

METSÄTEHO

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

Julkaisu n:o 23 — Publication no. 23

TUTKIMUKSIA SAHATUKIN PITUUDEN, LENKOUDEN JA KAPENEMISEN VAIKU- TUKSESTA SYDÄNTAVARAN PITUUTEEN JA LEVEYTEEN

A. J. Ronkanen

Investigations into the Effect of Length, Crooked Growth, and Taper of Saw Log
on the Length and Width of the Most Valuable Lumber

Summary in English

HELSINKI 1950

M E T S Ä T E H O

SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSTOIMISTO

Forest Work Studies Section of the Central Association
of Finnish Woodworking Industries

Julkaisu n:o 23 - Publication no. 23

TUTKIMUKSIA SAHATUKIN PITUUDEN, LENKOUDEEN JA KAPENEMISEN
VAIKUTUKSESTA SYDÄNTAVARAN PITUUTEEN JA LEVEYTEEN

A. J. R o n k a n e n

Investigations into the Effect of Length Crooked Growth,
and Taper of Saw Log on the Length and Width of the Most
Valuable Lumber

Summary in English

Sisällys

	Sivu
Johdanto	1
Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto	2
Tukkien sahaus	9
Tutkimustulokset	10
Sahatukin pituuden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen	10
Sahatukin lenkouden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen	16
Sahatukin lenkouden vaikutus sydäntavaran leveyteen	20
Sahatukin kapenemisen vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen	23
Sahatukin kapenemisen vaikutus sydäntavaran leveyteen	26
Sahatukin pituuden ja kapenemisen sydäntavaraa lyhentävän vaikutuksen vertailu	28
Tutkimustulosten loppupäätelmiä	30
Laadun huomioon ottaminen apteerauksessa	31
Lyhyet apteerausohjeet	32
Kirjallisuutta	34
Summary in English	34

J o h d a n t o

=====

Sahateollisuus on mekaanista jalostustoimintaa, jossa tukit valmistetaan sahatavaraksi. Enimmät tukeissa esiintyvät hyvät ja huonot ominaisuudet siirtyvät sellaisinaan sahatavaraan. Tukin koko määrää sahaustuloksena saatavan tavaran suurimman koon. Tätä pienempien mittojen voidaan ajatella olevan harkinnasta riippuvia. Tavarán levetessä standartin hinta markkinoilla nousee, joten valinnan vara suurinta mittaa kaapeampiin kokoihin nähden on näennäinen. Sahateollisuudenharjoittajalle on näin ollen edullisinta sahata tukeista kysynnän edellyttämiä leveimpiä kokoja mahdollisimman paljon. Sahatukin koko, muoto ja laatu määräävät, mitä tavaraa sahaustulokseksi saadaan.

Suomessa tehdään tukkipuurungot yleensä jo metsässä valmiiksi sahatukeiksi ja kuljetetaan sellaisinaan sahalaistoksille. Jalostus alkaa siis jo metsässä. Sama runko voidaan pölkyttää usealla tavalla. Sahaustulos riippuu kuitenkin oleellisesti katkonnasta, joten pyrkimys edulliseen taloudelliseen tulokseen huomattavasti rajoittaa valintamahdollisuuksia katkonnassa. Edullisin taloudellinen tulos on myös mahdollista saavuttaa joskus kahdella tai useammalla katkomistavalla. Toisaalta taas tulos on niin monista seikoista riippuvainen, että niiden yhteisvaikutusta on sangen vaikea arvoistella. Tässä työssä esille tulevien eri seikkojen ymmärtämiseksi ja niiden vaikutuksen oikean arvioinnin selvittämiseksi suoritettiin tutkimus sahatukin pituuden, lenkouden ja kaapenemisen vaikutuksesta sydäntavaran pituuteen ja leveyteen.

Jotta olisi mahdollista muodostaa selviä ja lyhyitä apteerausohjeita, on tutkimustulosten selvittelyn jälkeen koskeltu myös laadun vaikutusta, vaikkei sen selvittäminen varsinaisesti kuulukaan tämän tutkimuksen puitteisiin.

Tutkimussuunnitelman laatimisessa antoi aikanaan ohjeita professori Ilmari Vuoristo. Metsänhoitaja Erkki Mähönen osallistui tutkimussuunnitelman laatimiseen, sen suorittamiseen sahalla samoin kuin aineiston alkukäsittelyyn. Tämän kirjoittaja on ollut mukana tutkimussuunnitelman laatimisessa sekä sen toimeenpanossa ja suorittanut aineiston varsinaisen käsittelyn.

Tutkimusmenetelmä ja tutkimusaineisto =====

Tutkimusmenetelmä

Jokaisesta tutkimuksen kohteeksi otetusta tukista tehtiin seuraavat mittaukset:

1. Pituus engl. jalkoina. Täydet jalat otettiin huomioon.
2. Läpimitta latvasta.
3. Läpimitta $2\frac{1}{2}$ jalkaa edellisestä mittauksesta tyveen päin. Läpimitat mitattiin aina vaakasuoraan suuntaan. Jos mittauskohdalle sattui jokin epä säännöllisyys, suoritettiin mittaus mahdollisimman läheltä oikeata mittauskohtaa siltä puolelta, mil-
tä mittaus voitiin suorittaa normaalimuotoiselta rungon kohdalta. Mittaukset suoritettiin $\frac{1}{4}$ tuuman luokissa ja merkittiin muistiin luokkavälin

alaraja. Jos siis mittaus osoitti puun läpimitan olevan yli 8", mutta alle 8 1/4", puu merkittiin 8" luokkaan.

4. Lenkous. Tukkien lenkous määrättiin siten, että pingoitettiin lanka tyvipäästä latvapäähän tukin lengoimmalle sivulle. Tyvitukin tyvessä mahdollisesti ilmenevää juurilaajentumaa ei mitattu lenkoudeksi silloin, kun laajentuma oli selvästi rajoitettavissa, vaan langan pingoittaminen alettiin siitä, mihin juurilaajentuma loppui. Jos juurilaajentuma oli suuri, mutta sen rajoittuminen epäselvä, ei tukkia otettu koeaineistoon. Lenkous mitattiin 1/2" luokissa. Lenkoudeksi merkittiin luokkavälin alaraja. Jos tukissa oli lenkouteen nähden jotain muuta epäsäännöllisyyttä, mitattiin säännöllisen osan pituus ja sen lenkous ja lisäksi ilmoitettiin epäsäännöllisyyden laatu. Esim. pituus 16 jalkaa, lenkous 1 1/2", latvassa mutka. Yleensä vältettiin lenkoudeltaan epäsäännöllisten tukkien ottamista tutkimuksen kohteeksi, varsinkin selvästi mutkaiset tukit jätettiin pois.

Sahaustapa ja asete merkittiin muistiin. Sahaustulos mitattiin pitkän sahatavaran osalta kokonaan. Mittaus toimitettiin tasauspöydällä ja muistiin merkittiin kunkin sahatavarakappaleen leveys, paksuus, pituus ja laatu.

Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto käsittää vain 1787 tukkia, jotka jakautuvat kuuteen läpimittaluokkaan: 5 1/2", 6", 7 1/2", 8", 9 1/2" ja 10". Tutkimusaineisto on siis sinänsä verrattain pieni, ja sen antamia tuloksia on käytettävä varovaisuudella. Tilastollis-matemaattisilla menettelytavoilla voidaan kuitenkin tukea

tehtyjä johtopäätöksiä tai tehdä nämä matemaattisten ilmaisu-
tapojen perusteella.

Kun tukit tutkimusta varten mitattiin sekä lenkoudel-
taan että kapenemiseltaan, on mielenkiintoista tarkastella.
minkälaista tutkimusaineisto oli mainituilta ominaisuuksil-
taan. Kun tukkien läpimitta mitattiin $1/4$ " :n luokissa, lienee
myös mielenkiintoista verrata näin saatuja tuloksia sahan
suorittamaan mittaukseen. Viimeksi mainitulla tarkastelulla
ei ole merkitystä itse tutkimuksen kannalta, mutta se valai-
see osaltaan niitä syitä, minkä vuoksi sahan mittaustulokset
useinkin ovat metsäosaston vastaavia arvoja pienemmät.

Kunkin sahattavan paksuusluokan vaihteluvälin olisi
pitänyt olla $1/4$ " yli ja alle luokan keskiarvoksi tarkoitettun
tuumaluvun. Siten esim. $5\frac{1}{2}$ " :n luokkaan olisi pitänyt kuulua
tukkeja, joiden paksuus vaihtelisi vain $5\frac{1}{4}$ " :sta $5\frac{3}{4}$ " :aan,
mutta ylärajan ylittäviä paksuuksia oli huomattavasti enemmän
kuin alarajan alittavia.

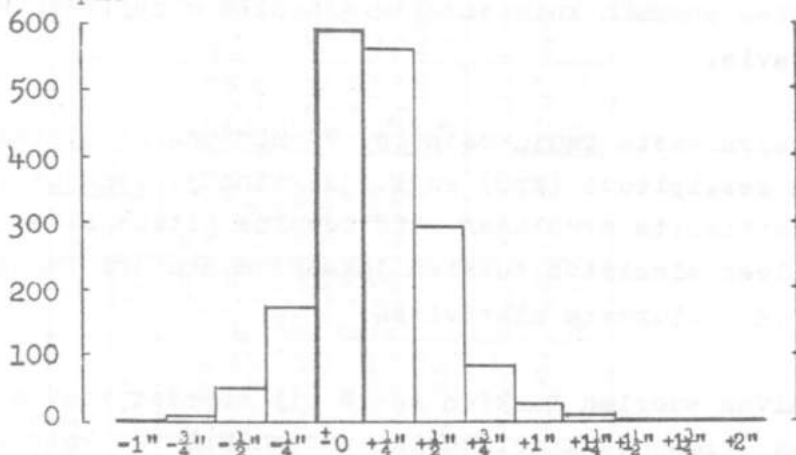
Piirroksesta 1 (s. 5) nähdään koko aineiston tukkien
jakaantuminen luokan nimellisen vahvuuden molemmin puolin.
Nimellinen vahvuus on merkitty 0:ksi ja poikkeukset tästä
paksumpaan suuntaan + merkillä ja ohuempaan suuntaan - mer-
killä.

