

FOLIA FORESTALIA 508

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

PEKKA JOKINEN JA SEPPO KELLOMÄKI

HAVAINTOJA METSIKÖN KASVUTIHEYDEN
VAIKUTUKSESTA RUNKOJEN OKSAISUUTEEN
VARTTUNEISSA MÄNNYN TAIMIKOISSA

OBSERVATIONS ON THE EFFECT OF SPACING
ON BRANCHINESS OF SCOTS PINE STEMS
AT POLE STAGE



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-Ahvonen
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 valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi 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 five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 508

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Pekka Jokinen ja Seppo Kellomäki

HAVAINTOJA METSIKÖN KASVUTIHEYDEN
VAIKUTUKSESTA RUNKOJEN OKSAISUUTEEN
VARTTUNEISSA MÄNNYN TAIMIKOISSA

Observations on the effect of spacing on branchiness
of Scots pine stems at pole stage

JOKINEN, PEKKA & KELLOMÄKI, SEPPO 1982. Havainnot metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. *Folia For.* 508:1—12.

Varttuneisiin männyn (*Pinus sylvestris* L.) taimikoihin kohdistettu tutkimus osoitti, että elävien oksakiehkuroiden lukumäärä latvusta kohti oli tutkituilla tiheyksillä (300—3600 runkoa/ha) metsikön tiheydestä riippumaton toisin kuin kuolleiden oksakiehkuroiden lukumäärä. Oksien lukumäärä oksakiehkuraa kohti sen sijaan väheni metsikön tiheyden kasvaessa. Samalla tavalla oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta pieneni metsikön tiheyden kasvaessa, kuten vastaava oksan pituuskin pieneni. Kaiken kaikkiaan oksien lukumäärä latvuksessa väheni metsikön tiheytyessä, oksien kuoleamisen voimistuessa ja oksien muodostumisen vähetessä. Samalla rungon oksaisuus väheni metsikön tiheytyessä. Oksaisuus ei kuitenkaan vähentynyt enää sanottavasti, kun metsikön tiheys ylitti 2000—2500 runkoa/ha.

The number of living whorls in the crowns of young Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) was not related to stand density in densities (300—3600 stems/ha) studied, unlike that of dead whorls. The number of branches per whorl, however, decreased when the stand density increased. Similarly, the thickness of the thickest branch per whorl decreased with increasing stand density, and this was true also of branch length. Consequently, the total number of branches in the crown decreased when stand density increased, indicating a positive correlation between the stand density and dying-off of branches. Stem branchiness decreased with increasing stand density. However, no essential improvement in stem quality was observed when the stand density exceeded 2000—2500 stems/ha.

ODC 815.4 + 535 + 174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0560-0
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄ	4
21. Tutkimusalue ja koealat	4
22. Koalojen ja koepuiden mittaus	5
23. Laskenta	5
3. TULOKSET	5
31. Oksien lukumäärä	5
311. Elävien ja kuolleiden oksakiehkuroiden määrä	5
312. Oksien määrä oksakiehkuroissa	6
313. Oksien määrä rungoissa	6
32. Oksien ominaisuudet	6
321. Kiehkuran paksuimman oksan läpimitta	6
322. Kiehkuran paksuimman oksan pituus	8
32. Rungon oksaisuus	9
331. Oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti	9
332. Oksien lukumäärä tilavuusyksikköä kohti	9
333. Oksapuun osuus runkokuusta	10
4. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	10
KIRJALLISUUS	12

1. JOHDANTO

Viljelymänniköiden laatuun on viime aikoina kiinnitetty suurta huomiota. Etenkin tuoreilla kasvupaikoilla puut ovat kasva-
neet huolestuttavan oksikkain. Viljely-
männiköiden heikko laatu ei sinänsä ole uusi
havainto, sillä jo vuonna 1974 Uusvaara
totesi viljelymänniköistä korjattavan saha-
puun olevan laadultaan keskimääräistä hei-
kompaa. Myös Varmola (1980) tuli samaan
päätelmään tutkittuaan varttuneiden, viljele-
mällä perustettujen männyn taimikoiden
ulkoista laatua.

Sekä Uusvaara (1974) että Varmola (1980)
havaittivat metsikön kasvatustiheyden vai-
kuttavan runkojen oksikkuuteen ja laatuun.
He totesivat, kuten Persson (1977), että met-
sikön kasvatustiheyden lisääminen vähensi
puiden latvusten ja oksien kasvua. Saman
havaittivat myös Kellomäki ja Tuimala
(1981) tutkittuaan varttuneiden, viljeltyjen
männyn taimikoiden oksikkuutta.

Kellomäen ja Tuimalan (1981) tutkimuk-
sessa kasvatustiheys vaihteli 300—6000
runkoa hehtaarilla. Varsinkin silloin kun
kasvatustiheys lisääntyi 1800 rungosta 2500
runkoon hehtaarilla, puiden oksikkuus vähe-
ni nopeasti, kun oksikkuuden tunnuksena
käytettiin rungon vaipan ja oksien poikki-
leikkauksien pinta-alojen suhdetta. Suurem-
mat kasvatustiheydet eivät antaneet vastaa-

vaa tulosta. Päätelyä kuitenkin vaikeutti
se, että eri tiheyksiä edustavien metsiköiden
välillä oli ikäeroja.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on esit-
tää havaintoja kasvatustiheyden vaikutuk-
sesta viljelymännityjen oksikkuuteen. Aineisto
on kerätty samoja periaatteita noudattaen
kuin Kellomäen ja Tuimalan (1981) tutki-
muksessa, joten tulokset ovat siinä suhte-
teessa vertailukelpoisia. Aineiston keruu
on nyt kuitenkin kohdistettu mahdollisim-
man samanikäisiin männylviljelmiin, joten
metsiköiden ikäerot eivät haittaa samassa
määrin päätelmiä, kuten em. tutkimuksessa.

