

FOLIA FORESTALIA 489

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

SEPPÖ KELLOMÄKI

MÄNTYSAHATUKKIEN LAADUN JA
SYDÄNPUUSUUDEN YHTEYS TUKIN
ULKOISIIN TUNNUKSIIN

QUALITY OF PINE LOGS AND PROPORTION
OF HEARTWOOD AS RELATED TO
PROPERTIES OF THE LOGS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 489

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Seppo Kellomäki

MÄNTYSAHATUKKIEN LAADUN JA
SYDÄNPUUOSUUDEN YHTEYS TUKIN
ULKOISIIN TUNNUKSIIN

Quality of pine logs and proportion of heartwood
as related to properties of the logs

ODC 832.10:851:811.52:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0539-2
ISSN 0015-5543

KELLOMÄKI, S. 1981. Mäntysahatukkien laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin. Abstract: Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs. *Folia For.* 489:1—13.

Tutkimuksessa määritettiin tukkien laatu ja sydänpuuosuus 4727 mäntytukista, jotka edustivat Etelä- ja Koillis-Suomea näiden tekijöiden suhteuttamiseksi tukkien ulkoisiin tunnuksiin. — Tukin laatu korreloitui ennen muuta tukkilajiin. Tyvitukkien osalta myös tukin latvaläpimitta selitti tukkien laatujaakamaa. Tukkien sydänpuuosuus oli suoraan suhteessa tukin latvaläpimittaan. Myös tukkilaji selitti sydänpuun osuuden vaihtelua.

A total of 4727 pine logs representing southern and northeastern Finland were measured in order to estimate the relationship between log quality, share of heartwood and other characteristics of the logs. — The log quality was mainly correlated with log type, *i.e.* butt logs versus other logs. In butt logs the log diameter at the top also explained the quality distribution of the logs. The share of heartwood was linearly correlated with the log diameter at the top. The log type also explained the variation of heartwood in logs.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3. TULOKSET	5
31. Tukkien laatu	5
32. Tukkien sydänpuu	7
321. Sydänpuun osuus eri tukkilajeissa	7
322. Sydänpuun osuus eri laatuluokissa	8
323. Sydänpuun osuus ja kapeneminen	9
324. Sydänpuun osuuden ennakoiminen tukin ominaisuuksien avulla	9
4. TULOSTEN TARKASTELU	11
KIRJALLISUUS	13

1. JOHDANTO

Sahatukkien laatua arvioidaan yleisesti käyttäen Heiskasen ja Siimeksen (1959) kehittämää neliluokkaista asteikkoa, jossa käytetään hyväksi tukin oksia, lenkoutta, koroja ym. ulkoisia tunnuksia. Nämä tekijät voivat puolestaan olla yhteydessä esimerkiksi tukin läpimittaan, tukkilajiin, tukin kapenemiseen ym. vastaaviin tunnuksiin, joita käytetään hyväksi tukkien tilavuutta ja käyttötarkoitusta arvioitaessa. Ne muodostavat tällöin epäsuoran tavan sahatukkien laadun arvioimiseksi. Sahatukkien laadun ja ulkoisten mittojen yhteyttä ei kuitenkaan ole laajemmin selvitetty.

Ulkoisten tekijöiden lisäksi vaikuttavat sahatukkien laatuun myös monet sisäiset tekijät, kuten esimerkiksi tukin sydänpuuosuus. Sydänpuulla tarkoitetaan tällöin rungon poikkileikkauksen tummaa sisäosaa erotuksena poikkileikkauksen vaaleasta ulkokehästä eli pintapuusta.

Sydänpuu on pintapuuta kuivempaa. Sydänpuu ja pintapuuta poikkeavat toisistaan myös kemiallisilta ominaisuuksiltaan, mikä aiheuttaa eroja mm. niiden tiheydessä ja lahonkestävyydessä sekä kaasujen ja nesteiden läpäisevyydessä (Kärkkäinen

1977, s. 106—107). Tämän vuoksi rungon sydänpuu- ja pintapuusuhteet vaikuttavat myös puun käyttöominaisuuksiin, erityisesti puiden kyllästyksessä ja viulun sorvauksessa.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on kaksitahoinen. Ensinnäkin tutkitaan sahatukkien laadun suhdetta tukkien ulkoisiin ominaisuuksiin, tukkilajiin, läpimittaan ja tukin kapenemiseen. Toiseksi esitetään tietoja sahatukkien sydänpuun määrästä ja sen suhteesta tukkien ulkoisiin ominaisuuksiin, tukkilajiin, läpimittaan, tukin kapenemiseen ja tukin laatuluokkaan. Molemmat tarkastelut tehdään saman laajahkon mäntytukkiaineiston perusteella.

Tutkimusaineisto on kerätty vuosina 1968—1972 prof. Veijo Heiskasen suorittamien puutavaran mittaustutkimusten yhteydessä. Monista syistä johtuen tuolloin kerätty aineisto raportoidaan vasta nyt. Tästä huolimatta tulokset ovat edelleenkin ajankohtaisia ja hyödyllisiä.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet prof. Pentti Hakila, prof. Matti Kärkkäinen ja MH Juhani Salmi. Piirroksista on huolehtinut Leena Muronranta ja konekirjoituksesta Aune Rytönen. Englanninkieliset tekstit on tarkastanut MMK John Dero me. — Kiitän kaikkia saamastani avusta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Nyt analysoitu aineisto on kerätty samassa yhteydessä kuin puutavaran mittausta kuorma- ja otantamenetelmällä koskeva Leinosen (1972) aineisto. Aineisto mitattiin vuosina 1968—1970 Enso-Gutzeit Osakeyhtiön Uimaharjun, Rauma-Repola Oy:n Uimaharjun, Kajaani Oy:n Kajaanin ja Rauma-Repola Oy:n Lahden tehtailla mäntysahatukkikuormista. Tutkitut kuormat edustavat joko kaikki samaa leimikkoa (leimikko mitattu kokonaan) tai otosta tietyltä hankinta-alueelta tulevista kuormista. Aineiston keruun yksityiskohdat on kuvattu edellä mainitussa Leinosen (1972) tutkimuksessa. Tukkien latvaläpimitan frekvenssijakautuma on esitetty kuvassa 1.

Tukeista mitattiin seuraavat tunnuksat: luokittelu tyvitukkeihin ja muihin tukkeihin, pituus, läpimitta latvasta, läpimitta keskeltä, sydänpuun läpimitta latvasta ja sydänpuun läpimitta tyvestä sekä tukin laatu Heiskasen ja Siimeksen (1959) laatimaa

luokittelua käyttäen, jolloin luokalla 4 tarkoitetaan raakkitukkeja. Kaikkiaan mittaukset tehtiin 4727 tukista.

Sydänpuuosuus määritettiin sydänpuun pinta-alan suhteena tukin poikkipinta-alaan. Laskelmat tehtiin tällöin tukin latvasta tehtyjen mittausten perusteella.

