

# FOLIA FORESTALIA 524

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

---

---

MARTTI VARMOLA

TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN  
MÄNNIKÖN KEHITYS  
HARVENNUKSEN JÄLKEEN

DEVELOPMENT OF SCOTS PINE  
STANDS AT THE SAPLING  
AND POLE STAGES  
AFTER THINNING

---



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 524

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Martti Varmola

TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN MÄNNIKÖN KEHITYS  
HARVENNUKSEN JÄLKEEN

Development of Scots pine stands at the  
sapling and pole stages after thinning

VARMOLA, M. 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.

Tutkimuksessa esitetään tulokset taimikko- ja riukuvaiheen männikön harvennusreaktiosta keskimäärin viiden vuoden jaksolta. Aineistona on 26 kestokoetta ja 296 koealaa. Puuston pituuskasvu on tutkimuksen mukaan riippumaton harvennuksen voimakkuudesta. Runkotilavuuden kasvu on sitä suurempi, mitä korkeampi puustopääomataso on, mutta tiheyden lisääntyessä kasvu keskittyy pieniläpimittäisiin puihin. Järeyskehitys on sitä edullisempi, mitä aikaisemmin taimikko harvennetaan. Kasvatustiheyden optimi riippuu paitsi kasvupaikasta myös harvennuspuun läpimittavaatimuksesta. Laatunäkökohtien ottaminen huomioon vaatii myöhäistä harvennusta. Tutkimuksen mukaan valtapituusvaiheessa 5—6 m tapahtuvan harvennuksen jälkeen paksuimpien oksien läpimitta jää n. 30 mm:ksi.

The effect of thinning carried out in Scots pine stands at the sapling and pole stages during an average period of five years are presented in the study. The material was obtained from 26 permanent thinning experiments containing a total of 296 sample plots. According to the results, the dominant height growth of the tree stands is not dependent on the thinning intensity. The increase in stem volume is the greater, the higher is the growing stock level. However, as stand density is increased, stand growth becomes more and more concentrated in small-diameter trees. The earlier the stands are thinned, the greater the amount of large dimension wood produced. As well as being dependent on the growing site, the optimum stocking density is also dependent on the minimum diameter requirements of the thinned trees. Late thinning is better if high quality timber is required. If thinning is carried out when the dominant height has reached the 5—6 m stage, then the diameter of the thickest branches will remain at about the 30 mm level.

ODC 242 + 562.2 + 232.43 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0578-3  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

## SISÄLLYS

MERKINNÄT — SYMBOLS	4
1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA LASKENTAMENETELMÄT	6
21. Aineiston yleiskuvaus	6
22. Mittaus- ja laskentamenetelmät	8
3. KASVUPAIKKOJEN BONITOINTI	9
31. Pituusbonitointi	9
32. Kulotuksen vaikutus	10
33. Pituusboniteetti-indeksi ja kasvupaikan puuntuotoskyky	11
34. Koemetsiköiden ryhmittely	12
4. HARVENNUKSEN VOIMAKKUUDEN JA AJANKOHDAN VAIKUTUS PUUSTON KEHITYKSEEN	13
41. Yleistä	13
42. Pituuskasvu	13
43. Läpimitan kasvu	14
44. Runkotilavuuden kasvu	15
45. Järeytymisen	16
46. Ulkoinen laatu	18
461. Latvussuhde	18
462. Oksikkuus	18
4621. Paksuimmat tuoreet oksat	18
4622. Paksuimmat kuivat oksat	20
4623. Oksien sijainti	21
463. Rungon tekninen laatu ja terveydentila	21
5. TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN MÄNNIKÖIDEN IÄN MUKAINEN KEHITYS	23
51. Yleistä	23
52. Valtapituuden kehitys	23
53. Runkotilavuuden kehitys	24
54. Pohjapinta-alan kehitys	25
6. TARKASTELU	26
KIRJALLISUUS	27
SUMMARY	29
LIITTEET	30

## MERKINNÄT

Tunnukset ovat välimittaushetken arvoja, ellei toisin ole mainittu.

### Metsikkö

N	= runkoluku, kpl/ha
$N_k$	= kuitupuurunkojen lukumäärä, kpl/ha
T	= ikä, a
$D_w$	= pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitä kuorineen, cm
$D_{500}$	= hehtaaria kohden 500 paksuimman puun läpimittojen keskiarvo, cm
G	= pohjapinta-ala kuorineen, $m^2/ha$
H	= aritmeettinen keskipituus, m
$H_{doma}$	= valtapituus, hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituus harvennushetkellä, m
$H_{dom}$	= valtapituus, m
V	= runkotilavuus kuorineen, $m^3/ha$
$CR_{500}$	= hehtaaria kohden 500 paksuimman puun latvussuhteitten aritmeettinen keskiarvo
$D_{1500}$	= hehtaaria kohden 500 paksuimman puun paksuimpien tuoreiden oksien läpimittojen aritmeettinen keskiarvo, mm
$D_{k500}$	= hehtaaria kohden 500 paksuimman puun paksuimpien kuivien oksien läpimittojen aritmeettinen keskiarvo, mm

$I_{D_w}$	= pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitä keskimääräinen vuotuinen kasvu mittausjakson aikana, cm
$I_H$	= keskipituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu mittausjakson aikana, m
$I_{H_{dom}}$	= valtapituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu mittausjakson aikana, m
$I_V$	= runkotilavuuden keskimääräinen vuotuinen kasvu mittausjakson aikana, $m^3/ha$
$p_V$	= runkotilavuuden vuotuinen kasvuprosentti mittausjakson aikana laskettuna kaavalla

$$p_V = \frac{200}{n} \times \frac{V - V_a}{V + V_a}$$

missä  $V_a$  = runkotilavuus harvennuksen jälkeen  
n = mittausjakson pituus

### Puu

v	= koepuun tilavuus, l
$\bar{v}_k$	= kuitupuurunkojen keskikoko, l
$i_d$	= koepuun rinnankorkeusläpimitä vajaan kasvukauden kasvu, mm
$a_0, a_1$ ja $a_2$	= regressioyhtälöiden kertoimet

## SYMBOLS

The parameters are values from intermediate measurements unless otherwise stated.

### Stand

N	= number of stems/ha
$N_k$	= number of pulpwood stems/ha
T	= age, yrs
$D_w$	= mean diameter over bark weighted with basal area, cm
$D_{500}$	= mean diameter of 500 thickest trees/ha, cm
G	= basal area over bark, $m^2/ha$
H	= arithmetical mean height, m
$H_{doma}$	= dominant height, mean height of 100 thickest trees/ha at thinning, m
$H_{dom}$	= dominant height, m
V	= stem volume over bark, $m^3/ha$
$CR_{500}$	= arithmetical mean of crown ratios of 500 thickest trees/ha
$D_{1500}$	= arithmetical mean diameter of the thickest living branches of the 500 thickest trees/ha, mm
$D_{k500}$	= arithmetical mean diameter of the thickest dry branches of the 500 thickest trees/ha, mm

$I_{D_w}$	= mean annual increment in mean diameter (dbh) weighted by the basal area during measuring period, cm
$I_H$	= mean annual increment in mean height during measuring period, m
$I_{H_{dom}}$	= mean annual increment in dominant height during measuring period, m
$I_V$	= mean annual increment in stem volume during measuring period, m
$p_V$	= annual growth percentage of stem volume during measuring period calculated using the formula

$$p_V = \frac{200}{n} \times \frac{V - V_a}{V + V_a}$$

where  $V_a$  = stem volume after thinning  
n = length of measuring period

### Tree

v	= sample tree volume, l
$\bar{v}_k$	= mean size of pulpwood stem, l
$i_d$	= breast height diameter increment of sample trees during one growing season, mm
$a_0, a_1$ and $a_2$	= coefficients of the regression equations

## 1. JOHDANTO

Taimikoiden hoito jaetaan varhaishoitoon ja käsittelyyn (Vuokila 1972). Varhaishoito sisältää uudistamisen onnistumisen varmistavat toimenpiteet, kuten taimikon vapauttamisen, täydennyksen sekä heinän ja ruohon torjunnan. Käsittely sisältää vakiintuneen taimikon hoitoon liittyvät toimenpiteet.

Taimikon käsittely voi olla perkausta, harvennusta ja tasausta. Perkaus on pääpuulajin kehitystä haittaavan toisen puulajin poistamista. Harvennus on pääpuulajin kasvustiheyden säätelyä. Tasauksella tarkoitetaan pituusvaihtelun tietoista vähentämistä poistamalla kookkaimpia puuyksilöitä (Vuokila 1980).

Taimikonhoitoalat ovat Suomessa viime vuosina olleet n. 500 000 ha/v (Uusitalo 1981). Taimikon hoitotoimenpiteisiin on tällöin laskettu perkaukukset ja harvennukset sekä nuorissa, jo riukuasteella olevissa metsissä suoritettut harvennukset aina siihen asti, kun harvennuspuusta aletaan saada myyntituloja. Vuoden 1950 tasosta (50 000 ha) hoitoalojen pinta-alat nousivat tasaisesti vuoteen 1971 (250 000 ha), jonka jälkeen tapahtui nopea nousu nykyiselle tasolle. Vuosina 1950—79 taimikonhoitoa on ollut yhteensä 6,7 milj. ha:lla. Pinta-ala on kokonaismäärä, joka sisältää kaikki em. taimikonhoitoon liittyvät toimenpiteet. Siten esim. peräkkäiset lehtipuiden perkaukukset on kirjattu kukin erikseen pinta-alatietoihin.

Taimikon harvennusohjeet ovat Suomessa muotoutuneet kokemuksen kautta tutkimuksen antamin suuntaviivoin. Metsähallituksen ohjeet männyntaimikon harvennuksen jälkeen jäävälle runkoluvulle ovat: karukko- ja kuivat kankaat 1500, kuivahkot kankaat 1500—2000 maalaajista riippuen ja tuoreet kankaat 2000 kpl/ha (Ohjekirje metsien ..., 1981). Keskusmetsälautakunta Tapiion ohje on kaikilla kasvupaikoilla 2000 kpl/ha. Täydennysviljely tehdään, jos runkoluku on alle 1200—1600 kpl/ha kasvupaikasta riippuen (Etelä-Suomen metsien ..., 1981). Taimikon harvennuksen ajankohdaksi suositetaan pituusvaihetta 1—3 m (Tapio) ja 2—4 m (metsähallitus). Kylvötuppaiden

harventaminen tulisi tehdä, kun pituus on 1—2 m.

Suomessa taimikon harvennuksen vaikutusta puuston kehitykseen on tutkittu suhteellisen vähän. Sirén (1956) on tarkastellut männyn taimikoiden käsittelyä ja erityisesti kylvötuppaiden harventamista. Vuokila (1972) on esittänyt laajahkon kirjallisuuskatsauksen taimikon käsittelystä puuntuotannolliselta kannalta. Katsaus sisältää myös omia tutkimustuloksia käyttörunkojen lukumäärästä ensiharvennusvaiheessa (mt., s. 27—29). Parviainen (1978) on käsitellyt taimikko- ja riukuvaiheen männikön harvennuksen vaikutusta puustoon viiden kokeen perusteella. Metsikön varhaiskehityksen dynamiikkaa ovat tutkineet Hari ym. (1982) kasviekologian menetelmin.

Luontaisesti syntyneen männikön varhaiskehitystä ovat esitelleet Etelä-Suomessa Lehto (1956) ja Hänninen ym. (1972) ja Pohjois-Suomessa Lehto (1969b). Metsänviljelyn onnistumista ja osin taimikoiden alkukehitystä ovat selvittäneet alueellisesti Yli-Vakkuri ym. (1969), Leikola ym. (1977) ja Rautiainen ja Räsänen (1980). Parviainen (1979) on vertaillut eri puulajien istutustaimikoiden alkukehitystä. Pohjois-Suomessa Jakila ja Pohtila (1978) ovat selvittäneet perkauksen vaikutusta taimikon kehitykseen ja Pohtila ja Timonen (1980) suojametsäalueen viljelytaimikoiden kehitystä.

Muissa pohjoismaissa taimikon harvennuksen vaikutuksia on tutkittu enemmän kuin Suomessa. Ruotsista voidaan mainita ennen muita Andersson (1952, 1968, 1971, 1975) ja Carbonnier (1964). Norjassa asiaa on syvällisimmin tutkinut Vestjordet (1959, 1971, 1977).

Taimikon hoitoa on selvitetty lähes yksinomaan runkopuun tuotoksen määrän kannalta. Taimikon harvennuksen vaikutusta puuston laatuun ei suoranaisesti ole tutkittu, vaikkakin eräät tutkimukset ovat sivunneet em. kysymystä. Heiskanen (1965) on osoittanut nuoruusvaiheen nopean kasvun ja heikon teknisen laadun välisen yhteyden. Varmola (1980) on tutkinut männyn istutustai-

mikoiden ulkoista laatua ja Kellomäki ja Tuimala (1981) puuston tiheyden vaikutusta puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.

Suomalaiset tutkimukset eivät ole toistaiseksi antaneet riittävästi vastausta taimikon harvennuksen pääkysymyksiin, jotka ovat:

1. Mihin tiheyteen taimikko tulee harventaa?
2. Missä vaiheessa taimikko tulee harventaa?

Tutkimustulosten vähyys aiheutuu siitä, että ei ole ollut käytettävissä tutkimusaineistoa. Kestokokeita on perustettu tosin koko Metsäntutkimuslaitoksen olemassaolon ajan, mutta ne on miltei poikkeuksetta perustettu vasta riukuvaiheessa oleviin ja sitä vanhempiin metsiköihin. Parviaisen (1978) työ on toistaiseksi ainoa, joka perustuu kestokokeisiin.

Kun metsänarvioimisen tutkimusosasto 1969 jaettiin kahteen tutkimussuuntaan, puuntuotoksen tutkimussuunnan ensimmäisiä tehtäviä oli taimikonharvennuskokeiden perustaminen. Metsikkökokeita perustettiin lähinnä vuosina 1971—74. Ne on mitattu uudelleen keskimäärin viiden vuoden kuluttua perustamisesta. Tässä tutkimuksessa esitetään tulokset tältä noin viiden vuoden kasvujaksolta taimikon harvennuksen jälkeen.

Lukuisat henkilöt ovat välillisesti tai välittömästi auttaneet työn valmistamisessa. Professori Yrjö Vuokila on antanut kimmokkeen tutkimustyölle ja suunnitellut koejärjestelyt. Metsikkökokeita ovat perustaneet mt. Veikko Puurtinen, mt. Jussi Raja ja MML Jussi Saramäki. Välimittauksia ovat tehneet mt. Kari Alatalo, mt. Jussi Raja, mt. Eero Siivola, MH Martti Varmola ja MH Esa Vuollet, joka myös valmisti viidestä kokeesta opinnäytetyön. Laskentavaiheessa opasti VTK Jaakko Heinonen. Kuvat piirsi tutkimusapulaian Marja-Liisa Herno. Englanninkieliset osat on kääntänyt B.Sc. John Derome. Perustamisvaiheen puustotunnukset laskivat mt. Veikko Puurtinen ja mt.

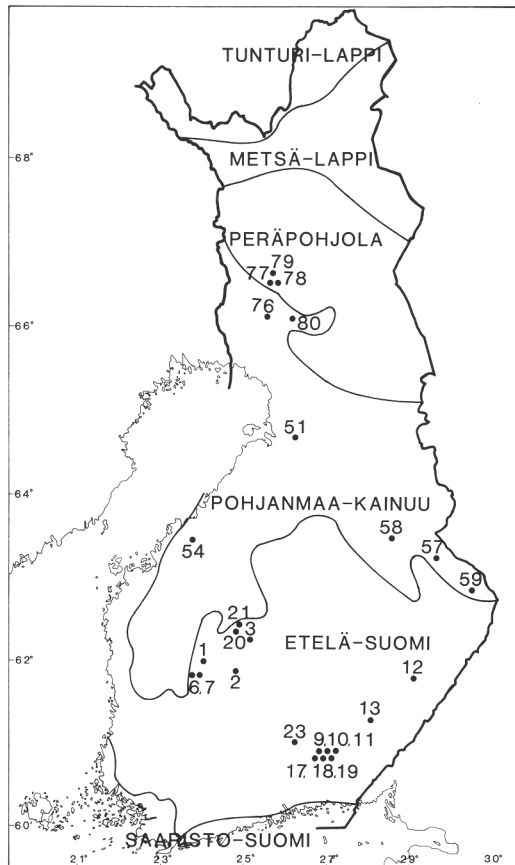
## 2. AINEISTO JA LASKENTAMENETELMÄT

### 21. Aineiston yleiskuvas

Tutkimuksen aineistona ovat Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosaston puuntuotoksen tutkimussuunnan 1970-luvun alussa perustamat taimikon harvennuskokeet. Metsiköitä on 26, joissa on 296 koalaa. Metsiköiden yleistiedot on esitetty liitteessä 1 ja maantieteellinen jakaantuminen kuvassa 1.