Tutkimus käynnistettiin Enso-Gutzeit Oy:n toimesta.
Aloitteentekijänä oli ylimetsänhoitaja Tauno Turunen,
joka osaltaan on ohjannut työtä. Enso-Gutzeit Oy:n
puolesta työtä ovat ohjanneet myös metsänhoitaja
Risto Leinonen ja metsäteknikko Kauko Räsänen.
Maastotöissä avustivat ylioppilas Arto Keltanen ja
metsuri Kimmo Roininen.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutki-
musosastolla työnohjauksesta on huolehtinut Seppo
Kellomäki. Hän suoritti myös tutkimuksen edellyttä-
mät laskelmat ja muokkasi Pekka Jokisen laatiman
alustavan käsikirjoituksen julkaisuksi. Käsikirjoituk-
sen ovat lukeneet professorit Kullervo Kuusela ja
Matti Kärkkäinen. Piirrookset ovat Leena Muronran-
nan käsialaa. Konekirjoituksesta on huolehtinut
Aune Rytkönen.

Esitämme kaikille työtä tukeneille ja sitä avusta-
neille parhaimmat kiitoksemme.

2. AINEISTO JA MENETELMÄ

21. Tutkimusalue ja koealat

Tutkimusaineisto kerättiin kesällä ja syksyllä 1979
Enso-Gutzeit Osakeyhtiön metsistä, jotka sijaitsivat
Ruokolahden kunnan alueella. Aineistoon sisältyy
sekä kylvö- että istutusmänniköitä, kuten taulukosta 1
ilmenee. Metsiköiden kasvatustiheys vaihteli 300—
3600 runkoa hehtaarilla. Ikävaihtelu oli 12—16 vuotta.
Harvimmat metsiköt olivat syntyneet viljelyn epäonnis-
tuttua, ja näissä metsiköissä oli lehtipuusekoitusta.
Kaikki metsiköt kasvoivat puolukkatyyppin kangas-
mailla. Viljelyyn käytetyn siemenen alkuperää ei
tunneta.

Kustakin metsiköstä rajattiin ympyräkoeala, jonka
pinta-ala tiheissä metsiköissä oli 3 a (metsikön tiheys
> 2000 runkoa/ha) ja harvoissa 5 a (metsikön tiheys
< 2000 runkoa/ha). Koeala sijoitettiin metsikköön
harkinnaisesti siten, että koeala edusti mahdollisimman
hyvin metsikön keskimääräistä puustoa. Tällöin
koealan ympärillä tuli olla riittävästi samanlaista
puustoa kuin koealalla. Koealan ja sen vaipan yhden-
mukaisuus varmistettiin mittaamalla koealan lisäksi
myös sen vaipan puuston tiheys.

Taulukko 1. Koealojen kuvaus.
Table 1. Description of the study areas.

Koealan n:o Stand No.	Taimiston perustamistapa Way of establishment	Taimiston ikä, v. Stand age, yr.	Taimiston tiheys, kpl/ha Stand density, stem/ha	Runkol. painot. keskiläpi- mitta, cm Mean diameter, cm	Runkol. painot. keskipituus, m Mean height, m	Sekapuulajin määrä, kpl/ha Other tree species, stem/ha
1	istutus	12	300	6,2	3,60	340
2	planted	13	650	7,8	4,51	160
3	”	13	950	7,8	4,13	600
4	”	16	1200	7,8	4,37	300
5	kylvö	16	2000	9,1	5,66	370
6	istutus planted	15	2200	5,3	3,85	—
7	kylvö sown	13	2500	5,5	4,77	—
8	istutus	13	3200	4,6	3,75	—
9	planted	15	3600	6,4	4,76	—

22. Koealojen ja koepuiden mittaus

Koealojen mittaus aloitettiin määrittämällä puuston runkolukusarja. Mittauksessa otettiin huomioon puut, joiden läpimitta rinnankorkeudelta (1,3 m maanpinnasta) ylitti 2 cm. Mittaus tehtiin tasaavasti yhden senttimetrin luokitusta käyttäen.

Kustakin läpimittaluokasta valittiin koepuiksi ensimmäinen eteensäattava puu sekä tämän jälkeen kuudes jne. runko kyseisestä läpimittaluokasta. Koe-puut kaadettiin ja niistä tehtiin seuraavat mittaukset:

- oksien lukumäärä kussakin oksakiehkurassa;
- kunkin oksakiehkuran paksuimman oksan pituus;
- kunkin oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta 3 cm oksan tyveltä kohtisuorasti oksan pituusakselia vastaan;
- rungon pituuskasvu taahteivasti koko rungon pituudelta; sekä
- rungon läpimitta kunkin oksakiehkuran keskeltä.

Pituusmittaukset tehtiin senttimetrin ja läpimitan mittaukset millimetrin tarkkuudella. Koepuita mitattiin koealaa kohti keskimäärin kymmenen.

23. Laskenta

Aineistosta laskettiin seuraavat tunnusukset:

- elävien ja kuolleiden oksakiehkuroiden määrä latvusta kohti;
- oksien lukumäärä oksakiehkuroittain;
- oksien lukumäärä latvuksessa;
- kiehkuran paksuimman oksan läpimitta;
- kiehkuran paksuimman oksan pituus;
- oksien lukumäärä rungon pituusyksikköä kohti;
- oksien lukumäärä rungon tilavuusyksikköä kohti; sekä
- oksapuun osuus runkokuun määrästä.

Tulokset on esitetty metsiköittäisinä keskiarvoina painottamatta koepuista saatuja arvoja vastaavilla läpimittojen frekvensseillä. Painottaminen ei kuitenkaan olisi sanottavasti muuttanut tuloksia, sillä metsiköt olivat varsin tasaisia ja puiden eriytyminen eri kokoluokkiin vähäistä. Oksapuun osuutta laskettaessa on paksuimman oksan tilavuus kerrottu vastaavan oksakiehkuran oksien lukumäärällä. Tämä menettely antaa oksapuun määrälle liian suuria lukuaroja. Menettely on jokaisessa metsikössä ollut sama, joten laskelmien perusteella voidaan päätellä metsikön tiheyden suhdetta rungon oksikuuteen.