Piirroksesta voidaan havaita, että keskipaksuus ei
suinkaan asetu luokan nimellisen vahvuuden kohdalle, vaan on
sitä suurempi. Tässä aineistossa poikkeama suurempaan suun-
taan oli $0,17$ ". Alenevalla $1/4$ tuuman mittauksella saatu kuuti-
tio oli siten 3 - 7 % :iin luokkien nimellisen vahvuuden mu-
kaan laskettua kuutiota suurempi, vaikka voisi olettaa, että
sahan käyttämän tasaavan mittauksen vuoksi sen saama kuutio
olisi alenevin $1/4$ tuumin mitattua kuutiota suurempi.

Seuraavasta asetelmasta nähdään tutkitun aineiston
eri tavoin mitattujen kuutioiden suhteet, kun $1/4$ " :n luoki-

Piirros 1.

Tutkittujen tukkien läpimitan jakaantuminen
nimellisen vahvuusluokan molemmin puolin.
kpl.



tuksella saatu kuutio merkitään 100:lla.

Alenevalla 1/4":n luokituksella saatu kuutio	100
- " - 1/2":n - " - (metsäosasto)	
saatu kuutio	97,1
Tasaavalla 1/2":n - " - (sahaosasto)	
saatu kuutio	95,6

Kun siis tasaavalla 1/2":n luokituksella olisi pitänyt saada kaikkein suurin kuutio, sillä päinvastoin on saatu pienin kuutio, joka oli 98,5 % metsäosaston mittaustavan mukaisesta kuutiosta. Näin siksi, että jokaisessa sahan paksuusluokassa on huomattavasti enemmän vahvuudeltaan luokan ylärajan ylittäviä kuin alarajan alittavia tukkeja. Kun otetaan huomioon puomit, tukkien vioittumiset ym. senkaltaiset seikat, näyttäisi tämän aineiston perusteella siltä, että sahalla saatu kuutio saattaisi olla n. 95 - 98 % metsäosaston mittauksen mukaisesta kuutiosta, jolloin vielä metsäosaston mitaus suuremmuudestaan huolimatta voidaan katsoa olevan oikea.

Piirroksesta nähdään myös, että jakomies on yleensä halunnut varmistua siitä, että tukki tosiaankin täyttää sen puolituumaluokan mitan, mihin se on tarkoitettu, koska luokan nimellisen vahvuuden $1/4$ "-lla ylittäviä tukkeja on yli kolme kertaa enemmän kuin samalla määrällä nimellisen vahvuuden alittavia.

Seuraavasta taulukosta (s. 7) nähdään aineiston sahatukkien keskipituus (kp.) engl. jalkoina ja lenkous (l) sekä absoluuttiselta arvoltaan että tuumina pituusjalkaa kohden. Edelleen aineiston tukkien jakaantuminen eri lenkousluokkiin on taulukosta nähtävissä.

Aivan suorien tukkien määrä oli hämmästyttävän pieni, vain vajaa kolmannes aineiston kokonaismäärästä. Vaikka suoriaksi tukeiksi luettaisiin sellaisetkin, joiden lenkous on enintään $0,075$ "/, jää niiden osuus alle $2/3$ tukkien kokonaismäärästä. Jos lengoiksi nimitetään tukit, joissa on $0,075 - 0,125$ tuuman lenkous pituusjalkaa kohden, on niiden määrä enemmän kuin neljännes aineiston kokonaistukkiluvusta. Viimeksi mainittua mittaa lengompien tukkien (sanottakoon niitä vaikka erittäin lengoiksi) osuus koko aineistosta on myös huomattava, yli 10% . Kun muistetaan, että tutkimuksen kohteeksi ei otettu lenkoudeltaan kovin epäsäännöllisiä eikä monivääriä tukkeja, voitaneen aineiston antamaa kuvaa tukkien lenkoudesta yleensä kyseisellä sahalaitoksella tuskin pitää liian "synkkänä". Aineisto kerättiin kolmena eri ajankohtana vuoden kuluessa.

Taulukosta voidaan tehdä myös se havainto, että apteerattaessa ei näytä kiinnitetyn huomiota lenkouteen siinä mielessä, että kovin lenkoja runkoja apteerattaessa tukkeja olisi lyhennetty.

Keskimääräinen lenkous koko aineiston tukeista oli hieman yli 1 " eli n. $0,06$ "/.

Tukin vahv."	5,5"		6"		7,5"		8"		9,5"		10"				Yht.	
Len- kous "	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.'	l."/'	kp.l.	%
o	17,04	o	16,33	o	17,65	o	17,08	o	16,56	o	17,07	o	16,96	o	588	32,9
0,5	16,82	0,0297	16,94	0,0295	16,91	0,0296	16,61	0,0301	15,17	0,0330	15,00	0,0333	16,56	0,0302	193	10,8
1,0	16,69	0,0599	17,17	0,0566	17,62	0,0568	17,15	0,0583	16,63	0,0601	17,00	0,0588	17,08	0,0585	329	18,4
1,5	17,02	0,0881	17,31	0,0867	18,05	0,0831	17,44	0,0860	16,73	0,0896	16,60	0,0904	17,26	0,0869	258	14,4
2,0	17,77	0,1126	18,86	0,1060	16,95	0,1180	17,66	0,1132	15,75	0,1270	16,60	0,1205	17,24	0,1160	220	12,3
2,5	17,50	0,1429	19,45	0,1285	18,00	0,1389	17,56	0,1424	16,67	0,1500	16,00	0,1563	17,70	0,1412	104	5,8
3,0	15,67	0,1915	19,00	0,1579	18,83	0,1593	18,33	0,1636	15,91	0,1886	16,40	0,1829	17,82	0,1684	56	3,2
3,5	16,50	0,2121	18,00	0,1944	20,00	0,1750	18,40	0,1902	16,33	0,2143	15,50	0,2258	17,50	0,2000	20	1,1
4,0					13,00	0,3078	19,25	0,2078	18,00	0,2222	17,80	0,2247	17,50	0,2286	12	0,7
4,5									15,00	0,3000	15,00	0,3000	15,00	0,3000	2	0,1
5,0			21,00	0,2381			21,50	0,2326	13,00	0,3846	19,25	0,2597	19,00	0,3158	4	0,2
6,0									19,00	0,3158			19,00	0,3158	1	0,1
1) M ₁	17,00	0,0395	17,33	0,0599	17,64	0,0647	17,32	0,0662	16,37	0,0667	16,66	0,0749	17,10	0,0600	1787	100,0
2) M ₁	16,97	0,0753	17,63	0,0762	17,63	0,0935	17,41	0,0899	16,26	0,1050	16,47	0,1106	17,17	0,0891		
3) M ₁	16,85		18,47		17,42		18,21		16,20		16,21		17,45			

- 1) Koko aineiston punnitut keskiarvot
2) Lenkojen tukkien " "
3) " " punnitsemattomat keskiarvot.

Jos lenkoudesta voitiinkin tehdä se havainto, että apteeraaja ei näyttänyt kiinnittäneen huomiota siihen, niin samaa ei voida sanoa rungon kapenemisesta. Taulukossa (s. 8) nähdään tutkittujen tuumaluokkien kapeneminen ja eri kapenemisloukkien keskipituudet, jotka pienenevät kapenemisen suu-
retessa. Selvimmin kapenemisen huomioon ottaminen käy ilmi verrattaessa kapenevien tukkien punnitsematonta keskiarvoa (alin rivi) o - kapenemisloukan keskipituuksiin. Huomataan, että kapenevat tukit on apteerattu yleensä 0,4' - 1,5' ly-
hyemmiksi kuin kapenemattomat. - Punnitsemattomien keskiarvo-
jen käyttö antaa ko. seikasta oikeamman kuvan kuin punnitu-
jen, sillä kappalemäärältään suurten kapenemisloukkien -
1/4" ja 1/2" - keskipituutta lisäävä vaikutus vähenee. Puolen
ja neljäsosatuuman kapenemista ei nimittäin voi paljoakaan
ottaa huomioon, jos keskipituuden on oltava yli 17'. Mainit-
tujen kapenemisloukkien tukkimäärä on yli 70 % aineiston koko
määrästä.

Tukin pak- suus "	5,5"	6"	7,5"	8"	9,5"	10"	Keski- pi- tuus '	Yht. kpl.	%
Kapene- minen "	Keskipituus '								
o	17,29	16,90	17,48	17,14	16,48	16,72	16,98	329	18,4
0,25	17,38	17,68	17,32	17,38	16,60	16,21	17,32	739	41,4
0,50	17,06	17,48	17,75	17,65	16,32	17,14	17,22	536	30,0
0,75	16,00	16,33	17,20	16,00	15,55	15,25	16,05	141	7,9
1,00	16,00	15,50	13,00	18,00	15,67	17,00	16,24	33	1,8
1,25	15,00	18,00		14,00	13,00	20,00	16,14	7	0,4
1,50		14,00					14,00	1	
1,75					12,00		12,00	1	0,1
M _N 1)	17,00	17,33	17,64	17,32	16,37	16,66	17,10	1.787	100,0
M _N 2)	16,98	17,37	17,68	17,38	16,33	16,63	17,13		
M ₁ 3)	16,28	16,50	16,32	16,61	14,86	17,20	15,57		

1) Koko aineiston punnitut keskiarvot

2) Kapenevien tukkien " "

3) " " punnitsemattomat keskiarvot.