Tutkimukseen kuuluvista metsiköistä valtaosa (16) sijaitsee Etelä-Suomen metsäkasvillisuusvyöhykkeellä (Kalela 1961). Loput kymmenen metsikköä sijaitsevat

Jussi Raja. Käsikirjoituksen ovat lukeneet dos. Pekka Kilkki, prof. Kullervo Kuusela, prof. Matti Leikola ja prof. Yrjö Vuokila. Kiitän kaikkia edellä mainittuja avusta. Haluan osoittaa kiitokset myös maanomistajille ja heidän edustajilleen, jotka vaivojaan säästelemättä ovat etsineet taimikkokohteita, luovuttaneet alueet tutkimustoiminnalle ja huolehtineet toimenpiteistä metsiköissä.



Kuva 1. Aineiston maantieteellinen jakaantuminen.  
Fig. 1. Location of the experimental stands.

Pohjanmaan-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeellä. Näistä kolme metsikköä Itä-Suomessa on aivan vyöhykkeen etelärajalla ja pohjoisimmat Pohjanmaan-Kainuun ja Peräpohjolan vyöhykkeiden rajalla.

Etelä-Suomen metsiköistä 14 on arvioitu kasvupaikatyyppiltään puolukkatyyppiksi ja kaksi kanervatyyppiksi. Pohjanmaan-Kainuun vyöhykkeen metsiköiden metsätyyppimäärittelyssä kuvastuu kokeiden sijoittuminen alueen äärihaloille. Alueen eteläosan kokeista yksi on tuoreella kankaalla (VMT) ja neljä kuivahkolla kankaalla (VT). Rovaniemen ympäristön kokeet ovat kuivahkolla kankaalla (EVT ja EMT) (Cajander 1949).



Taulukko 1. Metsiköiden puustotunnusten minimi, maksimi ja keskiarvot kokeen perustamishetkellä.

Table 1. Minimum, maximum and mean values of stand parameters measured at the time the experiment was established.

Metsikkö Stand	N, kpl/ha st/ha	D <sub>w</sub> , cm	G, m <sup>2</sup> /ha	H <sub>d</sub> , m	V, m <sup>3</sup> /ha
Harvennuksen jälkeen - After thinning					
1	980-10030 (3078)	6,2- 9,9 (7,9)	3,9-16,1 (9,5)	6,2-7,7 (7,0)	13,2-54,8 (32,1)
2	700- 3200 (2054)	6,0- 9,7 (7,6)	4,0-10,8 (7,2)	5,6-7,5 (6,7)	11,9-37,7 (24,9)
3	620- 2990 (2212)	2,4- 3,8 (3,1)	0,5- 1,6 (1,1)	3,0-3,8 (3,4)	1,5- 4,6 (3,3)
6	912- 9640 (2651)	5,3- 7,2 (6,2)	2,7-13,2 (5,4)	5,2-6,4 (5,8)	8,4-42,5 (17,6)
7	981- 3262 (2071)	4,8- 7,1 (5,8)	2,2- 6,2 (4,2)	5,0-5,8 (5,3)	7,0-19,3 (13,2)
9	1000- 3739 (2135)	7,1- 8,2 (7,6)	3,3-11,8 (8,1)	6,1-7,2 (6,8)	10,9-40,1 (27,7)
10	600- 3096 (1927)	6,9- 8,0 (7,4)	2,8-11,0 (7,1)	6,1-7,0 (6,5)	9,4-37,7 (23,6)
11	575-19248 (3903)	3,2- 4,7 (3,9)	0,9- 7,2 (2,2)	3,2-4,1 (3,4)	1,4-21,3 (6,0)
12	1000- 3080 (2178)	2,3- 3,2 (2,6)	0,3- 1,3 (0,7)	2,4-3,0 (2,7)	1,0- 3,4 (2,1)
13	1000- 2535 (1946)	2,8- 4,4 (3,5)	0,6- 2,4 (1,3)	2,6-3,5 (3,0)	1,6- 6,1 (3,5)
17	600- 3800 (1982)	4,6- 6,4 (5,3)	1,4- 4,8 (2,9)	4,7-5,3 (4,9)	4,0-13,9 (8,6)
18	600- 2536 (1638)	5,2- 6,7 (5,7)	1,7- 3,8 (2,7)	4,6-5,3 (4,8)	4,8-10,8 (7,6)
19	1000- 3560 (2142)	7,0- 8,5 (7,5)	4,5- 9,7 (7,0)	6,5-7,7 (7,1)	15,9-32,5 (23,4)
76	813- 3420 (1883)	6,8-10,6 (8,4)	2,0- 9,4 (6,0)	5,7-8,5 (6,8)	6,3-31,3 (19,0)
77	1000- 7134 (2695)	3,4- 6,1 (5,1)	1,6- 3,3 (2,5)	4,0-4,9 (4,5)	4,3- 9,0 (6,9)
78	984- 5480 (2383)	4,2- 7,3 (5,7)	2,0- 4,9 (3,2)	4,1-5,0 (4,6)	5,3-13,5 (8,7)
79	600- 2816 (1619)	4,3- 7,4 (5,5)	1,3- 3,1 (2,2)	3,8-4,9 (4,3)	3,4- 8,3 (5,9)

Koetaimikoista 16 on perustettu kylväen ja 10 luontaisesti. Maanpinnan valmistusmenetelmistä on maanomistajilta saatujen tietojen mukaan karhintaa käytetty kahdessa, laikutusta samoin kahdessa ja kolutusta 13 metsikössä. Kulutukseen on useimmiten liittynyt kylvä, mutta kahdessa metsikössä (6 ja 7) alue on ensin kolutettu ja karhittu ja siemenpuut poistettu 7 vuoden kuluttua em. toimenpiteistä. Taimikoiden ikä on perustamisvaiheessa vaihdellut 11 vuodesta 30 vuoteen. Pohjois-Suomen luontaisesti syntyneiden taimikoiden ikää ei pystytty luotettavasti määrittämään.

Liitteessä 1 perkauksella on useimmiten tarkoitettu paitsi mahdollista lehtipuiden poistoa myös taimitupaiden harventamista. Taimikot ovat siten kokeen perustamisvaiheessa olleet useimmiten jo kertaalleen harvennettuja, tosin niin tiheään asentoon, 3000—4000 kpl/ha, että on voitu luoda hyvinkin laaja tiheysvaihtelu.

Koetta perustettaessa taimikkokuvio on jaettu lohkoihin, joilla puusto on harvennettu eri tiheyksiin. Kunkin lohkon sisällä on rajattu 1—3 tavallisesti suorakaiteen muotoista koealaa vähintään viiden metrin levyisen vaippa-alueen toisistaan erottamina. Koealojen koko on vaihdellut 10 aarista 50 aariin. Normaalisti koealat on harvennettu seuraaviin tiheyksiin: 1000,

1600, 2200 ja 3100 kpl/ha. Usein on yksi koeala harvennettu ekstreemiin asentoon 600 kpl/ha. Ainakin yksi koeala on jätetty harventamatta; perkaus on kuitenkin tällöinkin tehty.

17 metsikköä on mitattu tarkasti perustamisvaiheessa. Näiden osalta puustotietojen minimi, maksimi ja keskiarvot ilmenevät taulukosta 1. Kasvatustiheysvaihtelu on ollut 600—19200 kpl/ha. Yli 4000 runkoa/ha on tosin vain muutamalla koealalla. Perustettaessa valtipituus on vaihdellut 2,4 m:stä 8,5 m:iin keskiarvon ollessa 5 m.

Metsiköistä 12 on harvennettu valtipituuden ollessa alle 4 m eli varsinaisessa taimikkovaiheessa. 10 metsikköä edustaa riukumetsävaihetta, ts. selvästi myöhästyntä taimikon harvennusta. Näissäkin metsiköissä puusto on ollut ennen perustamista lievästi käsitelty. Pohjoisimmat metsiköt on harvennettu valtipituuden vaihdella 4 ja 5 m:n välillä lukuunottamatta metsikköä 76.

Metsiköt jakaantuvat siten kahteen toisistaan selvästi erottuvaan ryhmään, taimikkovaiheessa harvennettuihin ja riukumetsävaiheessa harvennettuihin. Pohjois-Suomen kokeet, koetta 76 lukuunottamatta, asettuvat näiden kahden ryhmän välille.

Taulukko 2. Metsiköiden puustotunnusten minimi, maksimit ja keskiarvot välimittausvaiheessa.

Table 2. Minimum, maximum and mean values of stand parameters at intermediate measuring stage.

Metsikkö Stand	N, kpl/ha st/ha	D <sub>w</sub> , cm	G, m <sup>2</sup> /ha	H <sub>d</sub> , m	V, m <sup>3</sup> /ha
Välimittausvaiheessa - At intermediate measuring stage					
1	990- 6720 (2762)	8,8-14,2 (11,0)	9,1-26,4 (18,2)	8,6-11,1 (10,0)	38,8-136,4 (86,7)
2	700- 3208 (2047)	10,0-13,9 (11,1)	9,6-20,4 (15,6)	9,0-11,0 (10,0)	45,8- 97,6 (73,4)
3	620- 3020 (2259)	5,5- 7,9 (6,5)	2,6- 8,0 (5,6)	4,6- 5,7 (5,3)	8,2- 25,4 (17,4)
6	890- 8050 (2518)	9,2-13,4 (10,7)	10,8-23,9 (15,5)	9,0-11,1 (9,8)	49,0-116,0 (73,6)
7	950- 3520 (2140)	8,4-12,5 (10,1)	8,4-18,3 (13,6)	8,4- 9,8 (9,0)	37,2- 85,7 (61,5)
9	400- 8200 (3330)	5,6- 9,9 (7,3)	2,6-13,4 (7,5)	4,4- 7,0 (5,2)	8,0- 40,6 (22,7)
10	600- 3120 (1938)	9,1-11,6 (9,9)	5,9-17,4 (12,6)	8,2- 9,3 (8,6)	23,2- 73,4 (51,9)
11	585-19333 (3638)	5,1-12,0 (8,9)	5,6-22,3 (11,1)	6,4- 7,1 (6,8)	21,4- 78,9 (40,1)
12	1014- 3160 (2217)	6,5- 8,4 (7,3)	4,7-11,7 (7,9)	5,4- 6,3 (5,8)	14,9- 41,6 (26,5)
13	590- 3600 (1654)	8,0-11,4 (9,7)	5,3-15,6 (9,3)	6,2- 7,5 (6,7)	19,5- 61,4 (34,9)
17	588- 4300 (2070)	6,7-10,1 (8,1)	4,1-11,5 (7,9)	6,1- 7,3 (6,4)	14,3- 40,3 (27,4)
18	592- 2217 (1545)	8,0-10,7 (8,9)	4,8- 8,9 (7,3)	5,8- 7,1 (6,3)	16,8- 30,8 (25,3)
19	990- 3620 (2139)	8,7-11,5 (9,9)	8,5-17,1 (12,5)	8,0-10,2 (8,9)	37,7- 73,6 (53,8)
20	950- 3450 (1829)	7,4- 8,9 (8,1)	4,0- 9,5 (6,2)	5,5- 6,7 (6,1)	12,7- 32,3 (21,1)
21	1160- 3900 (2305)	5,3- 7,4 (6,4)	2,2- 9,0 (5,0)	4,3- 5,4 (4,7)	6,2- 28,5 (14,8)
23	608-12800 (3161)	4,9- 9,3 (7,2)	2,8-12,0 (7,9)	4,2- 6,7 (5,5)	8,7- 42,6 (25,9)
51	700- 3167 (1974)	4,4- 8,1 (6,7)	2,0- 8,1 (4,7)	4,5- 5,7 (5,0)	5,8- 24,9 (14,0)
54	1161- 2433 (1636)	7,3-10,2 (8,8)	5,8- 8,4 (7,0)	5,7- 6,4 (6,0)	19,6- 27,8 (23,5)
57	556- 3425 (1645)	6,0- 9,2 (7,3)	2,9- 9,8 (5,1)	5,3- 6,4 (5,7)	9,4- 32,2 (16,5)
58	575- 2500 (1462)	7,0- 9,3 (7,8)	2,7- 7,0 (4,7)	5,2- 5,9 (5,5)	8,5- 22,2 (15,0)
59	581- 2138 (1494)	6,7- 9,2 (7,6)	3,2- 6,8 (5,3)	5,2- 5,9 (5,4)	10,4- 21,8 (16,8)
76	983- 3060 (1796)	9,1-13,0 (10,9)	7,5-16,5 (11,8)	7,8-10,5 (8,6)	29,5- 76,0 (50,2)
77	1063- 7175 (2554)	5,6- 8,9 (7,6)	4,7- 9,4 (7,2)	5,5- 7,3 (6,4)	14,4- 33,6 (24,7)
78	1008- 5600 (2466)	6,0-10,3 (8,1)	6,7- 9,7 (7,9)	5,7- 7,4 (6,7)	21,4- 37,2 (28,2)
79	592- 2400 (1599)	6,5-11,3 (8,3)	4,1- 8,5 (6,1)	5,6- 6,8 (6,4)	13,6- 30,8 (21,1)
80	738- 4267 (2193)	9,3-13,2 (10,8)	9,0-20,3 (12,9)	7,7- 9,3 (8,2)	38,8- 90,9 (54,1)

## 22. Mittaus- ja laskentamenetelmät

### Perustamisvaihe

17 metsikössä selvitetiin harvennusvaiheessa puustotunnukset. Muissa metsiköissä kuvion ja puuston homogeenisuus todettiin kevyin mittauksin. Puustotunnukset selvitetiin erikseen kokonaispuustolle, harvennuksessa poistettavalle ja jäävälle puustolle. Tutkimuksen lähtöaineistona on pidetty jäävän puuston tunnuksia.

Runkolukusarjan selvittämiseksi kaikista puista mitattiin rinnankorkeusläpimittaa 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen. Rinnankorkeuden määrittäminen oli Ilvesalon (1948) mukainen, mikä kuitenkin pienissä puissa on käytännössä 1,3 m maanpinnan tason yläpuolella. Koepuita mitattiin koko runkolukusarjan alueelta, enimmäkseen kuitenkin kookkaimmista puista. Pituuskäyrät tasoitettiin graafisesti. Yksikkötilavuudet saatiin Ilvesalon (1948) kuutiointitaulukoista.

## Toinen mittaus

Metsiköt mitattiin 4—8, yleisimmin 5 vuoden kuluttua perustamismittauksesta ja taimikon harvennuksesta. Metsiköt 1, 2, 9 ja 10 mitattiin ja laskettiin periaatteessa samoin kuin perustamisvaiheessa. Koepuista mitattiin kuitenkin myös yläläpimitta. Muissa metsiköissä käytettiin Oikarisen (1978a) kuvaamaa otantamenetelmää. Sen mukaisesti kokeen perustamisvaiheessa rajattujen koealojen sisäpuolelle sijoitettiin 1—4 ympyrä-koealaa symmetrisesti. Ympyräkoealojen säde ja lukumäärä vaihtelivat koealan suuruuden ja puuston tiheyden mukaan siten, että luettavia puita tuli vähintään 100, kun tiheys oli 1000 kpl/ha tai vähemmän, 120, kun tiheys oli 1000—2000 kpl/ha ja 150, kun tiheys oli yli 2000 kpl/ha. Kolmannes lukupuista oli koeputia. Koeputut mitattiin koealan keskelle sijoitetulta pikkuympyrältä. Lisäksi koealan kaksi paksuinta puuta oli aina koeputia. Otantamenetelmää on yksityiskohdin selostanut Yrjönen (1980).

