



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

377

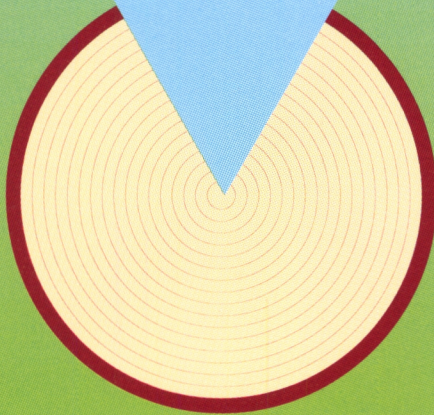
METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO/PUUNTUTKIMUSSUUNTA



OLLI UUSVAARA

HAVAINTOJA NUORTEN ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN OKSIKKUUDESTA JA PUUAINEN LAADUSTA

Observations about the branchiness
and the wood quality of young
plantation-grown Scots pine



HELSINKI 1991

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 377
Metsäteknologian tutkimusosasto
Puuntutkimussuunta 1991

Olli Uusvaara

HAVAINTOJA NUORTEN ISTUTUSMÄNNIKÖIDEN OKSIKKUUDESTA
JA PUUAINEEN LAADUSTA

Observations about the branchiness and wood quality
of young plantation-grown Scots pine

SISÄLLYS

1. JOHDANTO
 2. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT
 3. TULOKSET
 31. Puuston oksikkuus
 311. Oksien paksuusvaihtelu
 312. Paksuin kuiva ja elävä oksa
 313. Oksakulma
 314. Puuston pystykarsintakelpoisuus
 32. Puuaineen laatu
 321. Vuosiluston leveys
 322. Kesäpuuprosentti
 323. Kuiva-tuoretiheys
 33. Ulkoisten ja sisäisten laatutunnusten
välinen riippuvuus
 4. TULOSTEN TARKASTELU
 5. YHTEENVETO
- KIRJALLISUUS - REFERENCES
SUMMARY

UUSVAARA, O. 1991. Havaintoja istutusmänniköiden oksikkuudesta ja puuaineen laadusta. Summary: Observations about the branchiness and wood quality of young plantation-grown Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 377.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää nuorten istutusmänniköiden ulkoisia laatuominaisuuksia, etenkin oksikkuutta ja puuaineen sisäisiä laatutekijöitä sekä niiden keskinäistä riippuvuutta.

Metsikön tiheys ei vaikuttanut selvästi oksakulmaan eikä rungon paksuimman kuivan oksan paksuuteen, kun taas paksuimman elävän oksan läpimitta pieneni selvästi metsikön tihentyessä.

Oksien paksuuden perusteella tarkasteltuna kanervatyypin männiköt olivat pystykarsintakelpoisia, kun taas viljavimmilla kasvupaikoilla karsintaan kelpaavia olivat etupäässä metsiköiden ohuimmat puut.

Oksien paksuus riippui negatiivisesti kuiva-tuoretiheydestä ja positiivisesti vuosiluston leveydestä, joka kannon korkeudelta mitattuna oli paras ulkoisten ja sisäisten laatutunnusten kuvaaja.

The purpose of the study was to determine the external quality characteristics of young pine plantations, particularly branchiness, and internal quality characteristics of wood, as well as their correlations.

The density of the stand did not clearly affect the branch angle and the diameter of the thickest dry branch, whereas the diameter of the thickest living branch decreased markedly as the plantation became more dense.

Judging by the diameter of the branches, the Calluna type sites lend themselves to pruning, whereas on the more fertile sites only the thinnest trees of the stand were fit for pruning.

The branch thicknesses correlated negatively with basic density and positively with the width of the annual ring. The external and internal quality characteristics of the stem were best described by width of the annual ring at stump height.

Keywords: *Pinus sylvestris*, branch thickness, spacing

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

ISBN 951-40-1148-1
ISSN 0358-4283
Hakapaino Oy
Helsinki 1991

1. JOHDANTO

Metsänviljely lisääntyi Suomessa erityisesti 1950-luvun jälkeen. Istutus syrjäytti aikaisemmin yleisen männyn kylvön, samalla kun taloudellisista syistä ja uudistamisen nopeuttamiseksi istutus-tiheyttä pienennettiin (Huuri ym. 1987). Istutustiheys vakiin-tui tiheyksiin 1600-2500 kpl/ha kasvupaikasta riippuen (Yksi-tyismetsien... 1981, Nieminen 1983), kunnes metsähallitus nosti istutuksen ohjetiheyksiään vuonna 1985 tuoreilla kankailla 3000 ja kuivilla kankailla 2500 taimeen hehtaarilla. Myös Ta-pion uudet ohjeet suosittelevat aikaisempaa tiheämpää istutusta (Metsänhoitosuositukset 1989).

Istutustiheyden nostamista edelsi pitkään käyty keskustelu istu-tusmänniköiden laadusta yleensä sekä tiheyden vaikutuksesta puun laatuun. Lukuisissa julkaisuissa ja artikkeleissa todettiin, että nuorten istutusmänniköiden laatu on sahapuun kasvatusta ajatellen heikko sekä oksikkuuden että rungon muotovikojen vuoksi (mm. Uusvaara 1974, Varmola 1980, Uusvaara 1981a-d, 1985a, Kärkkäinen & Uusvaara 1982).

Aikaisemmin kiinnitettiin männiköissä päähuomio tuotokseen, kun taas harva-asentoisten taimikoiden laatuhaittoja vähäteltiin (Vuokila 1972). Myöhemmin, tutkimustiedon lisääntyttyä, puun laatua pyrittiin korostamaan erityisesti metsikön ns. hoitovai-heessa (Vuokila 1980, 1982). Myös pystykarsintaa suositeltiin luontaisesti hitaan karsiutumisen (Heikinheimo 1953) nopeuttami-seksi ja todellisen huippulaadun tuottamiseksi (Vuokila 1979a ja b, 1985, Kärkkäinen 1982, Miettinen & Uusvaara 1983). Kel-lomäki (1981b) totesi kuitenkin, että karsiminenkin edellyttää riittävää viljelytiheyttä.

Istutusmänniköiden laatuhaittojen on todettu johtuvan etupäässä maanpohjan rehevyydestä tai harvasta istutustiheydestä (Persson 1975, 1976, Kellomäki & Tuimala 1981, Varmola 1981, Jokinen & Kellomäki 1982, Huuri ym. 1987). Myös muut tekijät, kuten sieme-

nen pitkät siirtomatkat, taimien rodulliset ominaisuudet ja viat sekä ja taimikon liian varhainen harvennus, lisäävät oksikkuutta (Velling 1974, 1984, Kärki 1978, Vuokila 1982). Lenkous taas johtuu usein väärästä istutustavasta tai roudasta, joka kallistaa taimia (Huuri 1976). Myös taimien kuolleisuus aiheuttaa inventointien mukaan istutustaimikoissa vajaapuustoisuutta ja sen kautta oksikkuuden lisääntymistä (Leikola ym. 1977, Rautiainen & Räsänen 1980). Toisaalta uudistusaloille syntyvä luontainen taimiaines lisää tiheyttä ja parantaa puuston laatua.

Istutusmetsiköt tuottavat harvoina kasvaessaan järeää puuta ennätysajassa (Vuokila 1980), mutta laatu jää heikoksi. Tämä johtuu siitä, että liiallinen valo kiihdyttää samalla myös oksien kasvua. Etenkin männyn nuoruusvaiheen kasvunopeutta on käytetty tulevan sahapuun laadun (Halinen 1985, Uusvaara 1985b) indikaattorina. Sahapuulaatu on voimakkaasti kytkeytynyt männyn latvuksen, oksien ja rungon kasvua sääteleviin tekijöihin (Kellomäki 1980, 1981a, b ja 1984, Kellomäki & Hari 1980, Kellomäki ym. 1980, Oker-Blom & Kellomäki 1982, Kellomäki & Oker-Blom 1983).

Myös kasvupaikan ravinteisuuden huomattava lisääntyminen pahentaa oksikkuusongelmaa (Uusvaara 1974, Kellomäki & Väisänen 1986). Varmola (1980) totesi kuitenkin puolukkatyyppin männnyissä paksumpia oksia kuin samankokoisissa mustikkatyyppin puissa. Kärkkäinen ja Uusvaara (1982) ovatkin todenneet, että puun kasvu on pelkkää metsätyyppiä parempi laadun selittäjä.

Edellä esitetty voidaan ilmeisesti kiteyttää toteamukseen, että istutusmänniköiden laadun sekä tuotoksen määräävät etupäässä viljely- ja kasvatustiheys sekä maapohjan rehevyys. Osittain samat lainalaisuudet vallitsevat myös luonnonmänniköissä (Heiskanen 1965). Jatkotutkimuksena olisi selvitettävä metsänjalostuksen mahdollisuudet puun laadun parantamiseksi.

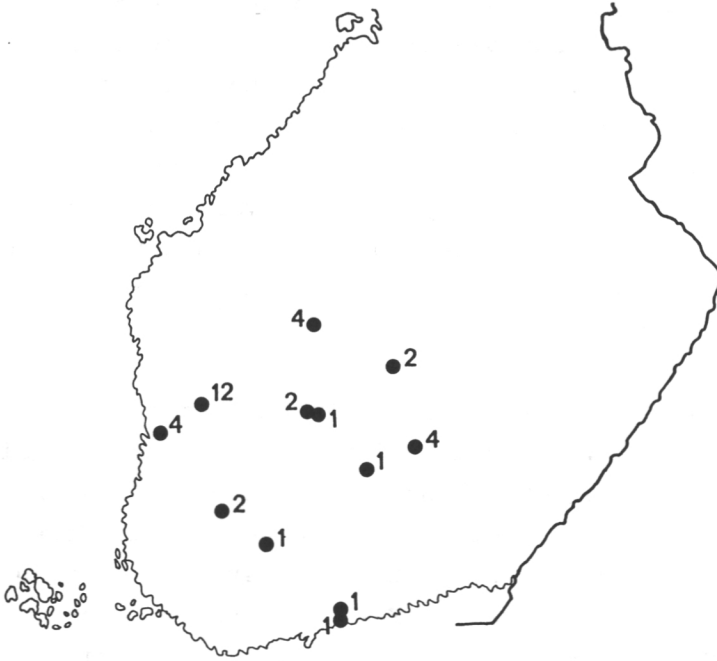
Oheinen tutkimus kuului osana Suomen Akatemian rahoittamaan männyn laatuksavatusprojektiin, joka päättyi vuonna 1988. Sen tavoitteena on selvittää nuorten istutusmänniköiden oksikkuutta ja puuaineen ominaisuuksia ja niiden riippuvuutta toisistaan sekä metsiköiden ympäristötekijöistä. Ulkonaisten ja sisäisten laatu-tunnusten vaihtelua pyritään kuvaamaan puunrungon pituus-suunnassa, mutta erityistä huomiota kiinnitetään tulevan tyvitukin alueeseen. Alueellisesti tutkimus rajoitetaan Suomen eteläpuoliskoon.

Tutkimusaineiston ovat keränneet Jukka Lehtimäki ja Tauno Oittinen työryhmineen. Tekstinkäsittelyn on hoitanut Maija Tuuri, kuvat ovat piirtäneet Leena Muronranta, Ritva Parviainen ja Tuula Nurmi, laboratoriotyöt ovat tehneet Heidi Koskinen ja Kaarina Taivainen ja käsikirjoituksen teknisen muokkauksen Pirkko Kinanen ja Raija Lahtinen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori Pentti Hakki, professori Kari Mielikäinen ja metsät. -lis. Martti Varmola. Edellä mainituille sekä työn toteutusta käytännössä auttaneille ja tukeneille henkilöille esitän parhaat kiitokseni.

2. TUTKIMUSAINIESTO JA MENETELMÄT

Tutkimusaineistoon kuuluu 12 puolukkatyyppin (VT), 8 mustikkatyyppin (MT), 12 kanervatyyppin (CT) ja 3 käenkaali-mustikkatyyppin (OMT) männikköä eri puolilta Etelä- ja Keski-Suomea (kuva 1). Aineisto on yhtä puolukkatyyppin koealaa lukuun ottamatta sama, jota Lämsä ym. (1990) ovat käyttäneet tutkimuksessaan. Kanervatyyppin metsiköt sijaitsivat kaikki Niinisalossa, Kankaanpään kunnassa. Metsiköitten kokonaismäärä oli 35, koepuita mitattiin 302 kpl ja puutekniset näytteet otettiin yhteensä 212 rungosta.

Koemetsiköt ja koealojen puuston yleistunnukset on kuvattu pääpiirtein taulukossa 1. Tutkittujen metsiköiden puuston ikä vaihteli 17-26 vuoden välillä. Aineisto edusti varsin suurta puuston tiheys- ja kokovaihtelua.



Kuva 1. Tutkimuspaikkojen sijainti. Numerot viittaavat koemetsiköiden lukumääriin.

Figure 1. Location of the plantations studied. The numbers indicate the number of sample stands.

Kasvupaikkojen viljavuus määritettiin metsätyyppien avulla. Kustakin metsiköstä pyrittiin selvittämään metsikön kehitys- ja käsittelyvaiheisiin liittyviä tietoja. Kuitenkin esimerkiksi taimilajia ja mahdollista muokkausta koskevia tietoja oli huonosti saatavissa.

Kustakin koemetsiköstä mitattiin 100 m^2 :n suuruinen ympyräkoela puustoltaan terveestä, yhtenäisestä ja tyyppillisestä kohdasta metsikössä. Koealan ympärille jätettiin vähintään 10 m :n levyinen vaippa. Koepuut valittiin 1 cm :n luokissa mitatusta runkolukusarjasta siten, että kustakin läpimittaluokasta otettiin koepuiksi ensimmäinen eteen sattuva puu ja sen jälkeen kunkin läpimittaluokan joka kuudes puu.

Taulukko 1. Koealojen yleiskuvaus.

Table 1. General description of the study areas.

Koeala Study areas	Metsä- tyyppi Site	Tiheys Density stems/ha	Koepuiden lukumäärä Sample trees	Ikä Age, a	Pituus Height, m	Läpimitta Diameter, cm	Sijainti Location
1	CT	1100	6	21	4,7	7,3	Niinisalo
2	CT	1300	7	25	5,6	7,7	"
3	CT	1500	6	26	5,1	7,8	"
4	CT	1800	6	20	3,5	5,3	"
5	CT	2000	8	24	4,3	6,1	"
6	CT	2100	6	23	3,8	5,5	"
7	CT	2200	7	23	4,1	6,5	"
8	CT	2300	6	23	3,8	5,5	"
9	CT	2400	6	24	4,1	6,1	"
10	CT	2500	7	23	3,9	5,5	"
11	CT	3300	9	26	4,9	6,3	"
12	CT	3800	11	24	5,3	6,2	"
13	VT	1300	8	18	6,2	10,2	Jyväskylä
14	VT	1700	9	18	5,9	8,3	Juupajoki
15	VT	2000	7	17	7,6	10,6	Alastaro
16	VT	2100	9	21	7,5	8,7	Ähtäri
17	VT	2300	9	17	7,0	9,5	Jyväskylä
18	VT	2400	10	17	7,1	9,7	Hyytiälä
19	VT	2600	11	18	7,4	8,6	Noormarkku
20	VT	3000	0	10	5,0	7,2	Ähtäri
21	VT	3300	10	19	5,7	7,9	Noormarkku
22	VT	3700	10	18	5,6	6,4	Tammela
23	VT	4600	14	18	6,8	7,8	Hartola
24	VT	5000	16	20	9,0	9,3	"
25	MT	1000	6	19	6,0	11,5	Padasjoki
26	MT	1600	8	17	5,5	8,5	Ähtäri
27	MT	2100	9	18	8,1	10,9	Tuusula
28	MT	2200	9	18	8,1	11,3	Alastaro
29	MT	2300	9	18	6,6	8,9	Noormarkku
30	MT	2500	9	19	7,4	10,7	Juupajoki
31	MT	2700	9	19	8,4	11,1	Ähtäri
32	MT	3200	10	18	7,6	10,4	Noormarkku
33	OMT	1500	7	22	10,5	16,3	Ruotsinkylä
34	OMT	2200	10	19	8,0	12,5	Hartola
35	OMT	3000	9	19	6,6	8,6	"

Koepuista mitattiin pituus, latvusraja ja latvuksen pituus, läpimitat rinnankorkeudelta ($D_{1,3}$) ja kannonkorkeudelta ($D_{0,1}$). Rungon jokaisesta oksakiehkurasta mitattiin elävien ja kuolleiden oksien lukumäärä ja läpimitta, oksakulma, elävien oksien pituus ja kunkin kiehkuran etäisyys puun latvasta.

Koealan runkolukusarjasta läpimittaluokittain otetuista koe-
puista arvottiin edelleen noin puolet eli käytännössä 5-7 runkoa
puunäytteiden ottoa varten. Tällöin keskityttiin etupäässä kas-
vatettavan peruspuuston tutkimiseen, joten selvät ylispuut ja
toisaalta kasvussa selvästi jälkeen jääneet rungot jätettiin
aineiston ulkopuolelle. Kaatokoe-
puista otettiin 3-4 cm paksut
koe kiekot 1,3 m:n korkeudelta sekä rungon suhteellisilta kor-
keuksilta 10 %:n välein 0-korkeudelta aloittaen. Runko- ja
oksapuun kuiva-tuoretiheyden välisen riippuvuuden tutkimiseksi
otettiin osasta aineistoa esimerkinluonteisesti kustakin run-
gosta myös näyte rungon paksuimman elävän oksan tyvestä sekä
saman oksan puolivälistä. Saman kiehkuran ohuimmasta oksasta
otettiin samanlaiset näytteet.

Runkokiekoista määritettiin rungon läpimitta kullakin korkeudel-
la, katkaisukohdan vuosilustojen leveydet, kesäpuuprosentti sekä
kuiva-tuoretiheys. Oksanäytteistä määritettiin pelkästään puuai-
neen kuiva-tuoretiheys. Vuosilustojen leveys ja kesäpuuosuus
mitattiin lustomittarilla ja kuiva-tuoretiheys veteenupotusmene-
telmällä (näytteen paino absoluuttisen kuivana sekä tilavuus
tuoreena veteen upottamalla). Luston leveys ja kesäpuuprosentti
mitattiin käytännön syistä absoluuttisen kuivista näytteistä.
Luston leveydet ovat kutistumisen vuoksi 3-6 % tuoreen puun vas-
taavia arvoja pienempiä (Skaar 1972). Kesäpuuprosentti lasket-
tiin kesäpuun pinta-alan osuutena puun poikkileikkauspinta-
alasta.

