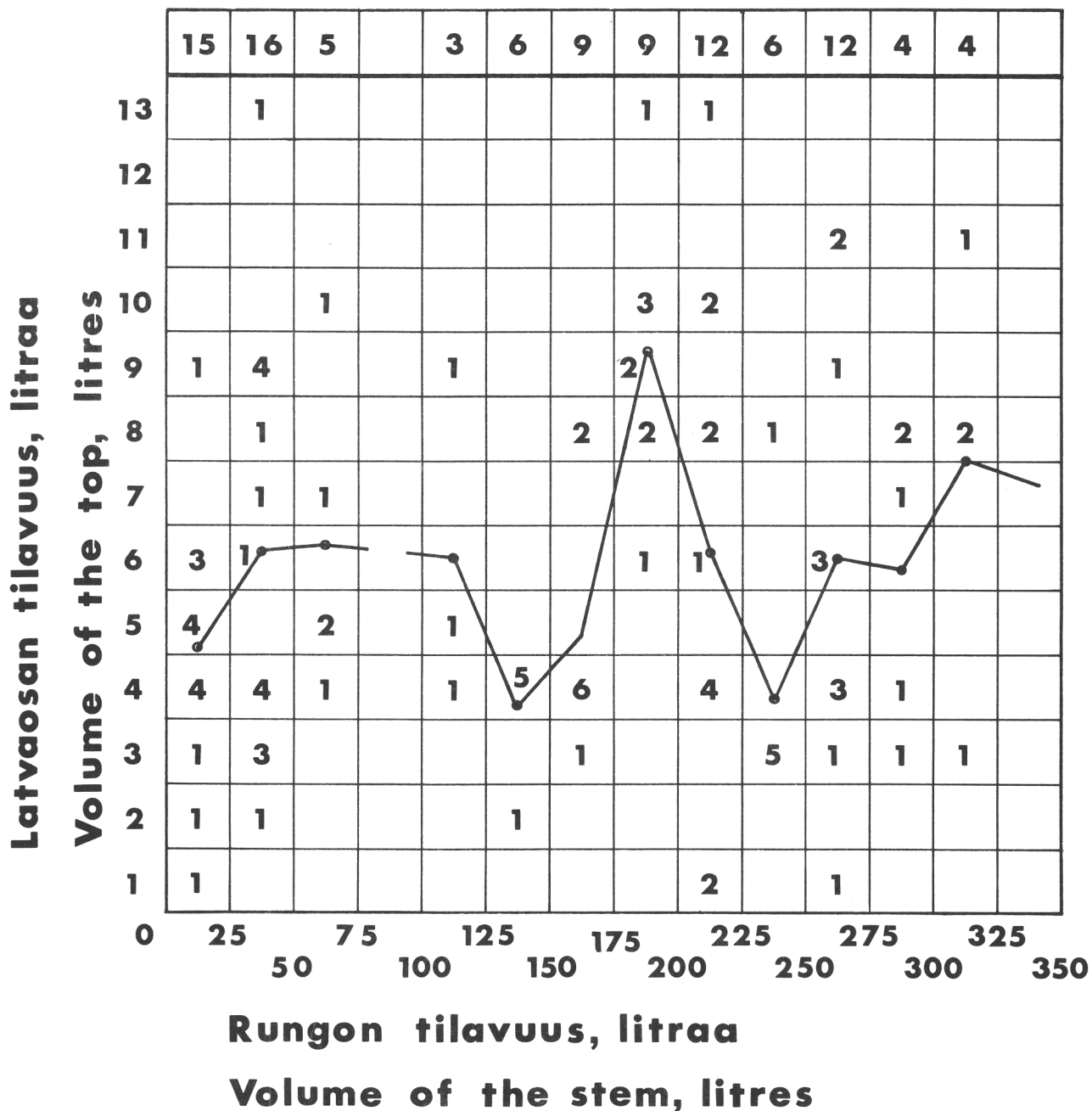
Piirros 4. Rungon pituuden ja tilavuuden välinen riippuvuus.
 Fig. 4. Correlation between the height and the volume of the stem.



Piirros 5. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 5. Correlation between the top part volume and the stem volume.