Lukupuista mitattiin

- puulaji
- suunta koealan keskipisteestä ( $1/360^\circ$ )
- etäisyys koealan keskipisteestä (cm)
- d säteen suunnassa (mm)

Koepuista mitattiin lisäksi

- $d_{3,5}$  tai  $d_6$  säteen suunnassa (mm, vain kookaspüüstoisimmilla kokeilla)
- pituus (dm)
- viiden viimeisen vuoden pituuskasvu (dm)
- ikä rinnantasalta (a)
- latvuseros
- tekninen laatu

- terveydentila
- latvuksen muoto
- paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimitta (mm)
- paksuimman elävän oksan korkeus maasta (dm)
- vihreän latvuksen alaraja (dm)

Osa metsiköistä mitattiin keskellä kasvukautta. Mittausvuoden läpimitan kasvun selvittämiseksi kairattiin eri harvennussasteiden vaippa-alueilta 40 puuta koko runkolukusarjan alueelta. Vajaan kasvukauden kasvun selitysmalliksi valittiin parabeli:

$$i_d = a_0 + a_1 d + a_2 d^2$$

Parametrit laskettiin kullekin metsikölle erikseen. Mittaustulokset muunnettiin mallia käyttäen kesken-eräisen kasvukauden alkuun.

Koealojen puustotunnusten laskenta tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen koealojen peruslaskentaohjelmistolla (Heinonen 1981). Pituuskäyränä käytettiin Näslundin (1937) mallia. Parametrit ratkaistiin kullekin koealalle erikseen. Koeputien tilavuudet laskettiin Laasasenahon (1982) yhtälöillä. Yksikkötilavuusmallina käytettiin logaritmista yhtälöä (vrt. Laasasenaho 1976):

$$v = a_0 + a_1 d + a_2 \ln(2 + 1,25 d)$$

Parametrit laskettiin kullekin koealalle erikseen.

Koealojen peruslaskentaohjelmisto mahdollistaa puustotunnusten monipuolisen käsittelyn. Tavanomaisien tunnusten lisäksi ohjelmistolla saadaan estimaatit mm. puuston järeys- ja puutavaralajijakaumalle. Taulukossa 2 on esitetty normaalien puustotunnusten minimi-, maksimit ja keskiarvot metsiköittäin välimittausvaiheessa.

## 3. KASVUPAIKKOJEN BONITOINTI

### 31. Pituusbonitointi

Kasvupaikan boniteetilla tarkoitetaan sen puuntuotoskykyä. Suomessa kasvupaikat on perinteisesti luokiteltu pintakasvillisuuden mukaan eri metsätyppeihin (Cajander 1909, 1949), joiden on katsottu kuvaavan riittävän hyvin kasvupaikan puuntuotoskykyä. Metsätyypin ja puuntuotoskyvyn välisen yhteyden esitti Ilvessalo (1920). Ruotsissa on ollut käytössä Jonsonin (1914) esittelemä menetelmä, jossa kasvupaikat ryhmitellään iän ja keskipituuden, nyttemmin (Hägglund 1977) valtapituuden mukaan boniteettiluokkiin. Hägglund (1976) on kehittänyt myös taimikoille pituusbonitointimenetelmän, joka perustuu valtapuiden viiden vuoden pituuskasvuun alkaen 2,5 m:n yläpuolella olevasta oksakiehkurasta, metsikön maantieteelliseen sijaintiin ja maaperän ominaisuuksiin. On huomattava, että menetelmässä ei tarvita tietoa puuston iästä.

Suomessa on kehitetty kylvettyjen männi-

köiden (Vuokila ja Väliaho 1980) ja valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin (1951—53) aineistoon perustuva talousmetsien (Gustavsen 1980) pituusbonitointimenetelmä. Näistä ensiksi mainitussa on käytetty valtapituutta ja kokonaisikää ja jälkimmäisessä valtapituutta ja rinnankorkeusikää. Molemmat tutkimukset perustuvat aineistoihin, joissa nuoria metsiköitä on ollut vähän. Esitetyt menetelmiä voidaan käyttää myös nuorissa metsiköissä, mutta tällöin on varauduttava huomattaviin virhemahdollisuuksiin. Näitä aiheuttavat etenkin iän määrittämisen epävarmuus luontaisesti syntyneissä metsiköissä ja virheet valtapituuden estimoinnissa.

Kun pääosa aineistosta on kylvömänniköitä, valittiin pituusbonitointiin Vuokilan ja Väliahon (1980) menetelmä. Näin saatiin myös mahdollisuus verrata kasvulukuja ja taimikoiden kehitystä em. tutkimuksen kehityssarjoihin.

### 32. Kulotuksen vaikutus

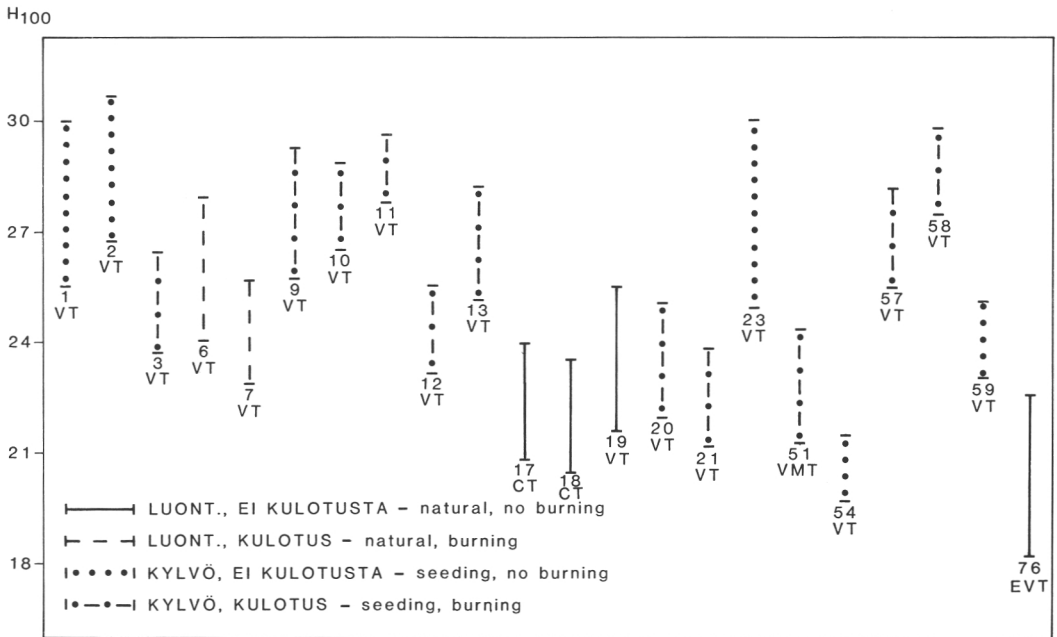
Syntyvän lisäksi kasvupaikkojen puuntuotoskyvyn luokittelua vaikeuttavat uudistusalan valmistamiseen liittyvät toimenpiteet ja niiden vaikutukset puuston kehitykseen (Sepponen 1978). Tämän tutkimuksen taimikoissa tärkein toimenpide on ollut kulotus, jota on käytetty 13 metsikössä. Kulotuksen vaikutuksia maaperän ja humuksen ominaisuuksiin ja kasvillisuuteen on Suomessa tutkinut erityisesti Viro (1969). Kulotus parantaa maaperän lämpöoloja ja antaa siemenelle hyvän kasvualustan. Maaperän happamuus vähenee ja typen saatavuus lisääntyy, vaikka typen kokonaismäärä vähentyykin. Samoin on laita monien muiden kasveille ja puille tärkeiden ravinteiden. Mineraalien määrä palautuu em. tutkimuksen mukaan ennalleen viimeistään 50 vuoden kuluttua kulotuksesta.

Kulotus vaikuttaa voimakkaasti myös pintakasvillisuuteen. Etenkin puolukkatyypillä kasvillisuuden muutokset ovat huomattavia. Kasvillisuus saa "kuivemman" luonteen kuin mitä se olisi ilman kulotusta (Lehto 1969a, Kujala 1979). Arvioitaessa kulotetun alan metsätyyppejä ja etenkin kasvukykyä

voidaan siten saada huomattavan virheellinen arvio, ellei tunneta metsätyypin kasvillisuuden suhteita. Pintakasvillisuus viittaa karumpaan suuntaan, vaikka kasvuolosuhteet ovat puille edullisemmat kuin vastaavalla kulottamattomalla alalla.

Siitä, kuinka pitkään kulotuksen edullinen vaikutus kestää, ei ole tutkimustuloksia. On kuitenkin odotettavissa, että vaikutus on pitkäaikainen, koska ravinteiden parempi saatavuus säilyy useita vuosikymmeniä (Viro 1969).

Ruotsissa Huss ja Sinko (1969) ovat vertailleet taimien kehitystä kulotetuilla ja kulottamattomilla aloilla. Kulotuksen edullinen vaikutus pituuskasvuun vähenee, kun viive kulotuksen ja uudistamisen välillä kasvaa. Vähentäminen on sitä nopeampaa, mitä karumpi kasvupaikka on. Hyvällä mustikkatyypillä kulotuksella on edullinen vaikutus pituuskasvuun, vaikka kylvö tehtäisiin vasta viisi vuotta kulotuksen jälkeen. Kuivalla puolukkatyypillä kulotuksen vaikutus on aina kielteinen ohuen humuskerroksen liiallisen palamisen vuoksi (Huss ja Sinko 1969). Tämän tutkimuksen taimikoissa kylvö on tehty miltei poikkeuksetta heti kulotuksen jälkeen.



Kuva 2. Metsiköiden puuston pituusboniteetti-indeksit (minimi ja maksimi).  
 Fig. 2. Height index classes of the experimental stands (minimum and maximum).

### 33. Pituusboniteetti-indeksi ja kasvupaikan puuntuotoskyky

Huolimatta pituusbonitoinnissa ilmenevästä epävarmuudesta etenkin taimikkovaiheessa metsiköille laskettiin  $H_{100}$ -arvot Vuokilan ja Väliahon (1980) esittämällä funktiolla. Tällä haluttiin toisaalta ryhmitellä metsiköt keskenään homogeenisiin ryhmiin ja toisaalta tarkastella syntyvän ja kulotuksen vaikutusta pituusboniteetti-indeksiin ja samalla kasvupaikan puuntuotoskykyyn.

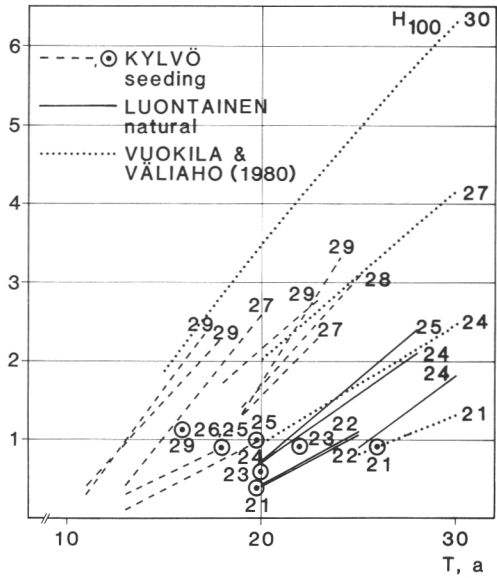
Kuvassa 2 on esitetty pituusboniteetti-indeksin vaihtelu metsiköittäin. Ne on myös eroteltu syntyvän ja maanpinnan valmistelun mukaan neljään ryhmään. Pituusboniteetti-indeksit ovat hyvin korkeita ottaen huomioon sen, että kasvupaikat on enimmäkseen luokiteltu puolukkatyypiksi. Sekä Vuokila ja Väliaho (1980) että Gustavsen (1980) määrittävät puolukkatyyppin pituusboniteetti-indeksiluokkaan  $H_{100} = 24$ , heikomman osan luokkaan 21 ja kanervatyypin keskimäärin luokkaan 21. Suuri osa tämän tutkimuksen metsiköistä kuuluu luokkaan 27 tai 30, joiden pitäisi vastata mustikkatyyppejä tai jopa käenkaali-mustikkatyyppejä.

Korkeille pituusboniteetti-indekseille voidaan hakea erilaisia selityksiä. Pituusboniteettimallit ovat alkuvaiheessa kenties liian matalalla ja antavat jo keskinkertaisillakin lähtöarvoilla hyvän pituusboniteetti-indeksin. Koemetsiköt poikkeavat ehkä keskimääräisistä metsiköistä siten, että hyvän hoidon ansiosta alkukehitys on ollut tavallista nopeampaa. Kulutus on voinut parantaa kasvua, mikä näkyy suurena pituusboniteetti-indeksinä.

Kuvasta 2 voidaan analysoida syntyvän ja kulotuksen vaikutuksia pituusboniteetti-indeksiin. Luontaisesti syntyneiden puolukkatyyppin koemetsiköiden indeksit ovat keskimäärin alhaisemmat kuin kylvetyjen. Ero selittyy kuitenkin osittain uudistustavan valintaperiaatteella: usein ”hyvä VT” uudistetaan kylvään ja ”huono VT” luontaisesti. Kulotetut metsiköt sijoittuvat pituusboniteetti-indeksillä mitaten kokeiden keskitasolle. Puolukkatyyppin korkeimmat pituusboniteetti-indeksit ovat kulottamattomilla metsiköillä (metsiköt 1, 2 ja 23).

Syntyvän ja kulotuksen vaikutusten luotettava analysointi vaatisi rinnakkaisia laajamittaisia kokeita. Vertailemalla eri tavalla perustettuja yksittäisiä metsiköitä saadaan

$V/T, m^3/ha/a$



Kuva 3. Metsiköiden puuston keskimääräinen tilavuuskasvu iän suhteen.

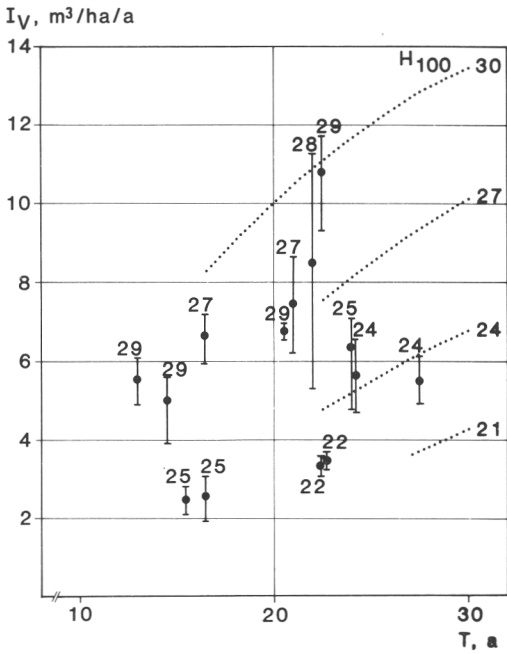
Fig. 3. Mean growth of the experimental stands with respect to age.

vain suuntaa-antavia viitteitä näiden tekijöiden vaikutuksista pituusboniteetti-indeksiin.

Pituusboniteetti-indeksin ja tilavuuskasvun välistä yhteyttä on vertailtu kuvissa 3 ja 4. Kuviin on piirretty myös Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksen vastaavat kasvuluvut. Taimikkokokeista on käytetty niiden koalojen kasvulukuja, joissa runkoluku on ollut keskimääräinen eli:

$H_{100}$	N, kpl/ha
27—30	1600—2400
21—24	1400—2200

Kuvassa 3 on esitetty puuston keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu eri metsiköissä. Niistä metsiköistä, joista on sekä harvennusvaiheen että välimittausvaiheen puustotiedot, on piirretty janat harvennuksesta lähtien. Muista metsiköistä on piirretty ympyrä välimittausvaiheeseen. Pohjois-Suomen metsiköitä ei ole merkitty kuvaan. Kasvujanat ovat enimmäkseen yhdensuuntaisia Vuokilan ja Väliahon julkaisemien kasvulukujen kanssa. Ne yhtyvät myös varsin hyvin Vuokilan ja Väliahon vastaaviin kasvulukuihin. Korkeimpien pituusboniteetti-indeksien metsiköissä indeksi näyttäisi olevan keskimäärin hieman liian suuri tilavuuskasvuun verrattuna.



Kuva 4. Harvennuksen jälkeisen jakson keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu iän funktiona (minimi, maksimi ja keskiarvo, ..... , Vuokila & Väliaho 1980).  
 Fig. 4. Mean annual growth of the experimental stands after thinning with respect to age (minimum, maximum and average, ..... , Vuokila & Väliaho 1980).