Aineisto analysoitiin tukin laatua ja sydänpuuosuutta selittävien tunnusten (läpimitan, tukkilajin, kapenemisen ja tukin laadun) suhteen taulukoimalla. Ristiintaulukoinnissa on tällöin pyritty tunnistamaan eri tekijöiden vaikutus tarkasteltavaan tunnukseen vakioimalla muiden tekijöiden vaikutus. Tulokset on esitetty keskiarvopiirroksina ja vastaavina taulukoina, joista keskiarvon lisäksi ilmenee havaintojen lukumäärä ja keskiarvon keskivirhe. Laskennan yksityiskohtia on tarpeen mukaan selostettu tulosten esittelyn yhteydessä.

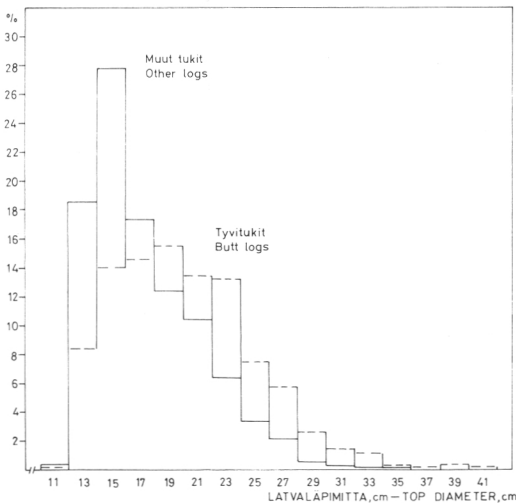
3. TULOKSET

31. Tukkien laatu

Tukit jakautuivat tukkilajeittain eri laatu-
luokkiin seuraavan asetelman mukaisesti.

Tukkilaji	Laatuluokka								Yhteensä	
	1		2		3		4		n	%
Tyvitukit	791	30,6	933	36,1	747	28,9	114	4,4	2585	100
Muut tukit	15	0,7	117	5,5	1862	86,9	148	6,9	2148	100
Yhteensä	806	17,1	1050	22,2	2609	55,2	262	5,5	4727	100

Tyvitukit jakautuvat tasaisesti laatuluok-
kiin 1, 2 ja 3 siten, että kuhunkin laatuluok-
kaan kuului noin kolmannes tyvitukeista.
Laatuluokkaan 4 (raakkitukit) kuului vain
noin 4 % tyvitukeista. Muut tukit kuuluivat
pääosaltaan (87 %) laatuluokkaan 3. Laatu-
luokkia 1 ja 2 sekä 4 edustavia tukkeja oli
muiden tukkien joukossa vain vähän. Tukki-
lajien vertailu osoittaa, että kelvollisten
tukkien (laatuluokat 1—3) osuus tyvitukeis-
sa ja muissa tukeissa oli samansuuruinen.
Sen sijaan niiden jakautuminen eri luokkien
kesken poikkesi huomattavasti tyvitukkien
hyväksi. Laatujaakaumaero tyvitukkien ja
muiden tukkien välillä on tilastollisesti mer-
kitsevä ($p < 0,001$).

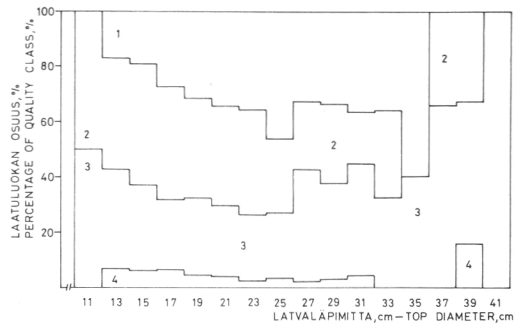


Kuva 1. Tukkiaineiston latvaläpimitan mukainen ja-
kauma.

Fig. 1. Distribution of logs into different top diameter
classes.

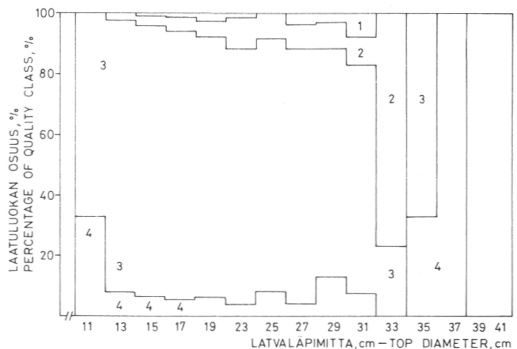
Kuvissa 2 ja 3 on esitetty tyvitukkien ja
muiden tukkien laatujaumat latvaläpi-
mitan mukaan ryhmiteltynä. Tyvitukeissa
laatuluokan 1 tukkien osuus lisääntyi tasai-

sesti tukin latvaläpimitan kasvaessa lukuun
ottamatta kaikkein pienimpiä ja suurimpia
läpimittaluokkia. Vastaavasti laatuluokan 2
tyvitukkien osuus pieni. Laatuluokan 3
tyvitukkien osuus oli eri läpimittaluokissa
vakio lukuun ottamatta suuria läpimitta-



Kuva 2. Tyvitukkien laatujaumittainen jakautuminen
eri latvaläpimittaluokkiin.

Fig. 2. Distribution of butt logs belonging to different
quality classes into different top diameter classes.

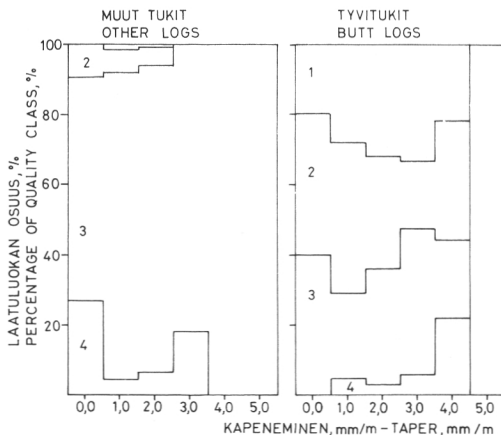


Kuva 3. Kuten kuva 2 mutta muita tukkeja koskevana.
Fig. 3. As in Fig. 2 but for other logs.

luokkia. Näihin läpimittaluokkiin kuuluvat tukit edustivat pääasiassa laatuluokkaa 3. Laatuluokan 4 tukkeja oli tasaisesti kaikissa läpimittaluokissa lukuun ottamatta suuria läpimittaluokkia.