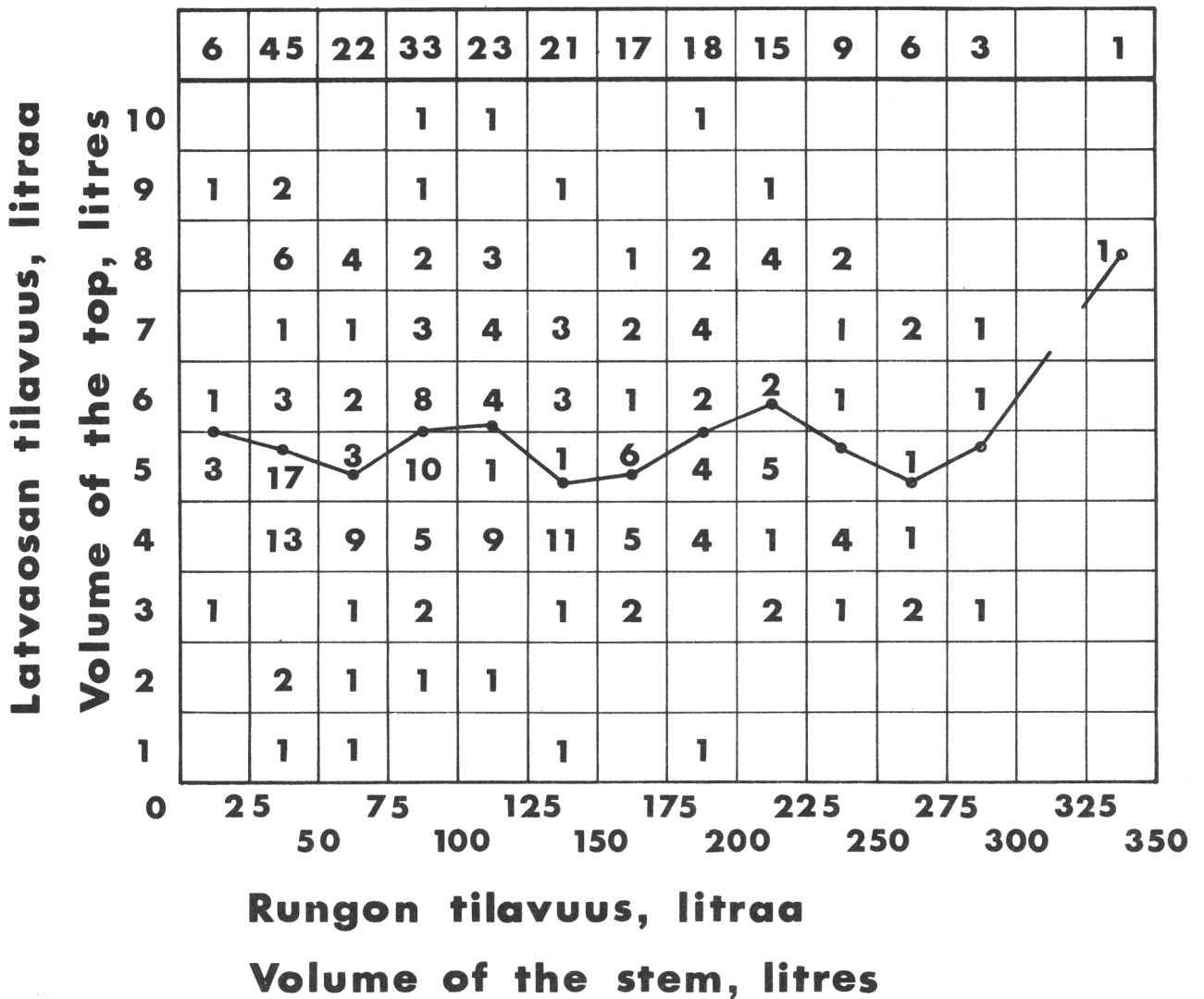
Konnevesi, 3m/5cm



Piirros 6. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 6. Correlation between the top part volume and the stem volume.