Kuvassa 4 on esitetty harvennuksen jälkeisen jakson vuotuisen tilavuuskasvun minimi, maksimi ja keskiarvo niiden koealojen osalta, joissa runkoluku on ”normaali”. Kasvuluvut on asetettu mittausjakson puoliväliin. Myös näin mitaten kasvuluvut osuvat melko hyvin yksiin Vuokilan ja Väliahon (1980) kasvulukujen kanssa.

Edellä esitetyt vertailut osoittavat pituusboniteetti-indeksin ja tuotoskyvyn välisen yhteyden toimivan myös taimikoissa ja osuvan yksiin Vuokilan ja Väliahon julkaisun kasvulukujen kanssa. Sen sijaan metsätyyppillä mitaten ja kasvulukujen perusteella puolukkatyyppin kylvömänniköiden alkukehitys näyttää nopeammalta nykyiseen tietämykseen verrattuna.

Kestokokeita perustettaessa on vaarana, että koealat antavat liian hyvän kuvan metsikön koko kehityksestä (Oikarinen 1978). Koealojen määrä, yleensä yli kymmenen metsikköä kohden, takaa kuitenkin sen, että koealat edustavat koko metsikköä eivätkä vain sen parasta osaa. Oikarisen (mt.) tutkimuksessa metsikön hehtaarikohtainen koko-

naistilavuus oli keskimäärin 12 % pienempi kuin edustavaan osaan metsikköä sijoitetun yhden kasvukoealan. Ero taimikkokokeiden yli kymmenen koealan ja metsikön keskimääräisten puustotunnusten välillä lienee siten huomattavasti pienempi kuin em. tutkimuksessa todettu 12 %.

### 34. Koemetsiköiden ryhmittely

Edellä esitetyn tarkastelun perusteella metsiköt ryhmiteltiin keskenään mahdollisimman homogeenisiin ryhmiin. Ryhmät muodostettiin siten, että metsiköt jaettiin keskimääräisen pituusboniteetti-indeksin mukaan luokkiin. Lisäksi metsiköt jaettiin taimikon harvennuksen ajankohdan mukaan kahteen luokkaan: alle 4 m:n ja yli 4 m:n valtapituusvaiheessa harvennetut. Näistä ensiksi mainitut edustavat metsänhoidollisesti hyväksyttävää taimikon harvennusta ja jälkimmäiset selvästi myöhästynyttä, riukumetsän harvennusta. Metsiköiden jakaantuminen ryhmiin on seuraavan asetelman mukainen:

Ryhmä Group	H <sub>100</sub>	H <sub>doma</sub>	Metsiköt Stands
1	27—30	<4 m	11, 13, 23, 57, 58
2	27—30	>4 m	1, 2, 9, 10
3	24	<4 m	3, 12, 20, 51, 59
4	24	>4 m	6, 7, 19
5	18—21	<4 m	21, 54
6	18—21	>4 m	17, 18, 76
7	12—15	≈4 m	77, 78, 79, 80

Ryhmät 1 ja 2 edustavat kylvettyjä, hyvän puolukkatyyppin taimikoita, joiden alkukehitys kuitenkin vastaa mustikkatyyppin, jopa käenkaali-mustikkatyyppin taimikoiden kehitystä. Ryhmiin 3 ja 4 kuuluu sekä kylväen että luontaisesti syntyneitä puolukkatyyppin taimikoita. Ryhmät 5 ja 6 sisältävät Etelä-Suomen kanervatyyppin metsiköt, kaksi karun puolukkatyyppin metsikköä ja yhden Pohjois-Suomen variksenmarja-puolukkatyyppin metsikön. Ryhmä 7 sisältää Pohjois-Suomen kuivahkon kankaan (EMT) metsiköt, jotka on harvennettu 4—5 m:n valtapituusvaiheessa. Custavsenin (1980) mukaan EMT kuuluu pituusboniteetti-indeksiluokkaan 12—15.

#### 4. HARVENNUKSEN VOIMAKKUUDEN JA AJANKOHDAN VAIKUTUS PUUSTON KEHITYKSEEN

##### 41. Yleistä

Puustotunnusten kehityksen tarkastelussa ovat mukana ne 17 metsikköä, joiden puustot on mitattu sekä taimikon harvennusajan kohtana että välimittausvaiheessa (taulukko 1). Ryhmään 5 eli taimikkovaiheessa harvennettuihin pituusboniteetti-indeksiltään luokkiin 18–21 kuuluvia metsiköitä ei tähän tarkasteluun osunut yhtään.

Koealojen kasvulukuina on yleensä käytetty mittausjakson keskimääräistä vuotuista kasvua. Mittausväli vaihteli neljästä kahdeksaan vuoteen ja oli yleisimmin viisi vuotta. Erilaiset mittausvälit ovat tarkastelun kannalta heikkous, sillä taimikkovaiheessa puusto kehittyy nopeasti ja reagoi voimakkaasti harvennukseen. Tällöin neljän vuoden keskimääräinen kasvu voi tasoltaan olla melko tavalla voimakkaampi kuin kahdeksan vuoden. Välimittausajankohdan ovat suureksi osaksi määränneet tutkimussuunnan taloudelliset ja työvoimaresurssit ja tarve keskittää mittaukset muutamiin vuosiin.

Kasvun ilmastolliset vaihtelut aiheuttavat kasvulukuihin lisävaihtelua. Lämpötilan, pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvuluvut on korjattu mittausvälin vuosien kasvuindekseillä. Kasvuindeksinä on käytetty Timosen (1981) laskemia, toistaiseksi julkaisemattomia lukuja, jotka ovat 1970-luvulle seuraavat:

vuosi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
1970	93	83
1971	104	89
1972	110	103
1973	116	114
1974	111	106
1975	104	117
1976	86	116
1977	85	99
1978	90	95
1979	83	104
1980	108	109

Kasvajakso sijoittuu suurimmaksi osaksi 1970-luvun loppupuolelle, joka etenkin Etelä-Suomessa on ollut huonon kasvun aikaa.

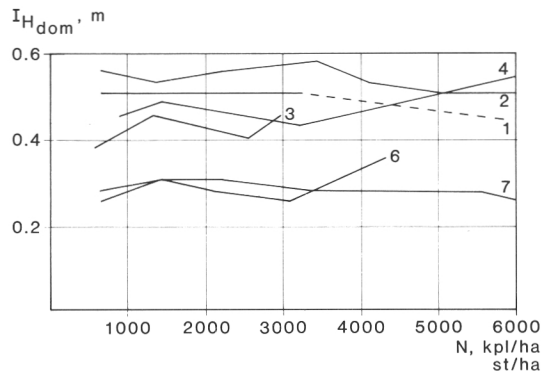
Mittausvälin kasvuluvut ovat siten korjauksen tuloksena hieman suurentuneet.

Harvennuksen voimakkuuden ja ajankohdan vaikutusta puuston kehitykseen on analysoitu graafisesti vertaamalla ryhmien runkoluvun mukaan luokiteltujen keskiarvojen eroja.

##### 42. Pituuskasvu

Kuvassa 5 on esitetty valtapituuden vuotuinen kasvu mittausjakson aikana runkoluvun funktiona. Pituuden kasvu on tämän aineiston mukaan laajalla tiheysalueella riippumaton harvennuksen voimakkuudesta. Runkoluvun ollessa alle 1000 kpl/ha valtapituuden kasvu näyttää taantuvan karuimilla kasvupaikoilla. Parhailla kasvupaikoilla (ryhmät 1 ja 2) puiden pituuskasvu ei erittäin harvassakaan asennossa heikkene, vaan pikemminkin paranee.

Taimikon harvennuksen ajankohdalla ei näytä olevan vaikutusta pituuskasvuun. Pituuskasvun erilaisuus samoilla kasvupaikoilla ryhmien välillä (ryhmät 1 ja 2 sekä 3 ja 4) johtuu metsiköiden erilaisista kehitysvaiheista.



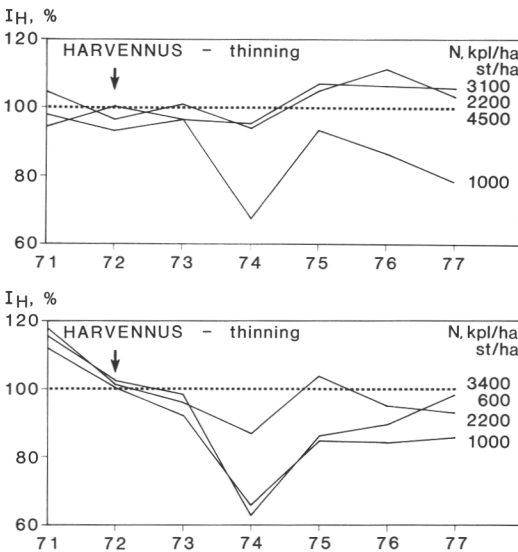
Kuva 5. Valtapituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona (numerot kuvassa tarkoittavat ryhmiä, s. 12).

Fig. 5. Mean annual increase in dominant height after thinning as a function of stem number (numbers in Figure mean groups, p. 12).

Pituuskasvu on siis laajassa mitassa riippumaton kasvatustiheydestä. Lönnrothin (1925, ks. Vuokila 1980, s. 74) käsitys, että puiden välinen kilpailu kiihdyttää pituuskasvua, ei tämän tutkimuksen mukaan ainkaan taimikoissa pidä paikkaansa. Tiheimmilläkin koaloilla valtapuiden pituuskasvu noudattaa normaalia kehitystä. Myös Parviaisen (1978) mukaan taimikko- ja riukumetsävaiheessa pituuskasvu on riippumaton kasvatustiheydestä ainakin, kun tiheys on yli 1000 kpl/ha. Vuokila (1972) on esittänyt kuitenkin useita tutkimuksia, joissa taimikon pituuskasvun on todettu kiihtyvän voimakkaasti harvennuksen seurauksena etenkin karuilla kasvupaikoilla.

Vestjordet (1977) on todennut, että ylitiheiden taimikoiden harvennuksen jälkeinen pituuskasvu taantuu 2–3 seuraavana vuotena. Sen jälkeen seuraa voimakkaan pituuskasvun ajanjakso. Voimakas pituuskasvu johtuu Vestjordetin mukaan uusista neulasista, jotka pystyvät käyttämään täysin hyväkseen parantuneet valaistusolosuhteet, vähentyneen juuristikilpailun, paremman mikroilmaston ja tietyn asteisen, etenkin kuolleiden juurien aiheuttaman lannoitusvaikutuksen. Reaktio on kuusella voimakkaampi kuin männyllä.

Tämän tutkimuksen metsiköissä 9 ja 10 mitattiin vuotuiset pituuskasvut n. 15 koe-



Kuva 6. Koepuiden vuotuinen pituuskasvu metsiköissä 9 ja 10.

Fig. 6. Annual height growth of sample trees in experimental stands 9 and 10.

puusta koalaa kohti. Pituuskasvut on esitetty kuvassa 6. Harventamattoman koalan koepuiden pituuskasvua on merkitty luvulla 100, ja harvennettujen koalojen pituuskasvuja on verrattu tähän arvoon. Vertailu tukee Vestjordetin esittämää tulosta. Toisena vuotena harvennuksen jälkeen on havaittavissa pituuskasvun taantuminen, joka on sitä suurempi, mitä voimakkaammin taimikkoa on harvennettu. Selvää pituuskasvun kiihtymistä alkuheikentymisen jälkeen ei voida havaita ja parhaimmillaankin lisäys on vain n. 10 %. Vestjordetin mukaan suurin pituuskasvun lisäys on odotettavissa vasta noin kahdeksan vuoden kuluttua harvennuksesta. Metsiköissä 9 ja 10 tarkastelujakso päättyy viidenteen vuoteen harvennuksen jälkeen, joten jonkinasteista pituuskasvun kiihtymistä voi olla vielä odotettavissa.

Edellä havaittu ilmiö vaikeuttaa Hägglundin (1976) taimikoille kehittämän pituusbonitointimenetelmän käyttöä harvennetuissa taimikoissa. Pituusboniteetti-indeksit voivat muodostua liian korkeiksi tilapäisestä pituuskasvun kiihtymisestä johtuen.

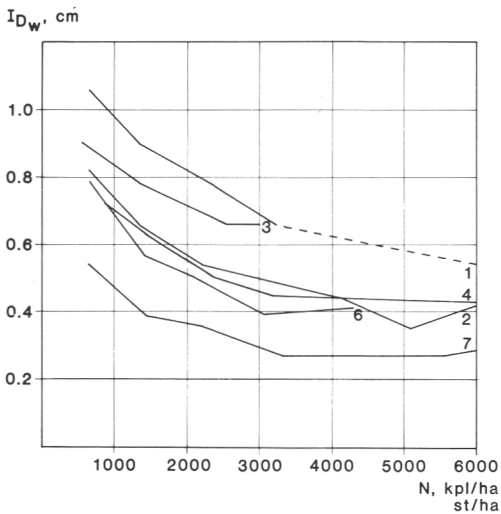
### 43. Lämpimitan kasvu

Kuvassa 7 on esitetty pohjapinta-alalla painotetun keskilämpimitan vuotuinen kasvu harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona. Lämpimitan kasvu on sitä suurempi, mitä voimakkaammin taimikkoa on harvennettu. Ero on selvä kaikilla kasvupaikoilla, parhailla hieman suurempi kuin karuimmilla. Lievälläkin harvennuksella on myönteinen vaikutus lämpimitan kasvuun.

Lämpimitan kasvu on suurempi taimikkovaiheessa harvennetuissa (ryhmät 1 ja 3) kuin riukumetsävaiheessa harvennetuissa metsiköissä. Lämpimitan kasvun kulminaatiopiste saavutetaan siis hyvin nuorella iällä. Tästä johtuen järeytymiskehitys on sitä nopeampaa, mitä aikaisemmin taimikko harvennetaan. Osan lämpimitan kulminaation aikaisuudesta aiheuttaa mittauskorkeuden muutos latvalta tyvelle puun pituuden kasvaessa. Lämpimitan kasvun maksimi on rungon yläosassa (Kilkki ja Varmola 1981).

Edellä esitetty lämpimitan kasvun tarkastelu koskee pohjapinta-alalla painotettua keskilämpimittaa. Kun harvennuksessa poistetaan pienilämpimittaista puuta, nousee keskilämpimitta pelkän harvennuksen ansiosta sitä suu-





Kuva 7. Pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan keskimääräinen vuotuinen kasvu harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona (numerot kuvassa kuten kuvassa 5).

Fig. 7. Mean annual increase in mean diameter after thinning weighted by basal area expressed as a function of stem number (numbers in Figure as in Fig. 5).

remmaksi, mitä voimakkaammin taimikkoa on harvennettu ja mitä kookkaampia puita on jäänyt jäljelle. Suuri osa harvennuksen aiheuttamasta läpimitan kasvun voimistumisesta voidaankin selittää tällä siirtymällä.

Toisen tarkastelulähtökohdan antaa valtaläpimita eli hehtaaria kohden sadan paksuimman puun läpimittojen keskiarvo. Voidaan olettaa, että harvennusasteesta riippumatta valtaläpimita on ollut harvennuksen jälkeen kunkin metsikön kaikilla koaloilla keskimäärin sama. Harvennuksessa on tuskin kajottu valtapuihin, ja aiempi kehitys metsiköissä on ollut yhtenäinen. Erot valtaläpimitan kasvussa kertovat kookkaimpien puiden reagoinnista kasvutilan avartumiseen.

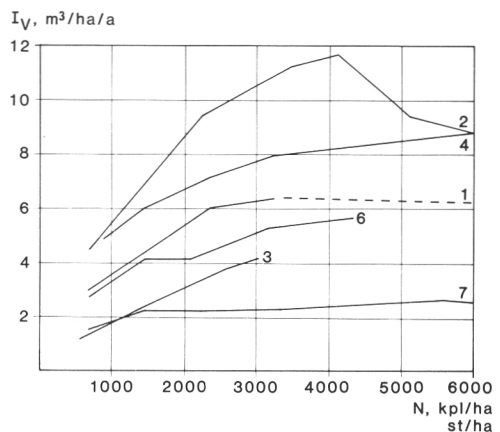
Metsiköistä ei perustamishetkellä laskettu valtaläpimittaa. Näin ollen voitiin tarkastella vain välimittaushetken valtaläpimittojen eroja. Harvennuksen voimakkuus vaikuttaa lievästi valtapuiden läpimittojen kasvuun. Ero tiheyksien 600 ja 4000 kpl/ha välillä on välimittausvaiheessa 0,5—1,0 cm eli n. 1 % vuodessa. Normaali tiheyksillä ero on huomattavasti pienempi. Tulos on yhdensuuntainen Parviaisen (1978) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan valtapuiden paksuuskasvu lisääntyi vasta voimakkaamman puuston käsittelyn johdosta tilastollisesti merkitävästi luonnontilaiseen puustoon verrattuna.

