

# FOLIA FORESTALIA 583

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

---

---

TIMO SAKSA JA  
OLAVI LYLY

ISTUTUSTIHEYDEN VAIKUTUS  
NUOREN MÄNNIKÖN KEHITYKSEEN  
KUIVALLA KANKAALLA

THE EFFECT OF STOCKING  
DENSITY ON THE DEVELOPMENT  
OF YOUNG SCOTS PINE STANDS  
ON A DRY HEATH

---

ARKISTO  
Metsäntutkimuslaitos  
Suomen metsäkeskus



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>	Aarne Nyysönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja 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 583

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Timo Saksa ja Olavi Lyly

## ISTUTUSTIHEYDEN VAIKUTUS NUOREN MÄNNIKÖN KEHITYKSEEN KUIVALLA KANKAALLA

The effect of stocking density on the development  
of young Scots pine stands on a dry heath

Approved on 31.1.1984

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	3
21. Tutkimuskohde .....	3
22. Mittaukset .....	3
23. Aineiston käsittely .....	4
3. METSIKÖN KEHITYS .....	4
31. Pituus .....	4
32. Runkolukusarja .....	6
33. Pohjapinta-ala .....	6
34. Tilavuus .....	7
35. Laatu .....	8
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	9
KIRJALLISUUS .....	12

SAKSA, T. & LYLÄ, O. 1984. Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. Abstract: The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath. *Folia For.* 583:1—12.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan samanikäisten kuivalle kankaalle (CT) perustettujen tiheydeltään erilaisten männiköiden taimikko- ja riukuvaiheen kehitystä. Vertailtavat metsiköt oli perustettu 1959 tiheyksin 1111, 1600, 2500 ja 4400 tainta/ha. Metsiköt mitattiin 25 vuoden ikäisinä. Mittaukset kohdistuivat niin metsikön taksatorisiin dimensioihin kuin myös laatua kuvaaviin tunnuksiin.

Tutkimuksen päätulokset olivat seuraavat:

1. Harvimmalla istutustiheydellä saavutettiin paras metsikön pituuskehitys. Valtapuiden väliset pituuserot eri tiheyksillä olivat suurimmillaan 1,0 m:n luokkaa.
2. Metsikkö, jonka perustamistiheys oli 2500 kpl/ha saavutti 25 vuoden iällä niin suurimman kokonais-tilavuuden kuin ainespuidenkin ( $d_{1,3} \geq 7$  cm) tilavuuden.
3. Useimmat laatua kuvaavat tunnuksot (kapeneminen, elävän latvuksen osuus, paksuimman oksan paksuus ja pisimmän oksan pituus) erosivat merkitsevästi vain ääritiheyksiä verrattaessa, joskin puuston laatu parani systemaattisesti tiheyden kasvaessa.

The study examines the nursery and pole stage development of some similar aged stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing on dry heath (*Calluna* site type). The stands compared were established in 1959 at planting densities of 1111, 1600, 2500 and 4400 trees/ha. All stands were measured at age 25 years. Both standard mensurational dimensions and stem quality characteristics were analysed.

The main results were:

1. Height development was fastest in the lowest stocking density. The between stand differences in dominant height were at the most approx. 1,0 m.
2. At age 25 years the highest total volume and merchantable volume ( $d_{1,3} \geq 7$  cm) were present in the stand where the initial stocking density was 2500 trees/ha.
3. Several quality characteristics (stem taper, proportion of living crown, thickness of fattest branch and length of and longest branch) only showed significant differences in the comparison of the extreme stocking densities.

ODC 232.43+236.4+174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0653-4  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

# 1. JOHDANTO

Taimikon perustamistiheys ja taimikonhoito ovat keinoja, joilla taimikkovaiheessa pyritään ohjaamaan metsikön tulevaa kehitystä haluttuun suuntaan. Metsikön varhaiskehitys vaikuttaa hyvin oleellisesti metsiköstä sen kiertoaikana saatavaan tuottoon.

Säätelämällä metsikön tiheyttä taimikkovaiheessa perustamistiheyden ja taimikonhoidon avulla voidaan vaikuttaa ensiharvennuksen ajankohtaan sekä siinä kertyvään puumäärään (esim. Vuokila 1976). Samoin taimikkovaiheen tiheys vaikuttaa ratkaisevasti varttuvan puuston sisäiseen ja ulkoiseen laatuun (Heikinheimo 1953, Heiskanen 1965, Uusvaara 1974, Varmola 1980). Perustamistiheyden ja taimikonhoidon vaikutusta metsikön kehitykseen on tutkittu eri puolilla maapalloa (ks. Sjolte-Jørgesenin 1967 ja Evertin 1973 kirjallisuuskatsaukset). Suomessa kuten muissakin Pohjoismaissa on tutkittu

melko paljon istutustiheyden vaikutusta kuusikon kehitykseen (mm. Møller 1954, Carbonnier 1957, Andersson 1971, Vuokila 1975, Hannelius 1978, Vuokila 1980, Valsta 1982), mutta männyn osalta pitkäaikaiset, lähes kiertoajan kattavat tutkimukset puuttuvat.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on osaltaan valottaa perustamistiheyden vaikutusta männikön kehitykseen. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään istutustiheyden vaikutusta kuivalla kankaalla kasvavan metsikön kehitykseen.

Tutkimuksen suunnittelu ja aineiston keruu ja käsitteleminen on kirjoittajien yhteistyötä. Saksa laati aineistosta metsänarvioimistieteen laudaturtyön MML-tutkintoa varten. Laudaturtyön pohjalta ja eräiden laatua koskevien lisätunnusten laskennan jälkeen lopullisen käsikirjoituksen laati Lyly. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Aarne Nyyssönen ja Erkki Lähde tehden varten otettuja huomautuksia.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Tutkimuskohde

Tutkimusaineisto kerättiin metsäntutkimuslaitoksen Vilppulan kokeilualueelta, sijainti 62° 00' N, 24° 30' E, 138 m mpy. Tutkimusmetsikön kasvatushistoria oli seuraava: männyn siemenpuuston hakkuu hakkuukaudella 1958 — 1959, luonnontaimien poisto ja männyn kankistutus keväällä 1959 käyttäen keskikooltaan 15 cm pitkiä 2 + 1-vuotiaita taimia. Taimierä oli ollut lievästi talvihuosienten saastuttama. Taimet oli istutushetkellä luokiteltu voimakkaiksi, mikä viisijakoisessa luokituksessa tarkoitti toiseksi parhainta luokkaa. Taimet oli istutuksen yhteydessä merkitty lehtikuusisäleillä, jotka mittauksia tehtäessä olivat yhä paikoillaan. Istutusta oli täydennetty keväällä 1962 2 + 2-vuotisin taimin. Alkuvuosina alueelle syntyneet luonnontaimet oli poistettu.

Koekenttä oli tasainen, maalajiltaan hienoa hiekkaa oleva CT-kangas. Joskaan ravinne- enempää kuin maannos-alanyyseykään ei tutkimuksen yhteydessä tehty, voidaan aluetta mm. pintakasvillisuutensa perusteella pitää hyvin homogeenisena.