3. TULOKSET

31. Oksien lukumäärä

311. Elävien ja kuolleiden oksakiehkuroiden määrä

Elävien ja kuolleiden oksakiehkuroiden lukumäärä on esitetty taulukossa 2. Elävien oksakiehkuroiden määrä vaihteli 10—15 kpl/puu. Oksakiehkura katsottiin eläväksi, mikäli siitä löytyi yksikin elävä oksa. Latvuksen yläosassa kiehkuran oksat olivat tavallisesti kaikki eläviä, ja vain poikkeustapauksissa niissä esiintyi kuolleita oksia.

Latvuksien alaosassa (oksakiehkurat 6—10 ylhäältä lukien) oli sekä eläviä että kuolleita oksia. Kuolleiden oksakiehkuroiden määrä puuta kohti oli 1—5, ja se oli suurempi tiheissä metsiköissä kuin harvoissa metsiköissä (vrt. taulukko 2). Elävien oksakiehkuroiden määrä sen sijaan oli riippumaton metsikön tiheydestä. Taulukon 2 lukuja laskettaessa ei ole otettu huomioon metsiköiden välisiä ikäeroja (vrt. taulukko 1).

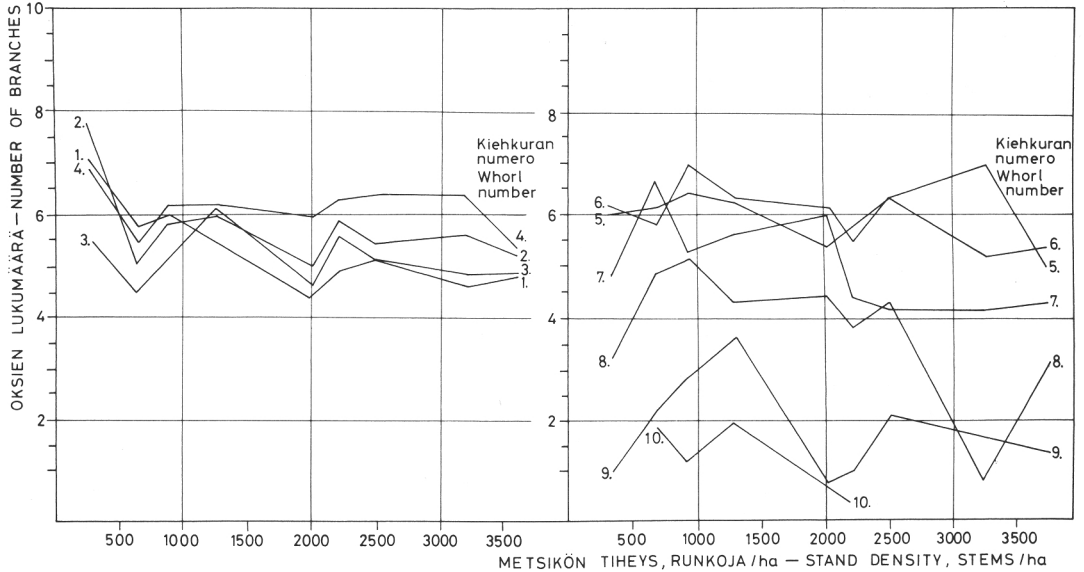
Taulukko 2. Elävien ja kuolleiden oksakiehkuroiden määrä koepuissa.

Table 2. Number of living and dead whorls per tree.

Koela n:o Stand No.	Tiheys, kpl/ha Density, stem/ha	Eläviä oksakiehkuroita Living whorls	Kuolleita oksakiehkuroita Dead whorls
1	300	11	1
2	600	12	1
3	900	12	1
4	1200	15	1
5	2000	11	5
6	2200	12	3
7	2500	11	2
8	3200	10	3
9	3600	11	4

312. Oksien määrä oksakiehkuroissa

Harvoissa metsiköissä muodostui ylimpään oksakiehkuraan jonkin verran enemmän oksia kuin tiheissä metsiköissä (kuva 1). Sama ilmiö havaittiin myös muissa ylimmissä oksakiehkuroissa (kiehkurat 1—6 latvasta lukien). Esimerkiksi runkoluku 300 runkoa/ha vastasi seitsemää oksaa ylimmässä oksakiehkurassa. Vastaava luku metsikön tiheydelle 3000 runkoa/ha oli viisi. Oksakiehkuroissa 7—10 elävien oksien lukumäärä vaihteli säännöttömästi ilmentäen oksien kuolemista latvuksen tällä alueella. Kymmenennessä oksakiehkurassa eläviä oksia oli keskimäärin enää vain kaksi kappaletta kiehkuraa kohti.



Kuva 1. Oksien lukumäärä oksakiehkuroittain metsikön tiheyden funktiona.
Fig. 1. Number of living branches per whorl as a function of stand density.

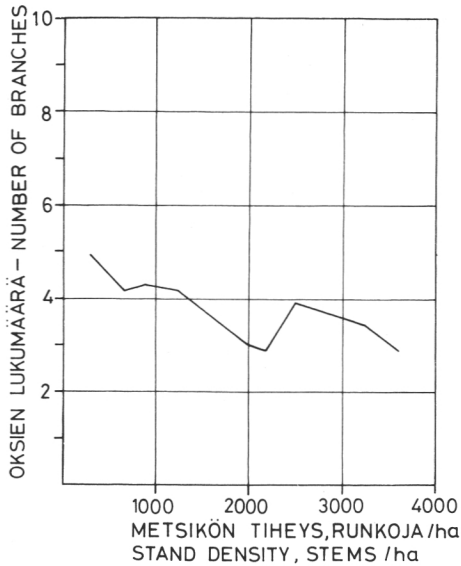
313. Oksien määrä rungoissa

Kun puun oksien kokonaismäärä jaetaan puun iällä, saadaan tunnus, joka kuvaa metsiköiden ikäerojen häiritsemättä kasvatusitiheyden vaikutusta rungon karsiutumiseen ja oksikkuuteen (kuva 2). Laskelmat osoittivat, että puiden karsiutuminen voimistui metsikön tiheyden kasvaessa. Riippuvuus oli lähes suoraviivainen, joskin karsiutuminen näytti hieman hidastuvan metsikön tiheyden ylittäessä 2000 runkoa/ha. Tiheissä metsiköissä (runkoluku yli 2000 kpl/ha) puiden oksikkuus on noin 40 % pienempi kuin harvoissa metsiköissä (runkoluku < 1000 kpl/ha).