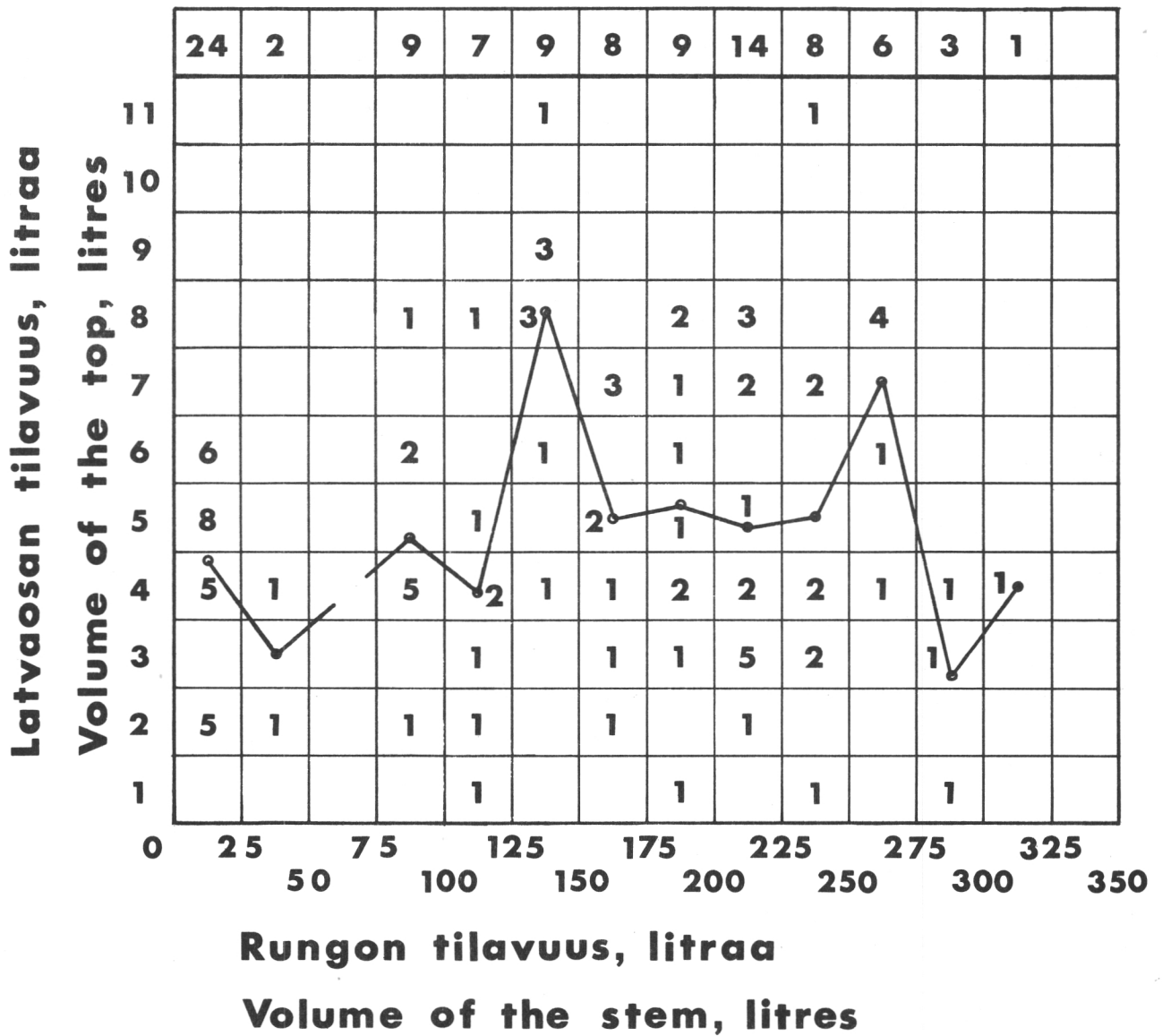
Konnevesi, 3m/7cm, 2m/5cm



Piirros 7. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 7. Correlation between the top part volume and the stem volume.

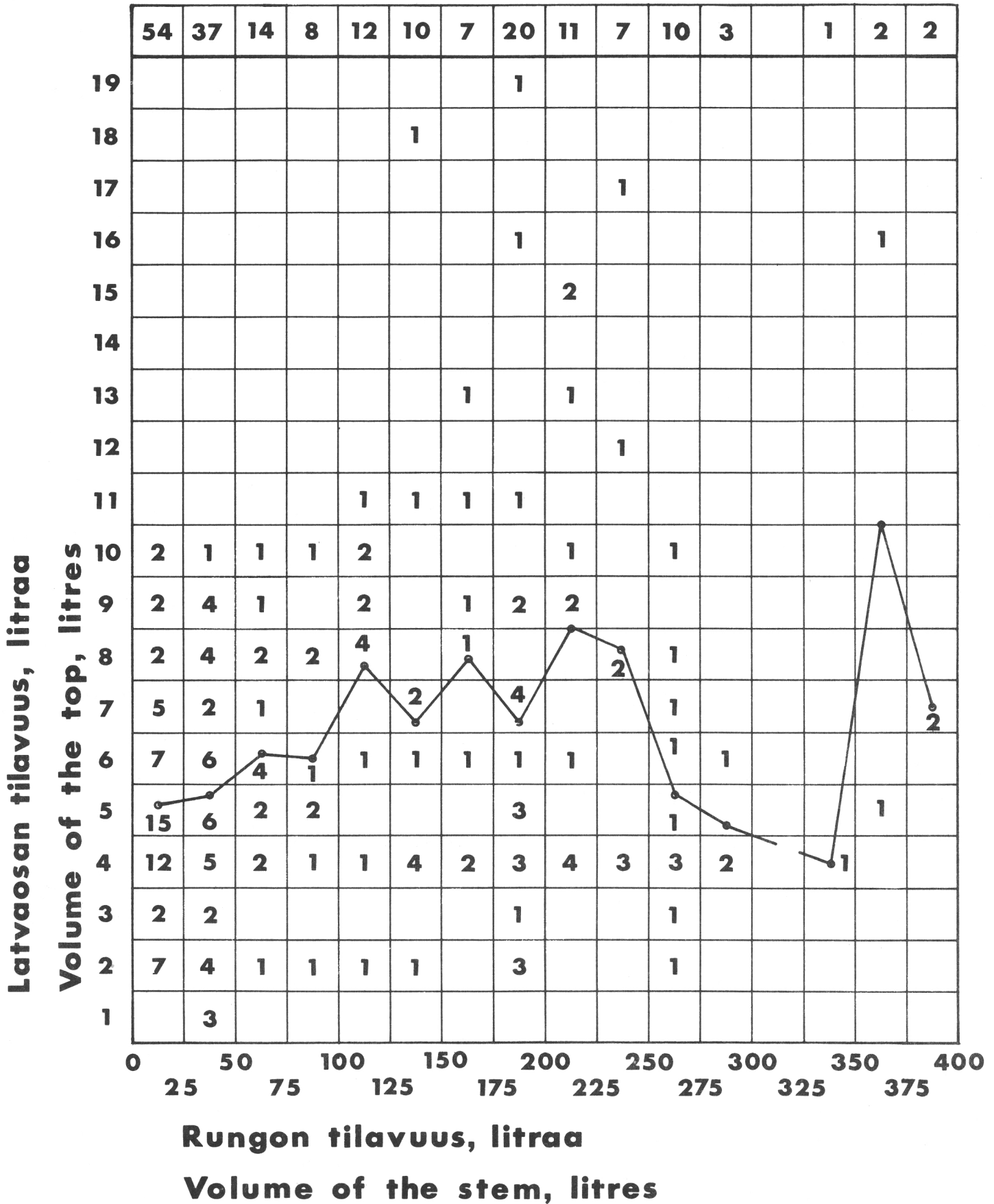
Konnevesi, 4m/7cm, 2m/5cm



Piirros 8. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 8. Correlation between the top part volume and the stem volume.