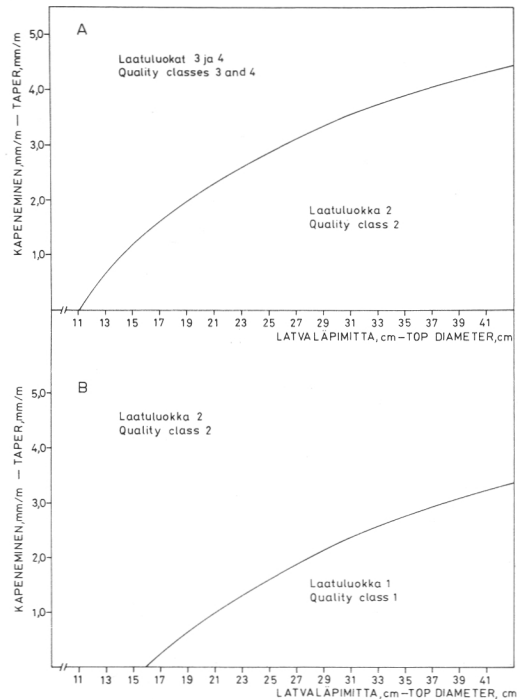
Muut tukit kuuluivat läpimitasta riippumatta laatuluokkaan 3 lukuun ottamatta suuria läpimittaluokkia, joissa laatuluokkien 1 ja 2 osuudet kasvoivat. Laatuluokkien 1 ja 2 osuudet kasvoivat muutoinkin tukin latvaläpimitan kasvaessa. Laatuluokkaan 4 kuuluvien tukkien osuus oli sen sijaan vakio tai väheni hieman tukin latvaläpimitan kasvaessa paitsi kaikkein suurimmissa läpimittaluokissa.

Kuvassa 4 on esitetty tyvitukkien ja muiden tukkien laatujaakauma kapenemislukittain. Laatuluokkaan 1 kuuluvien tyvitukkien osuus oli suurimmillaan kapenemislukissa 2...3 mm/m, joskin erot eri kapenemislukien välillä ovat vähäiset. Laatuluokkaan 2 kuuluvien tyvitukkien osuus väheni selvästi, kun tukin kapeneminen kasvoi. Myös laatuluokkaan 3 kuuluvien tyvitukkien osuus näytti vähenevän lievästi kapenemisen lisääntyessä. Laatuluokkaan 4 kuuluvien tukkien osuus sen sijaan kasvoi selvästi, kun tukin kapeneminen suureni. Muissa tukeissa laatuluokkaan 3 kuuluvien tukkien osuus oli suuri kaikissa kapenemislukissa. Muihin kapenemislukkiin kuuluvat tukit edustivat tällöin pientä tukin kapenemistä. Varsinkin laatuluokkiin 1 ja 2 kuuluvien tukkien osalta tällainen jakautuminen oli selvä. Laatuluokkaan 4 kuului tukkeja eri-



Kuva 4. Tukkien laatujaakauman jakautuminen eri kapenemislukkiin.

Fig. 4. Distribution of logs belonging to different quality classes into different taper classes.



Kuva 5. Muiden tukkien (A) ja tyvitukkien (B) laatu tukin latvaläpimitan ja kapenemisen funktiona.

Fig. 5. Quality of other logs (A) and butt logs (B) as a function of top diameter and taper of logs.

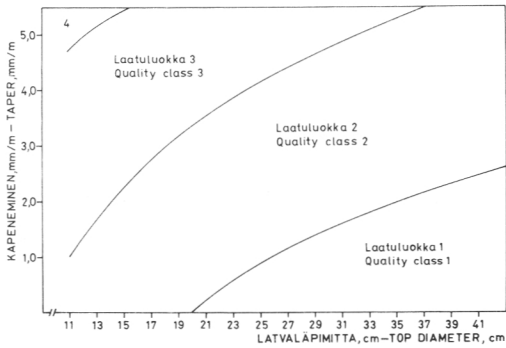
tyisesti pienintä kapenemistä edustavasta luokasta.

Tukkien laadun kuvaamiseksi tehtiin myös regressioanalyysi, jossa laatuluokkaa selitettiin tukin latvaläpimitan, kapenemisen ja tukkilajin avulla. Tällöin tukkilaji sisällytettiin malliin valemuuttujana, joka sai arvon 0 tyvitukin ja arvon 1 muun tukin ollessa kysymyksessä. Samalla laatuluokkaa tulkittiin järjestysasteikoksi. Analyysin tulokset on annettu oheisessa asetelmassa ja kuvassa 5.

Muuttuja	Regressio-kerroin	Regressio-kertoimen hajonta	t-arvo	Selityksen menetys kun muuttuja poistetaan %
Tukkilaji	-0,857	0,022	39,096	22,151
Latvaläpimita	-0,369	0,048	-7,676	0,853
Kapeneminen	11,053	2,133	5,182	0,389

Mallin vakio = 3,878, $R^2 = 0,316$, $F(3,4723) = 726$

Eri vaihtoehdoista antoi parhaimman tuloksen malli, jossa latvaläpimita oli mukana logaritmisessa muodossa ja muut lineaarisessa muodossa. Tällöinkin kokonaisasetelmassa jäi alhaiseksi, vaikka koko malli ja sen



Kuva 6. Sama kuin kuvassa 5 mutta tukkilajeja erittelemättä.

Fig. 6. As in Fig. 5 but for all log types.

yksittäiset muuttujat olivatkin tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$). Havaitaan kuitenkin, että tyvitukkien laatuluokka 1 edusti suhteellisen järeitä ja vain vähän kapenevia tukkeja (kuva 5B). Muutoin tukit kuuluivat laatuluokkaan 2 ja vain kaikkein ohuimmat ja jyrkimmin kapenevat tukit kuuluivat alempiin laatuluokkiin. Samanlainen jakautuminen havaitaan myös muiden tukkien osalta, mutta tässä tapauksessa tukit jakautuivat laatuluokkiin 2 sekä 3 ja 4. Toisin sanoen sekä tyvitukeissa että muissa tukeissa järetyminen kompensoi jossain määrin tukin kapenemista, kun tukin laatua arvesteltiin.

Tukin laadun kuvaamiseksi tehtiin myös regressioanalyysi, jossa laatuluokkaa selitettiin pelkästään tukin latvaläpimitan ja kapenemisen avulla, mutta tukkilaji jätettiin pois analyysistä. Pyrkimyksenä oli tällöin tutkia, voitaisiinko tukkien laatulajittelua automatisoida em. tunnuksia hyväksi käyttäen. Analyysin tulokset on annettu oheisessa asetelmassa ja kuvassa 6.