Koekenttä muodostui neljästä 1/4 ha:n ruudusta, jotka oli istutettu 1,5 x 1,5, 2,0 x 2,0, 2,5 x 2,5 ja 3,0 x 3,0, metrin välein. Vastaavat hehtaaritihedät olivat 4 444, 2 500, 1 600 ja 1 111 tainta. Kutakin tiheyttä oli vain yksi ruutu, ts. koe ei sisältänyt toistoja. Mittauksien yh-

teydessä rajoitettiin kuhunkin ruutuun noin 5 m:n levyinen vaippa (1—2 istutusrivinä). 25-vuotisen kehityksen aikana eri tiheyksillä oli kuollut istutettuja puita seuraavasti:

Koejäsen	Istutustiheys kpl/ha	Nykyinen tiheys (25 v) kpl/ha	Kuolleisuus %
1 (=harva)	1111	961	13,5
2 (=normaali)	1600	1400	12,5
3 (=taaja)	2500	2223	11,1
4 (=tiheä)	4444	3469	21,9

Tästä eteenpäin nimitetään koejäseniä nimillä 'harva', 'normaali', 'taaja' ja 'tiheä'.

### 22. Mittaukset

Maastossa mitattiin kaikista puista rinnankorkeuslämpimitin ( $d_{1,3}$ ) ja kokonaispituuden ( $h_{25}$ ) lisäksi pituuskehitys viiden vuoden jaksoissa ( $h_5, h_{10}, h_{15}, h_{20}$ ) latvas- ta alkaen niin alas tyvelle kuin määrittäminen luotettavasti oli mahdollista.

Pystykoepuut valittiin saadun runkolukusarjan avulla pohjapinta-alalla painottaen. Kustakin tiheysruudusta otettiin noin 30 pystykoepuuta. Näistä puista mitattiin yläläpimitta ( $d_{3,5}$ ), karsiutumiskorkeus, elävän latvuksen korkeus, paksuimman elävän ja kuolleen oksan paksuus, pisimmän elävän oksan pituus, ikävuosien 15—20 oksakiehkuroiden oksien lukumäärä ja kunkin kiekuran paksuimman oksan paksuus sekä määritettiin latvuserros ja puuluokka.

Tilavuuskehityksen selvittämiseksi otettiin jokaisesta tiheydestä kustakin läpimittaluokasta kaatokoepuu. Kaatokoepuista sahattiin kiekot seuraavilta korkeuksilta: tyvi, 0,5 m, 1,3 m, 2,0 m, 3,0 m jne. Kiekoista mitattiin kukin lusto puun pohjois-eteläsuuntaiselta ytimen kautta kulkevalta lävistäjältä molemmin puolin ydintä. Laskennassa käytettiin luston leveytenä kullekin lustolle em. tavalla mitattujen kahden leveyden keskiarvoa. Tuloksia esitettäessä ilmoitetaan tunnusluvut koko metsikölle, metsikön päävaltapuille sekä pituuden ja paksuuden avulla määritetyille valtapuille (100 pisintä/paksuinta/ha). Lisäksi esitetään metsikön pohjapinta-ala ja tilavuuskehitys ainespuille ( $d_{1,3} \geq 7$  cm) sekä puuston laatutunnukset eri tiheyksissä latvuserroksittain.

### 23. Aineiston käsittely

Tulosten selkiyttämiseksi eriteltiin eri tiheysruuduissa eri latvuserosten (Ilvessalo 1929) osuudet pystykoepuumittausten perusteella (taulukko 1).

Taulukko 1. Latvuserosten osuudet runkoluvusta eri metsiköissä (%) sekä vastaavat luvut luonnonnormaaleissa CT:n männiköissä (Lönnroth 1925).

Table 1. Proportion (%) of total stem number in each canopy layer for different stands, with similar values for natural normal pine stands on Calluna dry heath (Lönnroth 1925).

Metsikön tiheys Stand stocking	Vallitsevat <i>Dominant trees</i>		Vallitut <i>Dominated trees</i>	
	Päävalta- puut <i>Predomi- nants</i>	Lisävalta- puut <i>Codomi- nants</i>	Välipuut <i>Interme- diates</i>	Aluspuut <i>Suppres- sed</i>
	Harva <i>Sparse</i>	61	19	13
Normaali <i>Normal</i>	66	10	14	10
Taaja <i>Moderate</i>	63	17	10	10
Tiheä <i>Dense</i>	60	16	16	8
Luonnonnorm. <i>Natural norm.</i>	12	25	25	38

Kaikissa tutkimusmetsiköissä vallitsevien latvuserosten osuus oli noin kaksinkertainen ja päävaltapuiden osuus noin viisinkertainen vastaaviin luonnonnormaaleihin metsiköihin verrattuna.

## 3. METSIKÖN KEHITYS

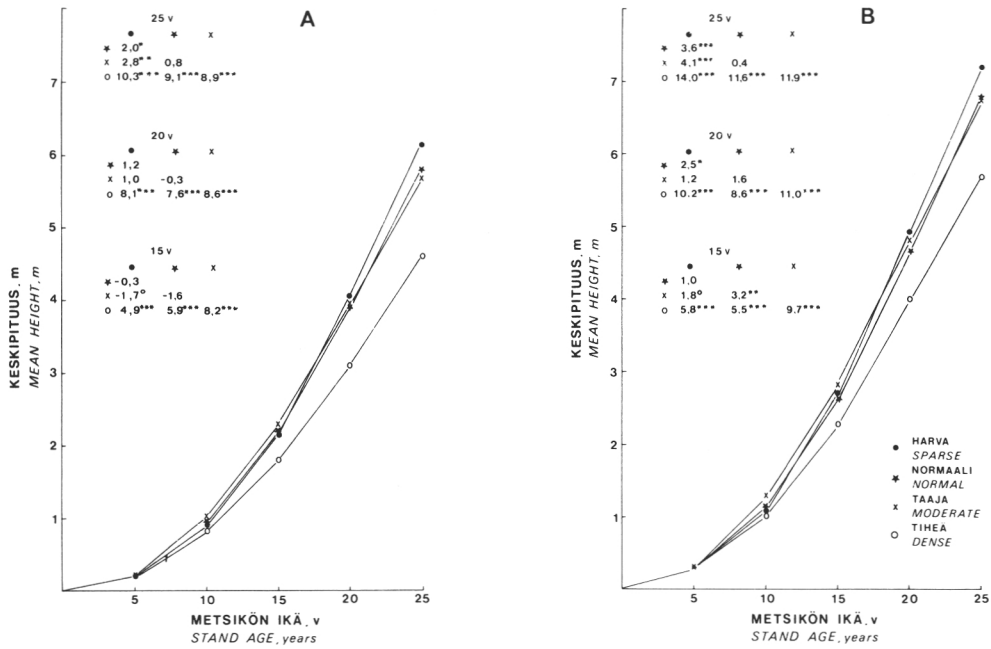
### 31. Pituus

Metsiköiden pituuskehitystä tarkasteltiin viisivuotisjaksoissa ( $h_5$ ,  $h_{10}$ ,  $h_{15}$ ,  $h_{20}$ ,  $h_{25}$ ). Kymmenen vuoden iästä alkaen pituuskehitys pystyttiin määrittämään tarkasti (yli 98%:ssa tapauksista voitiin mitata  $h_{10}$ ).