3. TULOKSET

31. Puuston oksikkuus

311. Oksien paksuusvaihtelu

Taulukoissa 2-4 tarkastellaan runkojen oksikkuutta tulevan sahapuun laadun kannalta. Keskeinen merkitys on aikanaan ensimmäisen tukin muodostavan, noin 5 m:n pituisen, tyviosan oksien paksuudella. Eri koealojen välillä oli saman metsätyyppin sisällä huomattavia oksan paksuusvaihteluita. Toisaalta oksien läpimitta saattoi joissakin tapauksissa olla lähes sama viljavuudeltaan tai tiheydeltään toisistaan poikkeavissa koemetsiköissä. Puitten koealojen välinen ikä- ja kokovaihtelu vaikeuttaa jossakin määrin vertailua.

Taulukoissa esitetään vertailun vuoksi myös elävien ja kuivien oksien keskipaksuus koko rungossa sekä tulevan tyvitukin alueella. Ne kuvaavat laatua huonommin kuin rungon paksuimmat oksat, sillä oksien keskipaksuuserot eri kasvupaikkojen välillä ovat paljon pienemmät kuin paksuimpien oksien paksuuserot. Esimerkiksi kuivien oksien keskipaksuuksien poikkeama puolukka- ja mustikkatyyppin välillä on alle yhden millimetrin.

Rungon ja tukin sahapuulaatua kuvaa hyvin paksuin elävä oksa, joka liittyy oksikkuuden lisäksi rungon muihin laatuominaisuuksiin. Taulukoihin 2-4 on kuitenkin laskettu myös kolmen paksuimman oksan yhteisläpimitta, koska havaintojen mukaan tiheidenkin metsiköiden varsin hieno-oksaisissa puissakin esiintyy usein yksittäisiä epätavallisen paksuja oksia (Kellomäki & Tuimala 1981). Satunnainen paksu oksa saattaa olla ns. pysty- eli poikaoksa, joka aiheutuu latvakasvaimeen kohdistuvasta tuhosta. Laadun kannalta on tarkoituksenmukaisempaa tarkastella paksuimpien oksien paksuutta 5 m pitkän tyvitukin alueella kuin oksien keskipaksuutta, sillä tulevan tyvitukin kuviteltu latvapää ulottuu näin nuorissa metsiköissä lähelle puun latvaa ja kanervatyypillä sitä korkeammallekin.

Taulukko 2. Tyvitukin ja koko rungon oksikkuus puuston tiheysluokittain. Kanervatyypipi.
Table 2. Branchiness of the butt log and the whole stem by density class of the stand. Calluna type site.

Puuston tiheys Density	Paksuin oksa 5 m tyveltä, Thickest branch 5 m from the butt, mm		Kolme paksuinta, mm Three thickest, mm		Latvusraja Crown limit cm		Keskipaksuus/5 m Mean thickness/5 m mm		Koko runko Whole stem mm					
	Elävä Living	Kuollut Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead				
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S				
1100	23,3	6,6	14,8	2,3	21,0	5,2	12,8	1,6	13,7	5,3	8,8	2,9	13,4	5,3
1300	19,7	4,8	13,0	3,6	18,1	4,7	11,9	3,1	12,1	4,5	8,4	2,6	12,0	4,6
1500	20,7	6,7	13,1	3,1	19,5	6,2	11,8	2,9	12,2	5,3	8,2	2,7	12,0	5,2
1800	23,0	6,8	11,8	3,7	20,5	6,1	10,3	2,6	11,8	5,3	7,3	2,4	11,8	5,3
2000	19,9	5,4	12,6	2,4	18,0	5,3	10,9	1,2	11,1	4,6	7,8	2,1	11,0	4,6
2100	18,0	3,5	12,5	2,2	16,2	3,4	10,7	1,5	10,4	3,6	7,6	2,2	10,4	3,6
2200	20,1	7,9	12,1	2,3	18,0	6,6	10,3	1,7	11,5	4,8	7,6	2,3	11,4	4,8
2300	18,3	3,2	13,0	2,4	16,8	3,5	11,3	2,2	10,7	3,9	8,1	2,5	10,7	3,9
2400	18,2	6,5	13,5	2,3	16,3	4,8	11,5	2,3	10,5	4,2	8,0	2,7	10,5	4,2
2500	16,1	4,0	11,6	1,6	15,0	3,0	10,3	1,7	9,8	3,4	7,6	2,3	9,8	3,4
3300	15,9	5,6	13,4	4,0	14,6	5,0	11,8	3,0	10,3	4,3	8,1	2,6	10,2	4,2
3700	14,6	5,0	11,7	4,0	13,7	4,7	10,5	3,3	9,5	3,8	7,9	2,6	9,3	3,7
Keski- määrin Average	18,6	5,9	12,7	2,9	17,0	5,2	11,1	2,4	11,1	4,6	8,0	2,5	10,9	4,5

Taulukko 3. Tyvitukin ja koko rungon oksikkuus puuston tiheysluokittain. Puolukkatyyppi.
Table 3. Branchiness of the butt log and the whole stem by density class of the stand. Vaccinium type site.

Puuston tiheys Density	Paksuin oksa 5 m tyveltä, mm Thickest branch 5 m from the butt, mm		Kolme paksuinta, mm Three thickest, mm		Latvusraja Crown limit cm		Keskipaksuus/5 m Mean thickness/5 m mm		Koko runko Whole stem mm					
	Elävä Living	Kuollut Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead				
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S				
1300	26,6	9,5	15,9	3,6	24,5	8,3	14,1	2,9	16,3	6,4	9,0	3,4	16,0	6,4
1700	19,3	7,4	16,6	7,0	18,0	7,3	14,2	6,5	13,1	6,0	9,5	4,4	13,4	5,9
2000	27,0	7,8	23,0	5,8	25,1	6,9	21,3	5,8	17,5	7,4	10,9	6,1	16,1	7,0
2100	25,1	8,9	21,6	8,4	22,9	7,5	18,8	6,0	16,0	6,8	11,4	5,0	15,4	6,6
2300	22,4	5,9	16,0	3,5	20,6	5,4	14,4	3,1	14,4	5,6	9,7	3,5	13,8	5,3
2400	22,3	7,5	19,0	4,8	20,3	6,3	17,3	4,6	14,4	6,0	11,0	4,8	14,5	6,1
2600	23,2	8,5	19,8	6,6	21,7	7,8	18,5	6,4	16,4	7,4	11,9	5,7	15,7	7,2
3000	21,9	5,4	15,3	3,5	20,1	5,5	14,1	3,6	14,0	5,4	10,0	3,9	14,0	5,3
3300	21,1	9,4	16,3	5,5	19,7	8,1	15,2	5,3	14,9	6,6	10,0	4,4	14,4	6,4
3700	17,3	4,8	15,5	3,1	14,8	6,0	14,2	2,9	11,4	4,5	9,3	3,1	11,2	4,3
4600	19,6	6,9	16,3	5,0	17,9	5,9	14,9	3,9	13,4	5,4	9,7	3,6	13,0	5,3
5000	13,6	11,8	19,2	5,7	9,7	9,2	17,9	5,5	14,6	7,5	11,5	4,9	13,8	6,1
Keski- määrin Average	21,1	8,8	17,9	5,8	19,0	8,2	16,4	5,3	14,6	6,4	10,7	4,8	14,3	6,3

Taulukko 4. Tyvitukin ja koko rungon oksikkuus puuston tiheysluokittain. Mustikka- ja käenkaali-mustikkatyyppi.
 Table 4. Branchiness of the butt log and the whole stem by density class of the stand. Myrtillus and Oxalis-myrtillus type site.

Puuston tiheys Density	Paksuin oksa 5 m tyveltä, mm Thickest branch 5 m from the butt, mm		Kolme paksuinta, mm Three thickest, mm		Latvusraja Crown limit		Keskipaksuus/5 m Mean thickness/5 m		Koko runko Whole stem							
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S						
	Elävä Living	Kuollut Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead						
1000	32,8	9,0	19,5	3,9	29,7	6,9	17,0	3,6	110	29	20,5	6,8	10,7	4,6	19,9	7,0
1600	22,2	7,6	15,9	4,4	21,3	7,0	14,6	4,2	122	36	14,3	5,5	9,9	4,1	14,1	5,3
2100	24,1	6,7	19,8	5,3	22,8	6,7	18,3	5,4	286	47	16,5	7,2	9,6	5,6	15,5	7,5
2200	28,0	6,8	25,4	7,7	25,3	7,7	23,7	7,4	282	65	17,9	8,4	12,1	7,4	16,5	8,0
2300	19,8	6,4	18,3	5,5	18,9	6,3	16,6	5,2	182	45	13,8	5,7	10,4	4,4	13,8	5,8
2500	26,1	9,2	22,2	5,3	23,4	6,8	20,2	4,6	254	38	16,3	6,7	11,5	5,2	16,0	6,3
2700	26,4	7,2	24,0	6,5	24,0	6,6	22,3	6,2	324	27	17,6	7,5	13,5	6,0	15,9	6,6
3200	25,7	5,8	26,1	4,0	23,3	5,0	23,0	3,8	302	56	16,7	6,1	12,1	5,8	15,1	6,2
Keski- määrin Average	25,4	7,7	21,6	6,3	23,3	6,8	19,7	5,9	241	86	16,5	6,9	11,5	5,9	15,7	6,8
MT																
1500	30,2	15,8	33,4	6,2	25,9	15,2	31,4	6,0	427	69	31,5	8,2	16,8	8,5	21,7	10,2
2200	40,2	21,3	30,4	6,1	32,6	11,7	29,0	6,0	337	72	27,1	11,0	17,1	7,6	20,8	10,4
3000	25,4	8,3	21,7	6,8	23,3	8,1	19,6	6,0	246	110	18,2	7,7	11,8	5,3	16,6	7,5
OMT																
Keski- määrin Average	32,4	17,0	28,2	7,9	27,6	12,0	26,4	7,8	330	110	22,5	10,4	15,5	7,7	19,9	9,8

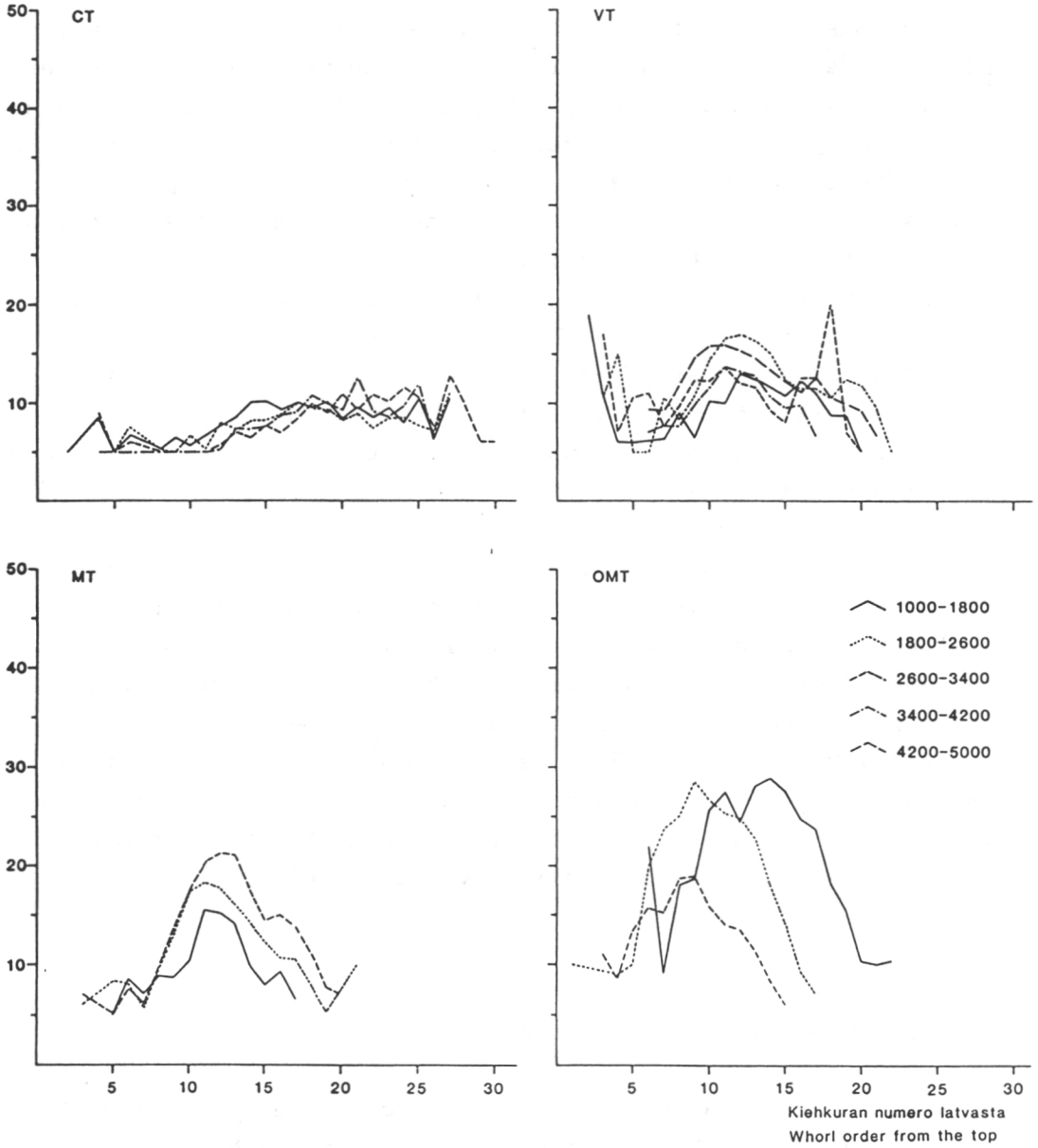
Kun yhden paksuimman oksan sijasta tarkasteltiin rungon kolmea paksuinta oksaa, niiden keskiläpimitan hajonta pieneni. Vaikka oksien paksuus vaihtelikin metsätyypeittäin, olivat metsätyyppien väliset erot selvät. Selvimmin erottuivat toisistaan kanervatyypin ja käenkaali-mustikkatyypin. Kolmen paksuimman elävän oksan keskipaksuus oli kanervatyypillä 17,0, puolukkatyypillä 19,0, mustikkatyypillä 23,3 ja käenkaali-mustikkatyypillä 27,6 mm. Nämä oksat sijaitsevat tulevan tyvitukin alueella ja olivat mittaushetkellä iältään keskimäärin 5-10 vuotiaita. Ne pysyvät elossa ja jatkavat kasvuaan vielä useita vuosia. Paksuimmat oksat sijaitsivat myös lähes poikkeuksetta vihreän latvuksen alueella, sillä latvusraja oli vielä alhaalla. Sen korkeus vaihteli eri metsätyypeillä 117-330 cm (taulukot 2-4). Hitaan karsiutumisen vuoksi latvusraja on huono laadun kuvaaja näin nuorissa männiköissä.

Mitä paksumpi oksa on kuollessaan sitä huonommin se karsiutuu. Etäisyys maasta alimpaan kuivaan oksaan kuvaa hyvin sahapuun laatua varttuneissa männiköissä (Kärkkäinen 1980). Oksan paksuuden on todettu riippuvan tietyn ikäluokan runkojen rinnankorkeusläpimitasta, ja männyllä paksuimman oksan sijaintikorkeus nousee iän lisääntyessä (Uusvaara 1974, 1983). Vertailuna käsillä olevassa tutkimuksessa saatuihin tuloksiin mainittakoon, että kolmannen laatuluokan ja hylkyluokan tyvitukkien paksuimpien oksien keskipaksuudet olivat viljelymänniköissä 30 ja 33 mm (Uusvaara 1983).

312. Paksuin kuiva ja elävä oksa

Kuvassa 2 esitetään paksuimman kuivan oksan paksuus tiheysluokittain ja oksakiehkuroittain siten, että kiehkurat on numeroitu puun latvasta lähtien. Kuivien oksien keskipaksuudet poikkesivat selvästi kanervatyypillä ja käenkaali-mustikkatyypillä muusta aineistosta. Puolukka- ja mustikkatyypillä oksan paksuudet muistuttavat paljon toisiaan. Latvuksen eri osien väliset oksien paksuserot kasvoivat myös siirryttäessä karuim-

Paksuimman kuivan oksan paksuus, mm
Thickness of the thickest dry branch, mm



Kuva 2. Paksuimman kuivan oksan paksuuden vaihtelu rungon pituus-
suunnassa tiheysluokittain.