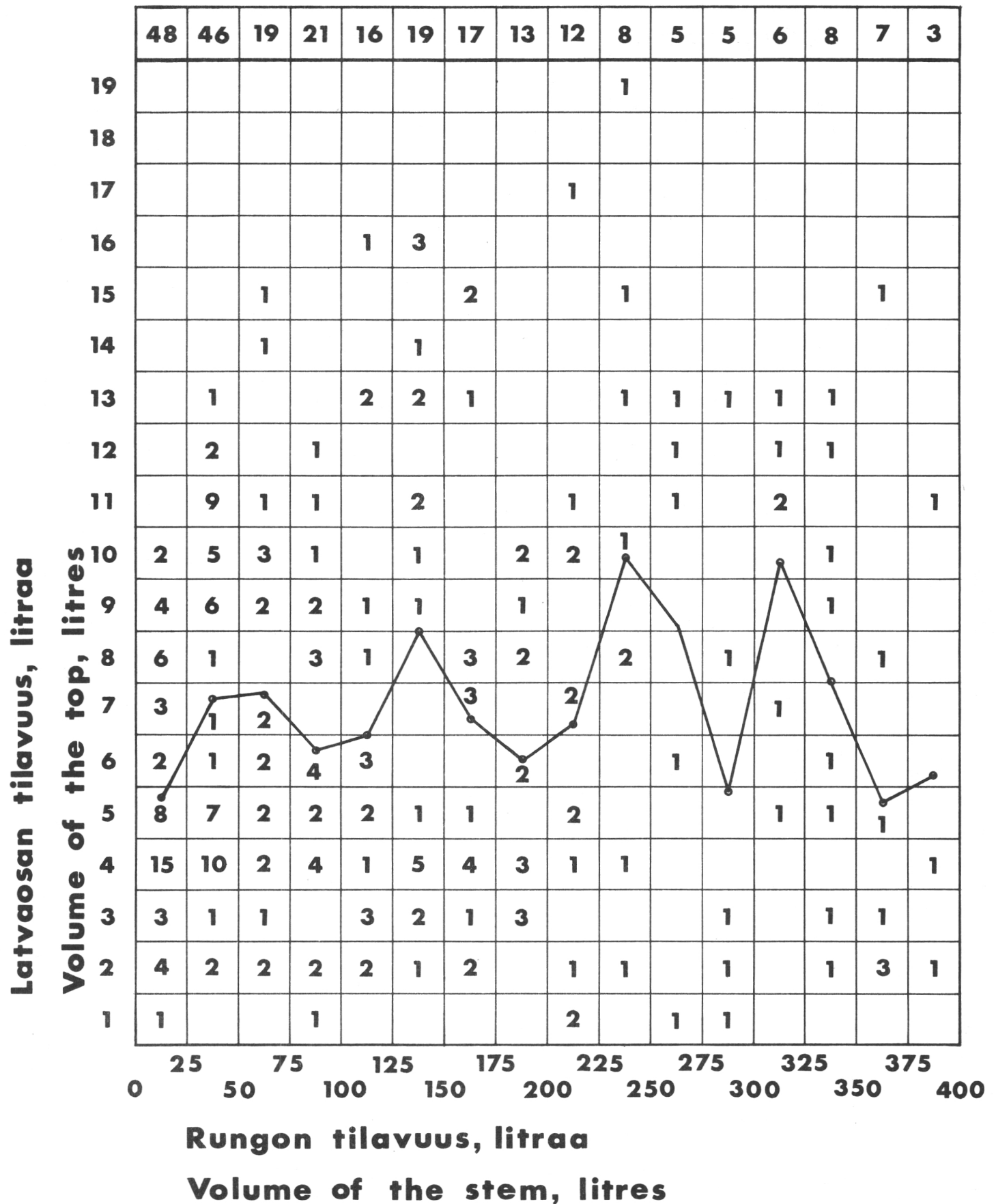
Längeelmäki, 2m/5cm



Piirros 9. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 9. Correlation between the top part volume and the stem volume.