#### 44. Runkotilavuuden kasvu

Kuvassa 8 on esitetty runkotilavuuden vuotuinen kasvu harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona. Tilavuuskasvu suurenee tiheyden lisääntyessä runkolukuun 4000 kpl/ha saakka. Jyrkimmin tiheyden lisääntyminen vaikuttaa parhaimpien kasvupaikkojen metsiköiden tilavuuskasvuun. Metsiköt ovat kiihtyvän tilavuuskasvu vaiheessa (vrt. kuva 4) ja näin ollen tilavuuskasvu on suurin riukuvaiheessa käsitellyissä metsiköissä. Pohjois-Suomen kokeissa (ryhmä 7) tilavuuskasvun lisääntyminen tiheyden lisääntyessä on erittäin vähäistä.

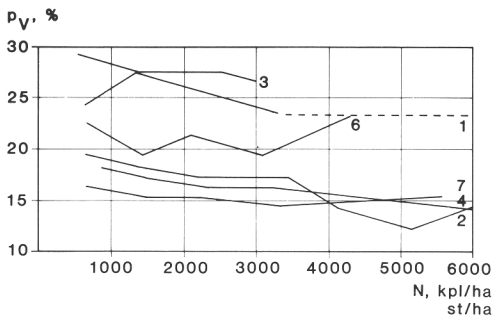
Taimikon harvennuksen jälkeisen pohjapinta-alan tai runkoluvun suhteen ei voida havaita kulminaatiopistettä, vaan tilavuuskasvu kasvaa jätettävän puuston lisääntyessä. Vuokila (1981) havaitsi ylitieheiden mätynuoreikoiden ensiharvennuksen jälkeen kasvun maksimitason, kun runkotilavuus oli n. 110 m<sup>3</sup>/ha. Tämän tutkimuksen kokeissa suurin runkotilavuus oli n. 60 m<sup>3</sup>/ha, jolloin myös vuotuinen tilavuuskasvu oli suurin (15 m<sup>3</sup>/ha/a). Tulos on samansuuntainen monien aikaisempien tutkimusten kanssa (Vuokila 1972).

Tilavuuskasvua voidaan tarkastella myös kasvuprosenttien avulla (kuva 9). Runkotilavuuden kasvuprosentti on metsikön iän mukaan aleneva tunnus. Niinpä taimikko- ja riukuvaiheessa kasvuprosentit ovat huomattavan suuria vaihdellen 10 ja 30 %:n välillä.



Kuva 8. Runkotilavuuden keskimääräinen vuotuinen kasvu harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona (numerot kuvassa kuten kuvassa 5).

Fig. 8. Mean annual increase in stem volume after thinning as a function of stem number (numbers in Figure as in Fig. 5).



Kuva 9. Runkotilavuuden keskimääräinen vuotuinen kasvuprosentti harvennuksen jälkeen runkoluvun funktiona (numerot kuvassa kuten kuvassa 5).

Fig. 9. Mean annual growth percentage of stem volume after thinning as a function of stem number (numbers in Figure as in Fig. 5).

Runkoluvun kasvaessa tilavuuskasvuprosentti pienenee hieman, mutta ero on merkityksetön. Täten mitään tilavuuskasvun kulminaatiota lähtöpuuston lisääntyessä ei esiinny.

#### 45. Järetyminen

Tämän tutkimuksen metsiköt ovat vielä niin varhaisessa kehitysvaiheessa, ettei laskentatuloksista voida tehdä kovinkaan pitkälle meneviä johtopäätöksiä puuston järetyksestä. Vasta ensiharvennusvaiheessa saadaan luotettavaa tietoa järetymiskehityksestä. Kuitenkin jo tämänhetkiset tulokset antavat viitteitä tulevasta kehityksestä.

Kuvassa 10 on esitetty käyttöpuun suhteelliset osuudet runkotilavuudesta eri läpimittavaatimuksin pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan suhteen. Käyttöpuuksi on laskettu se osa rungosta, joka latvasta täyttää minimiläpimitan (5,5, 7,5 tai 9,5 cm kuoren päältä) ja josta saadaan vähintään 2 m:n pituinen pölkky. Kuvaan on piirretty myös kuitupuurunkojen lukumäärän suhteellinen osuus kokonaisrunkoluvusta. Kuitupuurungoksi on laskettu ne puut, joista on saatu vähintään yksi latvaläpimitaltaan 5,5 cm oleva 2 m:n mittainen pölkky.

Käyttöpuun osuus runkotilavuudesta riippuu kiinteästi puuston keskiläpimitasta: hajonta läpimittaluokassa on vain n. 4 prosenttiyksikköä. Näin ollen pohjapinta-alalla painotetulla keskiläpimitalla voidaan luotetavasti selittää käyttöpuun osuutta.

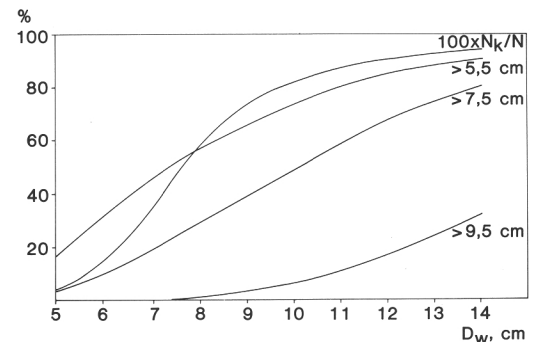
Latvaläpimitaltaan yli 5,5 cm kuitupuun osuus kasvaa keskiläpimitan lisääntyessä aluksi jyrkästi, mutta osuuden kasvu loivenee metsikön saavutettua keskiläpimitan 12

cm. Latvaläpimitaltaan yli 7,5 cm olevan puun osuus kasvaa suoraviivaisesti ja nousee 80 %:iin, kun keskiläpimitta on 14 cm. Latvaläpimitaltaan yli 9,5 cm olevan puun osuus on tutkimusaineiston alueella koko ajan nouseva ja on 30 %, kun keskiläpimitta on 14 cm.

Kuitupuurunkojen osuus kokonaisrunkoluvusta ei riipu yhtä selvästi keskiläpimitasta kuin em. käyttöpuuosuudet, vaan hajonta on suurempi. Kuitupuurunkojen osuus koottaa jyrkästi keskiläpimitta-alueella 6–9 cm, jolloin myös hajonta on suurin. Myös kuitupuurunkojen osuudella mitattuna keskiläpimittaa 12 cm voidaan pitää jonkinlaisena rajana. Sen jälkeen suurin osa (yli 90 %) puustosta täyttää kuitupuun mitat.

Enemmän kuin se, miten paljon suhteellisesti saadaan kasvatetuksi määrätyn suuruisia puuta, metsänkasvattajaa kiinnostaa käyttöpuun absoluuttinen määrä. Kuvassa 11 on esitetty runkotilavuus ja käyttöpuun absoluuttinen määrä eri latvaläpimittavaatimuksin sekä kuitupuurunkojen lukumäärä ja kuitupuurungon keskikoko runkoluvun funktiona eri pituusboniteeteilla. Kuva esittää tilannetta keskimäärin viiden vuoden kuluttua taimikon harvennuksesta ja koskee vain riukumetsävaiheessa harvennettuja metsiköitä. Taimikkovaiheessa harvennettujen metsiköiden informaatioarvo käyttöpuun osalta on kuvan 11 metsiköitä huomattavasti pienempi.

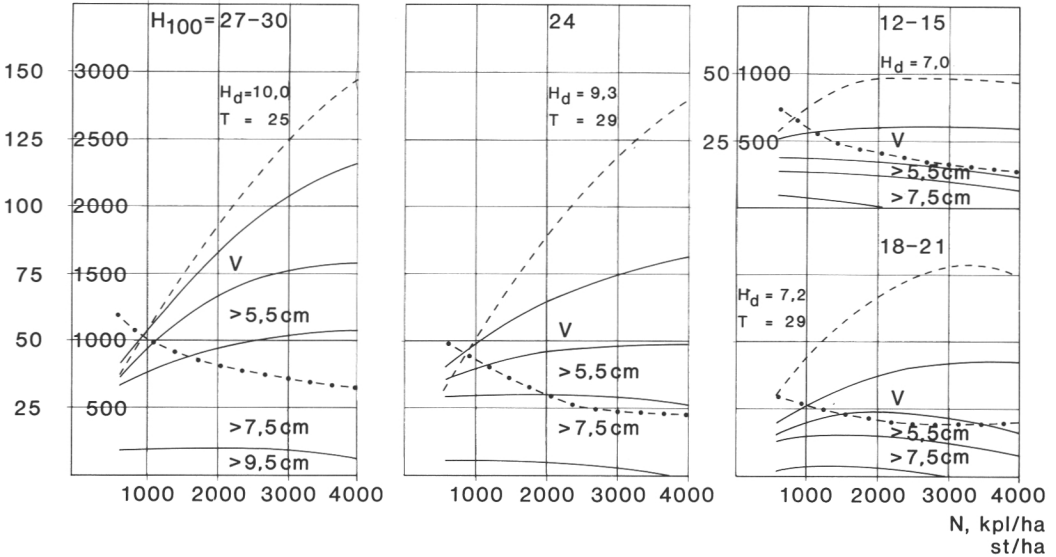
Mitä parempi kasvupaikka on, sitä selvemmin metsikkö reagoi kasvutilan avartu-



Kuva 10. Vaihtoehtoisia minimiläpimittoja vastaavan käyttöpuun osuus tilavuudesta ja kuitupuurunkojen osuus kokonaisrunkoluvusta pohjapinta-alalla painotetun keskiläpimitan funktiona.

Fig. 10. Relative proportion of marketable wood of total stem volume with different minimum top diameters and pulpwood stems of total stem number with respect to mean diameter weighted by the basal area.

$V, m^3/ha$   $N_k, kpl/ha$   
 $\bar{v}_k, l$   $st/ha$



Kuva 11. Runkotilavuuden ja käyttöpuun määrä sekä kuitupuurunkojen lukumäärä ja keskikoko runkoluvun funktiona eri pituusboniteetti-indeksiluokissa ( $N_k = \text{---}$ ,  $\bar{v}_k = \text{---}$ ).  
 Fig. 11. Amounts of stem volume and marketable wood and number and mean size of pulp wood stems with respect to stem number in different height index classes ( $N_k = \text{---}$ ,  $\bar{v}_k = \text{---}$ ).

miseen ja sitä enemmän käyttöpuuta tiheäsäkin asennossa voidaan kasvattaa. Pituusboniteettiluokassa 18—21 käyttöpuun määrä (yli 5,5 cm) kääntyy laskuun jo runkoluvun ylittäessä 2000 kpl/ha. Jos minimiläpimittana pidetään 7,5 cm:ä, vain parhailla kasvupaikoilla on tiheimpi asento tähän mennessä tuottanut enemmän käyttöpuuta. Latvaläpimitaltaan yli 9,5 cm olevan käyttöpuun määrä on kasvupaikasta riippumatta sitä pienempi, mitä tiheimmässä metsikkö kasvaa.

Anderssonin (1971) tutkimuksessa aikaisessa vaiheessa harvennetun taimikon käyttöpuun tuotos 10 m:n valtapituusvaiheessa on suurin kokeen harvimmassa asennossa (1800 kpl/ha), jos rinnankorkeusläpimittarajana on 12,5 cm, ja tiheydellä 2500 kpl/ha, jos rajana on 10,5 cm. Parviaisen (1978) tutkimuksessa käyttöpuun määrä ( $d > 6,5$  cm) on yleensä suurin luonnontilaisessa metsikössä, mutta järeän puun määrä ( $d > 14,5$  cm) aina suurin harvimmassa asennossa (400—1000 kpl/ha). Vestjordetin (1977) tutkimuksessaan laatiman mallin mukaan valtapituusvaiheessa 10 m käyttöpuun ( $d > 7,5$  cm) kokonaistilavuus on laajalla tiheysalueella (1500—4500 kpl/ha) sama.

Tämän tutkimuksen tulokset viittaavat samaan suuntaan em. tutkimusten kanssa. Käyttöpuun määrä riippuu läpimittavaati-

muksesta. Pieniläpimittaista puuta saadaan eniten tiheässä kasvatettaessa, mutta eniten järeää puuta saadaan harvassa asennossa. Yksityiskohtaista tietoa käyttöpuun määräästä saadaan vasta, kun metsiköt ovat varttuneet ensiharvennusvaiheeseen. On myös huomattava, että taimikkovaiheessa harvennettujen metsiköiden järeyskehitys tulee voimakkaasta läpimitan kasvusta johtuen olemaan erilainen kuin riukumetsävaiheessa harvennettujen metsiköiden.

Kuvaan 11 on piirretty myös kuitupuurunkojen lukumäärä ja keskikoko tiheyden funktiona. Riukuvaiheenkin harvennuksen jälkeen hyvillä ja keskinkertaisilla kasvupaikoilla lähes kaikki puut saadaan kasvatetuksi kuitupuurungoiksi vielä tiheydellä 2000 kpl/ha. Parhailla kasvupaikoilla vielä tiheydellä 4000 kpl/ha ainakin 3000 runkoa täyttää kuitupuurungon mitat.

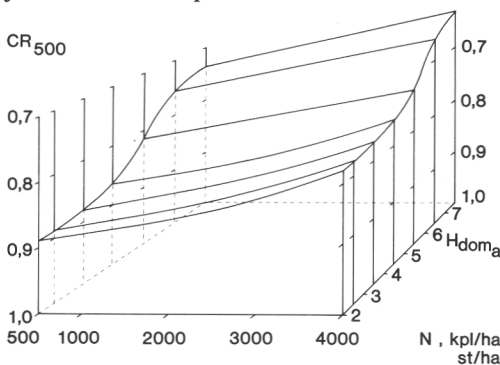
Ensiharvennuksessa tärkeä, harvennuksen kannattavuuteen vaikuttava kuitupuurungon keskikoko suurenee sitä jyrkemmin, mitä voimakkaammin taimikkoa on harvennettu. Reaktio on voimakas, kun otetaan huomioon, että harvennuksesta on kulunut vain n. viisi vuotta. Harvennuhetkellä kuitupuurunkojen keskikoon voidaan olettaa olleen sama eri harvennusvoimakkuuksilla yhtenäisestä aiemmasta käsittelystä johtuen.

Toisaalta tiheissä metsiköissä kuitupuuron keskikokoa pienentävät ne puut, jotka vasta äskettäin ovat saavuttaneet kuitupuun mitat. Harvimmissa asennoissa kaikki puut ovat jo kuiturunkoja, joten mitään siirtymää hukkapuurongoista ei enää ole. Samansuuntaisen tuloksen on saanut Parviainen (1978), joka toteaa myöhäisinkin harvennuksen merkittävän järeyskehityksen nopeutumisen kautta huomattavaa puuntuotannollista etua.

## 46. Ulkoinen laatu

### 461. Latvussuhde

Osasta metsiköitä mitattiin koepuista vihreän latvuksen alaraja välimittausvaiheessa. Alarajana pidettiin alinta vihreää oksaa, jollei se ollut vähintään kahden kuolleeseen kiehkuran erottama yhtenäisestä latvuksesta. Latvussuhteen (latvuksen pituuden suhde puun koko pituuteen) tarkastelussa rajoitettiin 500 paksuimpaan puuhun hehtaarilla. Näiden puiden latvussuhteiden keskiarvoa kullakin koealalla pidettiin havaintoyksikkönä. Tarkastelu haluttiin siten keskittää puuston arvokkaimpaan osaan. Lisäksi voidaan olettaa, että 500 paksuimman puun latvussuhde on ollut metsikön kaikilla koealoilla harvennushetkellä sama ja että mahdolliset erot ovat syntyneet harvennuksen jälkeen. Kuvassa 12 on esitetty latvussuhde keskimäärin viiden vuoden kuluttua harvennuksesta metsikön runkoluvun ja harvennuksen ajankohdan valtapituuden funktiona.



Kuva 12. Latvussuhde runkoluvun ja harvennusajan kohdan valtapituuden funktiona (500 paksuinta puuta/ha).