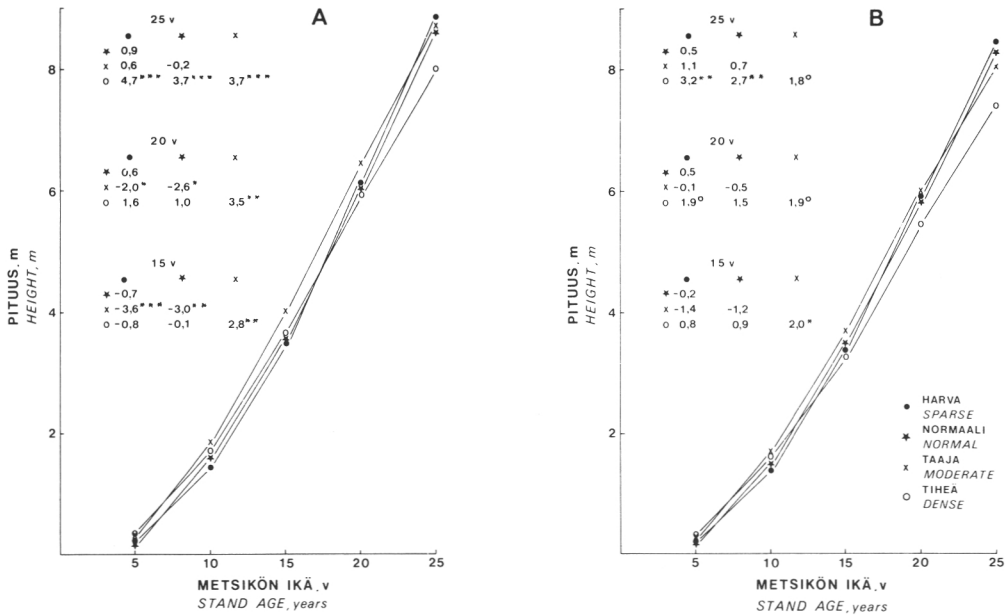
Kolmen harvimman metsikön keskipituuDET eivät juurikaan eronneet toisistaan (kuva 1). Tiheimmässä metsikössä jäi keskipituus noin 10 vuoden iästä lähtien selvästi muiden metsiköiden keskipituutta pienemmäksi. 25 vuoden iällä olivat puut harvassa metsikössä yli metrin pitempiä kuin tiheässä metsikössä. Keskipituuden kasvu on toistaiseksi jatkunut eksponentiaalisena. Valtapituuden kasvu on sen sijaan jo kahden viimeisen 5-vuotisjakson ajan ollut lineaarista. Viimeisen 5-vuotisjakson aikana on harvan metsikön pituuskasvu

ollut taajaa ja normaaliakin voimakkaampaa. Metsiköissä päävaltapuut olivat noin metrin keskipituutta pitempiä. Metsiköiden välillä päävaltapuiden pituserot olivat samansuuruisia ja -suuntaisia kuin erot keskipituuksissa.

Sadan pisimmän tai paksuimman puun keskipituuden kehityksessä kasvatustiheyden aiheuttamat erot olivat vähäisiä (kuva 2). Tiheässä metsikössä pituusvaltapuut ja läpimitävaltapuut olivat taimikon alkukehityksen aikana pisimpiä, mutta jäivät 15—20 vuoden iällä selvästi muiden metsiköiden pituus- tai läpimittavaltapuita lyhyemmiksi. Tarkasteltiinpa metsikön mitä pituustunnusta tahansa, havaitaan kaikissa tapauksissa harvimman metsikön pituuskehityksen olleen taimikkovaiheessa hitainta, mutta sittemmin saavuttaneen ja ohittaneen muut metsiköt.



Kuva 1. Metsiköiden keskipituuden kehitys. Kuvaan on lisäksi merkitty pituuserojen t-testin tulokset. A = kaikki puut, B = vallitsevat latvuskerrokset.  
 Figure 1. Development of stand mean height. Results of t-test for height differences are shown. A = all trees, B = dominant trees.



Kuva 2. Metsiköiden valtapuiden pituuskehitys. Kuvaan on lisäksi merkitty pituuserojen t-testin tulokset. A = sata pisintä puuta/ha, B = sata paksuinta puuta/ha.  
 Figure 2. Development of stand dominant height. Results of t-test for height differences are shown. A = 100 tallest trees/ha, B = 100 fattest trees/ha.

### 32. Runkolukusarja

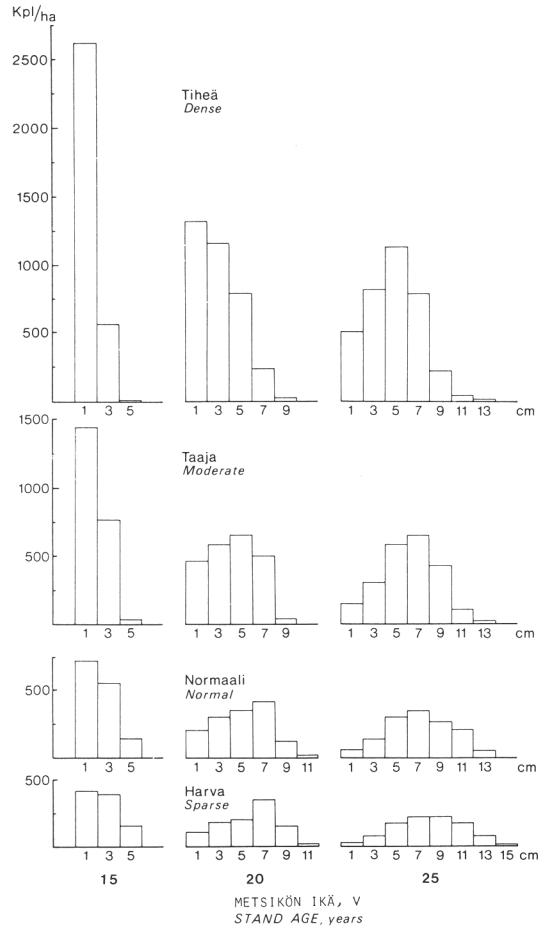
Metsiköiden runkolukusarjan laskemiseksi eri vuosilta selvitettiin kaatokoepuiden paksuuskehitys rinnankorkeudelta viiden vuoden jaksoissa. Jotta paksuuskehitys saatiin kuvattua riittäväällä tarkkuudella yhdistettiin kaikkien metsiköiden kaatokoepuut yhdeksi aineistoksi olettaen samanpaksuisten ja -ikäisten mäntyjen läpimitan kehitys yhtäläiseksi. Näin saatujen rinnankorkeusläpimittojen avulla projisoitiin runkolukusarja 2 cm tasaavissa luokissa. Koealojen runkolukusarjat muunnettiin hehtaarikohtaisiksi pinta-alaerojen poistamiseksi.