Muuttuja	Regressio-kerroin	Regressio-kertoimen hajonta	t-arvo	Selitysteasteen menetys kun muuttuja poistetaan %
Latvaläpimita	-1,011	0,521	-19,393	7,212
Kapeneminen	30,748	2,384	12,897	3,189

Mallin vakio = 4,989, $R^2 = 0,094$, $F(2,4724) = 245,253$

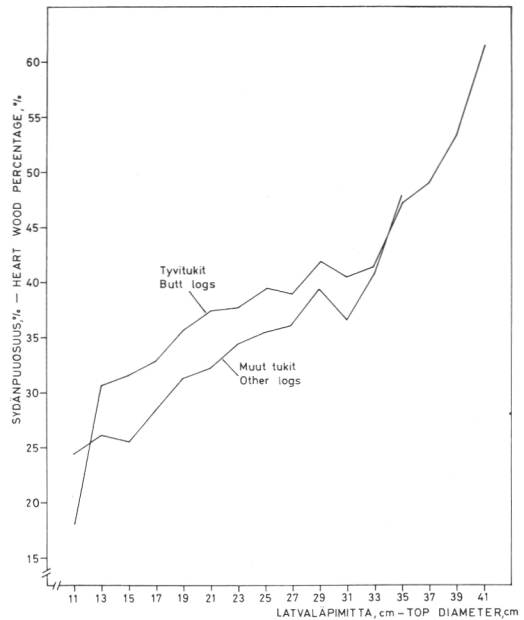
Tässäkin tapauksessa parhaimman tuloksen antoi malli, johon latvaläpimita sisältyi logaritmisessa ja kapeneminen lineaarisessa muodossa. Mallin selitysteaste on kuitenkin vain noin 10 % kokonaishajonnasta, vaikka malli sinänsä ja sen muuttujat ovat tilastollisesti merkitseviä. Pääpiirteisään saadaan

sama tulos kuin mallilla, jossa myös tukkilaji oli mukana analyysissä. Tällöin laatuluokan 1 tukit edustavat järeitä ja vähän kapenevia tukkeja. Vastaavasti laatuluokan alentua tukkien läpimita pienenee ja kapeneminen kasvaa. Nytkin havaitaan, että tukin läpimita ja kapeneminen ovat selvässä vuorovaikutuksessa tukin laatua ajatellen. Toistaiseksi malli on kuitenkin alustava, joten se ei vielä sellaisenaan sovellu automaattisen laatulajittelun pohjaksi. Tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että tämä on mahdollista tarkoitusta varten paremmin kerättyyn aineistoon perustuvien mallien avulla.

32. Tukkien sydänpuu

32.1. Sydänpuun osuus eri tukkilajeissa

Kuvassa 7 on esitetty sydänpuun osuus tukin latvaläpimitan mukaan ryhmiteltynä erikseen tyvitukeissa ja muissa tukeissa (ks. myös taulukko 1). Sydänpuun osuus lisääntyi sekä tyvitukeissa että muissa tukeissa hieman nopeammin kuin lineaarinen riippuvuus läpimitasta edellyttäisi. Tyvitukeissa sydänpuun osuus oli kaikkein suurimpia



Kuva 7. Tukkien sydänpuuosuuden riippuvuus latvaläpimitasta.

Fig. 7. Dependence of heartwood percentage on top diameter.

Taulukko 1. Sydänpuun osuus eri tukkilajeissa läpimittaluokittain.

Table 1. Percentage of heartwood per timber according to log type in different diameter classes.

Latvaläpimitta, cm Top diameter, cm	Muut tukit — Other logs			Tyvitukit — Butt logs		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
11	6	24,6	11,2	2	18,1	9,8
13	399	26,1	14,9	211	30,9	11,8
15	599	25,6	10,7	362	31,5	11,3
17	380	28,4	11,2	377	32,8	13,1
19	264	31,1	12,8	441	35,6	12,4
21	222	32,1	11,1	346	37,5	12,6
23	135	34,2	11,9	343	37,6	12,5
25	73	35,3	11,8	197	39,6	12,6
27	44	36,1	13,8	150	39,1	15,0
29	12	39,8	12,8	69	41,9	11,3
31	6	36,7	8,7	43	40,3	10,8
33	3	41,1	11,2	28	41,5	14,7
35	1	48,2	—	5	47,6	7,3
37				3	48,6	21,9
39				6	53,6	11,1
41				2	61,1	10,7

läpimittaluokkia lukuun ottamatta suurempi kuin muissa saman läpimittaluokan tukeissa. Kaikkein suurimmista ja pienimmistä läpimittaluokista havaintoja on tosin varsin vähän (taulukko 1). Tukkilajien väliset erot ovat koko aineistossa tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Sydänpuun osuuden keskimääräiseksi arvoiksi koko aineistossa saatiin seuraavat.

Tukkilaji	n	\bar{x}	s
Tyvitukit	2585	35,6	12,9
Muut tukit	2142	28,8	12,6
Keskimäärin	4727	32,5	13,2

Tyvitukeissa oli sydänpuun osuus keskimäärin 35 % ja muissa tukeissa 28 %. Koska mittauskohdan läpimitan vaikutus sydänpuun osuuteen on kaikissa tapauksissa suuri (kuva 7), on esitetyillä keskiarvotiedoilla kuitenkin vain vähäinen käyttöarvo.

322. Sydänpuun osuus eri laatuluokissa

Kuvassa 8 on esitetty sydänpuun osuus tukin latvaläpimitan mukaan ryhmiteltyinä erikseen kussakin tukin laatuluokassa. Kaikissa laatuluokissa sydänpuun osuus lisääntyi lineaarisesti tukin läpimitan kasvaessa. Varsinkin laatuluokissa 1 ja 2 tämä riippuvuus oli selkeä. Sen sijaan laatuluokkien väliset erot olivat epäselviä lukuun ottamatta pienimpiä läpimittaluokkia, missä sydänpuun osuus laatuluokissa 1 ja 2 on sel-

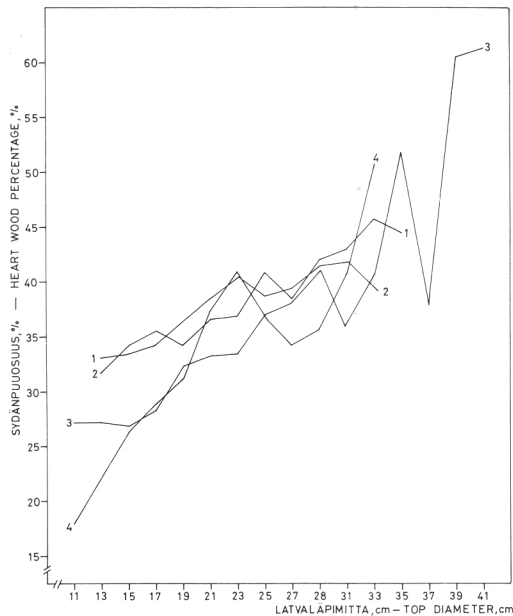
västi suurempi kuin laatuluokissa 3 ja 4. Kaikkein suurimmissa ja pienimmissä läpimittaluokissa havaintoja on tosin varsin vähän. Laatuluokkien 1 ja 2 välillä sekä 3 ja 4 välillä erot koko aineistossa eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,001$). Erot ovat kuitenkin tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$), jos verrataan laatuluokkia 1 ja 2 yhdessä laatuluokkiin 3 ja 4.

Sydänpuun osuuden keskimääräiseksi arvoiksi koko aineistossa saatiin seuraavat.

Laatuluokka	n	\bar{x}	s
1	806	36,5	11,7
2	1050	36,1	12,2
3	2609	29,9	13,2
4	262	32,4	14,9
Keskimäärin	4727	32,5	13,2

Sydänpuun laatuluokittainen osuus oli likimain sama tyvitukkien ja muiden tukkien laatuluokissa 1 ja 2, kuten oheisesta asetelmasta ilmenee.