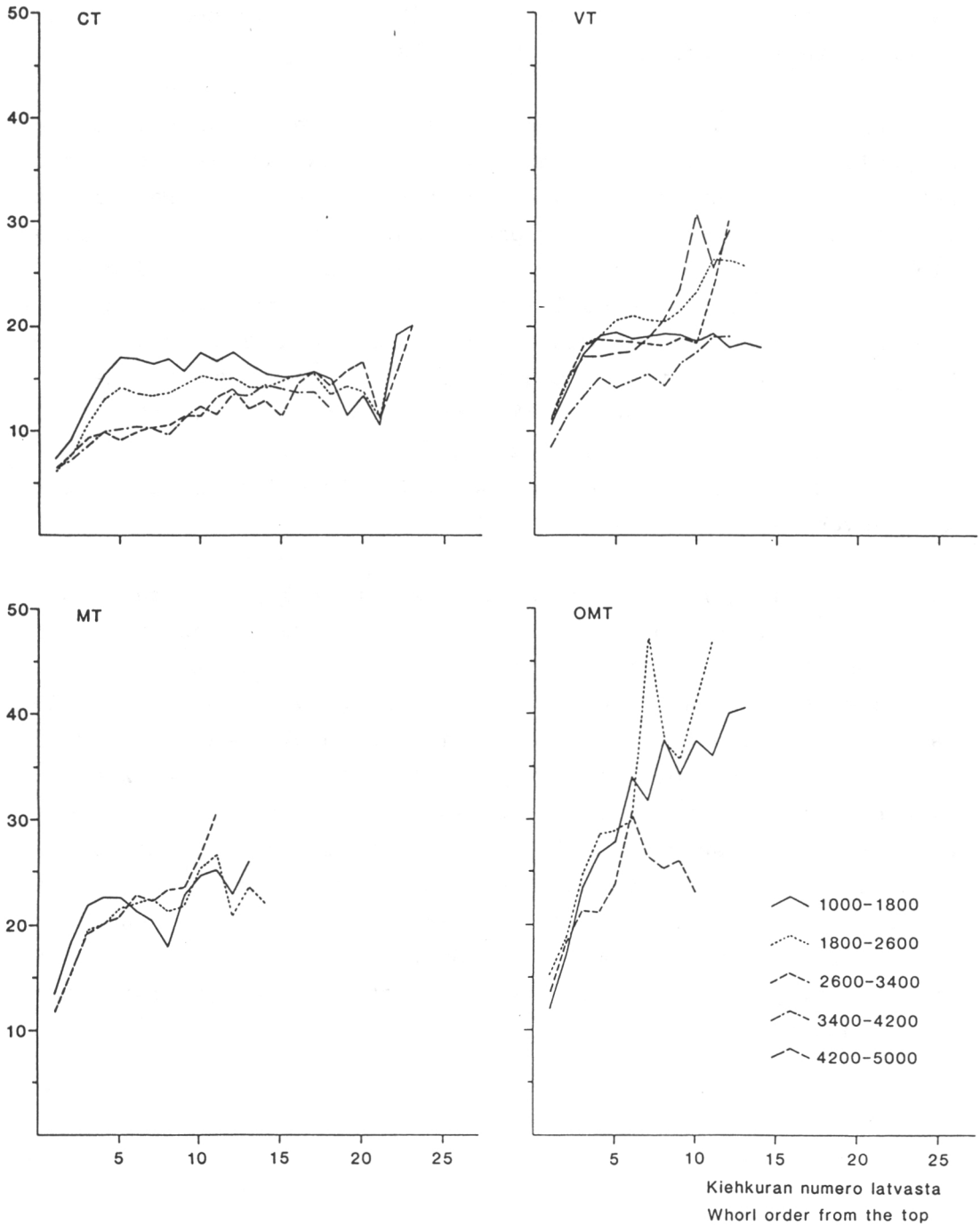
Figure 2. Variations in the thickness of the thickest dry branch
lengthwise on the stem by density class.

milta kasvupaikoilta rehevämille päin. Kuivia oksia tavattiin kaikilla kasvupaikoilla myös koko vihreän latvuksen alueella aivan latvakiehkuroita lukuun ottamatta.

Kuivien oksien paksuus oli suurimmillaan vähän rungon puolivälin alapuolella, kun taas elävien oksien paksuus kasvoi keskimäärin koko ajan siirryttäessä rungon tyveä kohti (kuva 3). Paksuimmat elävät oksat (ja myös rungon paksuimmat oksat) sijaitsivat siis yleisimmin aivan elävän latvuksen rajalla. Metsikön tiheys ei vaikuttanut käenkaali-mustikkatyyppejä lukuun ottamatta paksuimman kuivan oksan läpimitaan, ja paksuimman elävän oksankin keskiläpimita pieneni vain lievästi metsikön runkoluvun kasvaessa. Tiheys vaikutti kuitenkin paksuimpien oksien läpimitaan eri tavoin kuin kaikkien oksien keskipaksuuteen. Taulukoiden 1 ja 2 mukaan oksien keskipaksuudet pienenivät selvästi metsikön tiheyden kasvaessa (vrt. kuva 3).

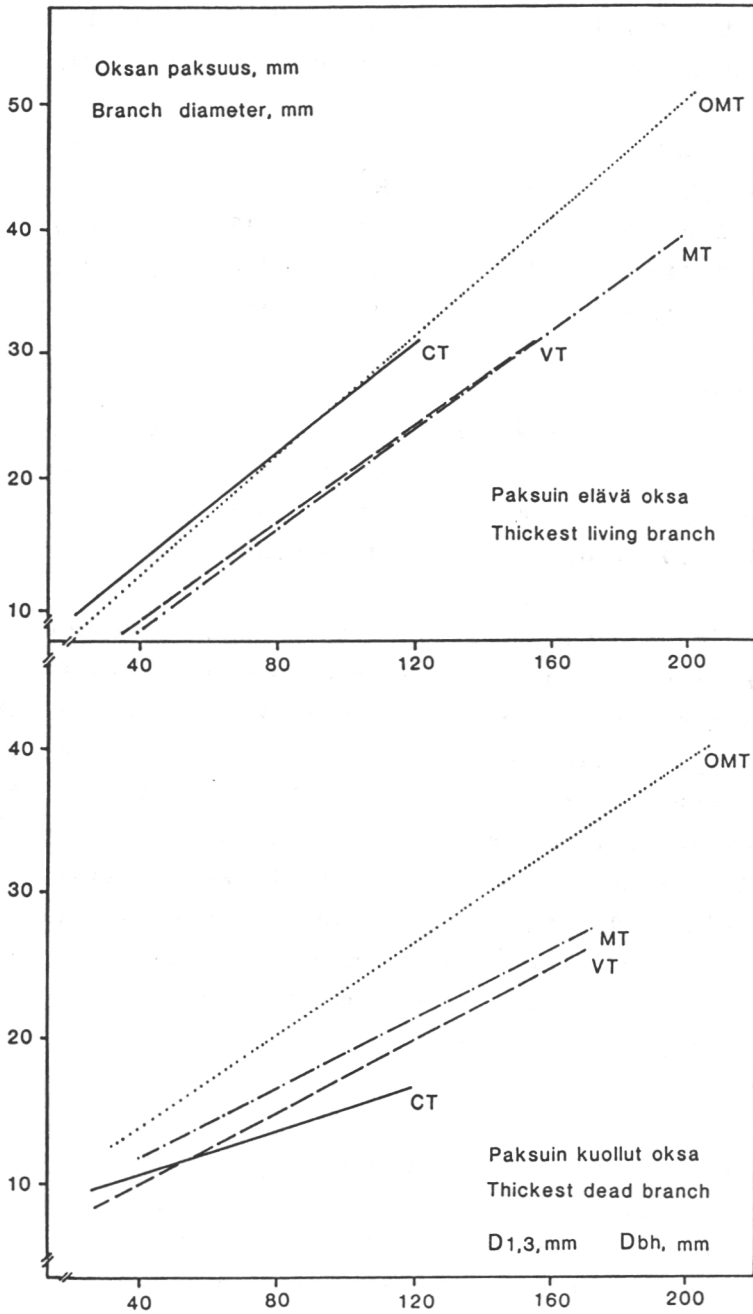
Oksan läpimita riippuu selvästi myös rungon läpimitasta. Kuvassa 4 on esitetty paksuimman kuivan ja elävän oksan läpimitan ja rinnankorkeusläpimitan välinen riippuvuus metsätyypeittäin. Kuva osoittaa, että oksan paksuuden riippuvuus rungon läpimitasta oli eri metsätyypeillä hyvin samankaltainen. Kuivien oksien läpimitaerot metsätyypeittäin olivat selvät, kun sen sijaan tuoreiden oksien läpimita samoissa läpimitaluokissa oli kanervatyypillä suurempi kuin esimerkiksi puolukka- ja mustikkatyypillä. Tulos kuvastaa latvuksen sulkeutumisen vaikutusta puuston koon eriytymiseen. Myös oksatyyppeiden väliset paksuserot kasvoivat etenkin puolukka- ja mustikkatyypillä voimakkaasti rungon järeytyessä, mikä samalla kuvastaa rungon ja latvuksen muodon heikkenemistä.

Paksuimman elävän oksan paksuus, mm
Thickness of the thickest living branch, mm



Kuva 3. Paksuimman elävän oksan paksuuden vaihtelu rungon pituus-
suunnassa tiheysluokittain.

Figure 3. Variations in the thickness of the thickest living branch
lengthwise on the stem by density class.



Kuva 4. Rungon paksuimman kuolleen ja elävän oksan paksuuden riippuvuus rinnankorkeuslähimmitasta eri metsätyypeillä.

Figure 4. Correlation between dbh and diameter of the thickest dead and living branch of the stem at different forest site types.

Kuviin liittyvät yhtälöt korrelaatiokertoimiseen olivat seuraavat (X = rinnankorkeusläpimitta, mm, y = paksuin oksa, mm).

Kuolleet oksat

CT	$y = 8,152 + 0,718 \cdot X$	$R^2 = 0,304$	$\bar{y} = 12,7$
VT	$y = 6,062 + 0,150 \cdot X$	$R^2 = 0,532$	$\bar{y} = 18,1$
MT	$y = 3,945 + 0,157 \cdot X$	$R^2 = 0,726$	$\bar{y} = 21,7$
OMT	$y = 7,641 + 0,156 \cdot X$	$R^2 = 0,814$	$\bar{y} = 26,8$

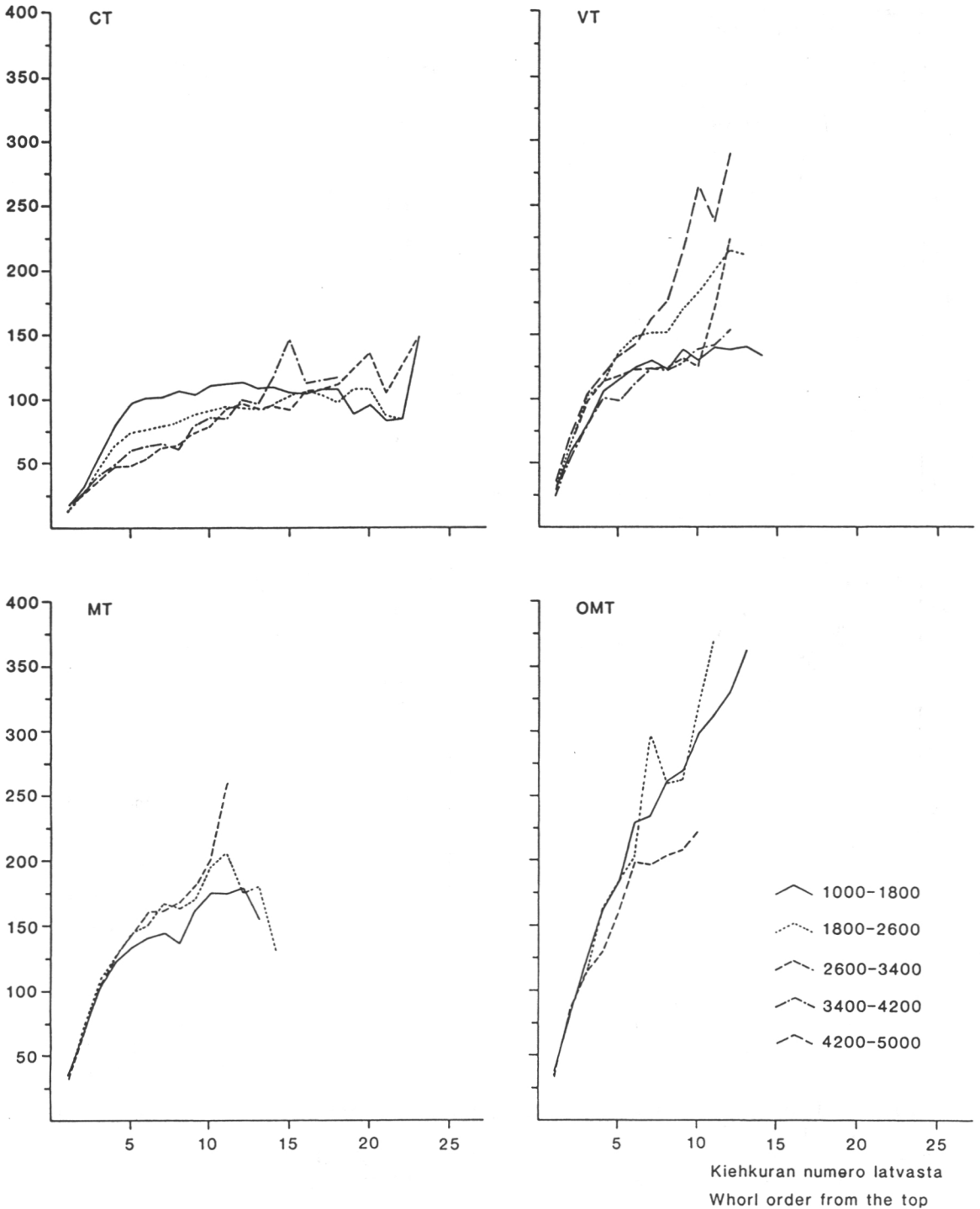
Elävät oksat

GT	$y = 5,470 + 0,209 \cdot X$	$R^2 = 0,593$	$\bar{y} = 18,6$
VT	$y = 1,683 + 0,234 \cdot X$	$R^2 = 0,750$	$\bar{y} = 21,3$
MT	$y = 2,277 + 0,224 \cdot X$	$R^2 = 0,826$	$\bar{y} = 25,4$
OMT	$y = 3,199 + 0,233 \cdot X$	$R^2 = 0,884$	$\bar{y} = 31,7$

Koska paksuin oksa sijaitsi lähellä vihreän latvuksen alkamis-kohtaa, oksat pitenivät lähes poikkeuksetta tasaisesti latvasta latvuksen alaosaan kohti (kuva 5). Metsikön tiheys vaikutti selvemmin oksan pituuteen kuin paksuuteen (vrt. Kellomäki & Tuimala 1981), ja erot olivat selvimmät latvuksen alaosassa. Latvuksen eri osien oksien pituuserot vaihtelivat paljon eri kasvupaikkojen välillä, kanervatyypin 1,5 metristä käenkaali-mustikkatyypin 3,5 metriin. Tiheydestä riippumatta männyllä esiintyy usein latvuksessa jokin poikkeuksellisen paksu ja samalla pitkä oksa (Jokinen & Kellomäki 1982), joka samalla määrää latvuksen leveyden. Osa oksan paksuusvaihtelusta latvuksen alaosassa johtuu pystyoksista.

Näin ollen puuston tiheys ei vaikuttanut kovin selvästi paksuimman oksan läpimittaan etenkin, kun tiheys vaihteli tutkimusaineistossa verrattain vähän (taulukot 2-4). Saman totesivat myös Turkia & Kellomäki (1987). Tiheys vaikutti oksien keskipaksuuteen heidän tutkimuksessaan kuitenkin hyvin selvästi. Samoin metsätyyppien väliset oksan läpimittaerot olivat selvät lukuun ottamatta puolukka- ja mustikkatyyppejä, joiden välillä erot jäivät pieniksi.

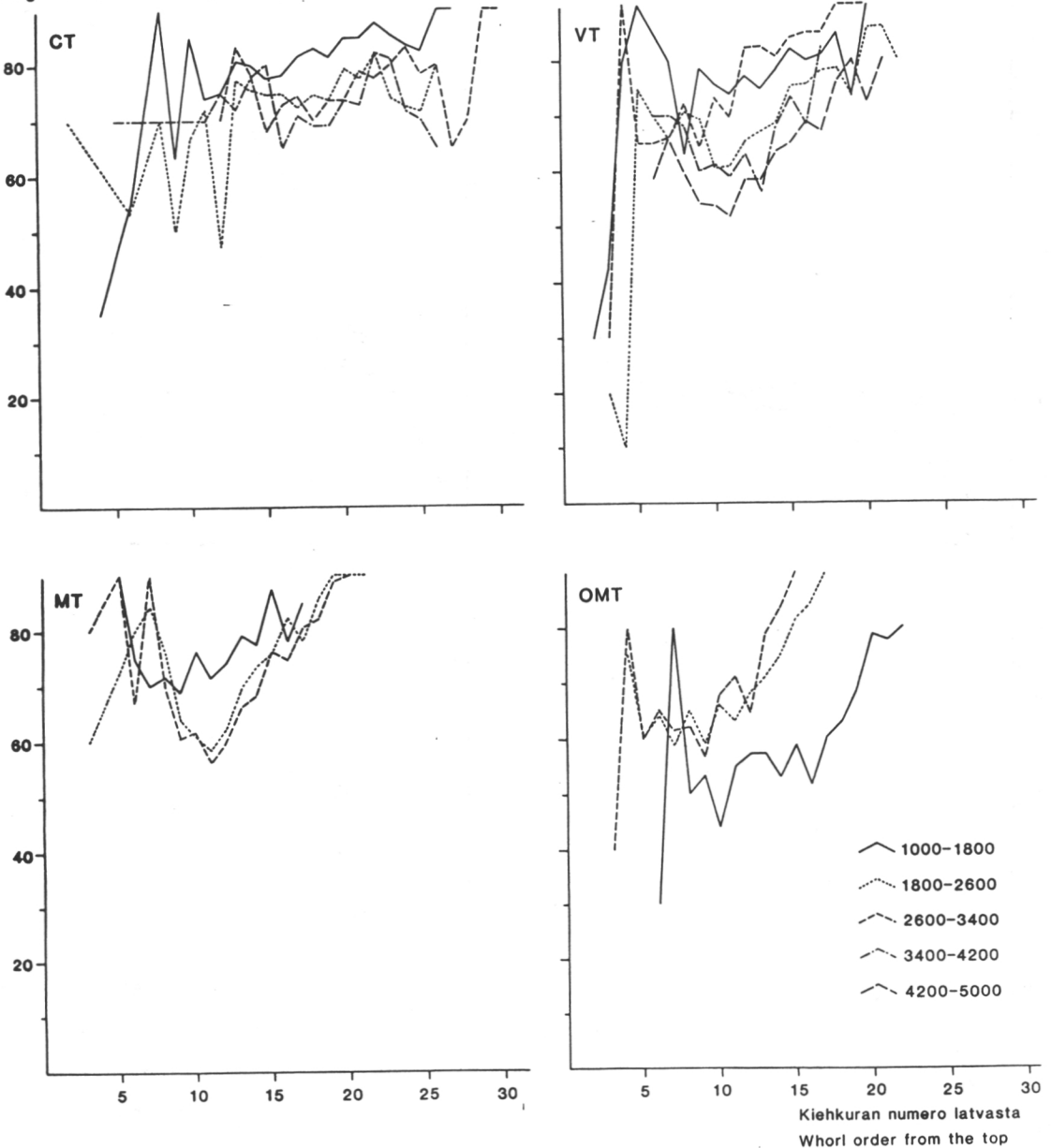
Paksuimman elävän oksan pituus, m
Length of the thickest living branch, m



Kuva 5. Paksuimman elävän oksan pituuden vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.