Runkolukusarjat selvitettiin kolmen viimeisen 5-vuotiskauden loppuun. Kymmenen viimeisen vuoden aikana oli pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta noussut normaalissa ja harvassa metsikössä kolmesta yhdeksään cm:iin ja taajassa ja tiheässä yhdestä seitsemään cm:iin. Ainespuita ( $d_{1,3} \geq 7$  cm) oli 25 vuoden iällä harvassa metsikössä runkoluvusta yli 70 %, normaalissa noin 65 %, taajassa noin 50 % ja tiheässä metsikössä hieman yli 30 %. Tästä voidaan päätellä taulukon 1 tietojen perusteella, että kaikki päävaltapuut olivat harvassa ja normaalissa metsikössä ainespuita, kun taas tiheässä metsikössä vain noin puolet päävaltapuista oli saavuttanut 7 cm:n rinnankorkeusläpimitan.

Ainespuiden kappalemäärät olivat seuraavat: harvassa 739, normaalissa 905, taajassa 1 185 ja tiheässä metsikössä 1 043 runkoa hehtaarilla. Taajassa metsikössä (perustamistiheys 2500 kpl/ha) oli eniten ainespuita. Ainespuiden pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta rinnankorkeudella oli tiheässä metsikössä 7 cm, taajassa 9 cm ja normaalissa ja harvassa 11 cm.

### 33. Pohjapinta-ala

Metsikön pohjapinta-alan kehitys laskettiin projisoidun runkolukusarjan avulla. Viimeisten viiden vuoden aikana pohjapinta-ala lähes kaksinkertaistui kaikissa metsiköissä (taulukko 2). Suhteellisesti suurin pohjapinta-alan lisäys tapahtui tiheässä metsikössä



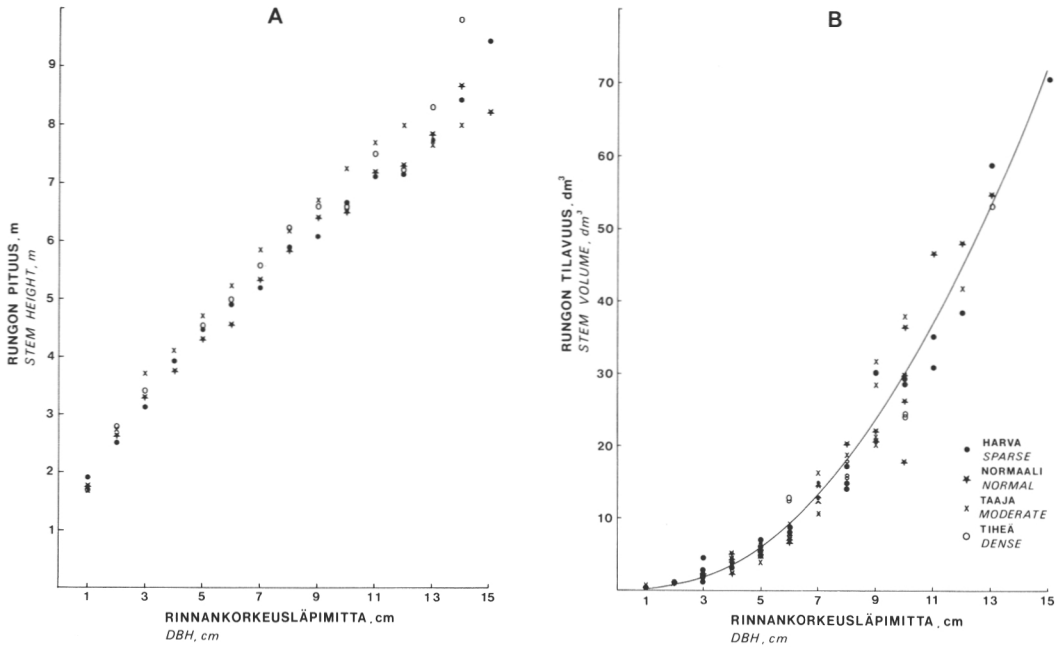
Kuva 3. Metsiköiden runkolukusarjat 15, 20 ja 25 vuoden iällä.

Figure 3. Stand stem dbh frequencies at ages 15, 20 and 25 years.

(117 % jakson alkuun verrattuna). 25 vuoden iällä ainespuun pohjapinta-alaosuus oli normaalissa metsikössä 90 %, taajassa ja harvassa noin 80 %, ja tiheässä 60 % koko pohjapinta-alasta.

Päävaltapuiden pohjapinta-ala oli hieman ainespuiden pohjapinta-alaa pienempi harvassa metsikössä (75 % pohjapinta-alasta). Normaalissa metsikössä päävaltapuiden pohjapinta-ala oli likimain sama kuin ainespuidenkin (n. 90 % metsikön pohjapinta-alasta). Taajassa metsikössä kaikki päävaltapuut eivät vielä olleet ainespuita, sillä päävaltapuiden osuus metsikön pohjapinta-alasta oli selvästi ainespuiden pohjapinta-alaa suurempi. Tiheässä metsikössä päävaltapuiden pohja-





Kuva 4. Eri tiheyksissä kasvaneiden puiden pituus (A) ja tilavuus (B) rinnankorkeuslähipimitan funktiona.  
 Figure 4. Height (A) and stem volume (B) as functions of dbh, for trees grown in different stocking densities.

Taulukko 2. Metsiköiden pohjapinta-ala 15, 20 ja 25 vuoden iällä (m<sup>2</sup>/ha kuoretta).

Table 2. Stand basal areas at ages 15, 20 and 25 years (m<sup>2</sup>/ha, underbark).

Metsikön tiheys Stand stocking	Metsikön ikä, vuotta Stand age, years		
	15	20	25
Harva Sparse	0,6	2,8	5,4
Normaali Normal	0,7	3,5	6,7
Taaja Moderate	0,7	3,9	7,8
Tiheä Dense	0,6	3,5	7,6

pinta-ala oli yli 90% metsikön pohjapinta-alasta.

Valtapuiden (pituuden tai paksuuden perusteella valittujen) pohjapinta-ala oli tutki- muskohteen nuorissa metsiköissä pieni. Har- vassa metsikössä valtapuiden pohjapinta-ala oli 25%, normaalissa 17%, taajassa 13% ja tiheässä 10% koko metsikön pohjapinta- alasta.

### 34. Tilavuus

Puuston tilavuuskehityksen selvittämisek- si laskettiin kaatokoepuiden tilavuus päät- täin Huberin kaavalla ( $V = \sum g_i \cdot h_i$ ) 15, 20 ja 25 vuoden iällä. Vastaaviin ajankohtiin pro- jisoitun runkolukusarjan avulla laskettiin metsikön hehtaarikohtainen tilavuus. Saman- paksuisten ja -ikäisten mäntyjen yhtäläisen paksuus- ja pituuskehityksen vuoksi voitiin kaatokoepuista laskea runkotilavuudet yh- distämällä koko kaatokoepuuaineisto kasva- tustiheydestä riippumatta (kuva 4).