Laatuluokka	Tyvitukit			Muut tukit		
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s
1	791	36,6	11,8	15	36,2	8,4
2	933	36,0	12,4	117	36,7	11,1
3	747	34,1	14,0	1862	28,1	12,5
4	114	35,7	16,8	148	29,8	12,7
Keskimäärin	2585	35,7	12,9	2142	28,8	12,6



Kuva 8. Tukkien sydänpuuosuuden riippuvuus latvaläpimitasta eri laatuluokissa.

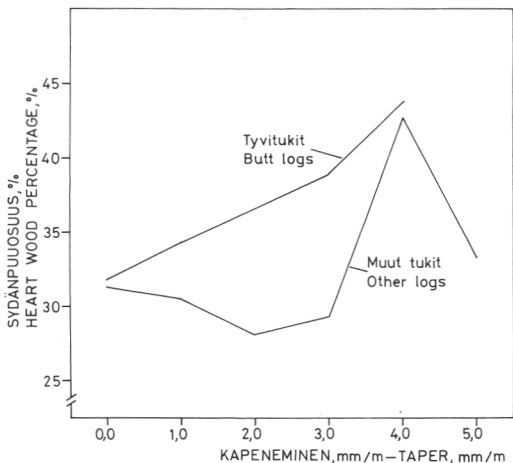
Fig. 8. Dependence of heartwood percentage on top diameter in different quality classes.

Muiden tukkien laatuluokissa 3 ja 4 sydänpuun osuus sen sijaan jäi selvästi pienemmäksi kuin laatuluokissa 1 ja 2. Näyttää ilmeiseltä, että muiden tukkien laatuluokittainen erittely voi antaa viitteitä myös tukkien keskimääräisestä sydänpuun osuudesta. Laadun merkitys jäi kuitenkin tässä suhteessa vähäiseksi verrattuna tukin latvaläpimitan ja tukkilajin vaikutukseen.

323. Sydänpuun osuus ja kapeneminen

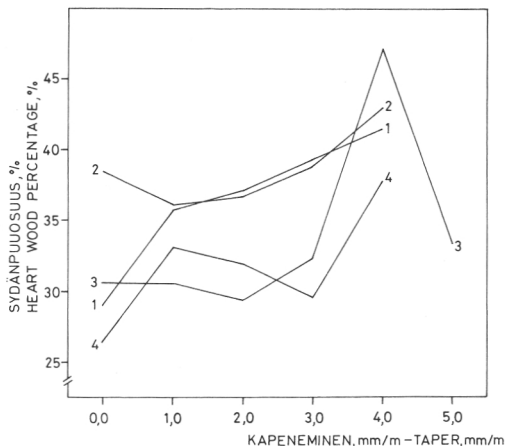
Kuvassa 9 on esitetty sydänpuun osuus tukin kapenemisen mukaan ryhmiteltyinä erikseen tyvitukeissa ja muissa tukeissa. Tyvitukeissa sydänpuun osuus lisääntyi selväpiirteisesti, kun tukin kapeneminen lisääntyi. Muissa tukeissa sydänpuun osuus sen sijaan aleni kapenemisen kasvaessa lukuun ottamatta suurimpia kapenemisloukkia. Näiden kapenemisloukkien suuri vaihtelu vaikeuttaa kuitenkin selkeiden johtopäätösten tekemistä. Tyvitukkien ja muiden tukkien välinen ero on tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$) kaikissa kapenemisloukkissa lukuun ottamatta pienintä luokkaa (kapeneminen < 1 mm/m).

Kuvassa 10 on esitetty sydänpuun osuus kapenemisen mukaan ryhmiteltyinä eri laatuluokissa. Laatuluokissa 1 ja 2 sydänpuun osuus kasvoi tukin kapenemisen lisääntyessä. Näissä laatuluokissa sydänpuun osuus oli lähes sama kaikissa kapenemisloukkissa lu-



Kuva 9. Sydänpuuosuuden riippuvuus kapenemisloukkasta.

Fig. 9. Dependence of heartwood percentage on taper class.



Kuva 10. Sydänpuuosuuden riippuvuus kapenemisloukkasta laatuluokittain.

Fig. 10. Dependence of heartwood percentage on taper class in different quality classes.

kuun ottamatta pienintä kapenemisloukkaa. Laatuluokissa 3 ja 4 sydänpuun osuuden lisääntyminen ei ollut yhtä selväpiirteistä. Näissä laatuluokissa sydänpuun osuus kasvoi huomattavasti vasta suurimmissa kapenemisloukkissa. Laatuluokkien 1 ja 2 sekä 3 ja 4 välillä erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä ($p > 0,001$). Erot olivat kuitenkin tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,001$), jos vertaillaan laatuluokkia 1 ja 2 yhdessä laatuluokkiin 3 ja 4.

324. Sydänpuuosuuden ennakoiminen tukin ominaisuuksien avulla

Sydänpuuosuuden ennakoimista tukin ominaisuuksien avulla tutkittiin korreloimalla latvasta mitatun sydänpuun läpimitan ja vastaava sydänpuuosuus tukin pituuteen, latvaläpimitaan, kapenemiseen, laatuluokkaan ja tukkilajiin. Näistä kaksi viimeksi mainittua muuttujaa sisällytettiin laskelmiin valemuuttujina. Laatuluokkaa käytettiin myös siten, että laatuluokka tulkittiin järjestysasteikoksi.

Taulukosta 2 havaitaan, että vain tukin latvaläpimita korreloi kiinteästi sydänpuun läpimitaan, kuten aiemman tarkastelun pohjalta oli odotettavissa. Sydänpuuosuuden pieni riippuvuus tukin pituudesta johtui tämän muuttujan vähäisestä vaihtelusta. Toisin sanoen tukit olivat lähes tasamittaisia verrattuna sydänpuun läpimitan vaihteluun. Kapenemisen laskennassa on puolestaan eli-

Taulukko 2. Muuttujien väliset korrelaatiot.
Table 2. Intercorrelations between variables.

Muuttuja — Variable	1	2	3	4	5	6	7	
Tukkilaji Log type	1	1.00						
Pituus Length	2	.25	1.00					
Läpimitta latvasta Top diameter	3	.30	-.05	1.00				
Sydänpuun läpimitta latvasta Diameter of heartwood at top	4	.34	-.03	.84	1.00			
Sydänpuun läpimitta tyvestä Diameter of heartwood at butt	5	.23	.03	.80	.86	1.00		
Laatuluokka 1...4 Quality class 1...4	6	-.55	-.14	-.23	-.26	-.16	1.00	
Kapeneminen Taper	7	-.18	-.28	.13	.08	.20	.14	1.00

minoitu läpimittojen ja pituuden vaihtelu, joten korrelaation alhaisuus on ymmärrettävä. Vastaavasta syystä ei myöskään sydänpuun osuus korreloinut käytettyihin tunnuksiin. Itse asiassa vain tukin laji ja laatu olivat itsenäisiä tunnuksia. Näistä tukkilaji oli lievästi positiivisessa ja tukin laatu lievästi negatiivisessa korrelaatiossa sydänpuun läpimitan ja sydänpuuosuuden kanssa. Kun sydänpuun läpimittaa selitettiin latvaläpimitan sekä tukkilajin ja tukin laadun avulla, osoittautui, että vain latvaläpimitalla ja tukkilajilla oli itsenäistä selityskykyä, kuten oheisesta asetelmasta ilmenee.