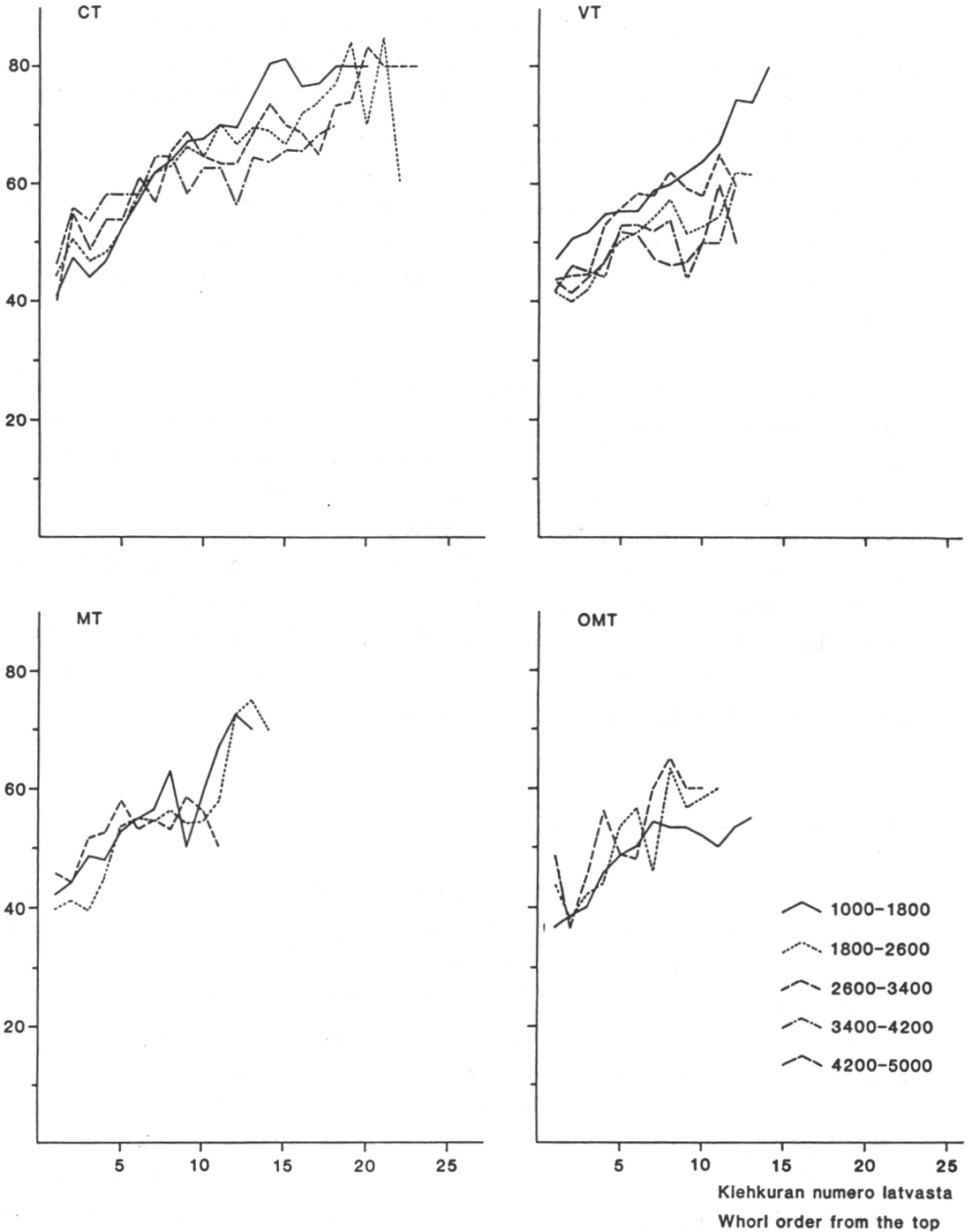
Figure 5. Variations in the length of the thickest living branch lengthwise on the stem by density class.

Paksuimman kuivan oksan kulma, astetta
Angle of the thickest dry branch, degrees



Kuva 6. Paksuimman kuivan oksan kulman vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.
Figure 6. Variations in the branch angle of the thickest dry branch lengthwise on the stem by density class.

Paksuimman elävän oksan kulma, astetta
Angle of the thickest living branch, degrees



Kuva 7. Paksuimman elävän oksan kulman vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.

Figure 7. Variations in the branch angle of the thickest living branch lengthwise on the stem by density class.

313. Oksakulma

Oksakulma on eräs männyn perinnöllisistä ominaisuuksista, jota pidetään myös merkittävänä laadun tunnuksena (Rautiainen 1971, Velling 1986). On kuitenkin pidettävä erillään kulloinkin tarkasteltavat korkeudet, sillä oksakulma kasvaa latvasta tyveä kohti (kuvat 6 ja 7). Rungon alaosassa kulma on usein 90° , jota pidetään pienen leikkauspintansa vuoksi optimina sahatavaran kannalta (Varmola 1980). Ylimmän oksakiehkuran kulma sen sijaan on taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä $30-40^{\circ}$ (Kellomäki & Tuimala 1981).

Kuvien 6 ja 7 mukaan oksakulma pieneni jossakin määrin maaperän ravinteisuuden kasvaessa, mutta kasvoi selvästi puun latvasta tyveä kohti. Usein elävän latvuksen alimmissa oksissa oksakulma jälleen pieneni. Oksakulma vaihteli elävillä oksilla $40-80^{\circ}$ mutta kuivilla oksilla tätäkin enemmän. Erityisen paljon vaihtelivat kuivien oksien kulmat kiehkurasta toiseen puun ylimmissä kiehkuroissa. Kasvutiheys ei näyttänyt vaikuttavan selvästi oksakulman suuruuteen. Tiheysvaihtelu oli kuitenkin verraten vähäinen; tiheimpien metsiköiden runkoluku oli puolukkatyypillä 5000 ja mustikkatyypillä vain 3200 runkoa/ha.

314. Puuston pystykarsintakelpoisuus

Rungon pystykarsintakelpoisuuden määräävät sen rinnankorkeusläpimita ja pituus karsintahetkellä sekä puun laatu, oksikkuus ja vikaisuudet. Läpimitan ja pituuden on oltava riittävän suuret, jotta karsinta taloudelliseen korkeuteen on mahdollista, mutta läpimitan toisaalta tarpeeksi pieni, jotta karsinnassa syntyvät oksantynvät jäisivät päätehakkuun jälkeen tukista sahattavien sydäntavarakappaleiden sisälle. Tämän tutkimuksen noin 20-vuotiaista koemetsiköistä olisi voinut karsia vasta tiheimmät metsiköt ensimmäiseen vaiheeseen eli noin 3 m:n korkeuteen. Osa metsiköistä, erityisesti kaikki kanervatyypin puustot, olisivat

olleet siihenkin vielä liian pienikokoisia. Lämpimitan suhteen sen sijaan käenkaali-mustikkatyypin ja useimmat mustikkatyypin puustot olisi jo voinut karsia 5 metrin korkeuteen.

Varmaa, tutkimuksiin perustuvaa tietoa ei ole siitä, mikä olisi suurin sallittava, tarkasti määritettävä oksan paksuus ja maksimipaksuisten oksien määrä karsittavissa rungoissa. Tutkimus ja kokemukset ovat kuitenkin osoittaneet, että oksan paksuuntuminen johtaa pitenevään pihkatappiin ja jyrkästi kasvavaan kylesymisaikaan (Pietilä 1989). Sahatavaran laatuvaatimusten pohjalta on luotu ohjeet (Pystykarsintaopas 1986), joiden mukaan metsikkö on karsintakelpoinen, jos läpimitaltaan 20 mm:n tuoreita oksia on kohtuullisesti ja 25 mm:n oksia esiintyy rungon karsittavalla osalla harvakseltaan.

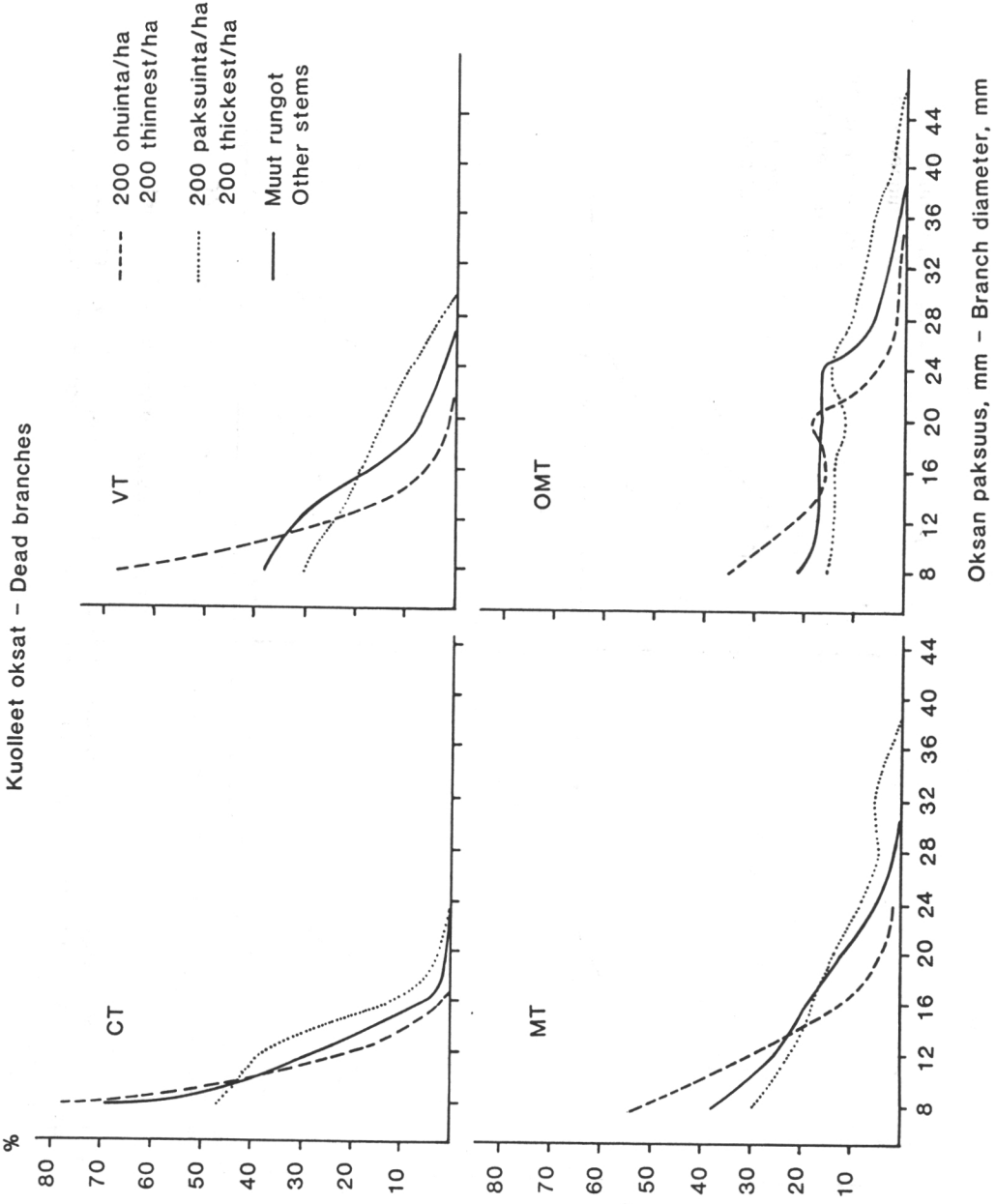
Lopulliseksi karsintakorkeudeksi suositellaan nykyisin yleensä 5 metriä. Karsintakelpoisuuden arvioimiseksi tutkittiin oksien paksuusjakauma 5 m:n pituisella rungon tyviosalla. Puuston koon vaikutuksen selvittämiseksi aineisto jaettiin kolmeen osaan: koepuiden kaksi ohuinta ja kaksi paksuinta runkoa, jotka vastaavat kumpikin 200 runkoa/ha, sekä jäljelle jäävä puusto (taulukko 5). Kuivien oksien perusteella arvioiden kanerva- ja puolukkatyypin männiköiden paksuimmatkin rungot olivat karsintakelpoisia, kun taas mustikkatyypillä järeimmäksi kehittynyt valtapuusto oli jo liian paksuoksaista (kuva 8). Käenkaali-mustikkatyypillä lähes kaikki rungot olivat karsintakelvottomia.

Jos huomioon otetaan myös elävät oksat, ainakin osalla kanervatyypin metsiköistä ja kaikilla muilla metsätyypeillä kaikki paksuimmat rungot olisi jätettävä karsimatta (kuva 9). Puolukkatyypillä noin 25 % ja mustikkatyypillä noin 30 % valtapuuston oksista oli paksumpia kuin 20 mm. Karsintakelpoisia ovat näillä metsätyypeillä ainoastaan metsikön ohuimmat puut. Tilanteen arviointia vaikeuttaa karsinnan kannalta se, että latvuksen alaosan elävät oksat jatkavat kasvuaan vielä useita vuosia. Käenkaali-mustikkatyypin puista ohuimmatkin ylittivät oksan paksuudelle asetetut ylärajat.

Taulukko 5. Eri kokoisten runkojen oksien paksuus metsätyypeittäin.

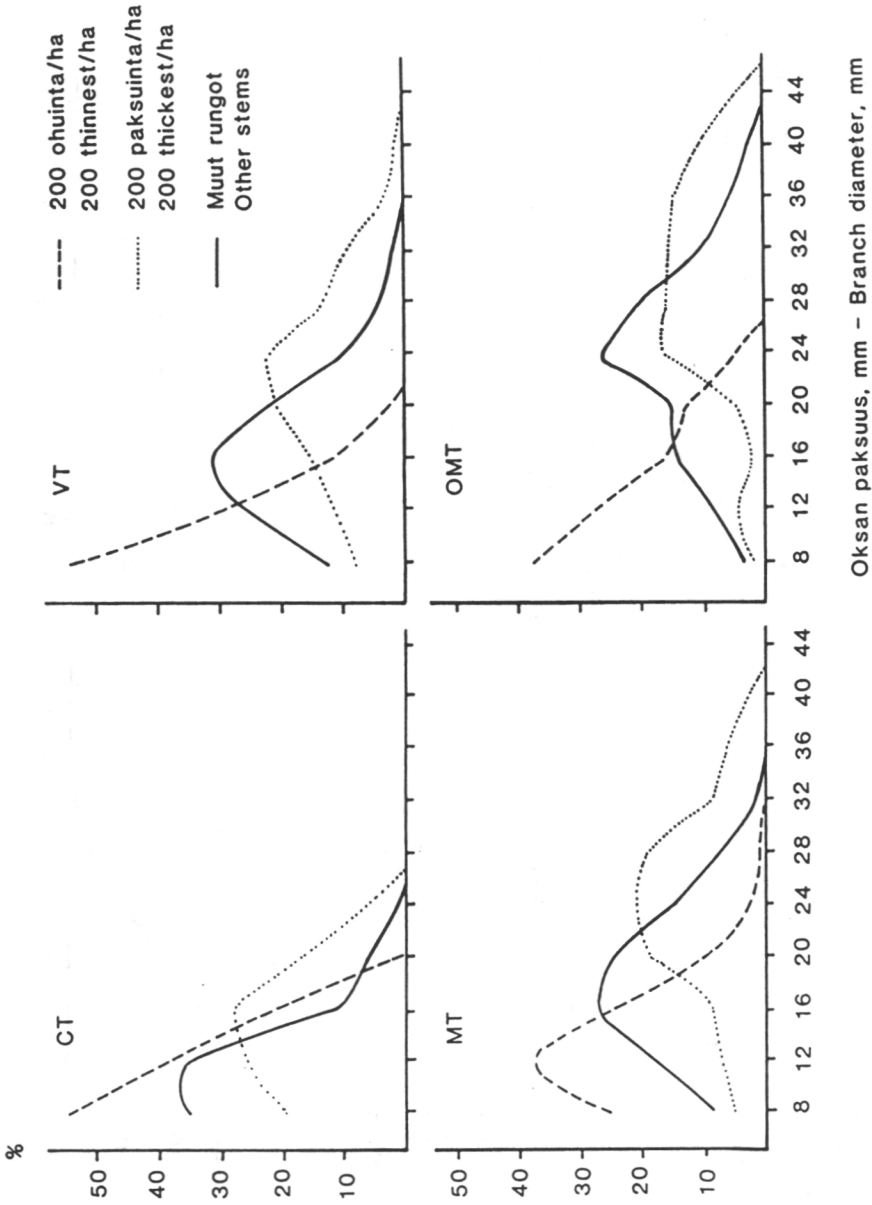
Table 5. Branch thickness on various sizes of stems by site type.

Koealan rungoista Of stems of the sample plot	Rungon paksuimmat oksat, mm Thickest branches of the stem, mm				
	Elävät Living		Kuolleet Dead -		n
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
			CT		
2 ohuinta thinest	14,0	3,1	11,1	2,3	24
2 paksuinta thickest	24,9	4,5	14,7	2,3	24
Muut Others	17,6	4,5	12,5	3,3	37
			VT		
2 ohuinta thinest	13,9	5,2	12,2	3,6	24
2 paksuinta thickest	31,4	6,3	24,0	5,7	24
Muut Others	21,9	5,6	17,7	4,4	81
			MT		
2 ohuinta thinest	17,7	6,1	16,4	5,9	16
2 paksuinta thickest	35,8	6,0	26,6	6,7	16
Muut Others	25,4	5,0	21,7	4,2	37
			OMT		
2 ohuinta thinest	21,0	8,0	21,5	8,9	6
2 paksuinta thickest	44,0	8,6	35,5	6,9	6
Muut Others	38,5	16,9	27,9	5,1	14



Kuva 8. Eri kokoisten runkojen kuolleiden oksien läpimittajakauma.
 Figure 8. Distribution of diameter of dry branches on different sizes of stems.