Viimeisen viiden vuoden aikana absoluut- tinen kasvu oli suurinta taajassa metsikössä (15 m<sup>3</sup>/ha/5v) (taulukko 3). Tiheässäkin metsikössä, jossa suhteellinen tuotos oli ky- seisellä jaksolla ollut suurin, oli kuutiotu- tos (14 m<sup>3</sup>/ha/5v) suurempi kuin normaali- ssa (13 m<sup>3</sup>/ha/5v) tai harvassa (10 m<sup>3</sup>/ ha/5v).

Tarkasteltaessa pelkkää ainespuiden kuu- tiomäärää oli tilanne toinen. Metsiköiden ol- lessa 20 vuoden ikäisiä oli ainespuuta har- vassa ja normaalissa metsikössä yhtä paljon, yli 9 m<sup>3</sup>/ha. Taajassa oli vastaavasti aines- puuta 8 m<sup>3</sup>/ha ja tiheässä vajaa 4 m<sup>3</sup>/ha.

Taulukko 3. Puuston tilavuus ja ainespuuprosentti 15, 20 ja 25 vuoden iällä (m<sup>3</sup>/ha kuoretta).

Table 3. Stand volume and merchantable volume percent at ages 15, 20 and 25 years (m<sup>3</sup>/ha, underbark).

Metsikön tiheys Stand stocking	Metsikön ikä, vuotta Stand age, years					
	15		20		25	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Harva <i>Sparse</i>	2	—	10	86	20	94
Normaali <i>Normal</i>	2	—	12	79	25	92
Taaja <i>Moderate</i>	2	—	13	62	28	86
Tiheä <i>Dense</i>	2	—	11	35	25	69

Viisi vuotta myöhemmin oli taajassa metsikössä eniten ainespuuta, 24 m<sup>3</sup>/ha. Normaalisissa metsikössä ainespuun määrä oli vastavana aikana 23, harvassa 19 ja tiheässä 17 m<sup>3</sup>/ha.

Päävaltapuiden kuutiomäärä muodosti kaikissa metsiköissä noin 90 % (90—94 %) metsikön kokonaiskuutiomäärästä. Paksuus- tai pituusvaltapuiden kuutiomäärät olivat harvassa 28 % (6 m<sup>3</sup>/ha), normaalissa 19 % (5 m<sup>3</sup>/ha), taajassa 14 % (4 m<sup>3</sup>/ha) ja tiheässä 12 % (3 m<sup>3</sup>/ha) metsikön kokonaiskuutiomäärästä.

### 35. Laatu

Metsiköiden laadullisia tunnuksia tarkasteltiin mittausajankohdan arvoina (metsikön ikä 25 vuotta) pystykoepuumittausten perusteella.

Taajassa ja tiheässä metsikössä kapeneminen ( $d_{1,3} - d_{3,5}$ ) oli selvästi pienempi kuin harvassa metsikössä (taulukko 4). Metsiköiden väliset erot rungon keskimääräisessä kapenemisessa johtuivat osittain siitä, etteivät eri metsiköiden koepuut olleet täysin saman kokoisia (ks. Uusvaara 1974), mutta osa runkomuotoeroista selittynee kasvatus-tyhden vaihtelusta.

Karsiutumiskorkeudessa ei havaittu eroja eri metsiköiden välillä. Puut eivät vielä olleet juuri karsiutuneet, vaan alimmatkin oksat olivat edelleen paikoillaan. Sen sijaan elävän latvuksen alaraja oli harvassa metsikössä selvästi, päävaltapuilla n. 30 cm alempana kuin muissa metsiköissä. Normaalisissa, taajassa ja tiheässä metsikössä elävän latvuksen alaraja oli likimain samalla noin 180 cm:n korkeu-

Taulukko 4. Keskimääräinen kapeneminen (cm) eri metsiköissä sekä t-testin arvot päävaltapuiden kapenemisoille.

Table 4. Meantaper (cm) in different stands and t-values for the differences in taper between dominants.

Metsikön tiheys Stand stocking	Puuluokat — Tree classes		
	Päävaltapuut Predominants	Lisävaltapuut Codominants	Välipuut Intermediates
Harva <i>Sparse</i>	3,4	3,4	—
Normaali <i>Normal</i>	3,0	3,9	3,9
Taaja <i>Moderate</i>	2,7	3,0	2,8
Tiheä <i>Dense</i>	2,8	2,3	2,8

	Harva <i>Sparse</i>	Normaali <i>Normal</i>	Taaja <i>Moderate</i>
Normaali <i>Normal</i>	1,5		
Taaja <i>Moderate</i>	3,0**	1,5	
Tiheä <i>Dense</i>	2,5*	1,0	-0,5

della. Eroavuus harvan metsikön arvoista oli näillä merkitsevyydeltään suuntaa-antava tai jokseenkin merkitsevä.

Valtapuiden paksuimman kuolleen oksan keskimääräinen paksuus vaihteli kasvatus-tyheydestä riippuen välillä 1,5—1,9 cm (taulukko 5). Tiheässä metsikössä kuolleet oksat olivat merkittävästi ohuempia kuin harvassa metsikössä. Paksuin elävä oksa oli kaikissa metsiköissä n. 0,5 cm paksuinta kuollutta oksaa paksumpi. Harvassa metsikössä paksuun elävä oksa oli keskimäärin merkittävästi paksumpi kuin tiheässä metsikössä. Pisimmät elävät oksat olivat harvassa metsikössä. Tiheässä metsikössä pisin elävä oksa oli keskimäärin 30 senttimetriä lyhyempi kuin harvassa metsikössä.

Tiheyden vaikutusta päävaltapuiden oksaisuuteen tutkittiin oksaisuusindeksin avulla. Oksaisuusindeksi laskettiin päävaltapuihin ikävuosien 15—20 aikana syntyneiden oksakiekkuroiden oksien lukumäärän ja kunkin kiekuran paksuimman oksan mukaan rungon juoksumetrillä olevana oksapinta-alana. Indeksien arvo vaihteli välillä 29—45 cm<sup>2</sup>/m. Oksaisuusindeksi oli tiheässä ja taajassa metsikössä vähintään merkittävästi pienempi kuin harvassa metsikössä (taulukko 6). Normaalisakin metsikössä oksapinta-ala juoksumetriä kohden erosi merkittävästi tiheästä metsiköstä.

Taulukko 5. Keskimääräinen kuolleen (1) ja elävän (2) paksuimman oksan paksuus ja pisimmän elävän oksan pituus (3) eri metsiköissä (cm) sekä em. tunnusten väliset t-testin tulokset päävaltapuiden osalta.

Table 5. Mean thickness of the thickest (1) dead branch and (2) live branch and (3) length of the longest live branch (cm) in different stands, plus t-test values for differences in the above characteristics for predominant trees.