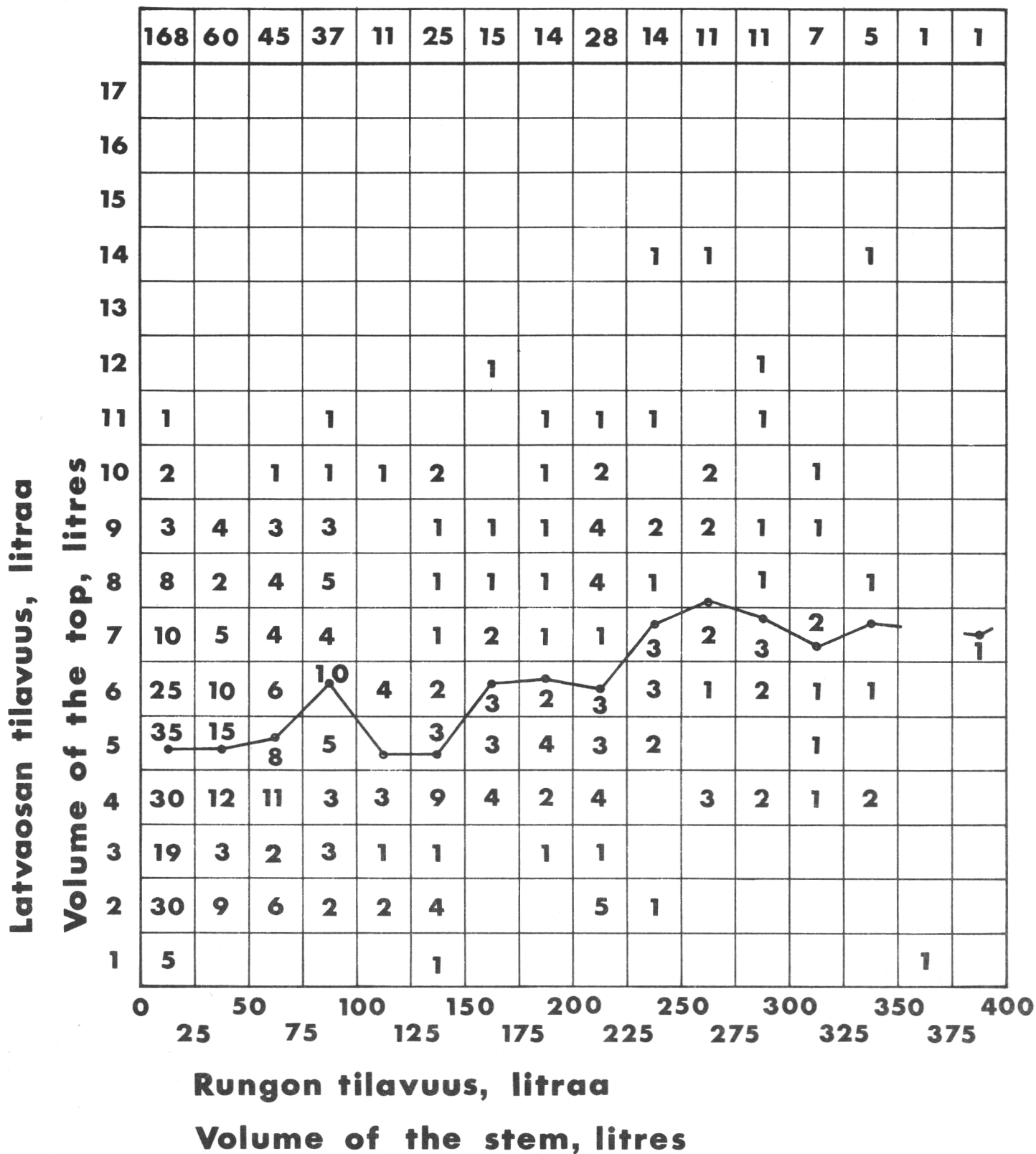
Längelmäki, 3m/5cm



Piirros 10. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

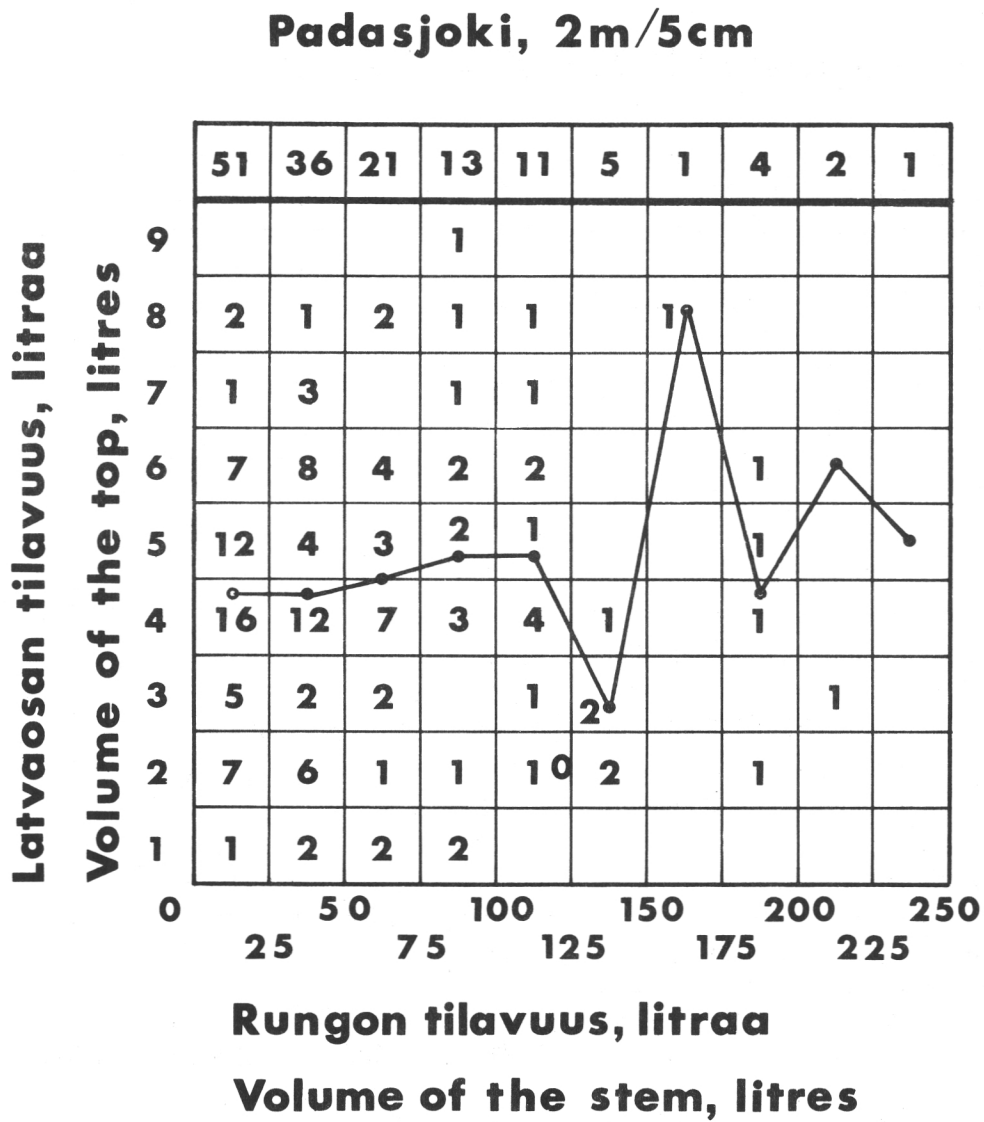
Fig. 10. Correlation between the top part volume and the stem volume.