Muuttuja	Regressio-kerroin	Regressio-kertoimen hajonta	t-arvo	Selityksasteen menetys kun muuttuja poistetaan %
Tukkilaji	0,757	0,065	11,576	0,79
Latvaläpimitta	0,719	0,007	100,457	60,17

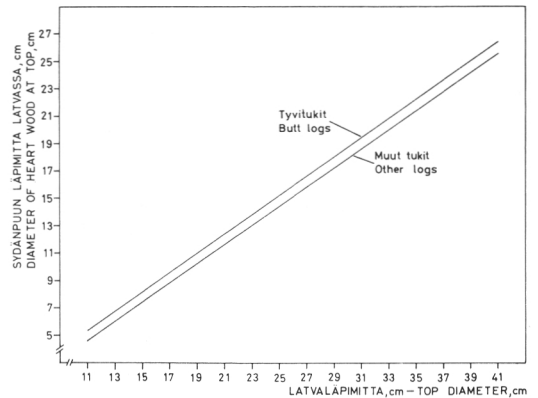
Mallin vakio = -3,352, $R^2 = 0,718$, $F(2,4724) = 6023$

Näiden kahden muuttujan malli selitti noin 72 % latvasta mitatun sydänpuun läpimitan varianssista. Latvaläpimitta on kuitenkin ylivoimaisesti tärkein sydänpuun määrän ylivoimaisesti tärkein sydänpuun määrän ilmaisija, kuten selityksasteen vähäinen menetys tukkilaji poistettaessa osoittaa. Latvaläpimitan ja tukkilajin suhdetta sydänpuun ilmaisijana on havainnollistettu kuvassa 11.

Latvasta mitattu sydänpuuosuus ilmaisee myös hyvin tukin tyveltä mitatun sydänpuun osuuden, kuten kuvasta 12 ilmenee. Latvasta mitatun ja tyveltä mitatun sydänpuun osuuden regressio oli lineaarinen siten, että se sai oheisessa asetelmassa esitetyn yhtälön

$$y = 44,730 + 1,397x, \quad R^2 = 0,757$$

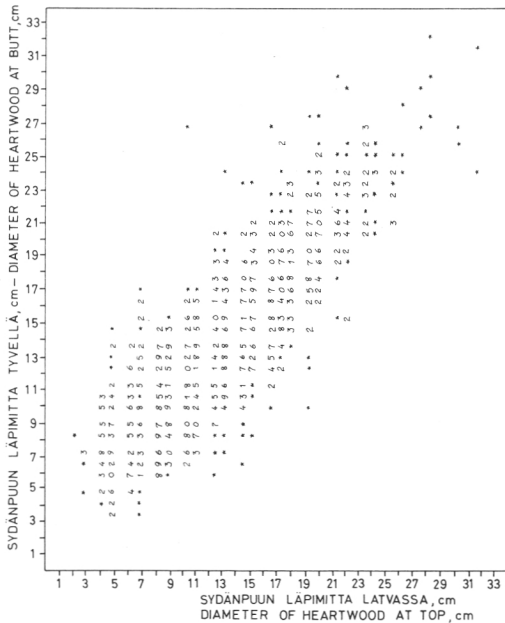
missä y on tyvestä mitattu sydänpuuosuus ja x latvasta mitattu sydänpuuosuus.



Kuva 11. Tukin latvaläpimitan ja vastaavan sydänpuun läpimitan suhde tukkilajeittain.
Fig. 11. Dependence of heartwood diameter on log diameter.

4. TULOSTEN TARKASTELO

Tässä tutkimuksessa on laajakhkoon mänysahatukkiaineistoon perustuen tarkasteltu tukkien ulkoisten ominaisuuksien yhteyttä tukkien laatuun ja sydänpuuosuuteen. Tukkien ulkoisten tunnusten vertailu osoittaa, että vain tukkilaji erottelee tukit selvästi eri laatuluokkiin ja tällöinkin vain karkeasti parhaimpiin ja huonoimpiin tukkeihin. Tyvitukkien osalta läpimitta tarkentaa hie-man luokittelua siten, että laatuluokkiin 1 ja 2 kuuluvat tukit erottuvat laatuluokkiin 3 ja 4 kuuluvista tukeista. Tätä erottelua voi kuitenkin häiritä se, että suuriin latvaläpimittaluokkiin voi kuulua säännöttömästi eri laatuluokkiin kuuluvia tukeja. Tulokset tukevat kuitenkin *Asikaian* (1980) ehdotusta käyttää pelkästään tyvitukki-muu tukki -jaotusta sahatukkien laatuluokituksen pohjana. Tulokset osoittavat myös, että on tiettyjä mahdollisuuksia kehittää esimerkiksi tukin läpimittaan ja kapenemiseen perustuen tukkien automaattista laatuluokittelua.



Kuva 12. Latvasta ja tyvestä mitatun sydänpuun läpimittan suhde.

Fig. 12. Relationship between heartwood diameter measured at top and at butt.

Nyt analysoidussa aineistossa laatuluokkaan 1 kuului 17 %, laatuluokkaan 2 22 %, laatuluokkaan 3 55 % ja laatuluokkaan 4 6 % tukkien kokonaismäärästä. Jos tarkasteltavaksi otetaan vain kolme laatuluokkaa (1, 2, 3) saadaan laatujaakauma seuraavan asetelman mukaiseksi. Asetelmassa on esitetty myös *Aron* ja *Rikkosen* (1966) vastaavat arvot Etelä-Suomelle.

	Laatuluokka % kpl-määrästä		
	1	2	3
Tämä työ	18	24	58
<i>Aron</i> ja <i>Rikkonen</i> (1966)	27	31	42

Tämän aineiston laatujaakauma on selvästi heikompi kuin em. *Aron* ja *Rikkosen* tutkimuksessa. Laatuosuudet voivat kuitenkin olla vain suuntaa antavia, sillä alueellinen vaihtelu (metsien rakenne, kasvupaikka- ym. vaihtelu) voi vaikuttaa suuresti em. jakaumaan. Tähän viittaa myös oheinen asetelma, jossa on esitetty laatujaakumat tukkilajeittain erikseen Itä-Suomen ja Etelä-Suomen aineistoista.