Aineiston koko tukkimäärän keskimääräinen kapeneminen oli n. $1/3''$, ja $1/2''$ runsaammin kapenevia tukkeja oli vähän yli 10 %. - Suoria tukkeja apteerattaessa voidaan olettaa kapenemisen olevan eniten apteeraukseen vaikuttavan seikan, varsinkin kun muistetaan, että jakomiehet useinkin pitävät silmällä hyvin tarkoin rungon keskikuutiota. Sahatukin pituuden ja kapenemisen välistä riippuvaisuutta kuvaavan korrelaatiokoefficientin, r , arvoksi saatiin - 0,19, mikä myös viittaa siihen, että kapeneminen on siten otettu huomioon suorien runkojen apteerattaessa, että voimakkaasti kapenevat rungot on apteerattu lyhyemmiksi tukeiksi kuin vähän kapenevat.

Tukkien sahaus.

=====

Mittauksen jälkeen tukit sahattiin, ja sahauksessa käytettiin seuraavia asetteita.

5 $\frac{1}{2}''$

$5/8 - 5/8 - \frac{3}{4} - 5/8 - 5/8$ (vain n. 16 % tuma-
 $3/4 - 3/4 - 2 - 2 - 3/4 - 3/4$ maluokan koko
aineistosta)

6 "

$3/4 - 3/4 - 2 - 2 - 3/4 - 3/4$

7 $\frac{1}{2}''$

$3/4 - 1 - 3/4 - 3/4 - 3/4 - 3/4 - 1 - 3/4$

$3/4 - 1 - 1 - 1 - 1/4 - 1 - 1 - 3/4$

$3/4 - 3/4 - 1 - 2 - 1/2 - 1 - 3/4 - 3/4$

8 "

$5/8 - 3/4 - 7/8 - 2 - 1/2 - 7/8 - 3/4 - 5/8$

$3/4 - 3/4 - 1 - 2 - 1/2 - 1 - 3/4 - 3/4$

$3/4 - 1 - 3/4 - 2 - 1/2 - 3/4 - 1 - 3/4$

9 1/2"

3/4 - 3/4 - 1 - 2 - 2 - 1 - 3/4 - 3/4

3/4 - 3/4 - 7 - 3/4 - 3/4

pelkkaraami

3/4 - 3/4 - 1 - 2 1/2 - 2 1/2 - 1 - 3/4 - 3/4 jakoraami

3/4 - 3/4 - 7 - 3/4 - 3/4

pelkkaraami

3/4 - 3/4 - 3/4 - 3/4 - 1 - 1 - 3/4 - 3/4 - 3/4 - 3/4 jako-
raami

10 "

3/4 - 1 - 2 - 3 - 2 - 1 - 3/4

5/8 - 3/4 - 7/8 - 7/8 - 1 1/2 - 1 1/2 - 7/8 - 7/8 - 3/4 - 5/8

Suurin osa aineiston käsittämästä tukkimäärästä on siis halkisahattu. Vain 9 1/2":n luokan tukeista on osa joutunut nelisahaukseen. Pisteillä merkityt dimensiot on luettu sydäntavaraksi.

Tutkimustulokset

=====

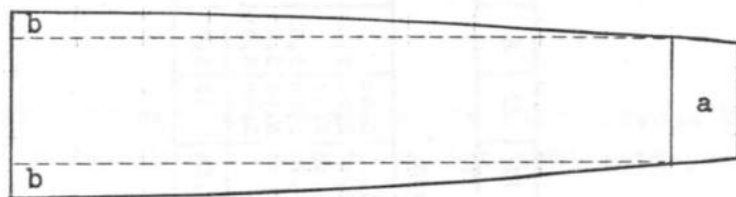
Sahatukin pituuden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen.

Vuoriston tutkimusten mukaan oli 1930-luvulla muutamilla sahalaitoksilla eri puolilla maata eri vahvuisten tukkien keskipituus ja niistä saadun sydäntavaran keskipituus seuraava (luvut engl. jalkaa, kuten kaikki tässä tutkimuksessa mainitut jalkamäärät):

	Tukkien keskipituus	Sydäntavaran keskipituus	Tukkien ja sydäntavaran pituuksien erotus
10"	17,4	15,7	1,7
9"	17,4	15,6	1,8
6"	16,9	14,7	2,2

Sydäntavara, jonka olisi oltava tukin mittaista, on siis ollut huomattavasti lyhyempää. Tämä on aiheutunut siitä että tukit on katkottu huomattavasti pitemmiksi kuin sahatavaran vaadittu keskipituus. Pituuden kustannuksella on pyritty leventämään tavaraa siten, että sydäntavarastakin on leikattu tasauspätkiä (a seuraavassa kuvassa) samalla kun tavaraa on särmätty liian niukasti (b).

Piirros 2.



Tällaisen menetelmän ei voida katsoa vievän pystypuiden kannalta taloudellisimpaan tulokseen. On pyrittävä siihen, että sahatukki tehdään metsässä valmiiksi jalostusyksiköksi, jolloin se sahauksessa on särmättävä latvaläpimitan mukaisesti.

Vuoristo ei mainitse edellä olleita keskipituuksia ilmoittaessaan koskevatko ne vain suoria tukkeja, vai ovatko ne suorudeltaan määrittämättömän aineiston keskiarvoja. Viimeksi mainittu olettaus lienee oikea. Tämän tutkimuksen mukainen pituuden ja sydäntavaran lyhenemisen välillä mahdollisesti vallitseva suhde suorissa tukeissa käy ilmi seuraavasta taulukosta (s. 12).

Kaikissa tutkituissa tuumaluokissa tukkien keskipituus oli lähimain samaa suuruusluokkaa, mutta sydäntavaran keskimääräinen lyheneminen sitä suurempi, mitä ohuemmista tukeista oli kysymys. Erityisesti oli huomattava 5 ½" tukeista sahatun sydäntavaran lyheneminen silloin, kun tukin pituus ylitti 17' ja edelleen 19'. 6":n tukeille tapahtui vastaava

Tukin pituus Tukin pakkaus "	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Yht. kpl.	Tukin kes- ki- pit.	Kes- kim. lyhe- nemis- nän
	Sydäntavaran keskimääräinen lyheneminen																			
10"	0				0,75	0,67	1,00	1,29	1,57	2,13	1,58	4,00	1,50					45	17,07	1,30
9 ½ "	0,25	0	0,25	0,60	0,59	0,75	0,80	1,55	1,08	1,10	2,06	2,07	2,00	1,00				102	16,56	1,06
8 "	0	0,67	0,50	0,50	1,13	0,44	1,15	1,42	1,59	1,63	1,88	3,00	2,17					106	17,08	1,39
7 ½ "			0,50	1,00	1,50	1,25	1,12	1,25	1,44	1,75	2,20	2,50	1,50	3,67	1,00			85	17,65	1,55
6 "		0	1,00	1,63	1,28	1,11	1,31	1,94	1,70	1,88	3,80	2,00	3,00	3,25				73	16,33	1,66
5 ½ "		0			1,31	1,09	1,43	1,56	2,39	3,21	4,00		5,00	4,60			5,00	177	17,04	1,99
	0,13	0,33	0,57	1,00	1,06	0,92	1,22	1,50	1,74	2,08	2,75	2,50	2,45	3,77	1,00		5,00	588	16,96	1,57

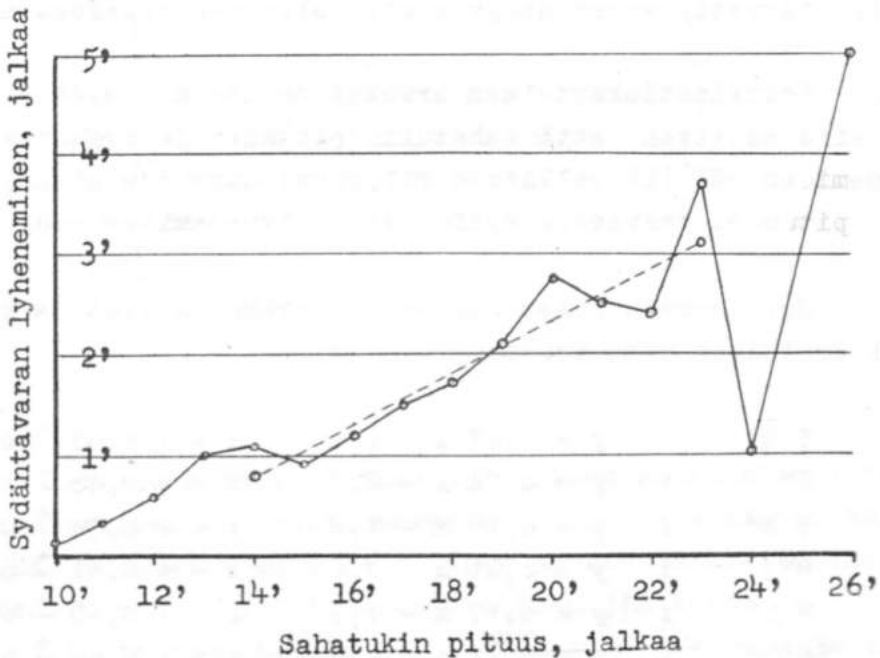
lyheneminen pituuden ylittäessä 19'.

Piirros 3 esittää tutkimuksen tulokset koko tutkimusaineiston keskiarvoina. Sydäntavaran lyheneminen 15' - 23' pitkien tukkien osalta oli melkoisen säännöllisesti lisääntyvää tukin pituuden kasvaessa. 23' pitempien tukkien lukumäärä oli vähäinen, vain muutamia tukkeja, minkä vuoksi kuvaaja tekee rajun laskun ja nousun. Merkille pantavaa on myös 13' ja 14' pitkistä tukeista sahatun sydäntavaran verrattain voimakas lyheneminen, mikä vasta 13' lyhyemmissä pienenee vähäiseksi.