Fig. 12. Crown ratio with respect to stem number and dominant height at thinning stage (500 thickest trees/ha).

Harvennuksen voimakkuus vaikuttaa latvussuhteeseen taimikon kaikissa kehitysvaiheissa. Ero äärimmäisten tiheyksien välillä on n. 10 prosenttiyksikköä. Ero on syntynyt siis noin viidessä vuodessa ja todennäköisesti siten, että harvimmissa asennoissa vihreän latvuksen lyhentymistä ei ole tapahtunut lainkaan.

Vihreän latvuksen pienemisessä näyttää olevan puun laadun kannalta myönteinen taitekohta valtapituusvaiheessa 5—6 m. Harvennetaessa vasta tässä vaiheessa latvusten pieneminen on jo päässyt latvuston sulkeutumisen myötä sellaiseen vauhtiin, että sillä on teknisen laadun kannalta myönteistä merkitystä.

### 462. Oksikkuus

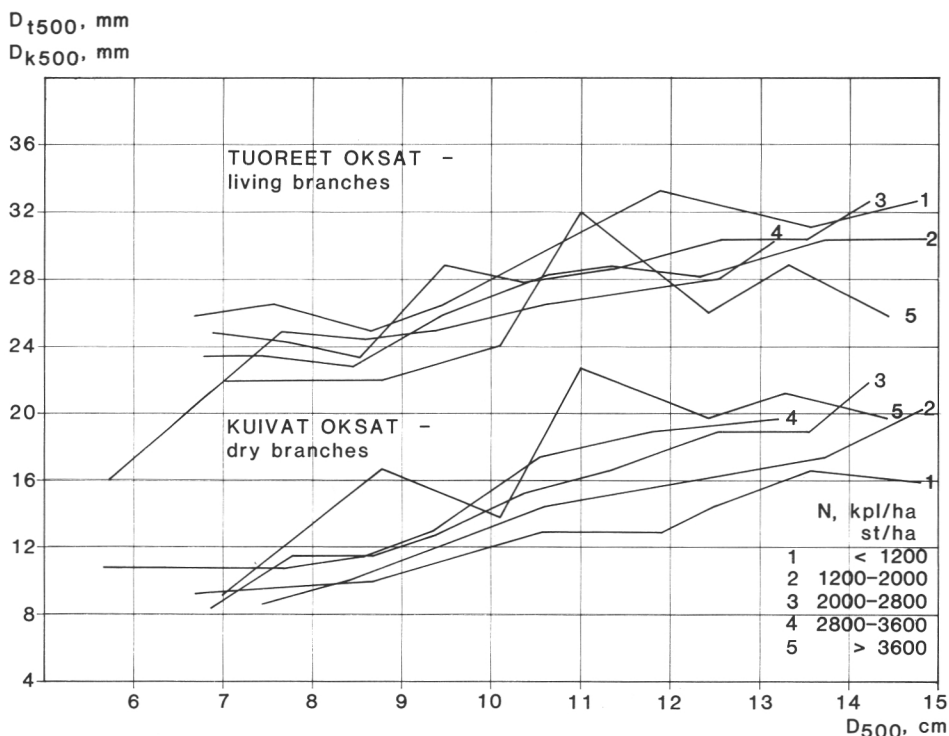
#### 4621. Paksuimmat tuoreet oksat

Paksuimman elävän oksan tarkastelu rajoitettiin kuten latvussuhteenkin 500 paksuimpaan puuhun hehtaarilla. Oksatunnukset laskettiin näiden puiden keskiarvoina, ja havaintoyksikkönä oli siten koeala. Oksien paksuus mitattiin 3 cm:n päästä rungosta.

Kuvan 13 yläosassa on esitetty oksa- ja rinnankorkeusläpimittojen keskiarvojen välinen riippuvuus eri harvennusvoimakkuuksilla. Keskiarvot edustavat tilannetta keskimäärin viisi vuotta harvennuksen jälkeen.

Yksittäisillä puilla paksuimman oksan läpimitta riippuu suoraviivaisesti puun rinnankorkeusläpimitasta (Uusvaara 1974, Varmola 1980). Metsiköittäin riippuvuus on loivasti käyräviivainen. Tämä johtuu siitä, että vanhimmissa metsiköissä harvennus on tehty niin myöhään, että oksat ovat olleet suhteellisen ohuita jo ennen harvennusta.

Harvennuksen voimakkuuden vaikutus on selvä: mitä voimakkaammin harvennetaan, sitä paksummiksi oksat kasvavat. Ääritapaukset (alle 1200 ja yli 3600 kpl/ha) erottuvat selvästi keskimääräisistä tiheyksistä, joiden välillä oksien paksuuksien ero ei ole kovinkaan suuri (n. 2 mm). Oksien paksuuksien tarkastelussa tulee ottaa huomioon kasvutilan avartumisen vaikutus myös puiden paksuuskasvuun. Viiden vuoden kuluttua harvennuksesta valtapuut ovat harvimmissa asennossa jo n. 2 cm paksampia kuin tiheimmissä. Tämä aiheuttaa lisäeroja oksan paksuusiin harvennusasteiden välillä.



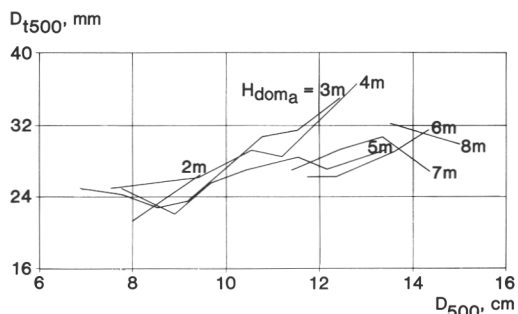
Kuva 13. Paksuimpien tuoreiden ja kuivien oksien läpimittojen ja rinnankorkeusläpimittojen välinen riippuvuus harvennusasteittain (500 paksuinta puuta/ha).

Fig. 13. Dependence between breast height diameter and diameter of thickest living and dry branch with different thinning intensities (500 thickest trees/ha).

Metsiköittäin oksan paksuuksien hajonta vaihteli 4 mm:stä 8 mm:iin. Hajonta lisääntyi puiden koon kasvaessa. Miltei poikkeuksetta metsikössä oli puita, joiden paksuimman tuoreen oksan läpimitta oli yli 40 mm. Toisaalta 500 paksuimman puun joukossa oli aina myös ohutoksaisia, joissa paksuimman tuoreen oksan läpimitta oli alle 20 mm. Nämä puut olivat tavallisesti myös kooltaan pienimpiä.

Aineistosta pyrittiin analysoimaan myös harvennusajankohdan, syntyvän ja kasvu-ajan vaikutusta oksien paksuuden kehittymiseen. Selvin vaikutus oli harvennuksen ajankohdalla (kuva 14). Mitä aikaisemmin taimikko harvennetaan, sitä paksummiksi oksat kehittyvät. Laadun kannalta optimina voidaan pitää valtapituusvaihetta 5–6 m, jota myöhemmin tapahtuva harventaminen ei enää vaikuta merkittävästi paksuimman oksan läpimittaan, joka on n. 30 mm. Kun myös latvussuhteen pieneneminen nopeutuu selvästi 5–6 m:n valtapituusvaiheessa, voidaan olettaa, ettei oksien paksuuntuminen näin myöhän harventamisen jälkeen ole enää kovinkaan suurta.

Syntyvällä ei näytä olevan selvää vaikutusta oksikkuuteen. Tarkastelua tosin vaikeuttaa se, että niistä metsiköistä, joista oksatunnukset on mitattu, kylvetyt kuuluvat taimikkovaiheessa ja luontaisesti syntyneet enimmäkseen riukuvaiheessa harvennettuihin. Yhteisellä läpimitta-alueella oksien paksuudet eivät eroa merkittävästi toisistaan



Kuva 14. Paksuimpien tuoreiden oksien läpimittojen ja rinnankorkeusläpimittojen välinen riippuvuus harvennuksen ajankohdan valtapituusluokissa (500 paksuinta puuta/ha).

Fig. 14. Dependence between breast height diameter and diameter of thickest living branch with different dominant height classes at thinning (500 thickest trees/ha).



Kuva 15. Erittäin harvassa asennossa puiden pystykarsinta on välttämätön, jotta tekninen laatu muodostuisi hyväksi. Metsikkö 23, 600 kpl/ha. Valok. S. Hannelius.

*Fig. 15. In very low density pruning is necessary, if good quality is wanted. Experimental stand 23, 600 stems/ha. Photo S. Hannelius.*

syntyavaltaan erilaisissa metsiköissä. Kun riukuvaiheessa harvennetut metsiköt ovat luontaisesti syntyneitä, voidaan sanoa, että laadun kannalta edullisimmissakin olosuhteissa peruspuiden paksuimman oksan läpimitta on n. 30 mm.

#### 4622. Paksuimmat kuivat oksat

Taimikon harvennusvaiheessa puiden vihreä latvus on pitkä, 80–90 % puun pituudesta. Harvennuksen ajankohdasta ja voimakkuudesta riippuen vihreä latvus pienenee ajan mittaan eri nopeuksilla (kuva 12). Metsiköiden uudismittaushetkellä vihreä latvus ulottui vielä pitkälle tulevan tyvitukin alueelle, joten oksien kuoleminen tällä vyöhykkeellä oli vielä kesken. Kuivat oksat eivät siten kuvaa sitä tilannetta, joka tulevaisuudessa vallitsee puun tyviosalla, vaan mittaushetken tilannetta, joka on suuresti riippuvai-

nen puuston ja etenkin latvuston kehitysvaiheesta.

Kuvan 13 alaosassa on esitetty paksuimman kuivan oksan ja rinnankorkeusläpimitan välinen riippuvuus harvennusasteittain viiden vuoden kuluttua taimikon harvennuksesta. Havaintoyksikkönä on ollut kunkin koealan 500 paksuimman puun keskiarvo. Paksuimmat kuivat oksat ovat tiheimmissä asennoissa. Tämä on seuraava vihreän latvuksen pienemisestä. Latvuksessa paksuun tuore oksa sijaitsee latvuksen alaosassa (Varmola 1980, Kellomäki ja Tuimala 1981). Näin ollen latvuksen pieneminen tuottaa uusia, entistä paksumpia kuivia oksia, mikä näkyy tässä vaiheessa juuri tiheimmissä asennoissa.

Syntytavalla ja kasvupaikalla ei tässä vaiheessa näytä olevan vaikutusta kuivien oksien paksuuteen. Johtopäätösten teko on kuitenkin syytä jättää myöhempään ajankohtaan, jolloin oksisto kokonaisuudessaan



Kuva 16. Kylvötuppaiden oksisto heikkenee ja oksat jäävät ohuiksi. Järeytyminen on hidasta. Koe 23, 12 800 kpl/ha. Valok. S. Hannelius (500 paksuinta puuta/ha).  
*Fig. 16. Branches and stems in sowing clumps are thin. Experimental stand 23, 12 800 stems/ha. Photo S. Hannelius.*

on kuollut tyvitukin alueella. Tällöin saadaan varmuus myös harvennuksen ajankohdan ja voimakkuuden vaikutuksista oksien paksuuteen. Kuivat oksat ovat vielä huomattavasti tuoreita oksia ohuempia. Ero on noin 14 mm.

#### 4623. Oksien sijainti

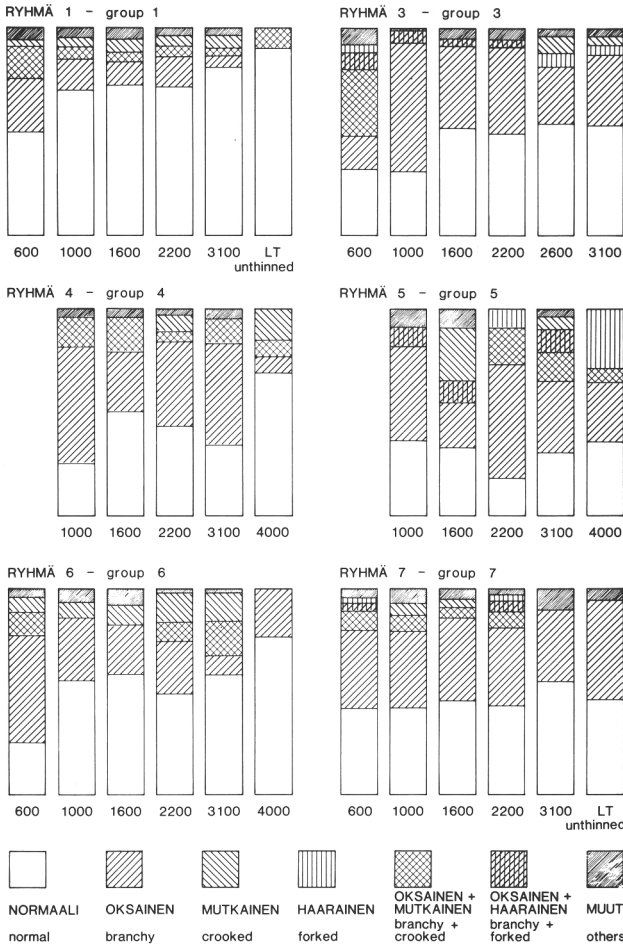
Paksuimman tuoreen oksan sijainti laskettiin kuten oksien läpimitatkin 500 paksuimman puun keskiarvona. Paksuin tuore oksa sijaitsee 30—60 %:n korkeudella tyveltä lähtien. Sijainti on suhteellisesti sitä korkeampi, mitä myöhemmin taimikko on harvennettu. Harvennuksen voimakkuus vaikuttaa vain vähän oksan suhteelliseen sijaintiin. Kun latvussuhde tiheyden kasvaessa pienee, sijaitsevat paksuimmat oksat tiheissä metsiköissä lähempänä vihreän latvuksen alarajaa kuin harvoissa metsiköissä. Kello-

mäen ja Tuimalan (1981) mukaan paksuin oksa latvuksessa sijaitsee tiheässä metsikössä ylempänä kuin harvassa metsikössä. Syynä tulosten ristiriitaisuuteen saattaa olla tarkastelujoukkojen erilaisuus. Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu vain 500 paksuinta puuta eri tiheyksillä. Kellomäen ja Tuimalan tutkimuksessa tarkastelujoukkona ovat olleet metsikön kaikki puut.

#### 463. Rungon tekninen laatu ja terveydentila

Tekninen laatu määritettiin silmävaraisesti luokittelemalla. Luokat olivat:

- normaali
- oksainen
- mutkainen
- haarainen
- oksainen ja mutkainen
- oksainen ja haarainen
- mutkainen ja haarainen
- oksainen, mutkainen ja haarainen
- runko katkennut (elävä)



Kuva 17. Tekninen laatu eri harvennusvoimakkuuksilla (500 paksuinta puuta/ha).  
 Fig. 17. Technical quality obtained with different thinning intensities (500 thickest trees/ha).

Harvennuksen voimakkuudessa erotettiin 9 luokkaa, joista 6 yleisintä kussakin ryhmässä (s. 12) otettiin analyysiin. Myös rungon teknisen laadun tarkastelu koskee vain 500 paksuinta puuta hehtaarilla. Luokitteluasteikkoa käytettäessä on vaarana tulosten subjektiivisuus. Koska eri metsiköissä on ollut eri luokittelijoita, tulokset ovat vertailukelpoisia lähinnä ryhmien sisällä, eivät niiden välillä.

Kuvassa 17 on esitetty tekninen laatu harvennusasteittain ja eri ryhmässä. Normaaliksi luokiteltujen puiden osuus lisääntyy yleensä metsikön tiheyden kasvaessa. Piirre on selvin ryhmässä 1 ja 6 ja heikoin ryhmässä 5 ja 7. Normaali puiden osuus vaihtelee 20–90 %:n välillä. Normaali puiden osuus on voimakkaasti luokitteli- ja näin ollen ryhmäkohtainen.

Yleisin vikaisuus on oksaisuus ja se lisää-

ty harvennuksen voimistuessa. Oksaisuus yhdistyy useimmiten mutkaisuuteen. Mutkaisuutta esiintyy melko tasaisesti kaikissa harvennusasteissa. Haarausua esiintyy epäsäännöllisesti tai se on niin vähäistä, että se on luettu luokkaan ”muut”. Haarausua liittyy useimmiten oksaisuuteen.