Längelmäki, 3m/7cm, 2m/5cm



Piirros 11. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

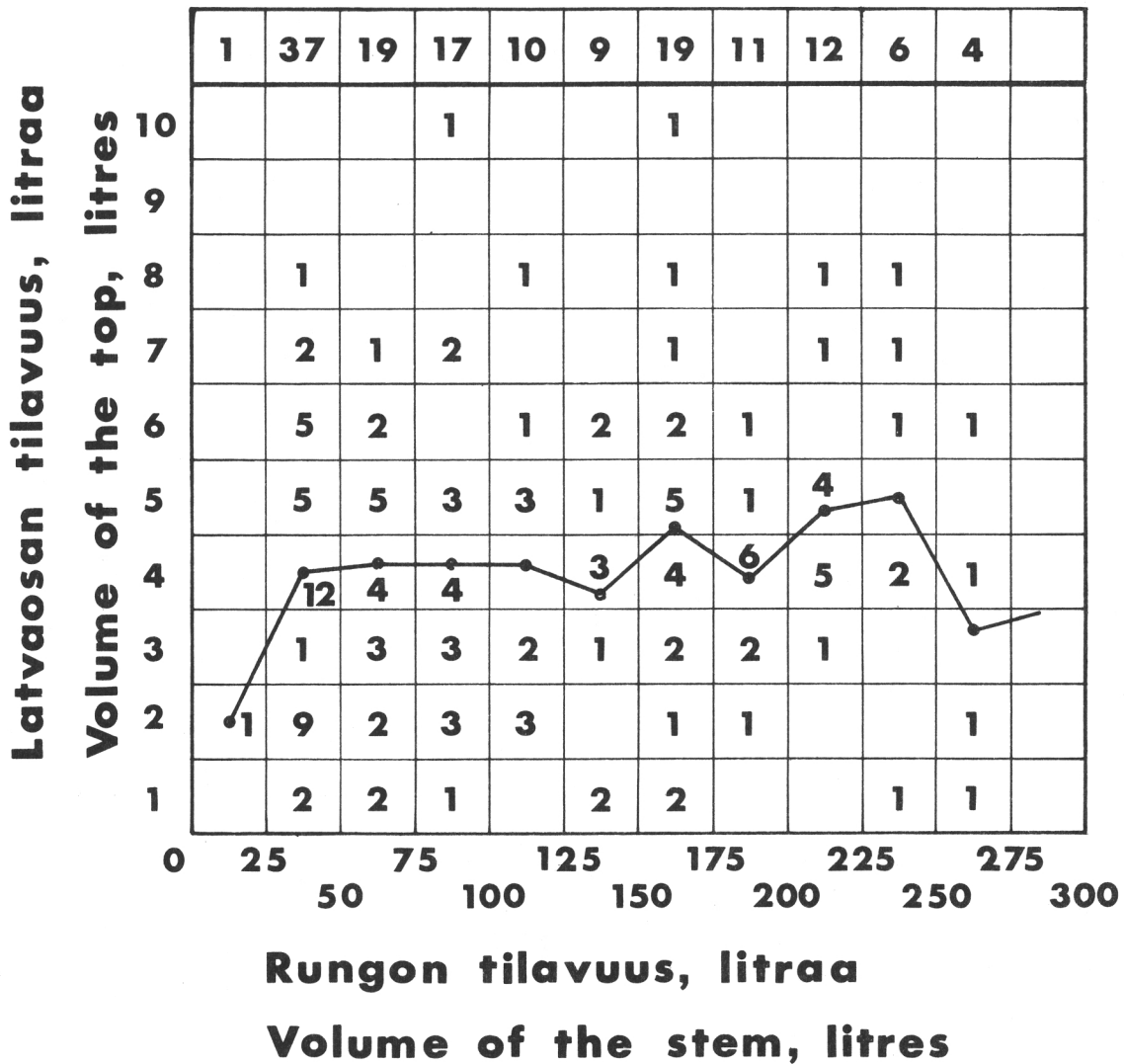
Fig. 11. Correlation between the top part volume and the stem volume.