Verrattaessa edellä olleen taulukon arvoja Vuoriston ilmoittamiin lukuihin sydäntavaran lyhenemisestä voidaan to-

Piirros 3.

Sahatukin pituuden vaikutus
sydäntavaran lyhenemiseen.



deta näiden arvojen olevan Vuoriston vastaavia lukuja pienempiä, kuten on selvääkin, jos Vuoriston lyhenemisluvut koskevat suoruudeltaan määrittelymättömän aineiston keskiarvoja.

Aineiston tasoittamiseen on käytetty suoraviivaista menetelmää, minkä voi päätellä sopivaksi keskiarvoa kuvaavasta murtoviivasta ainakin 15' - 23' pitkille tukeille, mutta aineiston koko vaihteluvälille ei suoraviivaista tasoitusta voida käyttää. Koko aineiston tasoittaminen vaihteluvälille 10':sta 26':aan vaatisi ilmeisesti käyräviivaista menetelmää. Toisaalta 14' lyhyempien ja 23' pitempien tukkien pienen lukumäärän vuoksi mainittujen pisteiden ulkopuoliset keskiarvot ovat epävarmoja, eikä siis tämän aineiston perusteella ole pääteltävissä, mikä tasoitusmenetelmä näissä tutkimuksissa yleensä olisi sopivin. Suorien runkojen ollessa apteerattavina tulevat vain harvoin kysymykseen 15' lyhyemmät tukit, ja silloinkin siihen ovat vaikuttamassa muut syyt kuin tukin pituusnäkökohdat.

Tasoitussuorana käytetyn ensimmäisen regressiosuoran yhtälöksi on saatu $y = 0,26 x - 2,9$, josta lasketuilla arvoilla piirretty suora näkyy edellä olleessa piirroksessa.

Korrelaatiokertoimen arvoksi on saatu $+ 0,44 \pm 0,03$, joka siis osoittaa, että sahatukin pituuden ja sydäntavaran lyhenemisen välillä vallitsee riippuvaisuussuhde siten, että tukin pituuden kasvaessa sydäntavaran lyheneminen myös kasvaa.

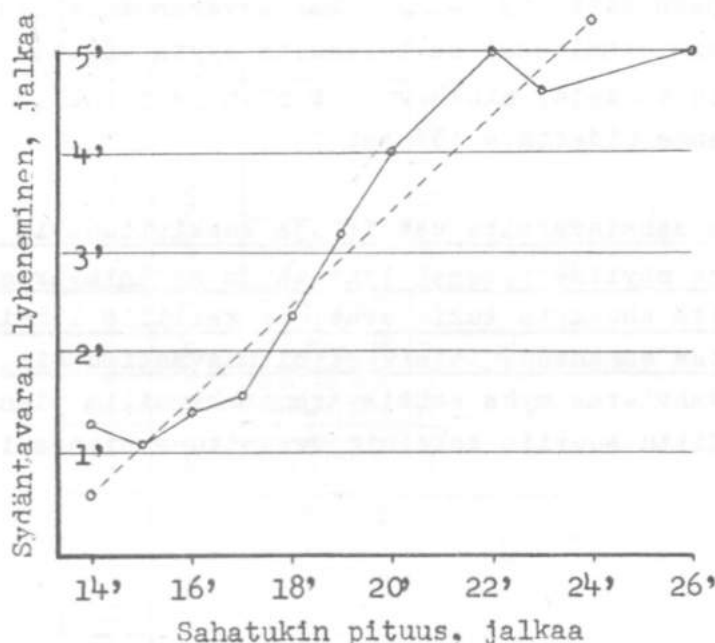
Eri tuumaluokkien regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ovat seuraavat:

5 ½"	:	$y = 0,47 x - 6,0$	$r = + 0,63 \pm 0,05$
6"	:	$y = 0,24 x - 2,3$	$r = + 0,40 \pm 0,10$
7 ½"	:	$y = 0,19 x - 1,8$	$r = + 0,30 \pm 0,10$
8"	:	$y = 0,21 x - 2,1$	$r = + 0,41 \pm 0,08$
9 ½"	:	$y = 0,17 x - 1,9$	$r = + 0,46 \pm 0,08$
10"	:	$y = 0,22 x - 2,5$	$r = + 0,46 \pm 0,12$

Korrelaatiokertoimista voidaan päätellä, että kaikkien tuumaluokkien kohdalla on olemassa riippuvaisuus sydäntavaran lyhenemisen ja tukin pituuden välillä, mutta että tämä riippuvaisuus vahvemmissa läpimittaluokissa ei ole niin kiinteä kuin 5 ½". Viimeksi mainitun läpimittaluokan kohdalla voidaan lähemmin tarkastella tukin pituuden ja sydäntavaran lyhenemisen välistä riippuvaisuutta (piirros 4) ja tehdä sen perusteella apteerausta koskevia päätelmiä, mihin ei ole juuri mahdollisuutta muiden tuumaluokkien osalta.

Piirros 4.

Sahatukin pituuden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen latvastaan 5½":n läpimittaisissa suorissa tukeissa.



Piirrosta tarkastettaessa voidaan ensinnäkin todeta, että suoraviivainen tasoitusmenetelmä ei näytä olevan tässä niinkään oikeutettu kuin se on koko aineistoa käsiteltäessä. Kun tasoitussuora 19' pituudesta alkaen jää keskiarvoa osoittavan murtoviivan alapuolelle, ts. on sitä pienempi ja siis

tavallaan "varovaisempi" aina 23' saakka, ja kun aineisto on verrattain pieni, tässä on kuitenkin tyydytty suoraviivaiseen tasoitukseen.

Tasoitussuoran nousukulma on paljon suurempi kuin koko aineiston tasoitussuoran vastaava kulma, ts. sydäntavaran lyheneminen tukin pituuden jatkuessa on 5½" tukeissa voimakkaampi kuin suuremmissa läpimittaluokissa. Tällöin on ilmeisesti virheellistä apteerata suoriakaan ohuita runkoja kovin pitkiksi tukeiksi, varsinkin kun kapealautojen ja soijien keskipituusvaatimus normaalissa tapauksissa on verrattain alhainen. Tavallisia sahatavaramarkkinoita varten hankittavien 5½" ja ohuempien suorien tukkien maksimipituutena voitaneen pitää 19' - 20'. Sahatavaran riittävän keskipituuden varmistamiseksi on toisaalta syytä välttää kovin lylyitä ohuita tukkeja, minkä vuoksi 5":n ja 5 1/2":n minimimittana lienee pidettävä 13' tai 14'.

Kun sahatavaralta vaadittuja keskipituuksia suurempi tukin pituus näyttää yleensä lyhentävän sydäntavaraa sitä enemmän, mitä ohuempia tukit ovat, ei kaikille leimikoille voida asettaa samansuuruisia keskipituusvaatimuksia. Tätä käsitystä vahvistaa myös sahatavaramarkkinoilla pieniltä mitoilta vaadittu suuriin kokoihin verrattuna pienempi keskipituus.

Sahatukin lenkouden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen.

Tutkimusaineistoa tarkasteltaessa todettiin, ettei apteerauksessa ilmeisesti oltu otettu huomioon lenkoutta ainakaan siten, että tukkeja olisi lyhennetty lenkouden lisääntyessä. Taulukosta s. 17 nähdään tämän tutkimuksen mukainen lenkouden sydäntavaraa lyhentävä vaikutus.

Tukin lenkous "	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	Yht. kpl	Keski- pi- tuus	Keski- len- kous "	Len- kous jj koh- den "	Keskim. lyhene- minen
Tu- kin lat- valäpimit- ta "	Sydäntavaran keskim. lyheneminen																
10	0,75	1,70	1,78	1,58	1,88	3,00	3,13	4,40	2,50				98	16,47	1,82	0,11	1,87
9,5	1,25	1,16	1,20	1,45	1,91	1,95	3,33	5,50	4,50	4,00		9,00	181	16,26	1,71	0,11	1,51
8	1,34	1,91	2,49	2,65	3,44	4,17	4,18	5,00		8,75			291	17,41	1,57	0,09	2,47
7,5	0,82	1,80	2,50	3,04	3,38	3,96	5,83	4,25					191	17,63	1,65	0,09	2,55
6	1,40	1,58	2,31	2,86	4,18	3,65	4,00			2,00			242	17,63	1,34	0,08	2,16
5,5	1,75	2,32	2,90	3,46	4,55	2,83	2,25						196	16,97	1,28	0,08	2,61
	1,38	1,79	2,27	2,51	3,25	3,42	4,03	4,67	3,50	5,88		9,00	1199	17,17	1,53	0,09	2,25
Lenkous jj. kohden	alle		0,075-			yli	0,125										
	0,075		0,125														
	I lk		II lk				III lk										

Tukit voidaan jakaa lenkouden perusteella kolmeen luokkaan:

I lk : suorat, joissa lenkous on alle $0,075 \text{ "/jj}$.
(n. 1":n lenkous sallittu 16':n tukissa)

II lk : lengot, joissa lenkous on alle $0,125 \text{ "/jj}$.
(n. 2":n lenkous sallittu 16':n tukissa)

III lk : erittäin lengot, joissa lenkous on yli $0,125 \text{ "/jj}$.

Taulukosta on nähtävissä sydäntavaran runsas lyheneminen lenkouden lisääntyessä. Erityisesti on syytä panna merkille lyhenemisen suureneminen, kun lenkouden määrä pituusjalkaa kohden laskettuna ylittää $0,125''$.