Elävät oksat - Living branches



Kuva 9. Eri kokoisten runkojen elävien oksien läpimittajakauma.
 Figure 9. Distribution of diameter of living branches on different sizes of stems.

Rungon karsintakelpoisuutta kuvaavat myös koko rungon paksuimmat oksat, sillä näin nuorissa puustoissa ne sijaitsevat aina karsittavalla alueella. Myös taulukko 5 osoittaa, että kanervatyypin metsiköt olivat aina karsintakelpoisia paksuimpia puita lukuun ottamatta, kun taas käenkaali-mustikkatyypin ei täyttäneen oksan paksuudelle asetettuja rajoituksia. Rehevien kasvupaikkojen männiköissä on siis karsinta aloitettava metsikössä varhaisessa kehitysvaiheessa ja suoritettava useaan otteeseen. Puolukka- ja mustikkatyypillä karsinta on mahdollista vain tarkan koko- ja laatuvalinnan pohjalta. Asiaa voidaan tarkastella osittain myös taulukoiden 2-4 valossa, jolloin mustikkatyypin metsiköt ovat yleisesti ottaen lähes aina ja puolukkatyypin metsiköt noin 3000 rungon hehtaari tiheyteen asti karsintakelvottomia.

32. Puuaineen laatu

321. Vuosiluston leveys

Vuosiluston leveys on merkittävimpiä puun laadun indikaattoreita, sillä se vaikuttaa mm. puun tiheyteen, lujuteen ja oksaisuuslaatuun. Erittäin tärkeä on luston leveys puun tyvellä, ytimen ympäristössä, jossa se kuvaa puun nuoruusvaiheiden kasvuloja (esim. Mayer-Wegelin 1930, Schöpf 1954, Heiskanen 1954, 1965, Persson 1976, 1977, Uusvaara 1983, 1985b, Halinen 1985).

Vuosiluston leveys mitattiin kullakin rungon katkaisukorkeudella kaikkien lustojen keskiarvona. Luston leveys kasvoi yleensä tyveltä latvaa kohti, joskin ylimmissä kiehkuroissa esiintyi joskus myös kasvun taantumista (kuva 10). Luston leveyden muutoksiin vaikuttavat rungon läpimitta ja lustojen lukumäärä tarkasteltavalla korkeudella. Metsätyypin vaikutus luston leveyteen oli erittäin selvä, luston paksuus lisääntyi maapohjan ravinteisuuden parantuessa (taulukko 6).

Metsikön tiheyden muutoksilla ei sen sijaan ollut selvää vaikutusta. Metsikön tiheys vaikuttanee siten, että tiheimmissä metsiköissä läpimitat ovat pienempiä, jolloin luston paksuuden keskiarvoon vaikuttavat läpimitan kasvun kulminaatiopisteen vaiheilla olevat lustot (Varmola 1989). Metsikön tiheyden ja 0-korkeudelta määritetyn luston leveyden väliset korrelaatiot olivat 0,161 (VT-MT), -0,058 (CT) ja -0,420 (OMT). Käenkaali-mustikkatyypillä aineisto oli kuitenkin liian pieni tämän seikan arvioimiseen. Korrelaatiot ovat pieniä, koska tarkasteltavana olivat kaikki lustot.

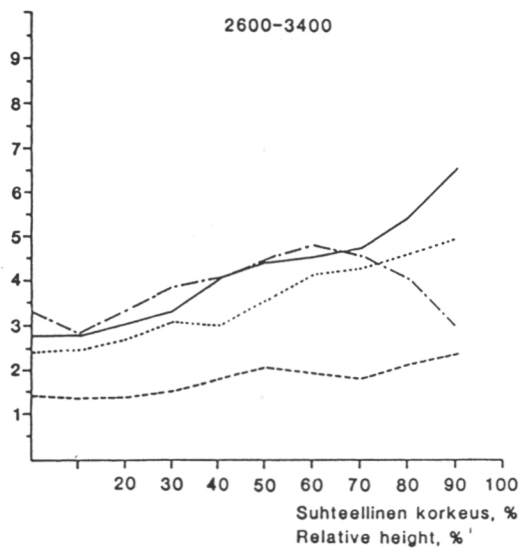
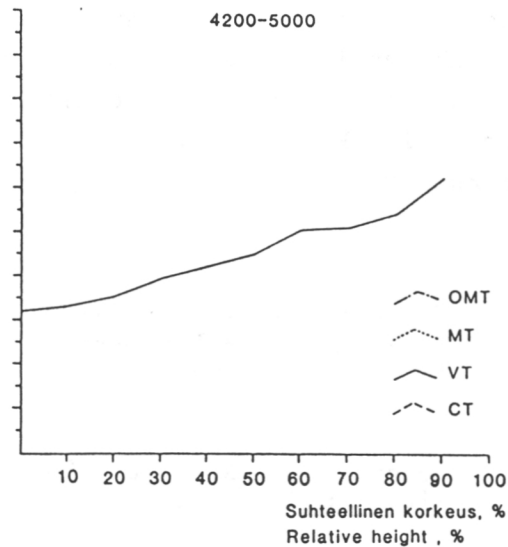
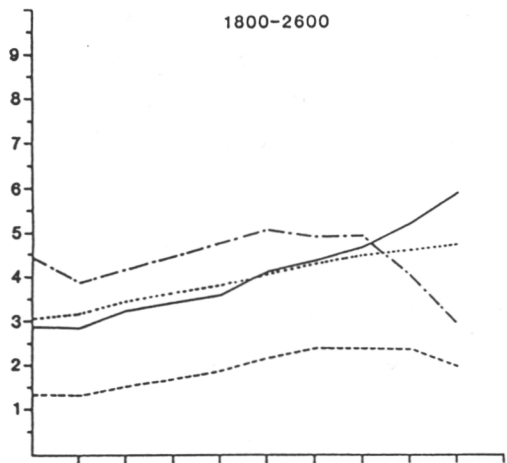
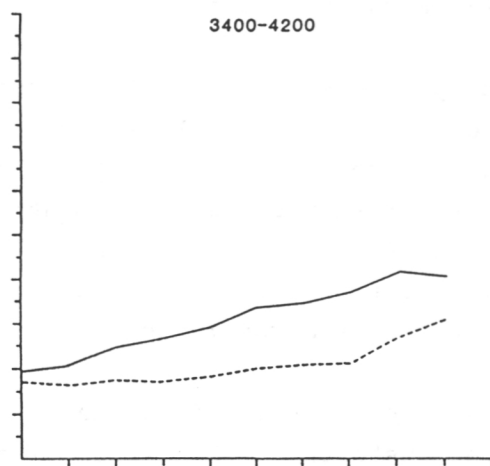
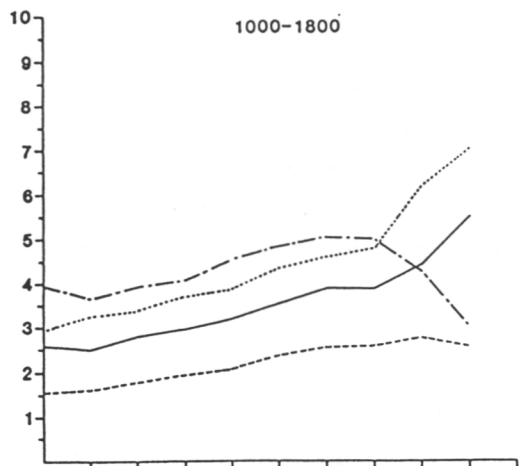
Luston leveys näytti ennustavan kanervatyypillä yleisesti mutta puolukkatyypillä vain yhdessä tiheysryhmässä hyvää sahapuulaa-
tua. Muista puolukkatyypin ja kaikista mustikkatyypin metsiköistä voitiin tehtyjen tutkimusten perusteella päätellä kehittyvän etupäässä kvintta-seksta-laatuluokan sahatavaraa ja vain niukasti u/s-laatua (Uusvaara 1985b, Halinen 1985). Nyt saadut tulokset ovat varsin yhtäpitäviä muiden tähän asti tehtyjen tutkimusten kanssa.

Taulukko 6. Keskimääräinen vuosiluston leveys metsätyypeittäin ja runkolukuluokittain.

Table 6. Average annual ring width by site type and stem count class.

Metsätyyppi Site type	Runkoluku/ha Stems/ha	Vuosiluston leveys, mm Annual ring width, mm			
		\bar{x}	s	min	max
CT	- 1800	2,0	0,5	1,1	3,1
CT	2600	1,8	0,3	1,1	2,2
CT	3400	1,7	0,2	1,4	2,0
CT	4200	1,9	0,4	1,3	2,3
VT	- 1800	3,0	0,6	2,1	3,6
VT	2600	3,3	0,3	2,7	3,6
VT	3400	3,4	0,5	3,0	4,1
VT	4200	2,6	0,5	2,1	3,4
VT	4200 -	4,3	1,7	3,3	7,3
MT	- 1800	3,5	0,3	3,1	3,8
MT	2600	3,5	0,7	2,3	4,5
MT	3400	3,0	0,5	2,5	3,5
OMT	- 1800	4,3	0,3	4,0	4,9
OMT	2600	4,2	0,7	3,4	5,1
OMT	3400	3,6	0,6	2,5	4,7

Lusto, mm
Annual ring, mm



Kuva 10. Vuosiluston leveyden vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.
Figure 10. Variation in the width of the annual ring lengthwise on the stem by density class.

322. Kesäpuuprosentti

Kesäpuuprosentin metsätyypeittäin tarkastelu osoitti, että puolukka- ja mustikkatyyppin välillä ei ollut selvää eroa, kun taas käenkaali-mustikkatyyppillä kesäpuuprosentti oli yhtä metsikköä lukuun ottamatta huomattavasti muita kasvupaikkoja alhaisempi (kuva 11, taulukko 7). Kesäpuuprosentti korreloi negatiivisesti vuosiluston paksuuden kanssa, mutta ei riippunut selvästi metsikön runkoluvusta (taulukko 7).

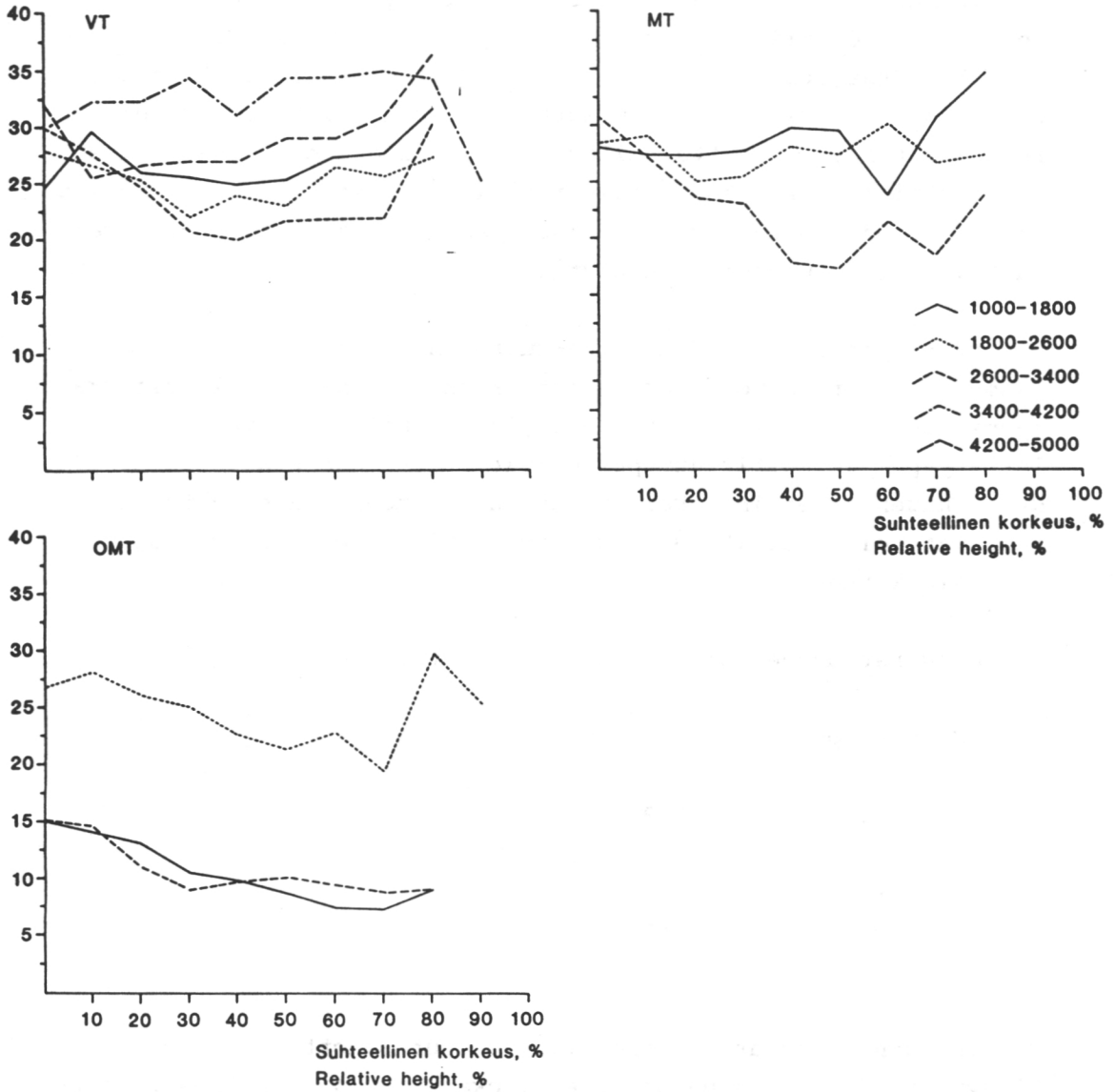
Kesäpuuprosentti, joka määritettiin kunkin katkaisukohtaan kaikkien lustojen keskiarvona, laski yleensä tyvestä kohti latvaa (vrt. Uusvaara 1974). Puolukkatyyppillä matalimmat kesäpuuprosentin arvot olivat yleensä rungon keskivaiheilla. Eräissä runkolukuluokissa se kuitenkin ensin laski noin rungon puoliväliin ja kohosi sen jälkeen uudelleen. Kesäpuuprosentin suuruusluokka on kuitenkin sama kuin Uusvaaran (1974) saama nuorissa viljelymänniköissä.

Taulukko 7. Keskimääräinen kesäpuuprosentti metsätyypeittäin ja runkolukuluokittain.

Table 7. Average late wood percentage by site type and stem count class.

Metsätyyppi Site type	Runkoluku/ha Stems/ha	Kesäpuuta, % Late wood, %			
		\bar{x}	s	min	max
VT	- 1800	27,3	3,9	20,7	32,5
VT	2600	25,4	5,0	15,4	30,6
VT	3400	24,0	6,5	18,1	34,9
VT	4200	32,9	3,5	29,1	36,7
VT	4200 -	35,4	11,9	26,9	49,1
MT	- 1800	27,2	11,0	14,8	41,1
MT	2600	27,1	4,0	17,3	31,4
MT	3400	23,6	9,2	15,9	33,7
OMT	- 1800	12,0	1,5	10,2	14,2
OMT	2600	25,4	5,2	19,5	32,8
OMT	3400	11,9	2,5	8,7	17,7

Kesäpuu, %
Latewood, %



Kuva 11. Kesäpuuprosentin vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.

Figure 11. Variations in the late wood percentage lengthwise on the stem by density class.

323. Kuiva-tuoretiheys

Männyn kuiva-tuoretiheys nousee aluksi jyrkästi iän mukana ta-soittuen myöhemmin. Se vaihtelee myös maan eri osissa ja eri-laisilla kasvupaikoilla (Hakkila 1966, 1968). Iästä johtuen tukkipuun tiheys on yleensä korkeampi kuin kuitupuun kokoisten runkojen tiheys, mutta tilanne voi olla myös päinvastainen, jos vertaillaan keskenään esimerkiksi saman metsikön valtapuita ja vallittuja puita. Myös puiden kasvutila ja kasvunopeus vai-kuttavat siis kuiva-tuoretiheyteen.