Piirroos 12. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 12. Correlation between the top part volume and the stem volume.

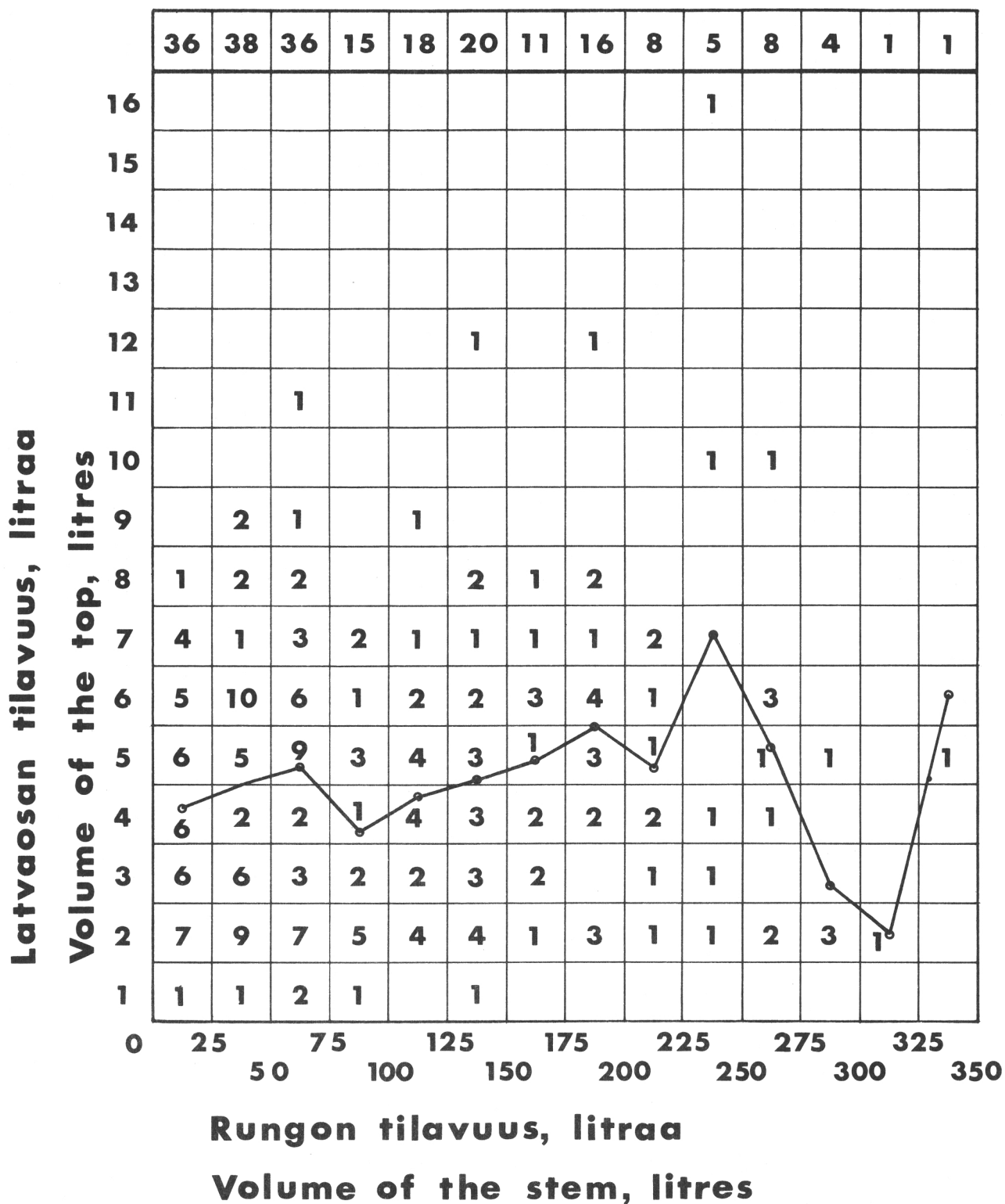
Padasjoki, 3m/7cm, 2m/5cm



Piirros 13. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 13. Correlation between the top part volume and the stem volume.