Piirros 5 (s.19) kuvaa edellisen taulukon keskiarvojen mukaista sydäntavaran lyhenemistä lenkouden kasvaessa. Piirros on tehty lenkouden absoluuttisten arvojen mukaan, mutta sen voi katsoa myös kuvaavan lenkouden sydäntavaraa lyhentävää vaikutusta siinä muodossa, että lenkous lasketaan pituusjalkaa kohden. Tukkien pituushan ei sanottavasti muuttunut lenkouden kasvaessa, joten absoluuttisen lenkousmäärän kasvaessa lisääntyi lenkouden lukuarvo myös pituusjalkaa kohden laskettuna.

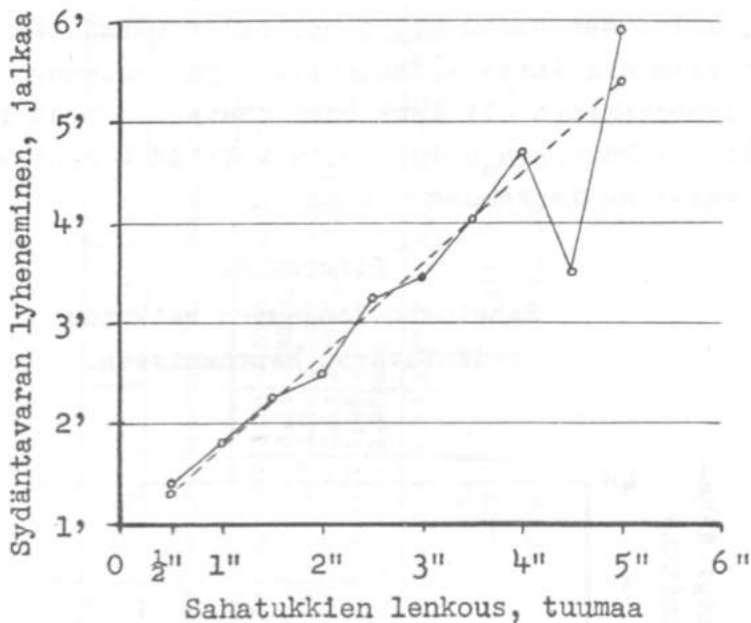
Tasoitussuoran yhtälöksi on saatu $y = 0,91 x + 0,86$, josta lasketuilla arvoilla piirretty tasoitussuora näkyy myös graafisessa esityksessä. Suoraviivaisen menetelmän käyttäminen tasoituksessa on aivan ilmeisen oikeutettua. Korrelaatiokerroimen arvoksi tuli $+ 0,43 \pm 0,02$.

Eri tuumaluokkien regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ovat seuraavat:

5 ½"	: $y = 0,94 x + 1,4$	$r = + 0,38 \pm 0,07$
6"	: $y = 1,05 x + 0,8$	$r = + 0,47 \pm 0,05$
7 ½"	: $y = 1,15 x + 0,7$	$r = + 0,46 \pm 0,06$
8"	: $y = 1,17 x + 0,6$	$r = + 0,54 \pm 0,04$
9 ½"	: $y = 0,74 x + 0,2$	$r = + 0,47 \pm 0,06$
10 "	: $y = 0,72 x + 0,6$	$r = + 0,52 \pm 0,07$

Piirros 5.

Sahatukin lenkouden vaikutus
sydäntavaran lyhenemiseen.



Riippuvaisuus sydäntavaran lyhenemisen ja tukin lenkouden välillä oli yleensä kiinteämpi kuin mitä oli laita sydäntavaran lyhenemisen ja tukin pituuden välillä. Vain 5 ½":n luokka teki tässä suhteessa poikkeuksen.

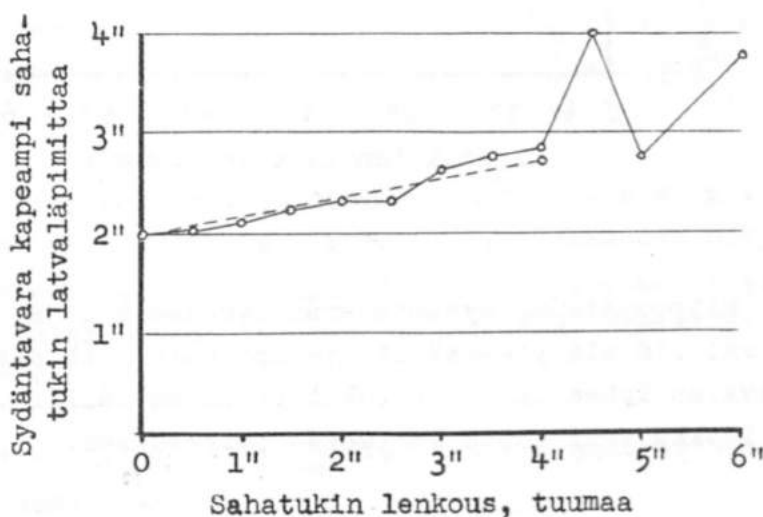
Sahatukin lenkouden vaikutus sydäntavaran leveyteen.

Paitsi lenkouden vaikutusta sydäntavaran lyhenemiseen, on tarkattava myös sen mahdollista vaikutusta sydäntavaran leveyden muutoksiin, sillä sahalla on määrätyissä rajoissa mahdollisuus ottaa joko vähän leveämpää, mutta lyhempää tavaraa tai päinvastoin: ottaa vähän pitempää, mutta kapeampaa tavaraa samalla tavalla lengoista tukeista. Taulukosta s. 21 nähdään lenkouden vaikutus sydäntavaran kapenemiseen sahatukin latvaläpimittaan verrattuna tämän tutkimuksen mukaan. Nimitämme tässä sydäntavaran leveyden muutoksia tukin latvaläpimittaan verrattuna sydäntavaran kapenemiseksi.

Lenkouden lisääntyessä kasvoi myös sydäntavaran kapeeneminen, mutta sen kasvu oli numeriselta määrältään vähäisempää kuin mitä oli laita sydäntavaran lyhenemisessä. Vaikka tavaran lyhentäminen oli lenkouden kasvaessa myös lisääntynyt, silti ei kokonaan ollut voitu välttää sydäntavaran kapeenemista kasvavan lenkouden mukana.

Piirros 6.

Sahatukin lenkouden vaikutus
sydäntavaran kapenemiseen.



Tukin lenkous "	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	Yht. kpl	Kes- kipi- tuus "	Keskim. len- kous "	Len- kous jj kohden "	Kes- kim. kape- nemien "
Tu- kin lat- valäpi- mitta "	Sydäntavara keskim. kapeampi tukin latvaläpimittaa "																	
10	2,72	2,95	2,68	2,88	2,99	3,28	3,55	3,94	3,30	3,25				143	16,66	1,25	0,06	2,92
9,5	2,69	2,81	2,84	2,96	3,05	3,10	3,52	4,00	3,00	4,75	3,75		3,75	283	16,37	1,09	0,07	2,90
8	2,00	2,13	2,18	2,21	2,22	2,10	2,60	2,30	2,56		2,63			397	17,32	1,15	0,07	2,15
7,5	1,77	1,82	1,76	1,86	1,84	2,10	2,02	2,38	2,25					276	17,64	1,14	0,06	1,83
6	1,94	1,94	2,02	2,13	2,11	1,96	2,23	2,17			2,00			315	17,33	1,03	0,06	2,02
5,5	1,64	1,70	1,77	1,79	1,90	1,95	2,17	2,50						373	17,00	0,67	0,04	1,72
	2,02	2,06	2,11	2,23	2,33	2,34	2,65	2,78	2,85	4,00	2,75		3,75	1787	17,10	1,03	0,06	2,17
Lenkous jj kohden "	alle	0,075			0,075- 0,125			ylä	0,125									
		I lk			II lk			III lk										

Piirroksessa s. 20 nähdään sydäntavaran kapeneminen lenkouden kasvaessa koko aineiston keskiarvoina.

Keskiarvoja yhdistävästä murtoviivasta voidaan päätellä käyräviivaisen menetelmän paremmin soveltuvan tasoitukseen kuin suoraviivaisen. Toisaalta tasoitussuora seuraa riittävän hyvin keskiarvoja esittävää murtoviivaa aina 3,5" - 4" lenkouteen saakka. Kun mainittuja mittoja lengompia tukkeja ei voitane enää pitää sahauskelpoisina, voidaan tyytyä suoraviivaiseen tasoitukseen.

Tasoitussuoran yhtälöksi on saatu $y = 0,18 x + 2,0$ ja korrelaatiokertoimen arvoksi $+ 0,28 \pm 0,02$. Jos aivan suorat tukit jätetään pois laskelmista, saadaan tasoitussuoran yhtälöksi $y = 0,22 x + 1,9$ ja korrelaatiokertoimen arvoksi $+ 0,28 \pm 0,03$.

Eri tuumaluokkien regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ovat seuraavat:

5 ½"	: $y = 0,14 x + 1,6$	$r = + 0,29 \pm 0,05$
6"	: $y = 0,14 x + 1,9$	$r = + 0,15 \pm 0,06$
7 ½"	: $y = 0,15 x + 1,7$	$r = + 0,17 \pm 0,06$
8"	: $y = 0,34 x + 1,7$	$r = + 0,28 \pm 0,05$
9 ½"	: $y = 0,22 x + 2,7$	$r = + 0,40 \pm 0,05$
10"	: $y = 0,20 x + 2,7$	$r = + 0,41 \pm 0,07$

Riippuvaisuus tukin lenkouden ja sydäntavaran kapenemisen välillä oli ilmeinen, vaikkei niin kiinteä kuin oli tukin lenkouden ja sydäntavaran lyhenemisen välillä. Merkille pantavaa on, että paksujen tukkien läpimittaluokissa lenkous näyttää vaikuttavan verraten voimakkaasti sekä sydäntavaran lyhenemiseen että sen kapenemiseen. 5 ½":n tukeista sahatun sydäntavaran vähäisempi lyheneminen ja kapeneminen 9 ½":n ja 10":n tukeista sahatun sydäntavaran vastaaviin arvoihin verrattuna johtunee siitäkin, että 5 ½":n tukit ovat pääasiassa latvatukkeja ja siis yleensä voimakkaasti kapenevia, jolloin

lengostakin tukista saadaan verrattain vähäisellä lyhentämisellä tyydyttävä leveys tai päinvastoin: runsaalla lyhentämisellä voidaan estää tavarankapeneminen paremmin 5 ½":n luokassa kuin esim. 9 ½":n tai 10":n läpimittaluokissa.