Metsikön tiheys Stand stocking	Puuluokat — Tree classes									Aluspuut Suppressed trees		
	Päävaltapuut Predominants			Lisävaltapuut Codominants			Välipuut Intermediates			1.	2.	3.
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Harva <i>Sparse</i>	1,9	2,5	158	1,4	1,8	121	0,8	1,2	83	0,9	1,5	88
Normaali <i>Normal</i>	1,8	2,3	148	1,1	1,9	128	0,8	1,2	80	0,6	0,7	51
Taaja <i>Moderate</i>	1,7	2,2	153	1,6	1,8	120	0,9	1,1	80	0,8	0,8	53
Tiheä <i>Dense</i>	1,5	2,0	132	1,1	1,3	85	1,1	1,3	90	0,7	0,8	60

Kuolleen oksan paksuus (1)  
Thickness of dead branch (1)

	Harva <i>Sparse</i>	Normaali <i>Normal</i>	Taaja <i>Moderate</i>
Normaali <i>Normal</i>	0,6		
Taaja <i>Moderate</i>	0,8	0,2	
Tiheä <i>Dense</i>	2,1*	1,5	1,2

Elävän oksan paksuus (2)  
Thickness of living branch (2)

	Harva <i>Sparse</i>	Normaali <i>Normal</i>	Taaja <i>Moderate</i>
Normaali <i>Normal</i>	1,2		
Taaja <i>Moderate</i>	2,0*	0,8	
Tiheä <i>Dense</i>	3,2**	2,0*	1,2

Elävän pisimmän oksan pituus (3)  
Length of longest living branch (3)

	Harva <i>Sparse</i>	Normaali <i>Normal</i>	Taaja <i>Moderate</i>
Normaali <i>Normal</i>	1,1		
Taaja <i>Moderate</i>	0,8	-0,5	
Tiheä <i>Dense</i>	2,7**	1,6	2,1*

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Metsikön kasvatustiheyden on havaittu olevan hyvin määräävä tekijä puuston laadun ja määrän kannalta. Luontaisesti syntyneet, aluksi tiheänkin kasvaneet ja myöhemmin tehokkaasti harvennetut ja hoidetut metsät ovat tuottaneet sekä määrällisesti että laadullisesti hyvän tuotoksen. Nykyisessä viljelymetsätaloudessa on kustannussyistä metsikön perustamistiheys melko pieni verrattuna luontaisesti syntyneeseen taimikkoon. Esim. luonnonnormaalissa kymmenvuotiaassa kanervatyypin männyn taimikossa on Lönnrothin (1925) mukaan yli 30 000 tainta/ha, joista n. 5% häviää luonnonpoistumana vuosittain.

Taulukko 6. Eri metsiköiden päävaltapuiden oksaisuusindeksien t-testin tulokset.

Table 2. T-test values for branchiness indices of predominant trees.

Metsikön tiheys Stand stocking	Harva <i>Sparse</i>	Normaali <i>Normal</i>	Taaja <i>Moderate</i>
Normaali <i>Normal</i>	1,1		
Taaja <i>Moderate</i>	2,9**	1,8°	
Tiheä <i>Dense</i>	4,4***	3,2**	1,5

Runsaimmillaan taimettumisen jälkeen taimia on ollut (poistumaprosentti vakio) yli 50 000 kpl/ha. Näin ollen tämän tutkimuksen metsiköiden perustamistiheys oli korkeimmillaan n. 10% luontaisen männikön alkutiheydestä. Mm. tiheyseroista johtuen poikkeava nykyisten viljely-, erityisesti istutusmänniköiden kehitys selvästi luonnonnormaalin männikön kehityksestä.

Vertailtaessa tutkimusmetsiköiden pituuskehitystä luontaisesti syntyneiden (Koivisto 1959) tai viljeltyjen (Vuokila ja Väliaho 1980) männiköiden pituuskehityssarjoihin, havaitaan nyt tutkittujen metsiköiden pituuskehityksen olleen selvästi nopeampaa. Viljeltyjen männiköiden kehityssarjoista valittiin vertailuun boniteettia  $H_{100} = 21$  vastaavat arvot (taulukko 7), mikä vastaa hyvää kanervatyypin (ks. Vuokila ja Väliaho 1980 s. 26).

Perustamistiheydellä on merkitystä metsikön keskipituuden kehitykseen. Näyttää kuitenkin siltä, ettei perustamistiheys 2 500 tainta/ha vielä juurikaan hidasta keskipituuskehitystä. Vasta tiheimmässä metsikössä keskipituus jäänee merkittävästi harvempia metsiköitä alhaisemmaksi.

Taulukko 7. Puuston pituus koemetsiköissä 20 ja 25 vuoden iällä sekä jälkimmäisen iän vertailuarvot.

Table 7. Mean heights and dominant heights (with control values) at ages 20 and 25 years.

Metsikön tiheys Stand stocking	Metsikön pituus — Stand height, m			
	Keskipituus Mean height		Valtapituus Dominant height	
	20 v years	25 v years	20 v years	25 v years
Harva Sparse	4,1	6,1	6,2	8,9
Normaali Normal	3,9	5,8	6,1	8,7
Taaja Moderate	3,9	5,7	6,5	8,7
Tiheä Dense	3,2	4,6	5,9	8,0
Luont. männikkö <sup>1)</sup> Natural pine	—	—	2,6	3,9
Vilj. männikkö <sup>2)</sup> Planted pine	—	—	4,8	6,1

<sup>1)</sup> Koivisto (1959)

<sup>2)</sup> Vuokila & Väliaho (1980), Varmola (1982)

Valtapuiden pituuskehitykseen perustamistiheydellä ei ole niin suurta vaikutusta kuin keskipituuteen. Tiheässä metsikössä (perustamistiheys yli 4000 tainta/ha on kuitenkin valtapuidenkin pituuskehitys 20. ikävuodesta lähtien kärsinyt kasvutilan puutteesta (ks. Lin 1970, Vuokila 1980). Harva perustamistiheys luo mahdollisuuden latvuston nopealle kehittymiselle ja tätä kautta parantaa harvan taimikon pituuskehitystä (ks. Vuokila 1970). Toisaalta tiheässäkin metsikössä valtapuut pystyvät kasvattamaan toimivan latvuksen, mikä merkitsee eri tiheyksissä metsiköissä valtapituuskehityksen samankaltaisuutta taimikkovaiheessa.

Kokonaisrunkoluku vaihteli mittaushetkellä tutkimusmetsiköissä välillä 960—3500 runkoa/ha. Vastaavan ikäisenä luonnonnormaalissa CT-männikössä on runkoluku yli nelinkertainen, n. 16000 runkoa/ha (Koivisto 1959). Suuresta tiheyserosta huolimatta eri metsiköiden pohjapinta-alat eivät kovin suuresti eronneet toisistaan, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee:

	Metsikön pohjapinta-ala m <sup>2</sup> /ha	
	20 v	25 v
Harva	2,8	5,4
Normaali	3,5	6,7
Taaja	3,9	7,8
Tiheä	3,5	7,6
Luonnonnorm. <sup>1)</sup>	5,6*	8,5*
Vilj. männikkö <sup>2)</sup>	—	6,4*

\* m<sup>2</sup>/ha kuorineen

<sup>1)</sup> Koivisto (1959)

<sup>2)</sup> Vuokila ja Väliaho (1980)

(perustamistiheys 1800 kpl/ha, H<sub>100</sub>=21 m)

Puuston pohjapinta-alan kehitys ei juurikaan muuttunut, vaikka perustamistiheys nousi 1 600:sta 4 400:aan (ks. esim. Vuokila 1980). Asetelmassa esitetyn täystiheän luonnonnormaalin männikön pohjapinta-alaa voitaneen pitää itseharvenemisrajana (ks. Vuokila 1980), jota suuremmaksi metsikön pohjapinta-ala ei kyseisellä iällä nouse. Näyttää siltä, että tiheässä ja erityisesti taajassa metsikössä pohjapinta-ala lähenee nopeasti itseharvenemisrajaa ja tulee saavuttamaan sen ennen ensiharvennusta.