32. Oksien ominaisuudet

321. Kiehkuran paksuimman oksan läpimitta

Oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta pieneni tasaisesti metsikön tiheyden kasvaessa (kuva 3). Jo ylimmässä oksakiehkurassa tämä ilmiö oli selvä. Erityisen selvästi tämä kuitenkin havaittiin vanhemmissa oksakiehkuroissa (oksakiehkurat 2—5 ylhäältä lukien). Esimerkiksi viisi vuotta vanhan oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta metsikön tiheydellä 300 runkoa/ha oli 25 mm ja tiheydellä 3600 runkoa/ha

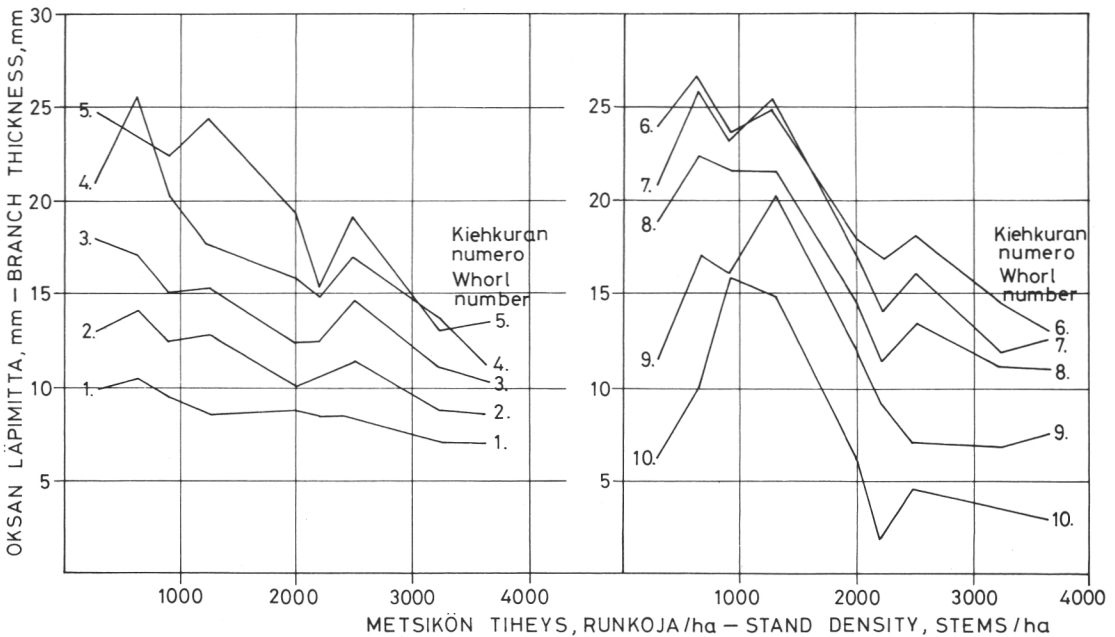


Kuva 2. Oksien lukumäärä latvuksessa puun ikävuotta kohti laskien metsikön tiheyden funktiona.

Fig. 2. Number of living branches per crown and tree age as a function of stand density.

13 mm. Viittä vuotta vanhemmissa oksakiehkuroissa oksan kiehkuran paksuin oksa oli paksuimmillaan, kun metsikön tiheys oli 500—1500 runkoa/ha. Tällöin havaittiin oksan maksimipaksuuden sattuvan sitä tiheämpään metsikköön kuta vanhemmasta oksasta on kysymys.

Metsikön tiheyden vaikutuksesta oksien paksuuteen antaa selvän kuvan taulukko 3, jossa esitetään oksien paksuus prosentteina harvimman metsikön (tiheys 300 runkoa/ha) kunkin oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitasta. Ylimmissä oksakiehkuroissa (kiehkurat 1—6 ylhäältä lukien) paksuimman oksan läpimitta laskee tasaisesti metsikön tiheyden kasvaessa. Jo ylimässä oksakiehkurassa oksan paksuus tiheässä metsikössä (tiheys yli 3000 runkoa/ha) oli vain 70 % harvan metsikön (tiheys alle 1000 runkoa/ha) vastaavasta arvosta. Oksakiehkuran vanhetessa vastaava arvo oli jopa niinkin alhainen kuin 50 %. Latvuksen alaosassa (kiehkurat 7—10) kiehkuran paksuimman oksan oheneminen ei kuitenkaan ole yhtä yksiselitteinen, kuten jo edellä esitettiin.



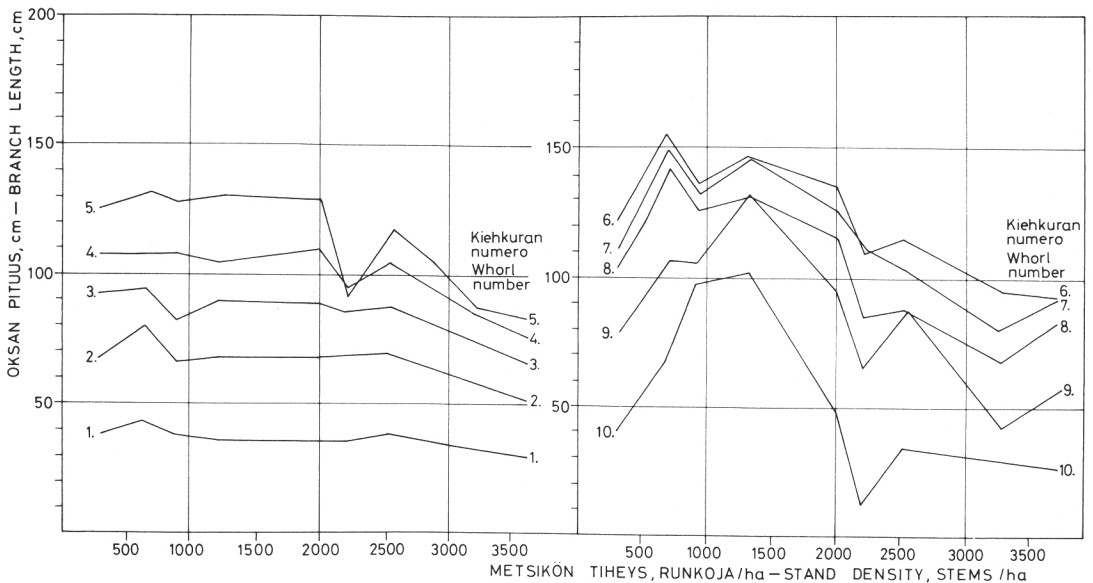
Kuva 3. Oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta kiehkuroittain metsikön tiheyden funktiona.