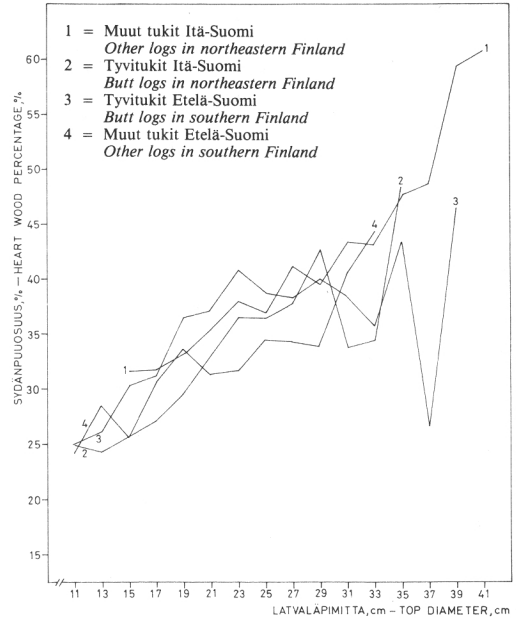
Laatuluokka	Itä-Suomi		Etelä-Suomi	
	%	n	%	n
Tyvitukit				
1	14,6	99	36,2	692
2	38,4	259	35,2	674
3	37,6	254	25,8	493
4	9,2	62	2,7	52
Yhteensä	100,0	674	100,0	1911
Muut tukit				
1	0,5	5	0,7	10
2	4,9	42	5,8	75
3	84,6	721	88,4	1141
4	9,8	84	4,9	64
Yhteensä	100,0	852	100,0	1290

Erot Itä-Suomen ja Etelä-Suomen välillä ovat nimenomaan tyvitukkien laadussa. Etelä-Suomessa jakauma on tasainen kolmen hyväksytyyn laatuluokan kesken. Itä-Suomessa tyvitukit keskittyvät valtaosalta laatuluokkiin 2 ja 3. Käytettävissä olevan aineiston perusteella ei ole kuitenkaan voitu lähemmin tutkia mihin tukkien ulkoisiin tunnuksiin erot nimenomaan kytkeytyvät.

Sydänpuun määrä oli selvästi yhteydessä tukkilajiin, sillä keskimääräinen sydänpuuosuus tyvitukeissa oli 35 % ja muissa tukeissa 28 %. Molemmissa tapauksissa sydänpuun osuus lisääntyi tukin läpimitan kasvaessa, kuten esimerkiksi *Tammisen* (1962) on aiemmin todennut. Männyn sydänpuun osuus näyttää yleisemminkin olevan sitä suurempi mitä suuremmasta tukista on kysymys (*Lappi-Seppälä* 1927, *Nylinder* 1956, 1959, *Tammisen* 1962, *Bruun* 1967, *Hakkila* 1967, *Uusvaara* 1974). *Kärkkäisen* (1976) mukaan tukin järeys voi ilmentää joko puun korkeaa ikää tai hyviä kasvuolosuhteita, jotka molemmat lisäävät männyn runkojen sydänpuuosuutta. Aineiston keruutavasta johtuen, näiden tekijöiden vaikutusta ei ole voitu tutkia lähemmin.

Myöskään mittauskorkeuden sijainnin yhteyttä sydänpuuosuuteen ei ole voitu tutkia aineiston ominaisuuksien vuoksi. Tiedetään kuitenkin, että mäntyrunkojen keski- ja latvaosissa sydänpuuosuus on aina pienempi kuin tyviosassa (esim. *Tammisen* 1962, *Hakkila* 1967, *Uusvaara* 1974, *Kärkkäinen* 1976). Suurimmillaan sydänpuuosuus näyttää olevan 20–30 % korkeudella rungon pituudesta, kuten tyvitukkien ja muiden tukkien sydänpuuosuuden erotkin osoittavat. Ero säilyy silloinkin, kun tukin järeyden vaikutus sydänpuuosuuteen eliminoidaan (*Kärkkäinen* 1976).

Nyt saatujen sydänpuuosuuksien suoranainen vertailu muihin tutkimuksiin on vaikeaa edellä mainituista syistä. Ainoastaan tyvitukkien ja runkojen tyvien vertailu voi olla riittävän luotettavaa. Tällöin todetaan, että nyt saadut tulokset ovat 5–10 prosenttiyksikköä pienempiä kuin kirjallisuudessa yleensä esitetyt arvot. Esimerkiksi *Tammisen* (1962) mukaan vanhojen mäntyjien tyviosan sydänpuuosuus on vähän yli 40 %. *Nylinderin* (1959) mukaan männyn sydänpuuosuus on suurimmillaan noin 10 % korkeudella rungon pituudesta, jolloin sydänpuuosuus voi olla lähes 50 %.



Kuva 13. Sydänpuun osuuden riippuvuus latvaläpimitasta tukkilajeittain Etelä- ja Itä-Suomessa.

Fig. 13. Dependence of heartwood percentage on top diameter in different logs in southern and northeastern Finland. For symbols see above.

Erot tämän tutkimuksen tulosten ja muiden tutkimusten tulosten välillä ovat luultavasti yhteydessä eroihin havaintokohdissa ja näytepuiden läpimittajakautumissa.

Kirjallisuuden mukaan mäntymassapuun ja mäntysahapuun sydänpuuosuus vaihtelee myös selvästi maan eri osissa siten, että se on suurinta pohjoisessa ja pienintä etelässä (*Bruun* 1967, *Hakkila* 1967). Nyt esitellyssä aineistossa ei tällaista kuitenkaan havaittu, kuten alla oleva asetelma osoittaa.

Itse asiassa sydänpuun osuus oli sekä tyvitukeissa että muissa tukeissa suurempi Etelä-Suomessa kuin Itä-Suomessa. Tämä saattaa olla yhteydessä edellä mainittuun sydänpuuosuuden ja tukin läpimitan väliseen suhteeseen. Siihen viittaavat kuvassa 13 esitetyt tulokset, sillä sekä Itä-Suomessa että Etelä-Suomessa sydänpuuosuus lisääntyy läpimi-

Aineisto	n	Tyvitukit		n	Muut tukit		n	Yhteensä	
		\bar{x}	s		\bar{x}	s		\bar{x}	s
Itä-Suomi	1911	35,4	12,7	1290	28,4	11,8	3201	32,6	12,8
Etelä-Suomi	674	36,1	13,7	852	29,3	13,8	1526	32,3	14,1
Yhteensä	2585	35,6	12,9	2142	28,8	12,6	4727	32,5	13,2

tan lisääntyessä tukkilajista riippumatta. Tällöin Etelä-Suomea edustava tukkiaineisto on hieman järempää kuin Itä-Suomea edustava aineisto. Etelä-Suomessa latvaläpimitan keskiarvo oli $19,7 \pm 4,8$ cm ja Itä-Suomessa $19,2 \pm 4,3$ cm.

Sydänpuuosuuden sekä tukin laatuluokan ja kapenemisen välinen suhde ei ollut yhtä selkeä kuin vastaava läpimittariippuvuus. Itse asiassa tukin järeys peittää laatuluokan ja sydänpuuosuuden välisen suhteen. Mielenkiintoinen on tosin havainto, että sydänpuun osuus laatuluokissa 1 ja 2 on jokseenkin sama riippumatta tukkilajista. Muiden tukkien osalta havaintojen määrä on kuitenkin vähäinen, joten sattuman vaikutusta tulokseen ei ole täysin eliminoitu. Tulos saattaa kuitenkin viitata samantapaiseen läpimittajakautumaan ko. tapauksissa.