Tarkasteltaessa valtapuiden pohjapinta-alaa voidaan havaita sen korreloivan negatiivisesti perustamistiheyteen. Erot eri metsiköiden valtapuiden pohjapinta-alojen välillä ovat kuitenkin määrällisesti pieniä (harva 1,4 m<sup>2</sup>/ha — tiheä 0,8 m<sup>2</sup>/ha), mikä osoittanee sen, että tiheydestä riippumatta valtapuiden pohjapinta-alan kehitys on likimain yhtäläinen kaikissa metsiköissä.

Tutkimusmetsiköt ovat saavuttaneet luonnonnormaalin männikön tilavuuskehityksen ja olivat selvästi tiheydeltään normaalien viljelytaimikoiden tilavuuskehityksen edellä.

	Metsikön tilavuus m <sup>3</sup> /ha (kuoretta)	
	20 v	25 v
Harva	10	21
Normaali	11	25
Taaja	13	28
Tiheä	11	25
Luonnonnorm. <sup>1)</sup>	15	22
Vilj. männikkö <sup>2)</sup>	—	16

<sup>1)</sup> Koivisto (1959)

<sup>2)</sup> Vuokila ja Väliaho (1980)

Taimikossa puuston tilavuuskehityksen on havaittu korreloivan suoraan verrannollisesti tiheyteen (esim. Varmola 1982). Riukumetsävaiheessakaan metsikön tiheys ei alentanut tilavuuskasvua tutkimusmetsiköissä. Ikävuosien 20—25 välillä vuotuinen tilavuuskasvu oli tiheässä ja taajassa metsikössä n. 3 m<sup>3</sup>/ha, normaalissa 2,5 m<sup>3</sup>/ha ja harvassa n. 2 m<sup>3</sup>/ha. Tutkimuskohteena olleen tiheimmänkin metsikön tiheys ja kuutiomäärä oli vielä liian pieni, jotta olisi voitu havaita Assmannin (1970) esittämä selvä ylitiheyden aiheuttama kulminaatiopiste metsikön kehityksessä (ks. myös Veijalainen 1981).

Ainespuun määrän kasvu oli 25 vuoden ikään ollut suurinta toiseksi tiheimmässä (perustamistiheys 2500/ha) metsikössä, yli 3 m<sup>3</sup>/ha/v. Normaalissa ja tiheässäkin metsikössä ainespuun kuutiomäärän lisäys oli ol-

lut selvästi suurempi ( $2,7 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ) kuin harvassa metsikössä ( $1,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ). Runkolukusarjan kehitystä ajatellen (ks. kuva 3) on todennäköistä, ettei metsikössä, jossa perustamistiheys on alle  $1\,500$  tainta/ha, voida saavuttaa samaa tuotosta karulla kasvupaikalla kuin suuremmilla tiheyksillä.

Metsikön taksatoristen tunnusten ohella kasvatustiheyden on havaittu vaikuttavan oleellisesti myös kehittyvän puuston laatuun. Tutkimusmetsiköissä puiden kapeneminen ( $d_{1,3} - d_{3,5}$ ) oli sitä suurempi, mitä pienempi oli perustamistiheys. Kapenemisen kasvaminen I. runkokuodon heikkeneminen kasvutilan kasvaessa selittyy runkokuototeorioiden avulla (esim. Ylinen 1952, Larson 1963).

Tutkimusmetsiköt eivät 25 ikävuoteen mennessä olleet karsiutuneet lainkaan, mikä johtui puuston iästä sekä metsiköiden vähäisestä tiheydestä (ks. Kellomäki ja Tuimala 1981). Elävän latvuksen osuus koko rungon pituudesta kasvoi selvästi perustamistiheyden laskiessa. Harvassa metsikössä vallitsevan latvuserroksen puiden elävän latvuksen osuus oli n. 80% ja tiheässä metsikössä n. 70% rungon koko pituudesta. Heikinheimo (1953) sai vastaavan ikäisillä männyillä elävän latvuksen osuudeksi 55—60% rungon pituudesta. Edellä mainitussa tutkimuksessa metsiköt olivat luontaisesta syntyneitä ja tiheydeltään mittaushetkellä yli 6000 runkoa/ha (ks. myös Kellomäki ja Tuimala 1981). Elävän latvuksen rajaa ja samalla sen osuutta rungon pituudesta voidaan ohjata säätelemällä metsikön kasvatustiheyttä. Tiheässä taimikossa latvuston sulkeutuminen tapahtuu aiemmin ja alaoksien kuoleminen ja karsiutuminen alkaa varhemmin kuin harvassa. Elävän ja kuolleen oksan paksuus korreloi selvästi tiheyteen. Perustamistiheyden noustessa 1400:sta 4400:aan pieneni etenkin elävän paksuimman oksan paksuus. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet mm. Kellomäki ja Tuimala (1981) sekä Varmola (1982). Pisimmän elävän oksan pituus oli kääntäen verrannollinen perustamistiheyteen.

Kaikkia edellä mainittuja tunnuksia tarkasteltaessa on muistettava, etteivät puut eri metsiköissä olleet täysin samankokoisia (ks. esim. Kärkkäinen ja Uusvaara 1982). Kuitenkin, kun tarkastelu keskittyy vain vallitsevan latvuserroksen puihin, jotka eri tiheyksissä ovat melko samankokoisia, aiheutunevat laatuerot valtaosaltaan kasvatustiheydestä.

Nuoruuskehitys vaikuttaa ratkaisevasti myös puun sisäiseen laatuun. Heiskasen (1965) mukaan keskimääräisen vuosiluston ollessa 2—3 mm puun nuoruuskehityksen aikana siitä aiheutuu selvää laadun heikkenemistä. Tutkimusmetsiköiden keskipituus ylitti rinnankorkeuden ( $h_{1,3}$ ) noin 10-vuotiaana. 25-vuotiaana rinnankorkeusläpimitaltaan yli 9 cm:n puissa oli näin ollen keskimääräinen vuosiluston paksuus yli 3 mm. Tällaisia runkoja on kaikissa metsiköissä, mutta runsaiten harvassa metsikössä (27%). On vaikea ennustaa näin nuorista metsiköistä 60—70 vuoden kuluttua saatavan sahatavaran laatua. Vaikuttaa kuitenkin siltä, ettei harva perustamistiheys (alle 2000 kpl/ha) takaa hyvää puun laatua. Tehtäessä johtopäätöksiä ja tarkasteltaessa edellä esitettyjä tuloksia tulee muistaa, että tämän tutkimuksen aineisto on suppea. Toistojen puuttuminen ei sallinut eri metsiköiden kehityserojen monipuolista testaamista.