Fig. 3. Thickness of the thickest branch per whorl as a function of stand density.

Taulukko 3. Kiehkuroiden paksuimman oksan läpimitta prosentteina harvimman koealan paksuimman oksan läpimitasta.

Table 3. Thickness of the thickest branches in a whorl in per cent of that in a stand of 300 stems/ha.

Kiehkuran järjestys latvasta lähtien Whorl, No.	Kiehkuran järjestys latvasta lähtien Whorl, No.			Koealan tiheys, kpl/ha Stand density, stems/ha					
	300	600	900	1200	2000	2200	2500	3200	3600
1	100	105	95	86	88	86	83	70	70
2	100	108	96	97	77	81	87	66	65
3	100	94	83	85	69	69	81	61	57
4	100	123	95	85	76	71	81	67	52
5	100	92	90	98	78	62	76	52	54
6	100	110	99	104	75	71	76	60	54
7	100	123	110	120	82	67	78	57	60
8	100	118	113	113	76	61	71	59	52
9	100	133	133	122	129	81	96	67	81
10	100	149	139	177	100	78	61	61	65
11	100	169	254	230	100	31	71	—	48



Kuva 4. Oksakiehkuran paksuimman oksan pituus kiehkuroittain metsikön tiheyden funktiona.
Fig. 4. Length of the thickest branch per whorl as a function of stand density.

322. Kiehkuran paksuimman oksan pituus

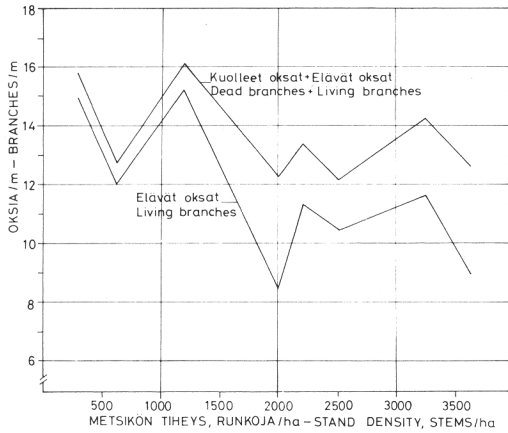
Kasvatustiheys vaikutti myös oksien pituuteen (kuva 4), sillä harvoissa metsiköissä puiden oksat olivat pitempiä kuin tiheissä. Ero oli selvin verrattaessa metsiköitä, joiden tiheys on yli 2000 runkoa hehtaarilla tai alle tämän arvon. Tiheyden vaikutus oli havaittavissa jo latvuksen yläosassa (oksakiehkurat 1—5 ylhäältä lukien). Erot olivat kuitenkin erityisen selviä latvuksen alaosassa (oksakiehkurat 6—10 ylhäältä lukien). Ti-

heissä metsiköissä oksien pituus oli latvuksen alaosassa noin 70 % vastaavista arvoista harvoissa metsiköissä, kuten taulukosta 4 ilmenee. Siinä on esitetty oksakiehkuroittain ja metsiköittäin oksien pituus prosentteina vastaavista harvimman metsikön (tiheys 300 runkoa/ha) arvoista. Oksan paksuuteen verrattuna muutos oli samansuuruisen, mutta oksan paksuus väheni selvemmin kuin oksan pituus jo pienilläkin metsikön tiheysarvoilla.

33. Rungon oksaisuus

331. Oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti

Oksien lukumäärä rungon pituusyksikköä kohti väheni lähes suoraviivaisesti metsikön tiheyden kasvaessa, joskin lievää tasaantumista näytti tapahtuvan metsikön tiheyden ylitettyä 2000 runkoa/ha (kuva 5). Tiheyksissä 300—1200 runkoa/ha oli oksien määrä rungon metriä kohti noin 14 (elävät ja kuolleet oksat yhdessä). Tiheydessä 2000 runkoa/ha oli vastaava arvo noin 12. Tiheissä metsiköissä kuolleiden oksien lukumäärä on selvästi suurempi kuin harvoissa metsiköissä. Toisin sanoen oksien voimistunut kuoleminen ei välttämättä vielä merkitse oksien nopeaa karsiutumista.



Kuva 5. Oksien lukumäärä rungon pituusyksikköä kohti metsikön tiheyden funktiona.
Fig. 5. Number of branches per length unit of stem as a function of stand density.

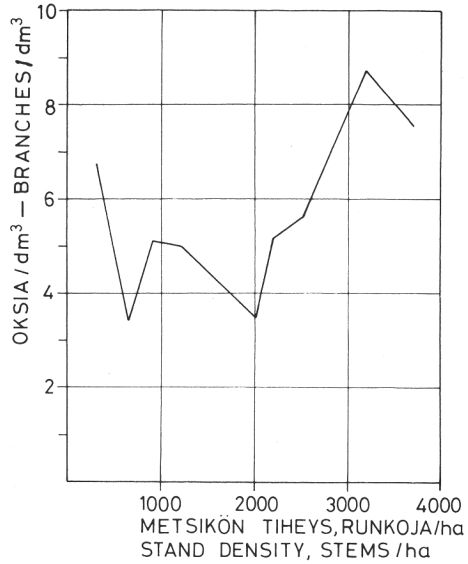
Taulukko 4. Kiehkuran paksuimman oksan pituus prosentteina, kun harvimman koealan paksuimman oksan pituus on merkitty 100:lla.