Tyvituksissa sydänpuuosuus kasvoi kun tukin kapeneminen lisääntyi. Tulos viittaa selvästi tukin järeiden ja sydänpuuosuuden

väliseen riippuvuuteen, sillä tukin järeyydessä myös sen kapeneminen lisääntyy. Myös L a p p i - S e p p ä l ä n (1952) tulokset viittaavat tähän mahdollisuuteen. Muissa tukeissa sydänpuuosuus sen sijaan vähenee kapenemisen lisääntyessä. Tulos on sikäli johdonmukainen, että suuri kapeneminen on ominaista nimenomaan latvatuksille, jotka edustavat vähäsydänpuista rungon osaa (vrt. esim. T a m m i n e n 1962).

Sydänpuuosuus riippui läpimittaa lukuun ottamatta vain heikosti tukin ominaisuuksista. Vain tukkilajin erottaminen voi hieman parantaa läpimitan perusteella tehtävää arviota tukin sydänpuun määrästä. Tällöin on huomattava, että tukin latvasta ja tyveltä mitattu sydänpuun läpimitta ovat lineaarisessa riippuvuudessa toisiinsa. Tämän perusteella voidaan olettaa, että sydänpuun osuus kaikkialla tukissa noudattaa osapuilleen vastaavan läpimitan mukaista riippuvuutta.

KIRJALLISUUS

- ARO, P. & RIKKONEN, P. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Summary: Top form factors of softwood saw logs. Commun. Inst. For. Fenn. 61(7):1—77.
- ASIKAINEN, K. 1980. Tukin laadun vaikutus sahaus-tulokseen. Sahapuupäivät Ellivuorella 31.1.—1.2.1980. Moniste. 11 s.
- BRUUN, H.H. 1967. Maamme selluloosateollisuuden havupuun runkohalkaisijasta ja iästä. Kemian Teoll. 24(1):20—22.
- HAKKILA, P. 1967. Puun laadun vaikutuksesta mäntysulfaattisellua valmistettaessa. Paperi ja Puu 49(7):461—464.
- HEISKANEN, V. & SIIMES, F.E. 1959. Tutkimuksia mäntysahatukkien laatuluokituksesta. Summary: A study regarding the grading of pine saw logs. Paperi ja Puu 41(8):359—368.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976. Havutukkien painomittauksen edellytyksiä puutieteelliseltä kannalta. Summary: Wood science prerequisites for the weight measurement of pine and spruce logs. Commun. Inst. For. Fenn. 89(1):1—58.
- 1977. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki. 442 s.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen

- lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. Commun. Inst. For. Fenn. 12:1—72.
- 1952. Männyn sydänpuusta ja runkomuodosta. Referat: Über Verkernung und Stammform der Kiefer. Commun. Inst. For. Fenn. 40(25):1—23.
- LEINONEN, E. 1972. Puutavaran mittaus kuormaja otantamenetelmillä. Summary: Measurement of timber by the load and sampling methods. Folia For. 144:1—38.
- NYLINDER, P. 1956. Virkesfrågor vid flottning. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 2:1—12.
- 1959. Synpunkter på produktionens kvalitet. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära. Skogshögsk. 2:1—19.
- TAMMINEN, Z. 1962. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. I Tall. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. I Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 41:1—118.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2):1—105.

ODC 832.10:851:811.52:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0539-2
ISSN 0015-5543

KELLOMÄKI, S. 1981. Mäntysahatukkien laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin. Abstract: Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs. *Folia For.* 489:1—13.

A total of 4727 Scots pine logs representing southern and northeastern Finland were measured in order to estimate the relationship between log quality, proportion of heartwood and outer characteristics of the logs. — The log quality was mainly correlated with log type, *i.e.* butt logs versus other logs. In butt logs the top diameter also explained the quality distribution of logs. The proportion of heartwood was linearly correlated with top diameter at the log. The log type also explained the variation of heartwood in logs.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 832.10:851:811.52:174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0539-2
ISSN 0015-5543

KELLOMÄKI, S. 1981. Mäntysahatukkien laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin. Abstract: Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs. *Folia For.* 489:1—13.

A total of 4727 Scots pine logs representing southern and northeastern Finland were measured in order to estimate the relationship between log quality, proportion of heartwood and outer characteristics of the logs. — The log quality was mainly correlated with log type, *i.e.* butt logs versus other logs. In butt logs the top diameter also explained the quality distribution of logs. The proportion of heartwood was linearly correlated with top diameter at the log. The log type also explained the variation of heartwood in logs.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

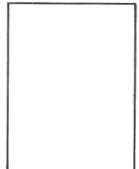
Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi

Name _____

Osoite

Address _____



Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoegasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koegasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoegasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarckkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands of the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.
- No 472 Nisula, Pentti: Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaueiden raivauksessa.
Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines.
- No 473 Saastamoinen, Olli & Sievänen, Tuija: Keravan ja Rovaniemen lähimetsien ulkoilukäytön ajallinen vaihtelu.
Time patterns of recreation in urban forests in two Finnish towns.
- No 474 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa.
Stand damage in thinning operations.
- No 475 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1980.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1980.
- No 476 Jalkanen, Risto: Harmaakariste männyllä. Kirjallisuuskatsaus.
Lophodermella sulcigena on pines. A literature review.
- No 477 Veijalainen, Heikki: Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla.
Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil.
- No 478 Kellomäki, Seppo & Tuimala, Aili: Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.
Effect of stand density on branchiness of young Scots pines.
- No 479 Saramäki, Jussi & Valtanen, Eila: Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen.
The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands.
- No 480 Hovila, Pekka: TT 1000 TU ja TT 1000 TS kokopuuhaakurit.
TT 1000 TU and TT 1000 TS whole-tree chippers.
- No 481 Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen erällä Kainuun vaara-alueen paksuturpeilla soilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu.
- No 482 Lipas, Erkki: Faktoriaalisen lannoituskokeen tulosten tulkinta.
Interpretation of the results from factorial fertilization experiments.
- No 483 Salminen, Sakari: Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa.
A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75.
- No 484 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat 1979.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1979 by districts.
- No 485 Kurkela, Timo: Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä.
Cancer and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*.
- No 486 Oikarinen, Matti & Pyykkönen, Juhani: Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla.
The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia.
- No 487 Löytyniemi, Kari: Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivon valintaan.
Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*).
- No 488 Juslin, Heikki, Leinonen, Matti & Lonkila, Markku: Omat myyntikonttorit mekaanisen metsäteollisuuden vientimarkkinointikanavien kehitysvaihtoehtona.
Sales offices as an alternative of developing the export marketing channels of Finnish mechanical wood industry.
- No 489 Kellomäki, Seppo: Mäntysahatukkien laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoiisiin tunnuksiin.
Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoniesteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0539-2
ISSN 0015-5543