Kun lenkous joko lyhentää tahi kaventaa tahi vaikuttaa molemmilla tavoilla sydäntavaran kokoa pienentävästi, on apteerattaessa syytä kiinnittää erityistä huomiota lenkouden määrän vähentämiseen.

Sahatukin kapenemisen vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen.

Tutkimusaineistoa tarkasteltaessa todettiin runsaasti kapenevien tukkien olleen lyhyempiä kuin vähän tai ei ollenkaan kapenevien. Seuraavassa taulukossa nähdään suorista tukeista sahatus sydäntavaran lyheneminen kapenemisen muuttuessa.

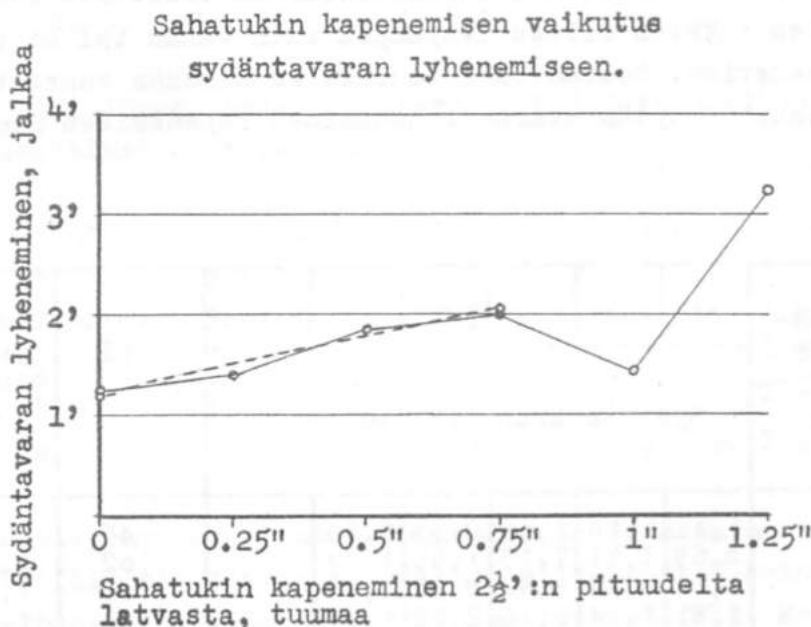
Tukin kapeneminen	0"	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	Yht. kpl.	Keskim. lyheneminen
Tukin latvaläpimitta	Sydäntavaran lyheneminen							
10"	1,47	1,10	1,06	2,33	1,50		45	1,30
9,5"	0,69	1,11	1,13	1,69	1,50		102	1,06
8"	1,14	1,44	1,62	0,83	1,00		106	1,39
7,5"	1,81	1,04	2,15	2,38	1,00		85	1,56
6"	1,20	1,30	2,11	2,05	1,50		73	1,66
5,5"	1,44	1,80	2,19	2,20	2,00	3,50	177	1,99
	1,25	1,39	1,84	2,03	1,45	3,50	588	1,57

Kapenemisen sydäntavaraa lyhentävä vaikutus oli selvästi havaittavissa aina 3/4":n kapenemislukkaan saakka. Ka-

penemislukan ollessa 1", jokaisen paksuusluokan kohdalla oli selvä poikkeus yleisestä suunnasta, aiheuttaen keskimäärää pienemmän lyhenemisen. Tämä onkin hyvin ymmärrettävää, sillä leveysvoitto saavutetaan tukin näin suuresti kavetessa tavaraa vähänkin lyhentämällä. 1 1/4":n kapenemislukassa oli vain 1 tukki, joten sen luokan lukuarvolle ei voi antaa sanottavaa merkitystä.

Piirroksessa 7 on nähtävissä sydäntavaran lyhenemisen sahatukin kavetessa.

Piirros 7.



Piirroksessa näkyvän tasoitussuoran yhtälö on $y = 1,12 x + 1,2$. Korrelaatiokertoimeksi tuli $+ 0,18 \pm 0,04$. Eri läpimittaluokkien regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ovat seuraavat:

5 ½"	: y = 1,22 x + 1,5	r = + 0,17 ± 0,07
6"	: y = 0,49 x + 1,5	r = + 0,16 ± 0,11
7 ½"	: y = 1,00 x + 1,3	r = + 0,14 ± 0,11
8"	: y = 0,23 x + 1,3	r = + 0,04 ± 0,10
9 ½"	: y = 1,09 x + 0,7	r = + 0,24 ± 0,09
10"	: y = 0,04 x + 1,3	r = + 0,01 ± 0,15

Piirrosta tarkastellessa näyttäisi suoraviivainen tasoitus ensi silmäyksellä soveltuvan aineistoon. Tämän "vaikutelman" saa aikaan ennen kaikkea 1 1/4":n kapenemisluokan sydäntavaran voimakas lyheneminen. Suoraviivainen menetelmä soveltunee kuitenkin vain 5 ½":n läpimittaluokkaan sen koko vaihteluvälille, sillä muutamissa läpimittaluokissa (8" ja 6") jo 3/4" kapeneminen 2½":n pituudella tukin latvapäässä pienentää sydäntavaran lyhenemistä. 1":n kapenemislukokan tukeista sahatun sydäntavaran lyheneminen oli koko aineiston osalta keskimäärin lähes samanlainen kuin 1/4" kapenevista tukeista sahatun sydäntavaran lyheneminen ja pienempi kuin mitä oli laita 1/2" ja 3/4":n luokissa. Lienee niin, että sydäntavaran lyheneminen yleensä vähenee sahatukin kapenemisen ylittäessä 3/4" varsinkin 6":ssa ja sitä vahvemmissa läpimittaluokissa. Paitsi sitä, että runsaasti kapenevissa tukeissa vähäisellä lyhentämisellä sydäntavaran leveyden ja tukin latvaläpimitan välinen ero huomattavasti pienenee, myös voimakkaasti kapenevien tukkien lyhyys on tässä estänyt liian lyhentämisen.

Suoraviivainen tasoitus ei siis ilmeisesti ole oikea tasoitusmenetelmä aineiston koko vaihteluvälille. Sitä on kuitenkin käytetty, koska se soveltuu 0" - 3/4" kapeneville tukeille. 3/4" ja sitä enemmän kapenevien tukkien määrä on yleensäkin vähäinen ja apteeraajan on mahdollisuuksiensa mukaan pienennettävä tällaisten tukkien määrää.

Korrelaatiokertoimista saattaisi päätellä, että riippuvaisuus tukin kapenemisen ja sydäntavaran lyhenemisen välillä olisi aivan vähäinen tässä aineistossa, melkoista vähäisem-

pi kuin esim. tukin pituuden ja sydäntavaran lyhenemisen välillä. Tukkien pituus on kuitenkin pienentynyt niiden kapenemisen lisääntyessä, kuten alussa todettiin. Apteeraaja on siis olettanut kapenemisella olevan haitallisia vaikutuksia ja pyrkinyt niitä ehkäisemään, joten tutkimuksen "kenttään" on tullut kolmas tekijä, mikä on otettava huomioon. Kahden ominaisuuden korrelaatio ei siis anna oikeata kuvaa kahden eri tekijän samansuuntaisten vaikutusten keskinäisestä suuruudesta, eikä se edes anna riittävän selvää kuvaa kapenemisen sydäntavaraa lyhentävästä vaikutuksesta.

Sahatukin kapenemisen vaikutus sydäntavaran leveyteen.

Kun sahatavaraa lyhennetään juuri leveyden lisäämiseksi, on syytä tarkastella, miten kapenemista onnistuttiin täten välttämään käsillä olevassa tutkimuksessa. Tämä nähdään oheisesta taulukosta suorien tukkien osalta.