Table 4. Length of the thickest branch in a whorl in per cent of that in a stand of 300 stems/ha.

Oksakiehkuran järjestys latvasta lähtien Whorl No.	Metsikön tiheys, kpl/ha Stand density, stem/ha								
	300	600	900	1200	2000	2200	2500	3200	3600
1	100	110	97	95	92	92	100	84	76
2	100	110	96	100	100	126	101	85	74
3	100	99	88	97	96	91	94	78	70
4	100	100	100	97	100	88	96	79	69
5	100	104	102	104	102	73	74	78	66
6	100	127	110	119	111	90	94	78	76
7	100	133	118	129	112	98	94	71	82
8	100	133	111	124	110	81	80	64	78
9	100	132	132	165	120	83	110	52	72
10	100	170	245	255	112	36	88	—	65

332. Oksien lukumäärä tilavuusyksikköä kohti

Oksien lukumäärä rungon tilavuusyksikköä kohti riippui käyräviivaisesti metsikön tiheydestä (kuva 6): metsikön tiheyden kasvaessa oksien lukumäärä aluksi väheni metsikön tiheysarvoihin 1500—2000 runkoa/ha, minkä jälkeen oksien lukumäärä lisääntyi nopeasti puuston tiheyden edelleen kasvaessa. Harvimmissa metsiköissä (tiheys 300 runkoa/ha) oksia oli 6—7 kappaletta kuutiodesimetriä kohti. Vastaavat arvot tiheyk-

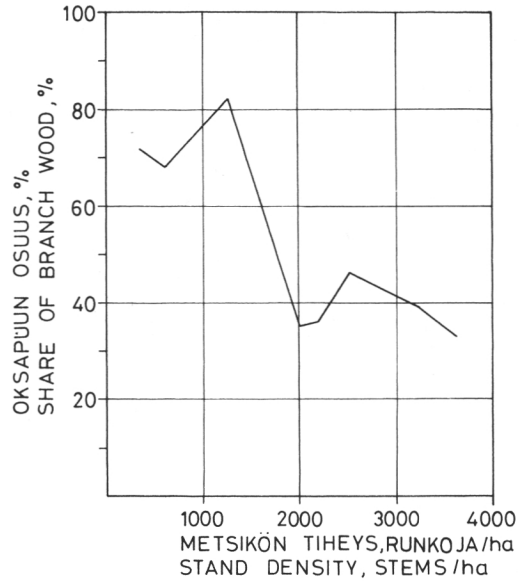


Kuva 6. Oksien lukumäärä rungon tilavuusyksikköä kohti metsikön tiheyden funktiona.
Fig. 6. Number of branch number per volume unit of stem as a function of stand density.

sille 2000 ja 3000 runkoa/ha olivat 3—4 ja 8—9. Oksien lukumäärä rungon tilavuusyksikköä kohti kasvoi erityisen nopeasti metsikön tiheyden lisääntyessä 2000:sta 3000:een runkoa/ha.

333. Oksapuun osuus runkopuun määrästä

Oksapuun osuus runkopuun määrästä väheni tasautuvasti metsikön kasvatustiheyden lisääntyessä. Kasvatustiheyden ylitettyä 2000 runkoa/ha ei oksapuun osuus enää sanottavasti vähentynyt. Tässä tapauksessa oksien osuus oli noin puolet (oksapuun osuus 40 %) verrattuna metsiköihin, joiden tiheys oli alle 1500 runkoa/ha (oksapuun osuus 80 %). Lasketattavasta johtuen oksapuun osuutta osoittavat lukuarvot ovat tosin yliarvioita, mutta tämä ei millään tavalla vaikuta metsikön tiheyden ja oksapuun osuuden väliseen yleiseen riippuvuuteen (sivu 6). Se ei myöskään vaikuta siihen seikkaan, että myös tämä oksikkuuden tunnus viittaa siihen, ettei metsikön kasvatustiheyden kohtuuton lisääminen anna vastaavaa hyötyä rungon oksikkuutta ajatellen.



Kuva 7. Oksien osuus rungon tilavuudesta metsikön tiheyden funktiona.

Fig. 7. Share of branch volume from stem volume as a function of stand density.

4. TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Nyt esitelty aineisto edustaa varttuneita viljelymäntymistöjä, joten lopullisia päätelmiä saatavien tukkien laadusta ei vielä voida tehdä. Taimisto- ja riukuvaihe ovat kuitenkin metsikön kokonaiskehityksen kannalta sikäli tärkeitä, että puiden tyvitukkien ominaisuudet muotoutuvat monella tapaa tuolloin. Etenkin tyvitukin oksikkuus näyttää olevan suorassa suhteessa puun kasvuolosuhteisiin metsikön varhaiskehityksen aikana. Esimerkiksi Heiskanen (1965) on osoittanut, että puun nopea kasvu taimisto- ja riukuvaiheessa yleensä ennakoivat oksikasta ja heikkolaatuista rungon tyviosaa.

Metsikön perustamis- ja kasvatustiheyden vaikutus männyn latvusten kasvuun ja kehitykseen on osoitettu monissa tutkimuksissa (esim. Persson 1977, Kellomäki ja Tuimala 1981). Perustamis- ja kasvatustiheys eivät kuitenkaan ole ainoita puun latvuksen ja oksien kasvuun ja kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. Esimerkiksi kasvupaikan laadulla on tässä suhteessa suuri merkitys, sillä män-

nyt näyttävät kehittyvän sitä oksikkaammiksi, kun paremmalla kasvupaikalla ne kasvavat. Synnä tähän saattaa olla se, että oksat tällaisissa olosuhteissa saavat tavallista suuremman osan puun yhteyttämistuotteista. Toinen tärkeä tekijä on se, että hyvissä kasvuolosuhteissa männyn oksat kasvavat ja järeytyvät samalla tavalla hyvin kuin perusrunko (Kellomäki ja Tuimala 1981). Toisin sanoen puut eivät hyvällä kasvupaikalla olisi suhteellisesti ottaen yhtään sen oksaisempia kuin huonolla kasvupaikalla, missä sekä rungon että oksien kasvu ja järeytyminen on hidasta. Tällöin männyn viljelystä luopuminen hyvillä kasvupaikoilla (mustikkatyypin paremmat variantit ja sitä paremmat kasvupaikat) olisi omiaan vähentämään viljelymäntymisten oksikkuusongelmaa ilman, että metsikön perustamis- ja kasvatustiheyteen täytyisi puuttua.