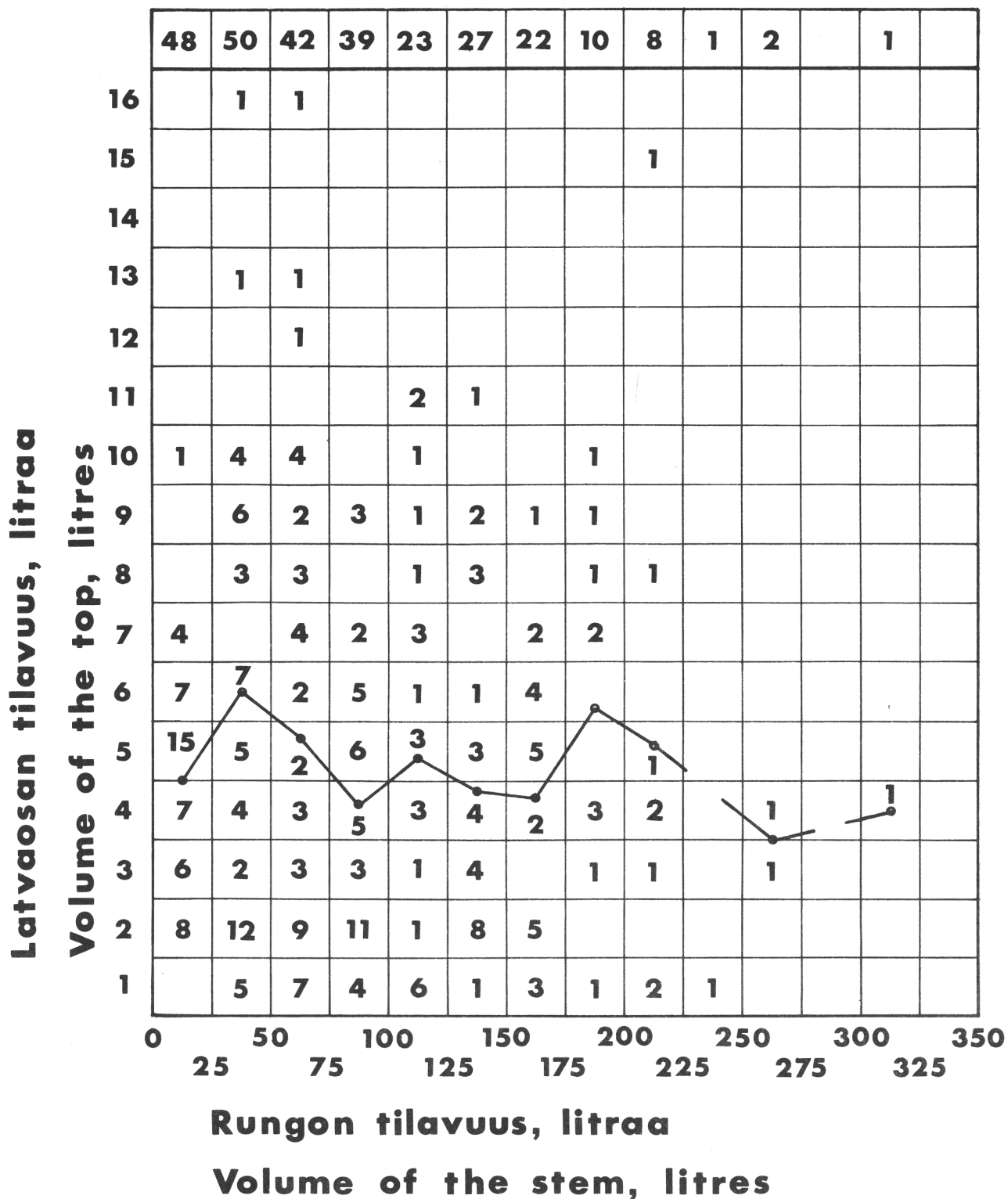
Valkeakoski, 2m/5cm



Piirros 14. Latvaosan tilavuuden ja rungon tilavuuden välinen riippuvuus.

Fig. 14. Correlation between the top part volume and the stem volume.

Valkeakoski, 3m/5cm



- No 40 Jorma Sainio — Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.
Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.
- No 41 Pentti Rikkonen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.
The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.
- No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.
Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.
- No 43 Eero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta.
On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.
- No 44 Lalli Laine: Kuplamörsky, (*Rhizina undulata* Fr.), uusi metsän tuhosieni maassamme.
Rhizina undulata Fr., a new forest disease in Finland.
- No 45 Pentti Koivisto: Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat.
Birch resources in Forestry Board Districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi.
- No 46 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1966, ennakkotietoja vuodelta 1967 ja ennuste vuodelle 1968.
Wood utilization in Finland in 1966, preliminary data for 1967 and forecast for 1968.
- No 47 Metsätilastoa 1950—67.
Forest Statistics of Finland 1950—67.
- No 48 Tarmo Peltomäki ja Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus.
Specific consumption of thermal energy utilized by real estates.
- No 49 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1953—66.
Forest balance of Finland in 1953—66.
- No 50 Kalevi Asikainen: Tasausvara ja sahatavaran tasaus.
On the trimming allowance and trimming.
- No 51 Teuri J. Salminen: Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark.
- No 52 Olli Makkonen: Paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön minimiläpimitan ollessa 5 cm.
On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm.
- No 53 Simo Poso, Christian Keil and Tapani Honkanen: Comparison of film-scale combinations in examining some stand characteristics from aerial photographs.
Eri filmi-mittakaavayhdistelmät eräiden metsikkötunnusten ilmakuvatulkinnassa.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