Tukin kapeneminen	0"	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	Yht. kpl.	Keskim. kapeneminen "
Tukin latvaläpimittaa	Sydäntavara kapeampi sahat. latvaläpimittaa "							
10"	3,00	2,63	2,55	2,58	2,50		45	2,72
9,5"	2,91	2,74	2,50	2,66	2,25		102	2,69
8"	2,20	2,00	1,88	1,50	1,50		106	2,00
7,5"	1,94	1,78	1,64	1,50	2,25		85	1,77
6"	2,33	2,06	1,73	1,86	1,63		73	1,94
5,5"	1,97	1,74	1,61	1,30	1,00	0,75	177	1,64
	2,41	2,04	1,89	1,73	1,68	0,75	588	2,02

Muut tähän saakka tutkitut sahatukkien ominaisuudet ovat vaikuttaneet epäedullisesti niistä sahatun sydäntavaran

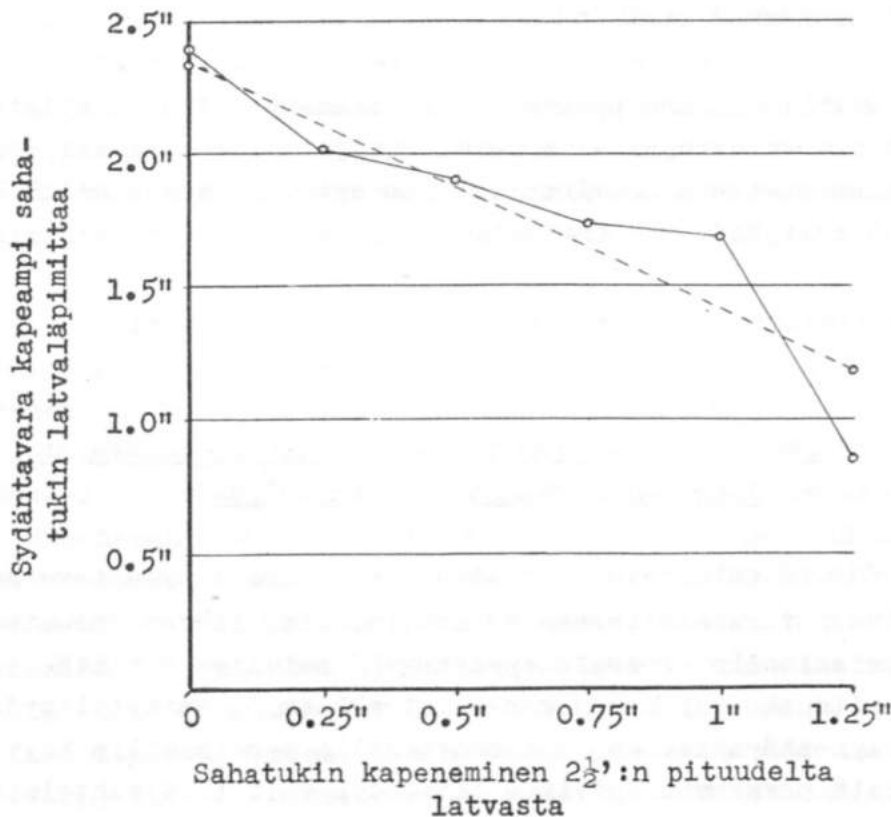
joko pituuteen tai leveyteen tai m^ölempiin. Sensijaan tukin kapenemisen lisääntyminen ei aiheuta sydäntavaran leveyden pienenemistä, vaan päinvastoin sydäntavaran kapeneminen jää vähäisemmäksi.

Edellä tukin kapenemisen vaikutusta sydäntavaran pituuteen selvitetessä huomattiin sydäntavaran yleensä lyhenevän sitä enemmän, mitä kapeampia tukit ovat. Sydäntavaraa lyhennetään nimenomaan juuri leveyden saavuttamiseksi, joten sydäntavaran leveyden ja tukin latvaläpimitan välinen ero jää sitä pienemmäksi, mitä kapenevampia tukit ovat.

Piirros 8 kuvaa sydäntavaran leveyden muutoksia sahatukin latvaläpimitaan nähden tukin kapenemisen muuttuessa.

Piirros 8.

Sahatukin kapenemisen vaikutus
sydäntavaran leveyteen.



Tasoitussuoran yhtälöksi saatiin $y = - 0,93 x + 2,3$ ja korrelaatiokertoimen arvoksi $- 0,37 \pm 0,04$. Eri läpimittaluokkien regressiosuorien yhtälöt ja korrelaatiokertoimet ovat seuraavat:

5 ½"	: $y = - 0,93 x + 2,0$	$r = - 0,55 \pm 0,05$
6"	: $y = - 0,57 x + 2,2$	$r = - 0,36 \pm 0,10$
7 ½"	: $y = - 0,49 x + 1,9$	$r = - 0,23 \pm 0,10$
8"	: $y = - 0,86 x + 2,2$	$r = - 0,41 \pm 0,08$
9 ½"	: $y = - 0,78 x + 2,4$	$r = - 0,40 \pm 0,08$
10"	: $y = - 0,73 x + 2,5$	$r = - 0,47 \pm 0,10$

Sydäntavaran leveyden ja tukin latvaläpimitan välinen ero pienenee sahatukin kapenemisen lisääntyessä, ja on näiden ilmiöiden välillä verraten kiinteä riippuvaisuus. Tukin lyheneminen sitä mukaa kuin kapeneminen lisääntyy on todennäköisesti ehkäissyt ilmiön esiintymistä niin voimakkaana kuin minä se olisi näyttäytynyt, jos kapenemista ei olisi pidetty tukkia lyhentävänä tekijänä.

Mikäli oikeana pyrkimyksenä pidetään tukin tekemistä metsässä tai varastopaikalla valmiiksi jalostusyksiköksi, on kapeneminen otettava huomioon tukkien apterauksessa niitä lyhentävänä tekijänä.

Sahatukin pituuden ja kapenemisen sydäntavaraa lyhentävän vaikutuksen vertailu.

Edellä sahatukin kapenemisen vaikutusta sydäntavaran lyhenemiseen tarkasteltaessa todettiin, että kahden ominaisuuden korrelaatiolla ei saatu tyydyttävää selvitystä siitä, sahatukin pituusko vai kapeneminen voimakkaammin vaikutti sydäntavaraa lyhentävästi. Jos matemaattisilla menetelmillä halutaan päästä tarkemmin selville ilmiöiden välisistä suhteista,

voidaan käyttää ns. korrelaatiomomentin (p) avulla laskettuja osittaisregressiokertoimia, joita voimme merkitä kirjaimilla α ja β . Lukujen arvot saadaan seuraavista yhtälöistä:

$$\begin{aligned} p_{xy} &= r \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \\ \sigma_y^2 \alpha + p_{yz} \beta &= p_{xy} \\ p_{yz} \alpha + \sigma_x^2 \beta &= p_{xz} \end{aligned}$$

Merkitään sahatukin pituus = p, kapeneminen = k, sydäntavaran lyheneminen = l. Jakaantumistaulukoista on laskettu seuraavat perustunnuslukujen arvot:

$$\begin{aligned} p_{pl} &= + 1,44 & \sigma_p &= 2,35 \\ p_{kl} &= + 0,06 & \sigma_k &= 0,23 \\ p_{kp} &= - 0,10 & \sigma_l &= 1,39 \end{aligned}$$

Sijoittamalla arvot yhtälöihin ja ratkaisemalla ne saadaan α :n (sahatukin kapenemisen ja sydäntavaran lyhenemisen välisen osittaisregressiokertoimen) arvoksi + 1,8 ja β :n (sahatukin pituuden ja sydäntavaran lyhenemisen välisen osittaisregressiokertoimen) arvoksi + 0,29. Tämänkin tarkastelun mukaan siis sekä sahatukin pituus että sen kapeneminen vaikuttavat sydäntavaraa lyhentävästi.

Lindebergin mukaan on α :n ja β :n keskinäistä suuruutta arvosteltaessa otettava huomioon itse tekijöissä ilmenneiden vaihtelujen suuruudet. On siis laskettava tulot $\alpha \cdot \sigma_k$ ja $\beta \cdot \sigma_p$; $\alpha \cdot \sigma_k = 0,414$; $\beta \cdot \sigma_p = 0,681$. Tulot ovat lähes samaa suuruusluokkaa esim. sydäntavaran keskimääräiseen lyhenemiseen verrattuna, mutta lyhenemiseen näyttää kuitenkin vaikuttaneen hieman voimakkaammin tukin pituus kuin sen kapeneminen. Lopullista arvostelua siitä, kummanko puheena olevan ominaisuuden vaikutus sydäntavaran lyhenemiseen on voimakkaampi, ei tämä tutkimus voi antaa aineiston pienuuden vuoksi. Siihen lopputulokseen, mihin tämän aineiston perusteella päädyttiin, lienee vaikuttanut se seikka, että aineistoon sisäl-

tyi runsaasti 5 ½":n tukkeja, jotka ilmeisesti liian pitkinä ovat antaneet särmääjille ja tasaajille mahdollisuuden hakea leveyden lisäystä verrattain kaukaa latvasta. 5 ½":n tukkien pituushan oli suuri sahatavaran vaadittuihin keskipituuksiin verrattuna ja siten runsaaseen lyhentämiseen oli olemassa mahdollisuus.

Tutkimustulosten loppupäätelmiä

=====

Tutkimuksen voidaan katsoa selvittäneen, että sahatukin pituus sinänsä saattaa aiheuttaa sydäntavaran lyhenemistä silloin, kun tukin pituus huomattavasti ylittää sahatavaralta vaadittavan keskipituuden. Näin on laita varsinkin sen sydäntavaran, joka sahataan pienten läpimittaluokkien tukeista, mitkä ovat useimmissa tapauksissa latvatukkeja. Kun latvatukit lisäksi ovat yleensä voimakkaasti kapenevia, mikä seikka myös vaikuttaa sydäntavaraa lyhentävästi, ei 5 ½":n ja sitä ohuempien suorienkaan tukkien apteerausta 19' - 20' pitemmiksi voida pitää hyväksyttävänä.

Kun lenkoudella on ilmeinen vaikutus sekä sydäntavaran lyhenemiseen että sen kapenemiseen, on lenkouden määrän vähentämiseen kiinnitettävä apteerattaessa erityistä huomiota. Pyrkimyksenä tulisi olla lenkouden supistaminen keskipitkissä tukeissa 0,125 ":aan pituusjalkaa kohden tai sitä vähäisemmäksi. (16':n tukin lenkous $\geq 2"$). Mikäli lenkous nousee 0,25":aan pituusjalkaa kohden (16':n tukin lenkous 4"), runko lieenee useimmissa tapauksissa edullisinta tehdä joksikin muuksi puutavaralajiksi, sillä näin lenkoja tukkeja sahattaessa sydäntavaran lyheneminen ja kapeneminen muodostuu peräti suureksi.

Sahatukin kapeneminen otettaneen apteerattaessa yleen-

sä riittävän tarkoin huomioon tukkeja lyhentävänä tekijänä.