Kammosen (1982) mukaan suurimmat ensiharvennuskertymät minimilatulapimitan ollessa 6 cm kuoren päältä saatiin puolukka-tyypillä ja sitä paremmilla kasvupaikoilla metsikön runkoluvun ollessa yli 3000 kpl/ha. Silloin ylittyi kannattavuusrajana pidetty 30  $\text{m}^3$ :n hehtaaripoistuma. Kanervatyypillä kannattavaan ensiharvennuskertymään päästiin runkoluvun ylittäessä 3500 kpl/ha ja rinnankorkeusläpimittaminimim ollessa 4 cm. Valtapituus em. aineistossa oli 11—13 metriä.

Tutkimuksen tulokset vahvistavat sitä käsitystä, että männikön määrällisesti ja laadullisesti korkea tuotto edellyttää selvästi suurempaa kasvatustiheyttä kuin nykyohjeissa esitetään.

## KIRJALLISUUS

- Andersson, S.-O. 1971. Yield of merchantable wood in Swedish experiments with cleaning in young stands of Scots pine. IUFRO: XV kongressin esitelmämoniste, Gainesville, Florida.
- Assman, E. 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press. 506 s.
- Carbonnier, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. Skogsvårdsföreningens tidskrift. Nr. 5.
- Evert, F. 1973. Annotated bibliography on initial tree spacing. Forest Management Institute, Ottawa.
- Hannelius, S. 1978. Istutuskuusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability. *Folia for.* 359: 1—51.
- Heikinheimo, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsitumisesta. Summary: On natural pruning of tree stems. *Commun. Inst. For. Fenn.* 41: 1—39.
- Heiskanen, U. 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.
- Ilvessalo, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. Transl.: A tree-classification and thinning system. *Acta For. Fenn.* 34 (38): 1—15.
- Kammonen, A. 1982. Havaintoja ensiharvennukseen asti vallinneen kasvatustiheyden vaikutuksista männiköissä. Metsänarvioimistieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto. Moniste. 55 s.
- Kellomäki, S. & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puuston oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männikössä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pine. *Folia for.* 478: 1—27.
- Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. *Commun. Inst. For. Fenn.* 51(8): 1—49.
- Kärkkäinen, M. & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Summary: Factors affecting the quality of young pines. *Folia for.* 515: 1—28.
- Larson, P. R. 1963. Stem form development of forest trees. *For. Sci. Monogr.* 5: 1—41.
- Lin, J. Y. 1970. Growing space index and stand simulation of young western hemlock in Oregon. — Dissertation, School of Forestry, Duke University.
- Lönnroth, E. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger normaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. *Acta For. Fenn.* 30(1): 1—269.
- Møller, C. 1954. The influence of thinning on volume increment. From thinning problems and practices in Denmark. N. Y. State Col. of Forestry, Syracuse Univ. Tech. Publ. No. 76, World For. Series bul. No. 1.
- Sjolte-Jørgensen, J. 1967. The influence of spacing on the growth and development of coniferous plantations. *Int. Rev. Forest Res.* 2, p. 43—94. Academic Press.
- Uusivaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymännikössä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2): 1—271.
- Valsta, L. 1982. Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liikeloudellinen vertailu. Summary: Profitability comparison of growing densities in spruce plantations. *Folia For.* 504: 1—33.
- Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451: 1—21.
- 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. *Folia For.* 524: 1—31.
- Veijalainen, H. 1981. Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla. Summary: Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil. *Folia For.* 477: 1—15.
- Vuokila, Y. 1970. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. *Acta for. Fenn.* 110: 1—45.
- 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. *Folia For.* 247: 1—24.
- 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. *Folia For.* 264: 1—12.
- 1980. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen. Summary: The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. *Folia For.* 448: 1—15.
- & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatussmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2): 1—271.
- Ylinen, A. 1952. Über die mechanische Schaftformtheorie der Bäume. *Silva Fenn.* 87: 52 s.

*Total of 28 references*

ODC 232.43+236.4+174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0653-4  
ISSN 0015-5543

SAKSA, T. & LYLÄ, O. 1984. Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. Abstract: The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath. *Folia For.* 583:1—12.

The study examines the effects of stocking density on the development of yield and stem quality in some young stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Height growth was best in the low-stocking (1100 stems/ha) stand. Total yield was best in the high-stocking stand (2500 and 4400 stems/ha). The quality of single stems improved with increasing stocking density.

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

ODC 232.43+236.4+174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0653-4  
ISSN 0015-5543

SAKSA, T. & LYLÄ, O. 1984. Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla. Abstract: The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath. *Folia For.* 583:1—12.

The study examines the effects of stocking density on the development of yield and stem quality in some young stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Height growth was best in the low-stocking (1100 stems/ha) stand. Total yield was best in the high-stocking stand (2500 and 4400 stems/ha). The quality of single stems improved with increasing stocking density.

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

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

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

Nimi  
Name \_\_\_\_\_

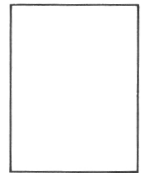
\_\_\_\_\_

Osoite  
Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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



Folia Forestalia \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Huomautuksia

Remarks \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# 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 jalostuskoeasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

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) 28 331

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

Kannuksen energiametsäkoasema  
*Kannus Energy Forestry Experiment Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

1983

- No 564 Päivinen, Risto: Metsikön tukkiosuuden arviointimenetelmä.  
A method for estimating the sawlog percentage in Scots pine and Norway spruce stands.
- No 565 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1981—83.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1981—83.
- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koesahaus.  
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.  
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.  
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikoikeissa talvella 1981/82.  
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.  
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.  
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsänlannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.  
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksien hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: Seurantajärjestelmä ja tuloksia.  
Intensive timber growing in a state forest district: Monitoring system and results.
- No 575 Nepevu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu.  
Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd. The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.  
Männyn, kuusen ja koivun muotolokujen vaihtelu.
- No 577 Laakkonen, Olavi, Keipi, Kari & Lipas, Erkki: Tyypillisen lannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils.
- No 578 Vuollekoski, Martti: Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen. Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning.
- No 579 Lähde, Erkki, Högnäs, Bo, Jaakkola, Aimo & Huuri, Olavi: Tall- och granplanteringarnas utveckling på Åland.  
Männyn ja kuusen istutuksen onnistuminen Ahvenanmaalla.  
The success of Scots pine and Norway spruce planting in the Åland Islands.

1984

- No 580 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951—1981.  
Peatland forests in southern and Central Finland in 1951—1981.
- No 581 Sirén, Matti: Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista.  
Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor.
- No 582 Kohmo, Ilkka: Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982.  
Statistics on the deciduous growing stock in the Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982.
- No 583 Saksa, Timo & Lyly, Olavi: Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla.  
The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath.
- No 584 Kalaja, Hannu: An example of terrain chipping system in first commercial thinning.  
Esimerkki ensiharvennuspuiden korjuusta palstahaketusmenetelmällä.

---

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.  
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0653-4  
ISSN 0015-5543