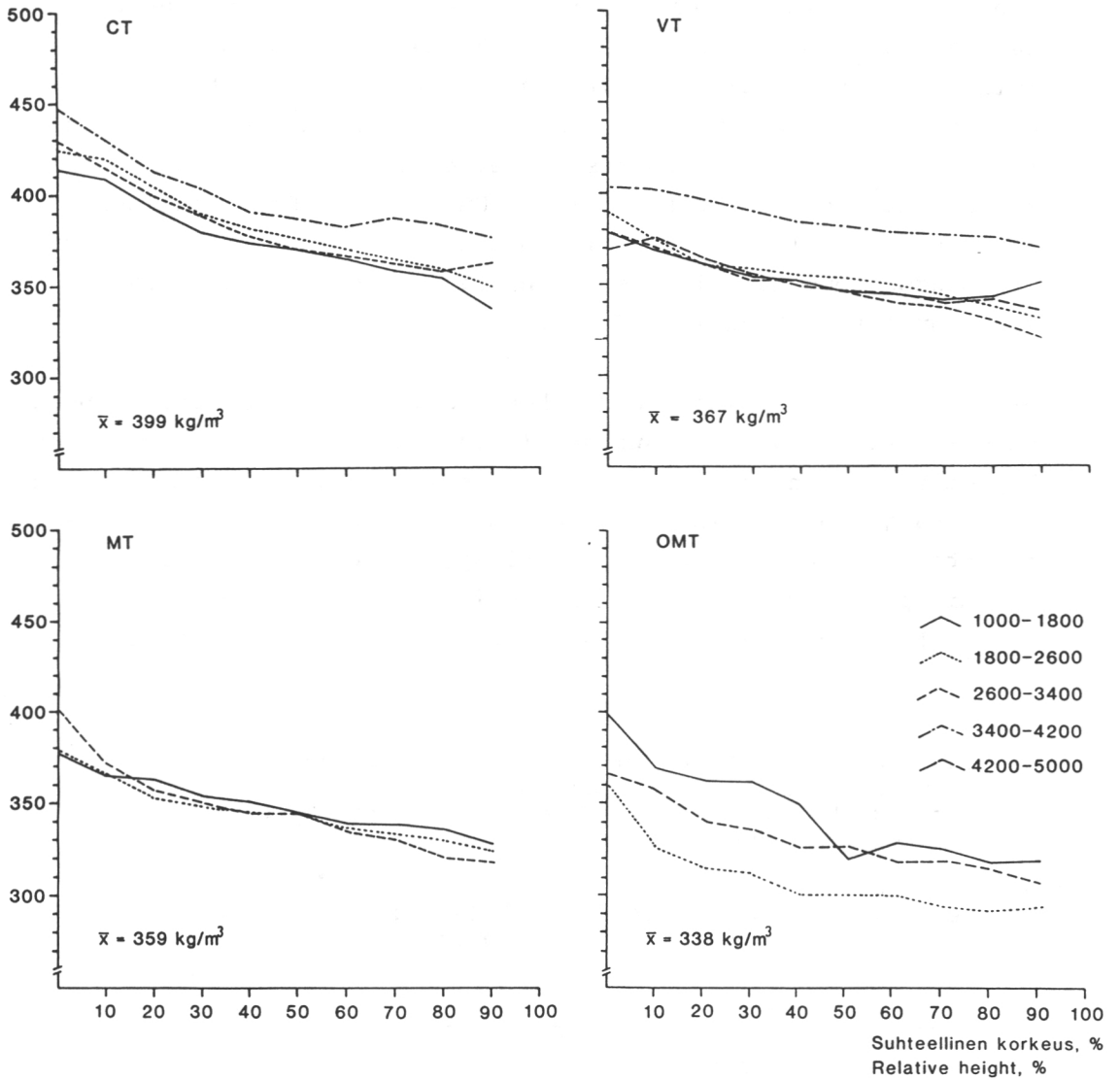
Kanervatyypin männiköiden kuiva-tuoretiheys oli aineiston keski-tasoon verrattuna poikkeuksellisen korkea ja käenkaali-mustikka-tyypin puustojen tiheys taas erityisen alhainen (kuva 12). Puo-lukkatyyppi ja mustikkatyyppi olivat sen sijaan puuaineen tihey-den, kuten aiemmin oksikkuudenkin suhteen lähellä toisiaan. Kanervatyypin metsiköiden suurempaan tiheyteen on vaikuttanut osittain korkeampi ikä.

Kuiva-tuoretiheydet olivat metsätyypeittäin seuraavat:

Metsätyyppi	kg/m ³
CT	399
VT	367
MT	359
OMT	338

Metsiköiden runkoluku ei ole vaikuttanut sanottavasti puuaineen tiheyteen. Poikkeuksena on tiheysluokan 3400-4200 kpl/ha puoluk-kyatypin männikkö, jonka korkea kuiva-tuoretiheys johtunee eri-tyisen pienestä luston leveydestä ja korkeasta kesäpuuprosen-tista (kuvat 10-11).

Kuiva-tuoretiheys, kg/m^3
Basic density, kg/cu.m.



Kuva 12. Kuiva-tuoretiheyden (kg/m^3) vaihtelu rungon pituussuunnassa tiheysluokittain.

Figure 12. Variations in the basic density (kg/cu.m.) lengthwise on the stem by density class.

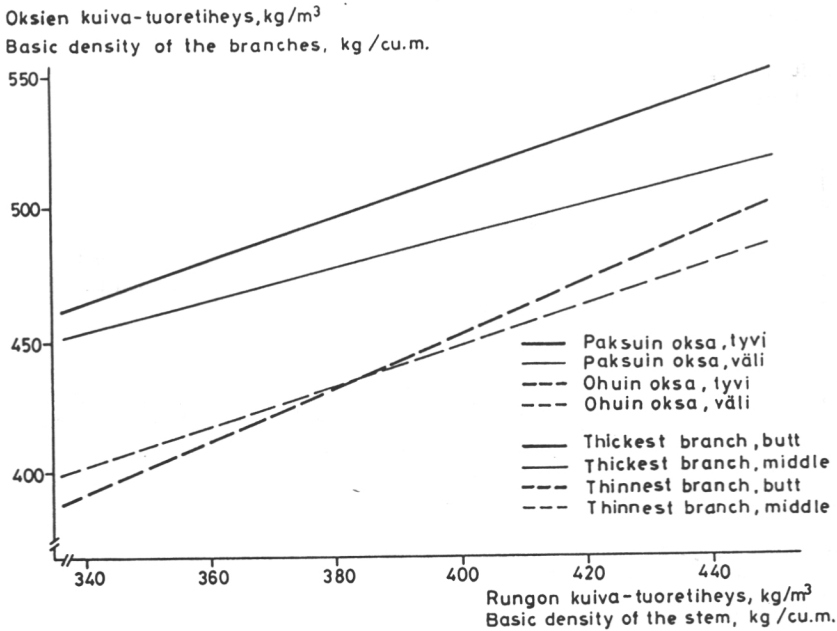
Runkojen punnitut kuiva-tuoretiheydet (eri korkeuksien tiheys painotettu läpimittaa vastaavalla katkaisupinnan pohjapinta-alalla) olivat runkolukuluokittain taulukon 8 mukaiset. Taulukko osoittaa, että nuorten istutusmänniköiden puuaineen kuiva-tuoretiheys oli kirjallisuudessa yleisesti esitettyihin arvoihin verrattuna (esim. Hakkila 1966, Uusvaara 1985b) alhainen ja metsiköiden välinen vaihtelu pieni. Alhainen tiheys johtuu pääasiassa nopeakasvuisuudesta, nuoresta iästä ja nuorpuuvyöhykkeen suuresta tilavuusosuudesta.

Oksien kuiva-tuoretiheys nousi kanervatyypin männiköissä rungon kuiva-tuoretiheyden noustessa (kuva 13). Oksan tiheytenä on käytetty rungon paksuimman ja saman kiehkuran ohuimman oksan tiheyttä ja rungon tiheytenä rungon eri korkeuksien läpimitoilla painotettua tiheyttä. Runkopuun tiheys korreloi selvästi voimakkaammin paksuimman oksan kuin ohuimman oksan tiheyden kanssa (myös Persson 1972). Tiheys oli oksan tyvellä korkeampi kuin

Taulukko 8. Runkojen kuiva-tuoretiheydet (kg/m^3) metsätyypeittäin ja runkolukuluokittain.

Table 8. Basic densities (kg/cu.m.) of stems by site type and stem count class.

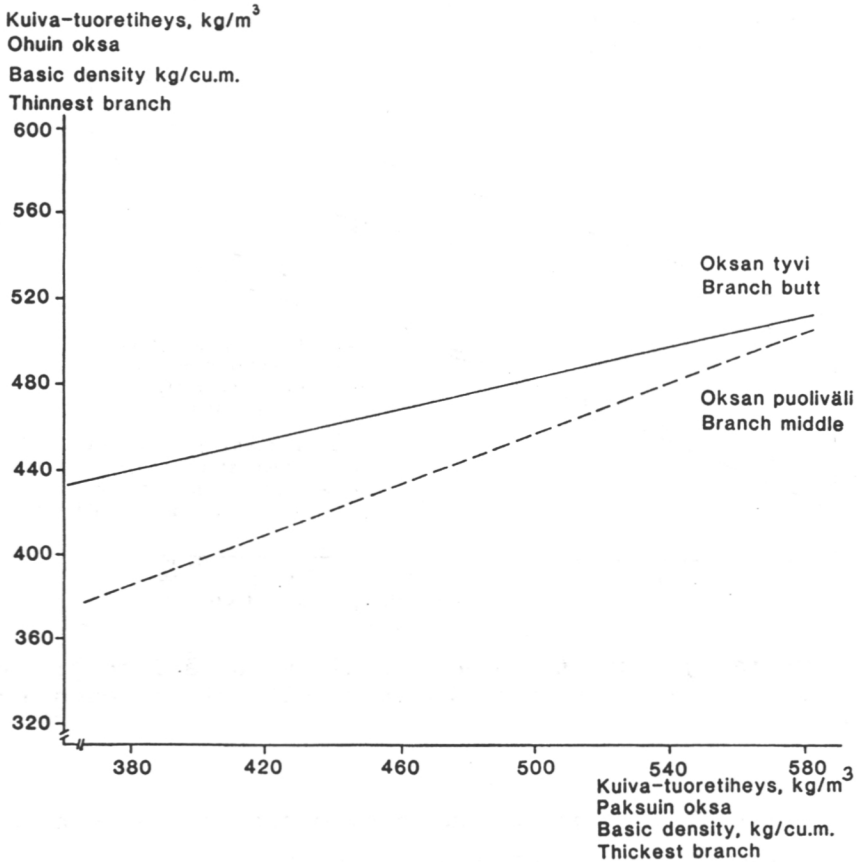
Metsätyyppi Site type	Runkoluku/ha Stems/ha	Kuiva-tuoretiheys, kg/m^3 Basic density, kg/cu.m.			
		\bar{x}	s	Min.	Max.
CT	1400	389	22	354	450
CT	2200	397	26	338	440
CT	3000	397	26	366	430
CT	3800	412	20	396	436
VT	1400	360	17	337	395
VT	2200	363	21	323	399
VT	3000	358	23	329	410
VT	3800	392	28	357	438
VT	4600	360	22	328	401
MT	1400	359	13	336	383
MT	2200	356	25	312	419
MT	3000	362	23	328	401
OMT	1500	357	17	341	377
OMT	2200	318	21	287	335
OMT	3000	339	18	322	354



Kuva 13. Oksien ja rungon kuiva-tuoretiheyden välinen riippuvuus.
Figure 13. Correlation between basic density of branches and stems.

sen puolivälissä. Myös paksuimman oksan ja saman kiehkuran ohuimman oksan tiheydet korreloivat keskenään (kuva 14). Oksapuun tiheys nousi kanervatyypillä metsikön tiheyden noustessa, eli oksapuun reagoi kasvuympäristön muutokseen runkopuun tavoin. Koska oksien tiheyttä ei määritetty muilla metsätyypeillä, jäi epäselväksi, olisiko niillä vallinnut samanlainen riippuvuus. Oksapuun tiheys oli metsikön runkoluvun mukaan seuraava:

Runkoja, kpl/ha	Oksapuun tiheys, kg/m ³			
	Tyvi		Puoliväli	
	Paksuin oksa	Ohuin oksa	Paksuin oksa	Ohuin oksa
1400	503	478	427	444
2200	515	493	453	456
3000	516	488	454	459
3800	518	503	463	463



Kuva 14. Rungon paksuimman oksan ja saman kiehkuran ohuimman oksan kuiva-tuoretiheyden välinen riippuvuus.
 Figure 14. Correlation between basic density of the thickest branch on the stem and the thinnest branch in the same branch whorl.

33. Ulkoisten ja sisäisten laatutunnusten välinen riippuvuus

Mäntyrunkojen ulkoisten ja sisäisten laatua kuvaavien tekijöiden välillä oli selvää riippuvuutta. Mitä parempi sisäinen laatu oli käytön kannalta sitä parempia olivat myös ulkoiset laatutunnukset (taulukko 9). Sisäistä laatua kuvasivat parhaiten vuosiluston leveys kannon korkeudella ja koko rungon kuiva-tuoretiheys. Luston leveys korreloi voimakkaimmin paksuimpien oksien läpimitan ja pituuden sekä oksien keskiläpimitan kanssa, mutta sen korrelaatio kuiva-tuoretiheyden kanssa oli myös korkea. Mitä leveämmät vuosilustot olivat kannon korkeudella, sitä paksumpia olivat oksat ja sitä pienempi oli puun kuiva-tuoretiheys.

Kannonkorkeudelta määritetyt tunnuksset olivat yleensä parempia laadun osoittajia kuin ylempää rungosta mitatut tai keskiarvoina lasketut tunnuksset. Luston leveyden keskiarvo korreloi kuitenkin hyvin myös rungon keskimääräisen tiheyden kanssa. Taulukko 9, josta puuttuvat käenkaali-mustikkatyypin kolmen koealan tulokset, osoittaa, että laatutunnukset korreloivat voimakkaasti myös rungon koon kanssa. Metsikön suurikokoisimmat puut olivat myös paksuksaisimpia, ja niiden puuaineen kuiva-tuoretiheys oli alhaisin ja samalla luston leveys suurin.

Kuvassa 15 on esitetty rungon paksuimpien oksien paksuuden riippuvuus luston leveydestä 0-korkeudella. Kuvaan liittyvät yhtälöt korrelaatiokertoimiseen ovat seuraavat:

Paksuin kuiva oksa

$$y = 5,0481x + 8,290 \quad R^2 \quad \bar{x} \quad \bar{y} \quad S_x \quad S_y \\ 0,561 \quad 2,12 \quad 18,98 \quad 1,01 \quad 6,80$$

Paksuin elävä oksa

$$y = 6,1475x + 13,389 \quad R^2 \quad \bar{x} \quad \bar{y} \quad S_x \quad S_y \\ 0,361 \quad 2,12 \quad 26,41 \quad 1,01 \quad 10,31$$

Kuva 16 osoittaa vastaavasti rungon paksuimpien oksien läpimitan riippuvuuden kuiva-tuoretiheydestä. Kuvaan liittyvät yhtälöt korrelaatiokertoimiseen olivat seuraavat:

Paksuin kuiva oksa

$$y = 0,09846x + 55,604 \quad R^2 \quad \bar{x} \quad \bar{y} \quad S_x \quad S_y \\ 0,249 \quad 373,28 \quad 18,849 \quad 31,129 \quad 6,1484$$

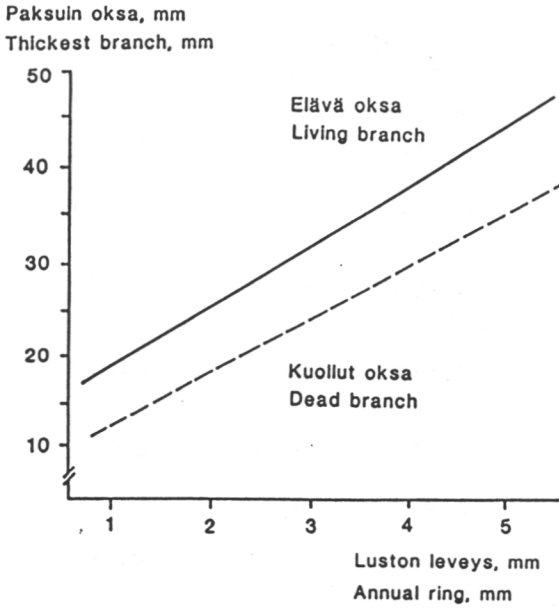
Paksuin elävä oksa

$$y = -0,11227x + 67,255 \quad R^2 \quad \bar{x} \quad \bar{y} \quad S_x \quad S_y \\ 0,253 \quad 373,28 \quad 25,546 \quad 31,129 \quad 6,9478$$

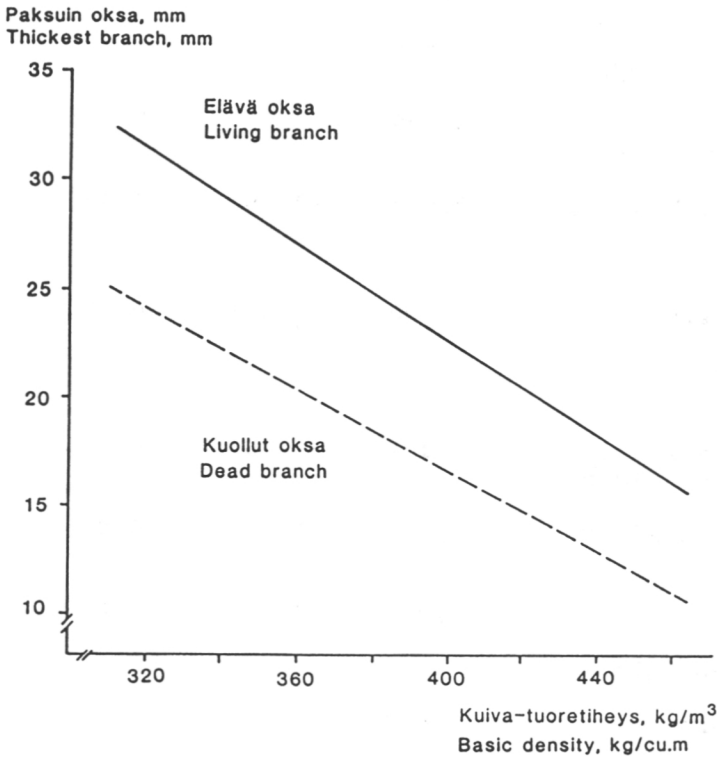
Taulukko 9. Rungon ulkoisia ja sisäisiä ominaisuuksia kuvaavien muuttujien korrelaatiomatriisi.
Table 9. Correlation matrix of the variables describing the internal and external characteristics of a stem.

Ominaisuus - Property	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Pituus	1,000															
Height		0,828	1,000													
D _{1,3} läpimitta			0,745	0,850	1,000											
Diameter at 1,3 m				0,607	0,838	0,776	1,000									
Paksuin kuiva oksa					-0,296	-0,223	-0,261	-0,312	1,000							
Thickest dry branch					0,668	0,801	0,785	0,833	-0,298	1,000						
Paksuin elävä oksa					0,708	0,928	0,842	0,866	-0,229	0,807	1,000					
Thickest living branch					0,770	0,412	0,481	0,230	-0,250	0,356	0,289	1,000				
Oksakulma *)					-0,304	-0,360	-0,296	-0,266	0,145	-0,213	-0,355	-0,211	1,000			
Branch angle					-0,354	-0,397	-0,365	-0,294	0,179	-0,249	-0,381	-0,263	0,811	1,000		
Pisin oksa					0,591	0,585	0,505	0,399	-0,232	0,468	0,553	0,329	-0,405	-0,542	1,000	
Longest branch					0,234	0,206	0,042	-0,072	-0,044	0,027	0,069	0,126	-0,338	-0,278	0,422	1,000
Oksien keskiläpimitta																
Average branch diam.																
Latvusraja																
Crown limit																
Tiheys 0-korkeudella																
Basic density at 0-height																
Rungon tiheys																
Stem basic density																
Luston leveys 0-korkeudella																
Annual ring width at 0-height																
Luston leveys 50 %:n korkeudella																
Annual ring width at 50 % height																
Luston leveyden keskiarvo																
Average annual ring width																
Kesäpuuprosentin keskiarvo																
Average late wood-%																
Kesäpuuprosentti 0-korkeudella																
Late wood-% at 0-height																

*) Mitattu paksuimmasta elävästä oksasta
Measured of the thickest living branch



Kuva 15. Rungon paksuimpien oksien paksuuden ja kannonkorkeudelta mitatun luston leveyden välinen riippuvuus.
Figure 15. Correlation between the thickness of the thickest branch on the stem and width of the annual ring at stump height.