Nyt esitetyt tulokset kasvatustiheyden vaikutuksesta viljellen perustettujen taimikko- ja riukumänniköiden oksikkuuteen

perustuvat suppeaan aineistoon, jonka perusteella ei voida tehdä päätelmiä oksien absoluuttisesta paksuudesta tai kasvusta. Aineiston perusteella voidaan kuitenkin tehdä päätelmiä oksikkuussuhteista eri metsiköiden välillä, ja tässä tapauksessa erityisesti metsikön kasvatustiheyden vaikutuksesta puiden suhteelliseen oksikkuuteen. Oksien absoluuttisen koon ja puiden absoluuttisen oksikkuuden määrittämiseksi tarvittaisiin tätä aineistoa laajempi ja otannaltaan edustavampi aineisto kuin nyt oli mahdollista hankkia.

Elävien oksakiehkuroiden määrä puuta kohti oli keskimäärin 10—15. Määrä ei riippunut metsän tiheydestä, vaan aineiston harvimmassa ja tiheimmässä metsikössä oli puuta kohti keskimäärin yhtä monta oksakiehkuraa. Eniten eläviä oksakiehkuroita oli metsikössä, jonka tiheys oli 1200 runkoa/ha. Elävien oksakiehkuroiden runsaus tässä tapauksessa saattaa johtua kasvupaikan hyvästä laadusta, joka voi olla syynä puiden heikkoon karsiutumiseen. Kasvupaikan parempaan laatuun muihin metsiköihin verrattuna viittaa mm. oksien poikkeuksellisen suuri paksuus tässä metsikössä verrattuna harvempiin kasvatustiheyksiin (vrt. myös Persson 1977). Tässä mielessä aineiston ominaisuudet ilmeisesti vaikeuttavat selvien päätelmien tekemistä metsikön tiheyden vaikutuksesta oksien kuolemiseen.

Elävien oksakiehkuroiden lukumäärään vaikuttaa myös metsiköiden väliset ikäerot. Ne eivät tässä tapauksessa kuitenkaan selitä em. heikkoa riippuvuutta, joka vallitsi elävien oksakiehkuroiden ja metsikön kasvatustiheyden välillä. Yleisesti näyttääkin siltä, että nuorten mäntyjen oksakiehkuroiden lukumäärä on suhteellisen tunteeton metsikön tiheydelle (Flower-Ellis ym. 1976, Kellomäki 1980) ja vasta poikkeuksellisen suurilla kasvatustiheyksillä oksakiehkuroiden lukumäärä vähenee ratkaisevasti. Esimerkiksi Kellomäen ja Tuimalan (1981) tutkimissa tapauksissa oksakiehkuroiden lukumäärä väheni 12:sta 8:aan, kun metsikön tiheys kasvoi 300—6000 runkoa/ha.

Kokonaan kuolleiden oksakiehkuroiden lukumäärä puuta kohti riippui selvästi metsikön tiheydestä, ja se oli sitä suurempi, kun tiheämmästä metsiköstä oli kyse. Tulos lienee tulkittavissa niin, että tiheissä metsiköissä kuolleiden oksien karsiutuminen on hitaampaa kuin harvoissa metsiköissä. Vi-

me mainitussa tapauksessa tuuli ja lumi pääsevät esteettömämmin vaikuttamaan metsikössä ja siten karsimaan kuolleita oksia paremmin kuin ensin mainitussa tapauksessa. Nyt saatu tulos kuolleiden oksien hitaasta karsiutumisesta tiheissä metsiköissä on yhdenmukainen mm. Heikinheimon (1953) ja Kellomäen ja Tuimalan (1981) saamien tulosten kanssa.

Oksien määrä ylimmissä oksakiehkuroissa oli tiheissä metsiköissä vähäisempi kuin harvoissa metsiköissä. Samanlainen riippuvuus esiintyi myös muissa sulkeutuneen latvuksen yläpuolisissa oksakiehkuroissa. Tämä viittaa latvuksen kokonaisfotosynteesin ja silmujen muodostumisen väliseen suhteeseen, jonka Kellomäki (1980) totesi vaikuttavan syntyvän oksakiehkuran oksien lukumäärään. Riippuvuus ei kuitenkaan ole täysin kiinteä, vaan myös perinnölliset tekijät vaikuttavat kiehkuran oksien lukumäärään. Esimerkiksi Persson (1977) on osoittanut, että pohjoisilla mäntyalkuperillä oksien lukumäärä jää vähäisemmäksi kuin eteläisillä mäntyalkuperillä. Kaiken kaikkiaan puiden karsiutuminen kuitenkin voimistui selvästi metsikön tiheyden kasvaessa, kun karsiutumisen tunnuksena käytettiin rungon oksien ikävuotta kohti laskettua lukumäärää.

Oksakiehkuran paksuimman oksan läpimitta pieneni metsikön tiheyden kasvaessa, kuten oli odotettavissa aiempien tutkimusten perusteella (Persson 1977, Varmola 1980, Kellomäki ja Tuimala 1981). Tämä oli havaittavissa jo ylimmässä oksakiehkurassa, mutta erityisesti tätä vanhemmissa, sulkeutuneen latvuksen yläpuolisissa oksakiehkuroissa. Näissä oksakiehkuroissa paksuimman oksan läpimitta riippui lähes suoraan viivaisesti metsikön tiheydestä. Latvuksen alaosassa paksuimman oksan läpimitan pieneneminen sen sijaan tasautui siten, että metsikön tiheyden ylitettyä 2000 runkoa/ha vain lievää ohenemista enää tapahtui. Tulos on yhdenmukainen Kellomäen ja Tuimalan (1981) saamien tulosten kanssa. Saadut tulokset viittaavatkin siihen, ettei mitään todella suurta kasvatustiheyttä tarvita mäntyjen oksikkuuden vähentämiseksi. Päinvastoin metsikön tiheyden kasvattaminen voi hidastaa kuolleiden oksien karsiutumista ja siten heikentää runkojen laatua, kuten tämänkin tutkimuksen tulokset osoittavat.