Laadun huomioon ottaminen apteerauksessa.
=====

Kirjoituksen alussa mainittiin, että pyrkimyksenä oli laatia myös lyhyet apteerausohjeet, jotka yleisohjeina soveltaisivat kaikkien jakomiesten muistettaviksi. Näihin ohjeisiin pitäisi kullakin sahalaitoksella olla tilaisuus tehdä tarpeellisiksi katsomiaan lisäyksiä. Tällöin on vielä muutama sanoin kosketettava laadun huomioon ottamista, mikä niistä monista tekijöistä, joita sahapuita apteerattaessa on muistettava, on tärkeimpiä. Laatuksymykset ovat yleensä helpoimmin harkittavissa, mutta suuria virheitä ilmenee vielä tässäkin.

Apteeraajan tulee olla selvillä eri laatuluokkien vaatimuksista, joihin ei tässä yhteydessä ole syytä puuttua. Yhtä tärkeätä on myös tietää eri laatuluokkaisten tukkien hintasuhteet. Ennen sotia kvinttatavaran hinta oli n. 75 - 85 % vastaavasta u/s-tavaran hinnasta. On selvää, että II lk:n runko-osaan ei olisi otettava III lk:aan kuuluvaa puuta (kvinttapuuta) puhumattakaan siitä, että sitä apteerattaisiin I lk:n tukkiin. Vaatimukset keskipituuden saavuttamiseksi pakottavat usein jatkamaan I lk:n runko-osaa vain II lk:n vaatimukset täyttävällä rungon osalla, jolloin koko tukki on II lk. Varsinkin silloin on meneteltävä näin, kun I-luokkainen runko-osa on tuki normaalistakin vähimmäispituutta (13') lyhyempi.

Jos I lk:n runko-osan päätyttyä runko jatkuu vain III lk:n vaatimukset täyttävänä, ensiluokkainen osa on otettava eri tukiksi, jos se saadaan seuraavat minimimitat täyttävänä: 10' x 8", 12' x 6" - 7 1/2" ja 13' x 5" - 5 1/2". Ensi luokan vaatimukset täyttävä 15' ja sitä pitempi rungon osa on ai-

na apteerattava eroon II luokankin runko-osasta.

Lyhyet apteerausohjeet.

=====

Jos tiivistämme kaiken edellä kosketellun lyhyihin "käskyihin", saisimme niitä seuraavat 11:

1. Tarkasta ensin onko runko säännöllinen vai epä-säännöllinen, huomaa laatu, lenkous ja mittaa paksuus 15':n ja 18':n seuduilta kapenemisen selvittämiseksi. Tarkasta runko huolellisesti sekä pituus- että sivusuunnista.
2. Epäsäännölliset rungot jaetaan niistä annettavien erikoisohjeiden mukaan.
3. Ota I lk:n runko-osa mahdollisimman tarkoin yhteen tukkiin paksuudesta välittämättä. Kapeneminen otetaan huomioon kuten seuraavissa kohdissa on määrätty. Minimipituus 13'. (Poikkeukset kohdassa "Laatu").
4. Muista, että normaalin tukki on vähintään 15'. Mikäli 15' lyhyempiä tukkeja on tehtävä, täytyy siihen olla perusteltu syy.
5. Jaa suorat, tasapaksut ja tasalaatuiset rungot ja niiden osat pitkiä tukeiksi, vähintään 20-jalkaisiksi riittävän keskipituuden saavuttamiseksi. Poikkeuksena 5":n ja 5 ½":n tukit.
6. Järjestä keskipituus leimikoittain vaihtelevaksi

siten, että se suurissa puitteissa on vähintään 16'.

7. Muista, että kapeneminen 2,5 jalan matkalla tukin latvassa ei saa ylittää $\frac{1}{2}$ ". Minimimitta 13'.
8. Muista, että kovin lengot tukit ovat sahauskelvottomia. Jos tukkia lyhentämällä III lenkousluokan tukin sijasta saadaan suora tukki, sen saa katkaista 10' x 8" ja 12' x 6" - 7 $\frac{1}{2}$ " :n minimimitoihin. III lenkousluokan tukit on myös apteerattava lyhyiksi. 5" - 5 $\frac{1}{2}$ " :n erittäin lenkoa (III lk) tukkia ei saa tehdä.
9. Apteeraa paksut tukit (mm. tyvitukit) keskimäärin pitemmiksi kuin ohuet tukit (latvatukit). 5" ja 5 $\frac{1}{2}$ " :n tukkeja ei saa apteerata 19' pitemmiksi, vaikka ne olisivatkin suoria ja 2 $\frac{1}{2}$ " :n pituudella latvapäässään tasapaksuja.
10. Mittaa pituus tarkasti ja jätä tasausvaraa 4". Merkitse pituus katkaisukohtaan.
11. Mikäli laatu-, pituus-, kapenemis- ja lenkoussäännöt sallivat, apteeraa soirotukit täsmällisille täysi- ja puolituummille ja lankkutukit 10", 11 $\frac{1}{2}$ ", 13 $\frac{1}{2}$ ", 15", 16" ja edelleen joka tuumalle.

Kirjallisuutta

- L i n d e b e r g, J.W., Todennäköisyyslasku ja sen käytäntö tilastotieteessä. Helsinki 1927.
- V u o r i s t o, Ilmari, Sahapuiden apteerauksesta. Metsätalous n:o 5 ja 6-7. Helsinki 1938.
- "- Tutkimuksia sahatukkien arvosuhteista. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 23.3. Helsinki 1936.

Investigations into the Effect of Length, Crooked Growth, and Taper of Saw Log on the Length and Width of the Most Valuable Lumber

(Summary in English)

The investigation is an attempt to find out how the length, crooked growth and taper of saw logs affect the length and width of the most valuable lumber manufactured from them. The material comprised 1,787 saw logs.

According to the investigation saw log length affects the relative length of lumber cut from them whenever the length of logs considerably exceeds the average length required for lumber. Then the differences in length of the logs and the lumber cut from them become larger than usual. This applies particularly to the logs with a small top diameter, for the taper of such logs is often more pronounced than usual. For this reason logs of a top diameter of $5\frac{1}{2}$ " or less should not be cut into bolt lengths exceeding 19-20 feet.

The crooked growth of saw logs is responsible for the resulting lumber being both shorter and narrower than from straight logs. Crooked saw logs should therefore be cut into such lengths that the crooked growth, in logs of medium length, does not exceed 0,125" per foot (crooked growth in a 16 ft. log maximum 2"). If the crooked growth exceeds 0,25" per foot length (crooked growth in a 16 ft. log 4"), the shortening and tapering of the lumber is so considerable that it pays to utilise the log for purposes other than lumber.

METSÄTEHON, SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON
METSÄTYÖNTUTKIMUSTOIMISTON
JULKAISUJA

- 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. (Moniste)
- „ 4. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta I. Koivupölkkyjen kuutiosuhteista. Kalle Putkisto. 1947. (Moniste)
- „ 4a. Koivupölkkyjen kuutiosuhdetaulukkoja. Kalle Putkisto. 1947.
- „ 5. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta II. Aikatutkimuksia vanerikoivujen rasiinkaandosta, karsimisesta ja katkomisesta. Kalle Putkisto. 1947.
- „ 6. Tutkimuksia vanerikoivujen hankinnasta III. Aikatutkimuksia vanerikoivujen kasaamisesta ja kasoista-ajoista. Kalle Putkisto. (Ilmestyy 1950)
- „ 7. Aikatutkimuksia pinopuutavaran teosta. Olli Makkonen. 1947. (Moniste)
- „ 8. Aikatutkimuksia paperipuiden varastokuorinnasta ja -katkonnasta. Arno Tuovinen. 1948. (Moniste)
- „ 9. Leimikon tilheyden vaikutus pinopuutavaran tekoon. Olli Makkonen. 1948. (Moniste)
- „ 10. Tutkimuksia pinotavaran autokuljetuksesta. Veijo Heiskanen. 1948.
- „ 11a. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. I Kuorimishukka ja kuutiosuhteet. Arno Tuovinen. 1948.
- „ 11b. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. II Veteen vieritys. Arno Tuovinen. 1948.
- „ 12. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. III Eri pituisten kuorellisten paperipuiden ajo. Arno Tuovinen. 1948.
- „ 13. Metsätyöntutkimukset III. Metsätehon kirjoitukset Metsätaloudellisessa Aikakauslehdessä n:o 5/1948.
- „ 14. Aikatutkimuksia pinopuutavaran valmistuksesta Pohjois-Suomessa. Arno Tuovinen ja Sakari Leskinen. 1948. (Moniste)
- „ 15. Hevosvarsiteiden hoitokalustosta ja hoidosta. Putkisto — Arnkil. 1948. (Moniste)
- „ 16. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. I Koko valtakunnan yleisselvittely. Eino Saari. 1948.
- „ 17. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. II Alueittainen selvittely. Eino Saari. (Ilmestyy 1950)
- „ 18. Aikatutkimuksia tukkien ja paperipuiden teosta talvella. Olli Makkonen. 1949. (Moniste)
- „ 19. Maan routaantumisen tilapäisten talviautoteiden rakentamisen kannalta. Aulis E. Hakkarainen. 1949. (Moniste)
- „ 20. Tutkimus maalle nostettujen rampapuiden uitosta Kemijoella. Arno Tuovinen. 1949. (Moniste)
- „ 21. Moottorisahat ja niiden käyttö Ruotsin metsätaloudessa. Käytännön kokemuksia ja S.D.A:n tutkimusten tuloksia. Greger Carpelan. 1949.
- „ 22. Metsätöiden tehostaminen. Luentopäivillä v. 1948 pidettyjä esitelmää. 1949.
- „ 23. Tutkimuksia sahatukin pituuden, lenkouden ja kapenemisen vaikutuksesta sydäntavaran pitiuteen ja leveyteen. A. J. Ronkanen. 1950.