Vaikka ryhmien välisessä vertailussa onkin heikkouksia, huomiota voidaan kiinnittää ryhmän 1 suureen normaali puiden osuuteen. Ryhmä 1 edustaa hyvän kasvupaikan taimikkovaiheessa harvennettuja metsiköitä. Kun tämän ryhmän metsiköiden luokittelijoita on ollut kolme, ei tulos voine olla seurausta luokittelun subjektiivisuudesta. Tulos tukee käsitystä, että hyvän kasvupaikan männyntaimikot eivät välttämättä ole huonolaatuisia (Varmola 1980). On tosin todettava, että luokitus kuvaa tilannetta vasta noin viisi vuotta harvennuksen jälkeen.



Terveydentila arvioitiin kaikista puista. Kuolleisuus oli vähäistä ja käsitti yleensä vain yksittäisiä puita. Huomattavaa lumenmurtojen aiheuttamaa kuolleisuutta esiintyi luonnontilaan jätetyillä koelohjoilla niissä metsiköissä, joissa valtapituus oli jo n. 10 m. Harvennuksen voimakkuus ei käsitellyillä koelohjoilla näyttänyt vaikuttavan kuolleisuuteen. Kuivalatvaisuutta esiintyi kokeilla 17 ja 18 harvimmissa asennoissa. Kuivalatvaisuuden aiheuttajaksi todettiin punalattikka (*Aradus cinnamomeus*).

Taimikkoa harvennettaessa on otettava huomioon hyönteistuhojen vaara. Ytimen-

nävertäjistä suurempi, pystynävertäjä (*Tomicus piniperda*) iskeytyy myös taimikoihin. Jos männyn taimikossa harvennetaan tyviläpimitaltaan yli 7 cm paksuja puita, ytimenävertäjä löytää tyvikaarnasta lisääntymisalustan (Andersson 1961, Vuokila 1980). Turvallinen harvennuksen ajankohta on toukokuun lopulta heinäkuun puoliväliin, jolloin harvennettaessa kaadetut puut ehtivät kuivua riittävästi ennen talven tuloa ja seuraavaa kesää, eivätkä siten muodosta parveiluajana lisääntymisalustaa ytimenävertäjälle. Tämän tutkimuksen metsiköissä ei havaittu ytimenävertäjän tuhoja.

## 5. TAIMIKKO- JA RIUKUVAIHEEN MÄNNIKÖIDEN IÄN MUKAINEN KEHITYS

### 51. Yleistä

Suomessa on tutkittu runsaasti sekä luontaisesti syntyneiden (Lehto 1956, Lehto 1969b, Hänninen ym. 1972) että viljeltyjen (Yli-Vakkuri ym. 1969, Leikola ym. 1977, Rautiainen ja Räsänen 1980) taimikoiden varhaiskehitystä. Tarkastelu on keskittynyt uudistamisen onnistumisen seurantaan. Puustotunnuksista on lähinnä käsitelty pituden kehitystä eri metsätyypeillä.

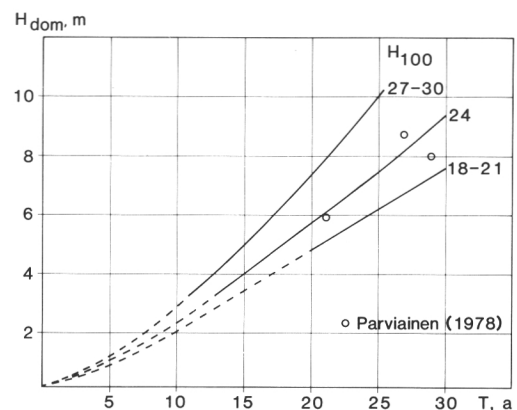
Tuotostaulukoiden kehityssarjat alkavat vasta 5—7 m:n valtapituusvaiheesta (Koivisto 1959, Vuokila ja Väliaho 1980). Tuotossarjoissa on lisäksi jouduttu metsiköiden alkukehitys perustamaan osaksi puuteellisiinkin aineistoihin. Seuraavassa esitetään tämän tutkimuksen aineistosta graafisesti tasoittamalla laadittu puustotunnusten kehittyminen taimikko- ja riukumetsävaiheessa harvennuksen jälkeisenä viisivuotiskautena.

### 52. Valtapituuden kehitys

Valtapituuden kehityksen on todettu olevan likimain riippumaton metsikön tiheydestä. Näin ollen pituuskehitystä ennustettaessa voidaan käyttää hyväksi kaikkien koelohjojen antama informaatio puustopääomatastosta riippumatta. Kuvassa 18 on esitetty metsiköiden valtapituuden kehitys iän funktiona eri pituusboniteettiluokissa. Kuva tuo selvennystä taimikoiden alkukehitykseen.

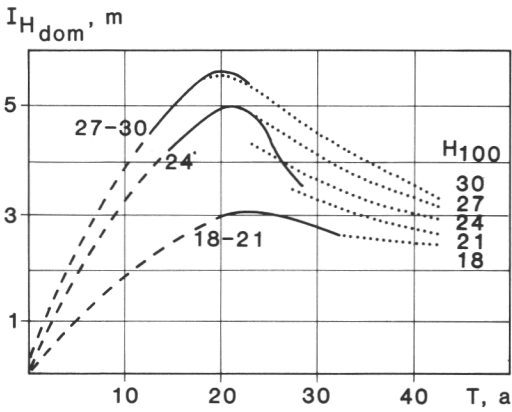
Yhteisellä alueella valtapituuskäyrät yhtyvät Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksen valtapituusarvoihin. Vaikka metsiköiden valtapituuden kehitys on tässä vaiheessa nopeaa, ja pituusboniteetti-erät korkeita, tulevaisuuden kehitys on varmasti hitaampaa kuin Vuokilan ja Väliahon sarjoissa. Kun kulutuksen edulliset vaikutukset häviävät, kasvu laantuu.

VT:n luontaisesti syntyneiden metsiköiden valtapituuskehitys seuraa suunnilleen pituusboniteettia  $H_{100} = 24$  ja kylvetyjen pituusboniteettia  $H_{100} = 27-30$ . CT:n metsiköt noudattelevat pituusboniteettia 18—21.



Kuva 18. Valtapituuden kehitys pituusboniteetti-indeksiluokittain iän funktiona.

Fig. 18. Development of dominant height in different height index classes as a function of age.



Kuva 19. Vuotuinen valtapituuden kasvu iän funktiona (....., Vuokila & Väliaho 1980).

Fig. 19. Increase in annual dominant height as a function of age (....., Vuokila & Väliaho 1980).

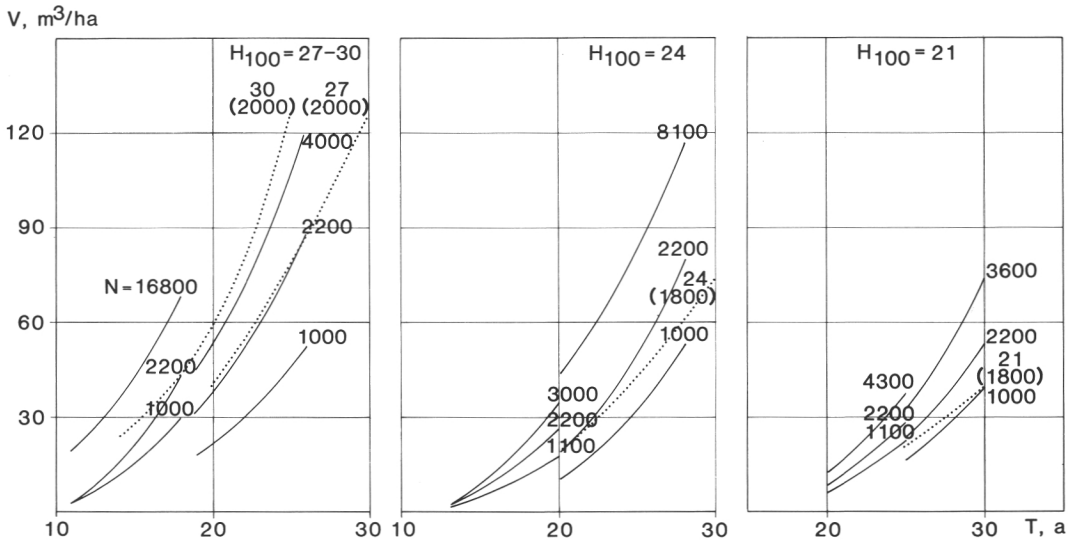
Metsätyypeittäin valtapituuden kehitystä voitiin verrata muutamiin aiempiin tutkimuksiin. Kuvaan piirretyt Parviaisen (1978) tutkimuksen luontaisesti syntyneiden VT-metsiköiden valtapituusarvot käyvät hyvin yksiin tämän tutkimuksen metsiköiden kanssa. Kallion (1961) tilapäiskoaloihin perustuvasa tutkimuksessa Etelä-Suomen kylvömänniköiden valtapituus oli MT:llä keskimäärin 8,0 m 20 vuoden iällä ja 13,0 m 30 vuoden iällä. VT:llä vastaavat luvut olivat 6,4 ja 10,9 m. Metsäpalon jälkeen puolukka-

tyypille kylvettyjen taimikoiden valtapituudet 20 vuoden iällä vaihtelivat Kolehmainen (1957) esittelemällä alueella 5,5 m:stä 8,0 m:iin. Tämän tutkimuksen puolukkatyyppin kylvömänniköiden valtapituusarvot ovat Kallion (mt.) tutkimuksen mustikkatyyppin ja puolukkatyyppin arvojen välissä.

Taimikkovaiheessa harvennetut puustot ovat kiihtyvän pituuskasvun vaiheessa, kun taas riukuvaiheessa harvennetut ovat enimmäkseen kasvun kulminaation alueella. Kuvassa 19 on esitetty vuotuisen valtapituuden kasvun kehitys iän funktiona. Kuvaan on lisätty Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksen valtapituuden kasvuluvut. Yhtenäinen viiva kuvaa aineiston antamia tuloksia ja katkoviiva ekstrapolointia syntyhetkeen. Pituuskasvu näyttää kulminaatiopisteen alueella olevan jonkin verran suurempi kuin Vuokilan ja Väliahon tutkimuksen aineistossa, samoin kasvun kulminaatio on jyrkempi. Huippukasvu osuu siis hyvin kapealle ikäalueelle. Kulminaatio on sitä jyrkempi ja aikaisempi, mitä parempi kasvupaikka on.

### 53. Runkotilavuuden kehitys

Kuvassa 20 on esitetty runkotilavuuden kehitys eri pituusboniteettiluokissa iän suhteen keskimäärin viiden vuoden aikana har-



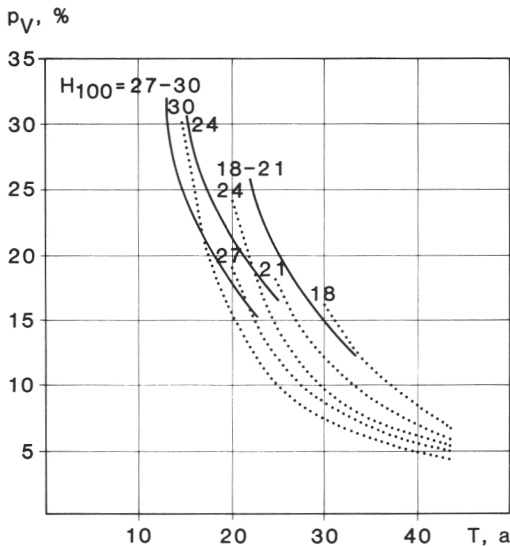
Kuva 20. Runkotilavuuden kehitys iän funktiona harvennuksen jälkeen eri lähtöpuustoilla (....., Vuokila & Väliaho 1980).

Fig. 20. Development of stem volume as a function of age after thinning on different stockings (....., Vuokila & Väliaho 1980).

vennuksen jälkeen. Kuhunkin pituusboniteettiiluokkaan on otettu kaksi esimerkkimet-sikköä, joista toinen edustaa taimikko- ja toinen riukumetsävaiheen harvennusta.

Taimikon voimakas harventaminen aiheuttaa kasvutappion. Harvennuksen johdosta erot kokonaistilavuuksien välillä lisääntyvät. Aikainen harvennus saa toisaalta aikaan huomattavan tilavuuden lisäyksen. Kun taimikko harvennetaan ennen valtapituusvaihetta 4 m, puuston tilavuus on riukumetsävaiheessa esim. tiheydellä 1000 kpl/ha jo yhtä suuri, kuin jos taimikko harvennettaisiin vasta 6—7 m:n valtapituusvaiheessa asentoon 2000 kpl/ha. Lisäksi puusto on keskimäärin huomattavasti järeämpää.

Kuvaan 20 on piirretty myös Vuokilan ja Väliahon tutkimuksesta runkotilavuuden kehitys. Etenkin huonommilla boniteeteilla taimikoiden kehitys on ripeämpää kuin em. tutkimuksessa. Taimikkovaiheessa harvennettujen metsiköiden kehitys asettuu jonkin verran em. tutkimuksen tilavuuslukujen yläpuolelle. On huomattava, että Vuokilan ja Väliahon tutkimuksessa runkotilavuuden kehitys vastaa keskimääräistä ja tässä tutki-



Kuva 21. Runkotilavuuden kasvuprosentti pituusboniteettitain iän funktiona (....., Vuokila & Väliaho 1980).

Fig. 21. Growth percentage of stem volume as a function of age (....., Vuokila & Väliaho 1980).

muksessa runkotilavuuden kehitys vain noin viiden mittaista ajanjaksoa erikseen taimikko- ja riukumetsävaiheessa harvennetuissa metsiköissä.

Runkotilavuuden kehitystä voidaan tarkastella myös kasvuprosenttien avulla. Kuvassa 21 on esitetty taimikoiden kasvuprosentit iän funktiona eri pituusboniteettiiluokissa. Kuvaan on piirretty kasvuprosentit myös Vuokilan ja Väliahon tutkimuksesta. Kasvuprosentti on jokseenkin riippumaton kasvatustiheydestä (kuva 9). Sen sijaan iän mukaan se on ensin voimakkaasti ja myöhemmin loivasti aleneva. Kuvassa on havaittavissa jonkinasteinen kasvuprosenttien ristikkäisyys Vuokilan ja Väliahon tutkimuksen lukujen kanssa siten, että vanhimmissa taimikoissa kasvuprosentit ovat säännönmukaisesti suuremmat kuin em. tutkimuksessa. Kasvuprosenttien ristikkäisyys johtuu ainakin osaksi taimikoiden harvennuksen jälkeisestä positiivisesta kasvureaktiosta.

#### 54. Pohjapinta-alan kehitys

Harvennustarve määritetään useimmiten metsikön pohjapinta-alan ja valtapituuden avulla. Ensiharvennuksessa jäävä puusto voidaan määrittää pohjapinta-alan asemesta runkoluvun avulla. Vaikka tämän tutkimuksen metsiköt eivät vielä olekaan ensiharvennusvaiheessa, on syytä tarkastella lyhyesti pohjapinta-alan kehitystä.

Koska pohjapinta-ala riippuu metsikön tiheydestä, tarkastelu rajoitettiin normaaleihin kasvatustiheksiin eli 2200 ja 1600 runkoon/ha. Metsiköiden pohjapinta-alan kehitys valtapituuden suhteen noudattelee Vuokilan ja Väliahon (1980) tutkimuksen kehityslinjoja taimikkovaiheessa harvennettujen osalta. Sen sijaan riukumetsävaiheessa harvennettujen metsiköiden pohjapinta-alan kehitys on jäänyt jälkeen em. tutkimuksen kehityssarjoista. Tämä johtuu taimikoiden kasvamisesta pitkään tiheässä asennossa, jolloin järeytyminen on ollut hidasta ja pohjapinta-ala on jäänyt pieneksi. Harvennuksen jälkeen riukumetsät ovat saavuttaneet em. tutkimuksen pohjapinta-alalukemia.

## 6. TARKASTELU

Tämän tutkimuksen puolukkatyyppin männyntaimikoiden alkukehitys on ollut nopeaa. Pituuskehityksensä puolesta suuri osa puolukkatyyppiksi luokitelluista metsiköistä sijoittuu pituusboniteetti-indeksiluokkiin ( $H_{100}$ ) 27 ja 30, joiden katsotaan vastaavan mustikka- ja käenkaali-mustikkatyyppiä. Kun myös tilavuuden kasvuluvut vastaavat mainittujen boniteettien metsiköiden kasvulukuja (Vuokila ja Väliaho 1980), tutkittujen puolukkatyyppin männiköiden alkukehitys on ollut nykyistä tietämystä nopeampaa. Pohjois-Suomen kokeet edustavat kuivahkoa kangasta (variksenmarja-mustikkatyyppi), joka Gustavsenin (1980) mukaan vastaa pituusboniteetteja 12—15.