Kuva 16. Rungon paksuimpien oksien paksuuden ja rungon keskimääräisen kuiva-tuoretiheyden (kg/m³) välinen riippuvuus.
Figure 16. Correlation between the thickest branch on the stem and mean basic density (kg/cu.m.) of the stem.

Taulukko 10. Muuttujien lajiteltu faktorimatriisi.
Table 10. Sorted factor matrix of the variables.

Ominaisuus - Property	Faktori - Factor		
	1	2	3
Pituus - Height	0,816	-0,310	0,000
Läpimitta, $D_{1,3}$ Diameter at 1,3 m	0,911	-0,252	0,000
Paksuin kuiva oksa Thickest dry branch	0,895	0,000	0,000
Paksuin elävä oksa Thickest living branch	0,891	0,000	0,000
Oksakulma - Branch angle *)	-0,375	0,000	0,256
Pisin oksa - Longest branch	0,902	0,000	0,000
Oksien keskiläpimitta Average branch diam.	0,900	0,000	0,000
Latvusraja - Crown limit	0,479	-0,261	0,000
Tiheys 0-korkeudella Basic density at 0-height	0,000	0,816	0,278
Rungon tiheys Stem basic density	0,000	0,845	0,283
Luston leveys 0-korkeudella Annual ring width at 0-height	0,513	-0,652	0,355
Luston leveys 50 %:n korkeudella Annual ring width at 50 % height	0,000	-0,621	0,387
Luston leveyden keskiarvo Average annual ring width	0,387	-0,731	0,416
Kesäpuuprosentin keskiarvo Average late wood-%	0,000	0,000	0,871
Kesäpuuprosentti 0-korkeudella Late wood-% at 0-height	0,000	0,000	0,870
Varianssi - Variance	5,609	3,024	2,252

*) Mitattu paksuimmasta elävästä oksasta
Measured of the thickest living branch

Koetuloksien tulkitsemiseksi pyrittiin löytämään monimuuttuja-analyysin (faktorianalyysin) avulla niihin vaikuttavia perustekijöitä. Analyysin lähtökohtana oli taulukon 9 korrelaatiomatriisi, josta laskettiin faktoreita mittaavat faktorilataukset. Muuttujien lajiteltu faktorimatriisi on esitetty taulukossa 10.

Matriisi on koottu niin, että sarakkeissa faktorien selittämä varianssi on pienenevässä järjestyksessä ja riveissä lataukset, jotka ovat suurempia kuin 0,5000, ovat ensimmäisinä jokaiselle peräkkäiselle faktorille. Muuttujien korrelaatioita parhaiten selittävät faktorit ovat nimettävissä matriisista seuraavasti:

F_1 = puun ulkoinen rakenne

F_2 = puun sisäinen rakenne

F_3 = vuosiluston rakenne, joissa tärkeimmät muuttujat olivat seuraavat:

F_1	F_2
Rinnankorkeusläpimitta	Puun kuiva-tuoretiheys
Pisimmän oksan pituus	Tiheys 0-korkeudella
Oksien keskiläpimitta	Luston leveyden keskiarvo
Paksuin kuiva oksa	Luston leveys 0-korkeudella
Paksuin elävä oksa	Luston leveys 50 %:n korkeudella
Rungon pituus	

F_3

Rungon kesäpuuprosentin keskiarvo

Kesäpuuprosentti 0-korkeudella

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tämän tutkimuksen aineisto käsitti nuoria istutusmänniköitä, joiden ikä vaihteli 17-22 vuoden välillä. Iän vaihtelu saattoi siten joissakin tapauksissa vaikuttaa metsiköiden välisten erojen vertailuun. Tutkimuksessa mukana olevat kanervatyypin metsiköt olivat osittain luontaisesti syntyneitä, niiden ikä vaihteli 21-26 vuoden välillä.

Tutkimuksen toisena päätavoitteena oli tutkia istutusmänniköiden oksikkuutta erityisesti rungon tyvitukkiosuudella. Tulokset ovat tosin vain läpileikkaus metsiköiden tietyssä kehitysvaiheessa, sillä oksien paksuuskasvu rungon yläosassa jatkuu vielä pitkään. Nuorten männiköiden oksikkuutta on selvitelty paljon erityisesti viimeisten 10 vuoden aikana (mm. Varmola 1980, Kellomäki & Tuimala 1981, Kärkkäinen & Uusvaara 1982, Kellomäki 1984, Kellomäki & Väisänen 1986, Huuri ym. 1987, Turkia & Kellomäki 1987, Lämsä ym. 1990). Ympäristötekijöiden vaikutusta neulasmassan kehittymiseen sekä neulas- ja runkomassan suhteisiin ovat käsitelleet Kellomäki (1980), Kellomäki ym. (1980), Oker-Blom & Kellomäki (1982).

Erityisesti rungon tyviosan elävien oksien paksuudessa todettiin selvä ero eri metsätyyppien välillä. Kuivien oksien ja oksien keskipaksuuksien väliset erot olivat pienemmät. Varmola (1980) totesi metsätyypin vaikutuksen oksan paksuuteen käytännössä melko vähäiseksi sen vuoksi, että metsiköiden tiheys oli hänen tutkimuksessaan pienin puolukkatyyppillä.

Kasvatustiheyden vaikutus oksan paksuuteen metsätyypeittäisessä tarkastelussa oli usein vähäinen ja saattoi myös olla päinvastainen kuin tiheyden perusteella oli odotettavissa. Erityisesti puolukka- ja mustikkatyypin erottaminen toisistaan oli joskus vaikeaa. Kanervatyypin ja käenkaali-mustikkatyypin erottuivat sen sijaan aina selvästi oksikkuuden suhteen muista metsätyypeistä.

Myös aineiston tiheysvaihtelu oli verrattain suppea. Kanervatyypillä ja puolukkatyypillä oli kuitenkin havaittavissa paksuimpien elävien oksien selvä ohentuminen tiheimmissä luokissa. Paksuin oksa oli kaikissa tiheysluokissa paksuudeltaan yli 20 mm ja useimmissa luokissa myös yli 25 mm. Puolukkatyypillä paksuimman elävän oksan paksuusraja 20 mm alittui tiheydessä 3500 kpl/ha. Huuri ym. (1987) tulivat tutkimuksissaan samanikäisissä männiköissä samaan tulokseen. Näin ollen männyntaimikoiden viljely- ja kasvatustiheydeksi ensiharvennusvaiheeseen asti voidaan suositella, taimien kuolleisuuskin huomioiden, kanervatyypillä 2000, puolukkatyypillä 4000 ja mustikkatyypillä 5000 kpl/ha. Lämsä ym. (1990) päätyi tutkimuksissaan samoihin johtopäätöksiin ja suositukseen. Turkia & Kellomäki (1987) totesivat, että puolukkatyypillä tarvitaan tiheys 3500 ja mustikkatyypillä 4500 kpl/ha, jotta oksien keskiläpimitta ei ylittäisi 13 mm 20 vuoden ikään mennessä. Lehtikangas (1988) ja Hägg (1989) toteavat, että oksien paksuutta pienentävä tiheyden lisäys voidaan saavuttaa myös lehtipuuston avulla. Taimikon perkaus aika on tällöin erittäin tärkeä, sillä perkauksen siirtäminen 10 vuodella pienentää oksan paksuutta vähintään 5 mm.

Kellomäki & Väisänen (1986) korostavat erityisesti puuston läpimittajakauman merkitystä oksikkuuden kannalta. Pieniin puihin painottunut läpimittajakauma tuottaa samalla puustopääomalla korkealaatuisempaa puuainetta kuin suuriin puihin painottunut jakauma.

Viljelytiheyttä arvioitaessa on otettava huomioon myös puiden kuolleisuus istutustaimikoissa, joka tutkimusten mukaan on huomattava. Saksan (1987) mukaan männyn istutustaimia oli elossa Keski-Suomessa 10 vuotta istutuksen jälkeen tehdyissä inventoinneissa 1200-1600 kpl/ha maanmuokkaustavasta riippuen. Pohjois-Karjalassa tehdyissä tutkimuksissa istutustaimimäärä oli keskimäärin noin 1100 kpl/ha ja kylvötaimimäärä 900 kpl/ha (Saksa 1986). Räsänen ym. (1985) mukaan kehityskelpoisten viljelytaimien määrät vaihtelivat viljelyaloilla 1200-1300 kpl/ha

Suomen eteläpuoliskossa. Erityisen huonosti ovat onnistuneet Pohjois-Suomen metsänviljelyt. Oikarisen & Norokorven (1986) inventoimista viljelytaimikoista vain 12 % oli sellaisenaan kasvatuskelpoisia, 55 % täydennysviljeltäviä ja 33 % uusintaviljeltäviä. Myös taimien huono tekninen laatu vaikutti viljelyn kannattavuuteen kyseisillä alueilla. On toisaalta huomattava, että luontaisesti syntyneet taimet lisäävät usein huomattavasti taimikon tiheyttä.

Oksakulma kasvoi selvästi puun latvasta tyveä kohti kaikilla metsätyypeillä. Kuivilla oksilla kulman suuruusvaihtelu oli paljon isompi kuin elävillä oksilla erityisesti silloin, kun ne kasvoivat hajaoksina elävän latvuksen sisällä ja sen yläosassa. Kanervatyypillä oksakulma oli selvästi suurempi ja käenkaali-mustikkatyypillä pienempi kuin puolukkatyypillä ja mustikkatyypillä, joiden välillä ei ollut sanottavaa eroa. Myös Varmolan (1980) mukaan puolukkatyypin ja mustikkatyypin runkojen oksakulma oli lähes sama, mutta käenkaali-mustikkatyypillä se oli huomattavasti pienempi. Kasvatustiheyden vaikutus oksakulmaan oli vähäinen (myös Persson 1977).

Istutusmänniköiden eräs oksaisuushaitta ovat pystyoksat, joita Varmolan (1980) mukaan esiintyy joka kolmannessa ja Kärkkäisen & Uusvaaran (1982) mukaan joka neljännessä istutusmäntyrungossa. Pystyoksien kulma rungon suhteen on erityisen pieni. Pieni oksakulma on sahatavarassa haitta, sillä oksan poikkileikkauspinta-ala ja rungon sisään jäävän oksapuun osuus kasvavat kulman pienetessä. Oksakulma on voimakkaasti tai ainakin keskinkertaisesti periytyvä ominaisuus (Velling 1984).

Tutkimukseen kuuluneet metsiköt osoittautuivat kanervatyyppiä lukuun ottamatta lähes karsintakelvottomiksi. Puolukkatyypillä ja mustikkatyypin karummassa puoliskossa karsinta onnistuisi tiheimmissä metsiköissä, jos käytettäisiin laatuvalintaa. Muilta osin oksat olivat yleensä liian paksuja edes kaksivaiheiseen karsintaan.

Hyvin tehty laatuharvennus saattaisi pienentää osassa tutkitun kaltaisia metsiköitä oksan paksuustason riittävän alhaiseksi karsinnan kannalta. Käytännössä on ilman laatuharvennusta epärealistista karsia metsikön pienimpiä, allejääneitä ja kasvussa taantuneita puita, sillä ne jäävät myöhemmin kehityksensä yhä enemmän jälkeen suurimmista oksikkaista valtapuista. Harva-asentoisissa istutusmänniköissä on lisäksi vaikea varmistaa ankaran laatuvalinnan avulla runkoluvultaan riittävää ja tarpeeksi hyvälaatuista karsittavaa peruspuustoa, etenkin kun puissa esiintyy yleisesti erilaisia runkovikoja (Kärkkäinen & Uusvaara 1982). Sen vuoksi lienee tarkoituksenmukaista valita karsittaviksi sopivat, keskitasoa hyvälaatuisemmat metsiköt jo niiden varhaisessa kehitysvaiheessa ja tähdätä muissa etupäässä kuitupuun ja rakennesahatavaran tuottamiseen.

Hyvälaatuisen männyn lopullisena kasvatustavoitteena ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla sahatavara, vaan lyhyitä (3-4 m) oksattomia tyvitukkeja voidaan käyttää myös listojen, panelin, vanerin tai viilun raaka-aineeksi. Tällöin saattaa olla mahdollista pystykarsia myös hyvän kasvupaikan männiköitä, kunhan karsinta aloitetaan varhain ja tehdään useassa vaiheessa.

Tutkimuksen toinen osa käsitteli istutusmänniköiden puuaineen laatua ja sen yhteyttä oksikkuuteen. Männiköiden kuiva-tuoretiheys pieneni metsätyypin parantuessa, mutta erot puolukkatyyppin ja mustikkatyyppin välillä eivät olleet suuret. Uusvaara (1974) päätyi samaan tulokseen tutkiessaan 30-60-vuotiaiden viljelymättyjen kuiva-tuoretiheyttä; käenkaali-mustikkatyyppillä tiheys oli selvästi alhaisempi kuin puolukkatyyppillä ja mustikkatyyppillä. Rungon tiheys oli kaikissa runkolukuluokissa korkein rungon tyvellä ja laski tasaisesti kohti latvaa.

Hakkila (1966) sai 25-vuotiaiden mäntyjen tiheydeksi tämän tutkimuksen kanssa hyvin samansuuntaiset tulokset. Mäntypuun tiheys oli puolukkatyyppillä, mustikkatyyppillä ja käenkaali-mustikkatyyppillä 383, 356 ja 338 kg/m³. Toisessa tutkimuksessa

(Hakkila 1979) alle 25-vuotiaitten mäntyjen tiheys oli kanervatyypillä 402 kg ja muilla kasvupaikoilla 375 kg/m³. Kärkkäinen & Uusvaara (1982) saivat noin 20-vuotiaitten istutusmäntyjen tiheydeksi kannonkorkeudella 381 kg ja rinnantasalla 351 kg/m³. Tiheys riippui selvimmän vuosilustojen lukumäärästä ja luston leveydestä. Tuimalan (1985) mukaan noin 20-vuotiaitten mäntyjen puuaineen tiheys nousi vain loivasti kasvutiheyteen 8000 kpl/ha (vaihtelurajat 370-385 kg/m³), mutta kasvoi sen jälkeen jyrkästi.

Kuiva-tuoretiheys oli alhainen verrattuna mäntypuun keskimääräiseen, tutkimuksissa saatuun tiheyteen. Tämä johtunee runkotilavuuteen verrattuna laajasta nuorpuuvyöhykkeestä, jossa solut ovat ohutseinäisiä ja kesäpuuosuus alhainen (Boutelje 1968, Bendtsen 1978).

Oksa- ja runkokuun kuiva-tuoretiheyden välillä vallitsi riippuvuus siten, että kuivilla oksilla korrelaatio oli 0,499 ja elävillä oksilla 0,503. Persson (1972) sai nuorissa männyn oksissa lähes saman korrelaation. Kuiva-tuoretiheys myös pieneni oksan tyveltä sen puoliväliin, kiehkuran paksuimmalla oksalla kuitenkin selvemmin kuin ohuimmalla (vrt. Hakkila 1969 ja 1971).

Vuosiluston leveys on tärkeä laadun kuvaaja erityisesti rungon tyvellä, koska sillä on riippuvuussuhde oksikkuuteen ja sen kautta sahapuun laatuun. Metsätyyppi vaikutti selvästi luston leveyteen kun taas metsikön tiheys metsätyyppin sisällä vaikutti vain heikosti.

Luston leveys vaihteli 0-korkeudella eri tiheyksillä 2,5 ja 4,5 mm:n välillä kanervatyyppejä lukuun ottamatta, jossa luston leveys oli kaikissa runkolukuluokissa noin 1,5 mm. Uusvaaran (1985b) mukaan sydäntavarakappaleiden u/s-saanto on parhaimmillaan luonnonmänniköissä luston leveydellä 1,5 mm ja viljelymänniköissä leveydellä 2,0 mm, kun taas 3 mm:n leveydellä ei saada enää juuri lainkaan u/s-laatuista sahatavaraa (myös Heiskanen 1954, Siimes 1962). Halinen (1985) sai vastaavat tulokset

mäntytyvitukkeja koskevilla tutkimuksissa. U/s-laadun osuus loppui käytännössä luston leveydessä 3 mm, mutta toisaalta myös alle 1 mm:n leveydet alkoivat pienentää u/s-prosenttia. Sahanomistajayhdistyksen teettämässä koeshauksissa saatiin hyvin samankaltaiset tulokset; u/s-saanto loppui luston leveydessä 2,5 - 3,0 mm (Paavilainen suull.).

Tuimalan (1985) mukaan runkojen läpimittaluokka vaikutti luston leveyteen, mutta huomattavakaan tiheyden lisääntyminen ei pienentänyt paljon luston leveyttä. Puuston tiheydellä 2000 kpl/ha vaihteli luston leveys läpimittaluokissa 5-9 cm välillä 1,5-2,5 mm ja läpimittaluokissa 9-14 cm välillä 2,5-3,5 mm. Varmolan (1989) mukaan vain karuimpien puolukkatyyppien kankaiden istutus- tai mikoissa luston leveys jää alle 3 mm:n nykyisillä kasvatustiheyksillä. Alle 2 mm:n lustonleveys vaatisi vähintään tiheyden 4000 runkoa/ha. Kaikkien edellä mainittujen vertailututkimusten tulokset koskevat noin 20-vuotiaita normaalin kasvupaikan istutusmänniköitä.