Rungon oksikkuutta kuvattiin erilaisin suhdeluvuin: oksien lukumäärällä rungon pituusyksikköä kohti, oksien lukumäärällä rungon tilavuusyksikköä kohti ja oksapuun osuudella runkopuumäärästä. Kaikki nämä tunnuksot osoittavat, että metsikön kasvatustiheyden lisääntyessä rungon oksikkuus vähenee. Kasvatustiheyden ylitettyä noin 2000 runkoa/ha oksikkuuden väheneminen kuitenkin tasaantuu, eikä kasvatustiheyden lisääminen anna enää vastaavaa hyötyä. Päinvastoin rungon kasvu heikkenee ja järetyminen hidastuu näin suurilla tiheyk-

sillä jopa siinä määrin, että rungon oksikkuus alkaa lisääntyä. Havainto tukee ajatusta männyn kasvutavasta, jossa neulasten ja oksien kasvu on etusijalla runkoon nähden, kun metsikön kasvatustiheys lisääntyy (vrt. Kellomäki 1981). Kaiken kaikkiaan tulokset viittaavat, että on löydettävissä sellainen metsikön kasvatustiheys, jossa oksien kasvu on pientä samalla, kun rungon järetyminen vielä on kohtuullista. Tällainen kasvatustiheys on kuitenkin riippuvainen metsikön kehitysvaiheesta ja ilmeisesti muuttuu metsikön varttumisen myötä.

KIRJALLISUUS

- FLOWER-ELLIS, J., ALBREKTSSON, A. & OLSSON, L. 1976. Structure and growth of some young Scots pine stands: (1) dimensional and numerical relationships. Swedish Coniferous Project. Techn. Rep. 3:1—98.
- HEIKINHEIMO, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumuksesta. Summary: On natural pruning on tree stems. Commun. Inst. For. Fenn. 41(5):1—39.
- HEISKANEN, V. 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 For. Fenn. 80(2):1—62.
- KELLOMÄKI, S. 1980. Growth dynamics of young Scots pine crowns. Seloste: Nuorten mäntyjen latvusten kasvun dynamiikka. Commun. Inst. For. Fenn. 98(4):1—50.
- 1981. 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 Fenn. 15(2):130—139.
- & TUIMALA, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. Folia For. 478:1—27.
- PÉRSSON, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 45:1—152.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2):1—105.
- VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. Folia For. 451:1—21.

ODC 815.4+535+174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0560-0
ISSN 0015-5543

JOKINEN, P. & KELLOMÄKI, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. *Folia For.* 508:1—12.

The effect of stand density (300—3600 stems/ha) on the branchiness of Scots pine was studied in 9 stands aged 12—16 years. Stem branchiness decreased with increasing stand density. However, no essential improvement in stem quality was observed when the stand density exceeded 2000—2500 stems/ha.

Authors' addresses: Jokinen: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Kellomäki: Joensuu University, Box. 111, SF-80101 Joensuu 10, Finland.

ODC 815.4+535+174.7 *Pinus sylvestris*
ISBN 951-40-0560-0
ISSN 0015-5543

JOKINEN, P. & KELLOMÄKI, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. *Folia For.* 508:1—12.

The effect of stand density (300—3600 stems/ha) on the branchiness of Scots pine was studied in 9 stands aged 12—16 years. Stem branchiness decreased with increasing stand density. However, no essential improvement in stem quality was observed when the stand density exceeded 2000—2500 stems/ha.

Authors' addresses: Jokinen: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Kellomäki: Joensuu University, Box. 111, SF-80101 Joensuu 10, Finland.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

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



Folia Forestalia _____

Communications 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 koeasema
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:* PL 68
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

Kannuksen energiametsätoimipiste
Kannus Energy Forest Station
Os. — *Address:* 69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- 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. Canker 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 Myrtilius spruce swamp in Ostrobothnia.
- No 487 Löyttyniemi, 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 ulkoisiin tunnuksiin. Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs.
- No 490 Hyppönen, Mikko: Kantohintojen alueittaiset muutokset Pohjois-Suomessa. Stumpage price changes in northern Finland by districts.
- No 491 Salo, Esko & Vuorivirta, Juha: Yksityismetsien raakapuun hakkuu-, luovutusmittaus- ja toimitustavat vuosina 1974–76. Cutting, delivery and measurement methods of roundwood in private forests in Finland in 1974–76.
- No 492 Teivainen, Terttu, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Vesimyrän aiheuttamat tuhot männyn siemenviljelmillä Keski-Suomessa vuonna 1979/80. Water vole (*Arvicola terrestris*) damage in Scots pine seed orchards in Central Finland during 1979/80.
- No 493 Ferm, Ari & Sepponen, Pentti: Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistus-aloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years.
- No 494 Vanhanen, Heidi & Pajunen, Leevi: Metsurin työvälinekustannukset 1980. Forest workers' equipment costs in Finland in 1980.
- No 495 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1979–81. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1979–81.
- No 496 Heikka, Timo & Piirainen, Kimmo: Pienhakkureiden voimankäyttö. Power consumption of small chippers.
- No 497 Heikkilä, Risto: Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Damage in Scots pine plantations in northern Finland.
- No 498 Rantamäki, Jari: Hakkuutähteiden haketus kevyellä kalustolla. Chipping logging residues with light-weight equipment.
- No 499 Järveläinen, Veli-Pekka: Hakkuukäyttäytyminen yksityismetsälöillä. Cutting behaviour in Finnish private woodlots.

1982

- No 500 Puu energiaraaka-aineena. Kokousesitelmät. Wood as a raw material for energy production. Symposium papers.
- No 501 Kärkkäinen, Matti: Pölkyittäinen kuitupuun mittausta. Measurement of pulpwood by the bolt.
- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löyttyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirtävahingot 1950-luvun alussa. Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla. Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa. Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaleilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita 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.