Kesäpuuprosentin kasvupaikkatyyppittäinen vaihtelu oli samankaltaista kuin useimmilla muillakin tutkituilla ominaisuuksilla. Puolukkatyyppien ja mustikkatyyppien välillä ei ollut paljon eroa, kun taas käenkaali-mustikkatyyppien kesäpuuosuudet olivat huomattavasti alhaisemmat. Siimeksen (1938) mukaan kesäpuuprosentti on korkeimmillaan luston leveydessä 1,0-1,5 mm ja alenee luston paksuuntuessa ja ohentuessa. Saman metsätyyppien sisällä kesäpuuprosentti vaihteli tässä tutkimuksessa noin 10 prosenttiyksikön rajoissa. Se korreloi heikosti muiden sisäisten laatutun- nusten kanssa, mikä saattaa osittain johtua niiden hajonnan pienuudesta. Hakkilan (1968) mukaan luston leveys vaikutti kuitupuun kesäpuuprosentin vaihteluun voimakkaasti rajoitetuilla alueilla, erityisesti Etelä-Suomessa, mutta koko maata koskevassa aineistossa vaikutus oli heikko. Mäntypölkkyjen keskiosan kesäpuuprosentti oli Hakkilan (1968) mukaan eteläisimmässä Suomessa 24.

5. YHTEENVETO

Tutkimusaineisto käsitti 35 noin 20-vuotiasta eri metsätyyppellä kehittynyttä istutusmännikköä, jotka sijaitsivat eri puolilla Etelä- ja Keski-Suomea. Osa kanervatyyppin metsiköistä oli luontaisesti syntyneitä. Metsiköihin sijoitetuilta ympyräkoealoilta mitattiin puiden kokoa ja oksikkuutta kuvaavia tunnuksia sekä otettiin koepuista kiekkonäytteet rungon eri korkeuksilta puun ominaisuuksien tutkimiseksi. Tutkimuksen päätarkoituksena on selvittää nuorten istutusmänniköiden ulkoisia ja sisäisiä laatuominaisuuksia ja niiden riippuvuutta toisistaan.

Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat:

1. Vaikka metsätyyppin sisällä esiintyi puuston tiheydestä johtuvaa oksien paksuusvaihtelua, oli metsätyyppin vaikutus oksan paksuuteen vielä voimakkaampi. Rungon oksikkuus riippui samanaikaisesti paljon myös rungon läpimitasta kaikilla kasvupaikoilla. Rungon 5 metrin pituisen tyvitukkiosan kolmen paksuimman oksan keskipaksuus oli kanervatyyppillä 17,0, puolukatyyppillä 19,0, mustikkatyyppillä 23,3 ja käenkaali-mustikkatyyppillä 27,6 mm.
2. Kustakin oksakiehkurasta mitattujen paksuimpien kuivien oksien läpimitta oli suurimmillaan vähän rungon puolivälin alapuolella, kun taas elävien oksien paksuus kasvoi tasaisesti siirryttäessä rungon tyveä kohti. Metsikön tiheys ei vaikuttanut selvästi rungon paksuimman kuivan oksan keskipaksuuteen, kun taas paksuimman elävän oksan läpimitta pieneni selvästi metsikön tihentyessä.
3. Kasvutiheys ei vaikuttanut paljon oksakulman suuruuteen, mutta sekä kuivien että elävien oksien kulma kasvoi selvästi puun latvasta tyveä kohti.

4. Oksien paksuuden perusteella tässä kehitysvaiheessa tarkasteltuna kanervatyypin männiköt olivat pystykarsintakelpoisia, kun taas käenkaali-mustikkatyypillä rungot eivät täyttäneet oksan paksuudelle annettuja rajoituksia. Huomattava osa mustikkatyypin metsiköistä oli samasta syystä karsintakelvottomia ja puolukkatyypilläkin karsinta on mahdollista vain huolellisen koko- ja laatuvalinnan pohjalta.
5. Runkojen kuiva-tuoretiheys laski kaikissa metsiköissä tasaisesti tyvestä latvaa kohti. Tiheys oli männyn keskimääräiseen tiheyteen verrattuna hyvin alhainen ja pieneni voimakkaasti maapohjan ravinteisuuden lisääntyessä.
6. Luston leveys kasvoi rungon tyveltä latvaa kohti. Metsätyypin vaikutus luston leveyteen oli hyvin selvä; luston paksuus lisääntyi metsätyypin parantuessa. Luston paksuus kannon korkeudella osoitti, että kanervatyyppeä lukuun ottamatta tutkituista tyvitukkiaihioista saadaan aikanaan vain niukasti u/s-laatuista sahatavaraa.
7. Puolukka- ja mustikkatyypin välillä ei ollut selvää eroa kesäpuuprosentissa, kun taas käenkaali-mustikkatyypillä se oli yleensä muita kasvupaikkoja alhaisempi. Kesäpuuprosentti laski tyvestä kohti latvaa, mutta joissakin puuston tiheysluokissa oli havaittavissa sen nousu uudelleen lähellä latvaa.
8. Rungon oksien paksuus korreloi voimakkaan positiivisesti vuosiluston leveyden ja negatiivisesti kuiva-tuoretiheyden kanssa. Kannonkorkeudelta mitattu luston leveys oli paras ulkoisten ja sisäisten laatutunnusten kuvaaja.

KIRJALLISUUS - REFERENCES

- Bendtsen, B. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal* 28(10): 61-72.
- Boutelje, J.B. 1968. Juvenile wood, with particular reference to northern spruce. *Svensk Papperstidning* 71(17): 581-585.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(5). 98 s.
- 1968. Geographical variation of some properties of pine and spruce pulpwood in Finland. Lyhennelmä: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(8). 60 s.
- 1969. Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. Lyhennelmä: Järeitten mänty- ja kuusipuitten oksien paino ja koostumus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(6). 37 s.
- 1971. Coniferous branches as a raw material source. Tiivistelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 75(1). 60 s.
- 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch stems in Finland. Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(3). 59 s.
- Halinen, M. 1985. Männyn nuoruusvaiheen kasvunopeuden vaikutus sahatavaran laatuun. Summary: The effect of the growth rate of young pine on the quality of sawn goods. *Silva Fennica* 19(4): 377-385.
- Heikinheimo, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumisesta. Summary: On natural pruning of tree stems. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 41(5). 39 s.
- Heiskanen, V. 1954. Vuosiluston paksuuden ja sahatukkien laadun välisestä riippuvuudesta. Summary: On the interdependence of annual ring width and sawlog quality. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 44(5). 28 s.
- 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 80(2). 62 s.
- Huuri, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä. Tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. *Folia Forestalia* 265. 22 s.
- , Lähde, E. & Huuri, L 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
- Hägg, A. 1989. Björkens inverkan på tallens kvistgrovlek och grenrensning i blandade bestånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för virkeslära. Rapport 208. 35 s.
- Jokinen, P. & Kellomäki, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksikkuuteen varttuneissa

- männyn taimikoissa. Summary: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. *Folia Forestalia* 508. 12 s.
- Kellomäki, S. 1980. Growth dynamics of young Scots pine crowns. Seloste: Nuorten mäntyjen latvusten kasvun dynamiikka. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(4). 50 s.
- 1981a. Effect of the within-stand light conditions on the share of stem, branch and needle growth in a twenty-year-old Scots pine stand. Seloste: Metsikön valaistusolojen vaikutus rungon, oksien ja neulasten kasvun osuuksiin eräässä kaksikymmenvuotiaassa männikössä. *Silva Fennica* 15(2): 130-139.
 - 1981b. Karsiminenkin edellyttää riittävää viljelytiheyttä. *Metsä ja Puu* 2: 21-23.
 - 1984. Havaintoja puuston kasvatustiheyden vaikutuksesta mäntyjen oksikkuuteen. Summary: Observations on the influence of stand density on branchiness of young Scots pines. *Silva Fennica* 18(2): 101-114.
 - , Hari, P. 1980. Ecophysiological studies on young Scots pine stands: I. Tree class as indicator of needle biomass, illumination, and photosynthetic capacity of crown system. Seloste: Puuluokka latvuksen neulasmassan, valaistuksen ja fotosynteesikapasiteetin ilmaisijana eräässä nuorissa männiköissä. *Silva Fennica* 14(3): 227-242.
 - , Hari, P. , Kanninen, M. & Ilonen, P. 1980. Ecophysiological studies on young Scots pine stands: II. Distribution of needle biomass and its application in approximating light conditions inside the canopy. Seloste: Neulasmassan jakautuminen nuoren männikön latvuksessa ja tämän käyttö metsikön sisäisten valaistusolojen arvioinnissa. *Silva Fennica* 14(3): 243-257.
 - & Oker-Blom, P. 1983. Canopy structure and light climate in a young Scots pine stand. Seloste: Männikön latvuston rakenne ja latvuston sisäiset valaistusolot. *Silva Fennica* 17(1): 1-21.
 - & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. *Folia Forestalia* 478. 27 s.
 - & Väisänen, H. 1986. Kasvatustiheyden ja kasvupaikan viljavuuden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Malleihin perustuva tarkastelu. Summary: Effect of stand density and site fertility on the branchiness of Scots pines at pole stage. A study based on models. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 139. 38 s.
- Kärki, L. 1978. Viljelymänniköiden laatu paremmaksi edullisimmin metsänjalostuksella. *Metsä ja Puu* 12: 20-25.
- Kärkkäinen, M. 1980. Mäntytukkirunkojen laatuluokitus. *Instituti Forestalis Fenniae* 96(5). 152 s.
- 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. *Folia Forestalia* 520. 19 s.
 - & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of

- young pines. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Lehtikangas, P. 1988. Koivusekoituksen vaikutus nuorten mäntyjen oksikkuuteen. Metsänhoitotieteen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsänhoitotieteellinen tiedekunta. 39 s.
- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967-1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967-1975. *Folia Forestalia* 312. 27 s.
- Lämsä, P., Kellomäki, S. & Väisänen, H. 1990. Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta. Abstract: Branchiness of young Scots pines as related to stand structure and site fertility. *Folia Forestalia* 746. 22 s.
- Mayer-Wegelin, H. 1930. Zweckmässige Nutzholzaushaltung. *Silva* 18(9) : 65-68.
- Metsänhoitosuosituksset. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. 55 s.
- Miettinen, R. & Uusvaara, O. 1983. Pystykarsitun männyn koesahaus. Summary: Test sawing of pruned pine stand. *Folia Forestalia*. 566. 8 s.
- Nieminen, K. 1983. Metsän uudistaminen ja metsitys. Tapion Taskukirja 20. painos. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 179-190.
- Oikarinen, M. & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222. 46 s.
- Oker-Blom, P. & Kellomäki, S. 1982. Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Abstract: Effect of stand density on the within crown light regime and dying-off of branches. *Folia Forestalia* 509. 14 s.
- Persson, A. 1972. Studies on the basis density in mother trees and progenies of pine. *Studia Forestalia Suecica* 96. 37 s.
- 1975. Ved och pappersmassa från gran och tall i olika förband. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser 37. 145 s.
 - 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. Summary: The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser 42. 122 s.
 - 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Skogshögskolan. Institutionen för Skogsproduktion. Rapporter och Uppsatser 45. 152 s.
- Pietilä, J. 1989. Factors affecting the healing-over of pruned Scots pine knots. Seloste: Pystykarsitun männyn oksien kyljestyminen. *Silva Fennica* 23(2): 125-158.
- Pystykarsintaopas. 1986. Suomen Sahanomistajayhdistys. Länsi-Savo Oy. Mikkelä. 37 s.
- Rautiainen, P. 1971. Ympäristö- ja perintötekijöiden vaikutus männyn ilmiösuun Pohjois-Karjalan piirimetsälautakunnan siemenviljelyksessä Tohmajärvellä. Summary: The effect of environmental and genetic factors on the phenotype of pine in a seed orchard in North Karelia. *Silva Fennica* 5(4): 336-349.

- & Räsänen, P. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimistojen kehitys Itä-Savossa 1968-1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968-1976. Folia Forestalia 426. 24 s.
- Räsänen, P., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from the inventories in 1978-1979. Folia Forestalia 637. 30 s.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyalueilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. Folia Forestalia 644. 60 s.
- 1987. Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusalueilla Keski-Suomessa. Summary: Development of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in Central Finland. Folia Forestalia 702. 39 s.
- Schöpf, J. 1954. Untersuchungen über Astbildung und Astreinigung der Selber Kiefer. Forstwissenschaftliches Centralblatt 73(9/10): 275-290.
- Siimes, F.E. 1938. Suomalaisen mäntypuun rakenteellisista ja fysikaalisista ominaisuuksista. Erikoisesti kutistumis- ja laajenemisilmiöistä puun vesipitoisuuden vaihdellessa. Summary: On the structural and physical properties of Finnish pine wood, especially the phenomenon of shrinking and swelling affected by changing the moisture content of wood. Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys. Julkaisu 29. 221 s.
- 1962. The effect of log size, shape and quality and the sawing shedule on the sawing result. Paperi ja Puu 44(1): 3-16.
- Skaar, C. 1972. Water in wood. Syracuse wood science series 4. Syracuse. 218 s.
- Tuimala, A. 1985. Viljelytiheyden vaikutus männyn laatuun. Metsäntutkimuslaitoksen kollegioretkeilyllä pidetty esitelmä. 5 s.
- Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimitaan. Summary: Influence of the site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands. Folia Forestalia 705. 16 s.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 80(2). 105 s.
- 1981a. Istutusmänniköiden laatu - kasvava ongelma. Metsä ja Puu 1: 4-5.
- 1981b. Lenkous vaivaa istutusmänniköissä. Metsälehti 5.
- 1981c. Minkä laatuista puutavaraa istutusmänniköistämme. Suomen puutalous 2: 26-28.
- 1981d. Saammeko tulevaisuudessa hyvälaatuista sahapuuta. Sahamies 1: 8-10.
- 1983. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: The quality and value of sawn goods obtained from

- plantation-grown Scots pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 122. 106 s.
- 1985a. Laatu puuta kasvatustiheyttä lisäämällä. Metsäliiton Viesti 4-5: 10-11.
 - 1985b. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. Seloste: Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 130. 53 s.
- Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. Folia Forestalia 451. 21 s.
- 1981. Kasvatustiheys määrää laadun. Metsä ja Puu 8: 10-12.
 - 1987. Viljelytiheyksiä ei kannata kohottaa laatu puun tuottamiseksi. Metsä ja Puu 6: 18-19.
 - 1989. Männyn istutustaimikoiden lustonleveysmalli. Summary: A model for ring width of planted Scots pine. Silva Fennica 23(4): 259-269.
- Velling, P. 1974. Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypillisestä ja geneettisestä vaihtelusta. Summary: Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). Folia Forestalia 188. 29 s.
- 1984. Metsänjalostuksen mahdollisuudet vaikuttaa puiden tekniseen laatuun. Metsä ja Puu 11: 4-7.
 - 1986. Metsänjalostuksella parannetaan pysyvästi puiden ominaisuuksia. Teollisuuden Metsäviesti 2. Eripainos Metsänjalostus 4. 5 s.
- Vuokila, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. Folia Forestalia 141. 36 s.
- 1979a. Karsinta tulee taas. Metsänhoitaja 6: 6-7.
 - 1979b. Laatu näkökohdat metsänkasvatuksessa. Metsä ja Puu 6-7: 8-9.
 - 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo. 256 s.
 - 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of the technical quality of forests. Folia Forestalia 523. 55 s.
 - 1985. Korkeaa mäntylaatua karsimatta ja karsimalla. Metsä ja Puu 3: 11-12.
- Yksityismetsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio 3. 23 s.

Total of 76 references

SUULLISET TIEDONANNOT - Personal communications:

Paavilainen, M. 1988. Sahaustuloksen riippuvuus vuosiluston leveydestä.

SUMMARY

Observations about the branchiness and wood quality of
plantation-grown Scots pine

The research material comprised 35 pine plantations of various site types. The age of the plantations was approximately 20 years, and they were located in various parts of Southern and Central Finland. A part of Calluna site type stands were naturally regenerated. Samples were taken from circular sample plots in the plantations for measurement of various parameters concerning branchiness and the size of the stems. Disc samples were also taken at different heights of stem to determine the characteristics of the wood. The main purpose of the study was to determine the internal and external quality characteristics and their correlations in young pine plantations.

The chief results of the study were as follows:

1. Though there were variations in branch thickness within a site type, the effect of a specific site type on branch thickness was still greater than the factors affecting inside a site type. The branchiness of the stem was depending at the same time also of the stem diameter at all sites. The mean thickness of the three thickest branches 5 m from the butt was 17.0 mm in Calluna type sites, 19.0 mm in Vaccinium type sites, 23.3 mm in Myrtillus type sites and 27.6 mm in Oxalis-myrtillus type sites.
2. The diameter of thickest dry branches in each branch whorl were greatest just below the halfway mark on the stem, whereas the thickness of the living branches increased evenly toward the butt of the stem. The density of the stand had no discernible effect on the mean thickness of the thickest dry branch, whereas the diameter of a living branch decreased markedly as site density increased.

3. Growth density did not noticeably affect the size of the branch angle. However, the angle of both living and dry branches increased markedly from the top of the tree toward the butt.
4. Based on observation of branch thickness in this phase of development, it is possible to prune Calluna type pine plantations, while stems in Oxalis-myrtillus sites did not meet regulations concerning branch thickness. Noticeable part of Myrtillus type sites were for the same reason unfit for pruning, and even in Vaccinium type sites, pruning was possible only on the basis of careful size and quality consideration.
5. The basic density of the stems decreased evenly from butt toward top in all plantations. The density was very low compared with the mean density of pine, and decreased significantly with the increase of soil fertility.
6. The width of the annual ring increased from butt to top. The effect of the site type on ring width was very clear; the ring width increased with the improvement of the site type. Ring thickness at the stump level proved that, with the exception of the Calluna type site, the butt log preforms studied will in time yield only small amounts of u/s quality sawn goods.
7. There was no clear difference between the late wood percentage in site of the Vaccinium and the Myrtillus types, whereas the Oxalis-myrtillus type of site showed poorer percentages than other types. The late wood percentage decreased from butt to top, but in some density classes of the stand, the percentage distinctly rose again near the top.
8. Branch thicknesses correlated strongly and positively with the width of the annual ring, and negatively with basic density. The external and internal quality characteristics of the stem were best described by the width of the annual ring at stump height.

OLLI
CUSV
AARNA

ISBN 951-40-1148-1
ISSN 0358-4283

HAKAPAINO OY, HELSINKI 1991

M
9
7