Puolet kokeista on perustettu kulotetulle maalle. Kulotus, jonka on todettu parantavan maan ominaisuuksia (Viro 1969), lienee pääsyy puiden nopeaan alkukehitykseen (ks. myös Huss ja Sinko 1969). Kulotuksen vaikutuksen kestoajasta tutkimus ei anna tietoa. Kun maan ominaisuudet palautuvat ennalleen viimeistään 50 vuoden kuluttua kulotuksesta (Viro 1969), on oletettavaa, että myös puuston kehitys vastaavasti taantuu.

Kylvötaimikoiden pituusboniteetti-indeksit ovat keskimäärin korkeampia kuin luontaisesti syntyneiden taimikoiden. Tämä ei välttämättä todista kylvömännikön kasvun parermmuutta, vaan ero voi johtua uudistamisen valintaperiaatteesta: »hyvä VT» uudistetaan kylväen ja »huono VT» luontaisesti.

Valtapuiden pituuskasvu on tämän tutkimuksen mukaan riippumaton harvennuksen voimakkuudesta. Pituuskasvun suuruuden määräävät kasvupaikan hyvyys ja metsikön ikä. Vuotuisen pituuskasvun kulminaatiopiste on n. 20 vuoden iällä.

Harvennuksen vaikutuksesta puusto järeytyy ja keskiläpimitta lisääntyy. Keskiläpimitan kasvu johtuu suurimmaksi osaksi alaharvennuksen aiheuttamasta »hyppäyksestä» toiselle tasolle. Kuitenkin kasvutilan avartumisella on myös todellista vaikutusta puiden läpimitan kasvuun. Tämä näkyy valtapuiden läpimitan kasvun lievänä kiihtymisenä harvennusasteen voimistuessa.

Taimikoissa runkotilavuuden kasvu on sitä suurempi, mitä korkeampi puustopääomataso on. Tiheydellä 1000 kpl/ha vuotuinen kasvu on keskimäärin 4 m<sup>3</sup>/ha, tiheydellä 3000 kpl/ha 6,5 m<sup>3</sup>/ha. Tiheässä asennossa kasvu keskittyy kuitenkin pieniläpimittaisiin puihin. Harventamalla taimikko kasvu keskitetään niihin puihin, joista tulevaisuudessa saadaan hakkuutuloja. Järeyskehitys on sitä edullisempi, mitä aikaisemmin taimikko harvennetaan.

Kasvatustiheyden optimi riippuu paitsi kasvupaikasta myös siitä, mikä on läpimittavaatimus harvennuspuulle. Käyttöpuun latvaläpimittavaatimuksen ollessa 5,5 cm parhailla kasvupaikoilla käyttöpuun absoluuttinen määrä lisääntyy runkoluvun lisääntyessä aina tiheydelle 4000 kpl/ha. Pituusboniteettiluokissa 18—21 käyttöpuun määrä kääntyy laskuun runkoluvun ylittäessä 2000 kpl/ha. Jos latvaläpimittavaatimus on 9,5 cm, tuottaa harvin asento (noin 1000 kpl/ha) eniten käyttöpuuta.

Käyttöpuun osalta tulokset koskevat vain riukuvaiheessa harvennettuja metsiköitä. Lisäksi tulokset muuttuvat kenties jonkin verran metsiköiden saavuttaessa ensiharvennusvaiheen ja pienien puiden saavuttaessa käyttöpuun mitat. Taimikkovaiheessa harvennettujen metsiköiden kehitys on samansuuntaista, mutta nopeammasta järeytymisestä johtuen käyttöpuun osuus on suurempi riukuvaiheessa harvennettuihin metsiköihin verrattuna.

Laatunäkökohtien huomioon ottaminen korostaa myöhäistä harvennusta. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan 5—6 m:n valtapituusvaiheen jälkeen ylitheydestä ei ole enää sanottavaa hyötyä. Peruspuuston paksuimmat tuoreet oksat tulevat kuitenkin noin 30 mm:n paksuisiksi edullisimmassakin tapauksessa, ts. käytettäessä luontaista uudistamista, lievää harvennusta noin 4000 runkoon hehtaarilla taimikkovaiheessa ja normaalia harvennusta riukumetsävaiheessa.

Nykyisten taimikon harvennusohjeiden mukaan jäävä runkoluku on kasvupaikasta

riippuen 1500—2000 kpl/ha ja harvennuksen ajankohta 1—4 m:n pituusvaiheessa. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan ohjeet ovat jokseenkin oikeat. Näyttäisi kuitenkin siltä, että hyvällä VT:llä taimikko voidaan kasvat-  
taa nykyohjeita tiheämpänä järeyskehityk-  
sen kärsimättä.

Jos kylvö- tai luonnontaimikkoa hoide-

taan pyrkien laadullisesti korkeatasoiseen metsikköön, harvennus on tehtävä vasta riukumetsävaiheessa. Eräs mahdollisuus on täl-  
löin käsitellä metsikkö lievästi taimikkovai-  
heessa ja suorittaa toinen harvennus riuku-  
metsävaiheessa, jolloin harvennus voi olla  
melko voimakaskin puiden laadun huonon-  
tumatta.

## KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, S.-O. 1952. Några synpunkter på röjning i naturliga föröngingar. Medd. från Statens skogsforskningsinst. Serien uppsats. 25:1—10.
- 1961. Om mörkborrefaran vid röjningar. Statens skogsforskningsinst. Uppsats. 84:1—6.
- 1968. Røj för mer virke. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsföröng. Skogshögsk. 13:1—4.
- 1971. Yield of merchantable wood in Swedish experiments with cleaning in young stands of Scots pine. IUFRO XV kongressin esitelmämoniste.
- 1975. Røjning i tall- och granskog. Skogsakta från Skogshögsk. 4:1—4.
- CAJANDER, A.K. 1909. Über Waldtypen. Acta For. Fenn. 1.1:1—175.
- 1949. Metsätyypit ja niiden merkitys. Forest types and their significance. Acta For. Fenn. 56:1—69.
- CARBONNIER, C. 1964. Aktuella synpunkter på föröngingsfrågorna speciellt med tanke på förbandets inflytande på kvantitets- och kvalitetsproduktionen. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 6:1—15.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio, Tiedote 3/1981:1—20.
- GUSTAVSEN, H.G. 1980. Talousmetsien kasvupaik-  
kaluokittelu valtapituuden avulla. Abstract: Site  
index curves for conifer stands in Finland. Folia  
For. 454:1—31.
- HARI, P., KELLOMÄKI, S., MÄKELÄ, A., ILO-  
NEN, P., KANNINEN, M., KORPILAHTI, E. &  
NYGRÉN, M. 1982. Metsikön varhaiskehityksen  
dynamiikka. Summary: Dynamics of early devel-  
opment of tree stand. Acta For. Fenn. 177:1—42.
- HEINONEN, J. 1981. Koealojen peruslaskenta. Ko-  
nekirjoite. Metsäntutkimuslaitos. 1—38.
- HEISKANEN, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoru-  
uden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun  
välisistä suhteista männikoissä. Summary: On the  
relation between the development of the early stage  
and the thickness of trees and their branchiness in  
pine stands. Acta For. Fenn. 80.2:1—62.
- HUSS, E. & SINKO, M. 1969. Effekt av hyggebrän-  
ning. Summary: The effect of controlled burning.  
Rapp. Uppsats. Instn. Skogsföröng. Skogshögsk.  
17:386—424.
- HÄGGLUND, B. 1976. Skattning av höjdboniteten i  
unga tall- och granbestånd. Summary: Estimating  
site index in young stands of Scots pine and Norway  
spruce in Sweden. Rapp. Uppsats. Instn. Skogs-  
prod. Skogshögsk. 39:1—66.
- 1977. Ett system för bonitering av skogsmark —  
introduktion. Summary: A system of methods for  
assessing site quality in forestry — introduction.  
Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 5:409—416.
- HÄNNINEN, T., RÄSÄNEN, P.K. & YLI-VAKKURI,  
P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistami-  
sen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmai-  
lla. Helsingin yliop. metsänhoitotiet. lait. tiedonant.  
7:1—96.
- ILVESSALO, Y. 1920. Tutkimuksia metsätyypin  
taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä  
kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Acta  
For. Fenn. 15:1—157.
- 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskenta-  
taulukot. Tapio. 1—148.
- JAKKILA, J. & POHTILA, E. 1978. Perkauksen vai-  
kutukset taimiston kehitykseen Lapissa. Summary:  
Effect of cleaning on development of sapling stands  
in Lapland. Folia For. 360:1—27.
- JONSON, T. 1914. Om bonitering av skogsmark.  
Svenska Skogsv.föreningens. Tidskr. 12:369—392.
- KALELA, A. 1961. Waldvegetationszonen Finnlands  
und ihre klimatischen paralleltypen. Arch. Soc.  
Vanamo 16: suppl.: 65—83.
- KALLIO, K. 1960. Etelä-Suomen kylvömanniköiden  
rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the stur-  
ture and development of pine stands established  
by sowing in the south of Finland. Acta For. Fenn.  
71.3:1—78.
- KELLOMÄKI, S. & TUIMALA, A. 1981. Puuston  
tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja  
riukuvaiheen männikoissä. Summary: Effect of  
stand density on branchiness of young Scots pines.  
Folia For. 478:1—27.
- KILKKI, P. & VARMOLA, M. 1981. Taper curve  
models for Scots pine and their applications. Seloste:  
Männyn runkokäyrämalleja ja niiden sovellu-  
tuksia. Acta For. Fenn. 174:1—60.
- KOIVISTO, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Sum-  
mary: Growth and yield tables. Commun. Inst. For.  
Fenn. 51.8:1—49.
- KOLEHMAINEN, V.A. 1957. Vehkatallinmaa. Sum-  
mary: Vehkatallinmaa a successful reforestation  
area. Silva Fenn. 90.4:1—18.
- KUJALA, V. 1979. Suomen metsätyypit. Abstract:  
Forest types of Finland. Commun. Inst. For. Fenn.  
92.8:1—45.
- LAASASENAHO, J. 1976. Männyn, kuusen ja koi-  
vun kuutioimisytälöt. Konekirjoite. Helsingin  
yliop. metsänarvioimistiet. lait. 1—89.
- 1982. Taper curve and volume functions for pine,  
spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koi-  
vun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Commun. Inst.  
For. Fenn. 108 (painossa).
- LEHTO, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta  
uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla.  
Summary: Studies on the natural reproduction of

- Scots pine on the upland soils of southern Finland. Acta. For. Fenn. 66.2:1—106.
- 1969a. Käytännön metsätyypit. Kirjayhtymä, Helsinki. 1—98.
- 1969b. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of seed tree and shelterwood methods. Commun. Inst. For. Fenn. 67.4:1—140.
- LEIKOLA, M., METSÄMUURONEN, M., RÄSÄNEN, P.K. & 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 For. 312:1—27.
- LÖNNROTH, E. 1925. Über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der südhälfte Finnlands. Acta For. Fenn. 30.1:1—269.
- NÄSLUND, M. 1937. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Zusammenfassung: Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Swedens in Kiefernwald. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 22(1):1—169.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Etelä-Suomen piirikunnassa. 1981. Metsähallitus. 1—18.
- OIKARINEN, M. 1978a. Taimistokokeiden mittausohjeet. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitos. 1—4.
- 1978b. Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoalojen edustavuus. Summary: Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots. Folia For. 350:1—15.
- PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.
- 1979. Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Summary: Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations. Folia For. 386:1—20.
- PERSSON, 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.
- POHTILA, E. & TIMONEN, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. Folia For. 453:1—18.
- RAUTIAINEN, O. & RÄSÄNEN, P.K. 1980. Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Summary: Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo 1968—1976. Folia For. 426:1—24.
- SEPPONEN, P. 1978. Eräitä Cajanderin metsätyypiteorian sovellutusongelmia Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu 6—7:12—15.
- SIRÉN, G. 1956. Männyn taimiston käsittelystä. Summary: The treatment of pine seedling stands. Metsätal. Aikakausi. 1:5—12.
- TIMONEN, M. 1981. Ilmasto jarruttaa tai vauhdittaa metsän kasvua. Metsä ja Puu 9:4—6.
- UUSITALO, M. (toim.) 1981. Metsätalastollinen vuosikirja 1980. Yearbook of forest statistics 1980. Official Statistics of Finland XVII A:12. Folia For. 460:1—205.
- 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.
- VESTJORDET, E. 1959. Avstandsregulering. Litteraturoversikt og noen foreløbige resultater av norske forsøk. Referat: Läuterungen in natürlichen Kiefern- und Fichtendickungen. Norsk Skogbr. 67:59—82.
- 1971. Avstandsregulering på foryngelsesfelter. Norsk Skogbr. 17:152—153.
- 1977. Avstandsregulering av unge furu- og granbestand: I: Materiale, stabilitet, dimensjonfordeling, m.v. Summary: Precommercial thinning of young stands of Scots pine and Norway spruce: I: Data, stability, dimension distribution, etc. Norsk Inst. Skogforsk. 33.9:314—436.
- VIRO, P. 1969. Prescribed burning in forestry. Commun. Inst. For. Fenn. 67.7:1—49.
- VUOKILA, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. Folia For. 141:1—36.
- 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY, Porvoo. 1—256.
- & VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 99.2:1—271.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P.K. & SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliop. metsänhoito. lait. tiedonant. 2:1—92.
- YRJÖNEN, K. 1980. Otantamenetelmän ja otoksen koon vaikutus taimistokokeiden mittauksen luotettavuuteen. Konekirjoite. Helsingin yliop. metsänarv. tiet. lait. 1—30.

## SUMMARY

The results of thinnings carried out in Scots pine stands at the sapling and pole stages during an average period of five years are presented in the study. The material was obtained from 26 thinning experiments containing 296 sample plots (Fig. 1 and Appendix 1). 16 of the experimental stands have been established through seeding and 10 have regenerated naturally. Most of the stands (18) are growing on sites of the *Vaccinium* site type (VT), (Cajander 1949). The stands have been divided into 7 groups on the basis of site index ( $H_{100}$ ) and thinning stage (dominant height over 4 m or below 4 m).

The early development of the pine sapling stands growing on the VT sites has been fast. According to their height development, a large proportion of the experimental stands growing on sites classified as VT ( $H_{100} = 24$  m) belong to height index classes ( $H_{100}$ ) 27 and 30, which are usually considered to be index values for *Myrtillus* (MT) and *Oxalis-Myrtillus* (OMT) site types. As the volume growth figures also correspond to the levels for stands of the above-mentioned site indices (Figs. 3 and 4), the early development of the VT pine stands has been faster than earlier believed. The experimental stands in North Finland represent dryish upland forest sites (*Empetrum-Myrtillus* site type) which, according to Gustavsen (1980), are equivalent to height index classes 12–15.

Half of the experimental stands (13) have been established on burnt-over land. Prescribed burning, which has been found to improve the properties of the soil, may be the main reason for the fast early development of the saplings. The results of the study do not, however, give any information about the duration of the effect of burning. Since the soil properties return in time to their original state, it can be assumed that the development of the stands will also level off.

Young seeded stands are placed higher up in the height index scale than naturally-regenerated ones (Fig. 2). This does not necessarily mean that the growth of seeded pine stands is superior, but rather that the differences may be caused by the selection principle of regeneration: a "good VT" is regenerated by seeding and a "poor VT" naturally.

According to the results of this study, the height growth of the dominant trees is independent of the thinning intensity (Fig. 5). The productivity of the site and the stand age determine the magnitude of height growth. Annual height growth culminates at the age of about 20 years (Fig. 19).

Thinning has the effect of increasing the mean diameter (Fig. 7). Most of the increase in mean diameter is brought about by thinning from below. However, the increase in the growing space available to the trees also has a real effect on the diameter growth of the trees. This can be seen as a slight increase in the growth of the dominant trees as the thinning intensity increases.

The stem volume growth in the sapling stands is the

greater, the higher is the growing stock level (Fig. 8). The annual growth at a density of 1000 stems/ha is on the average 4 m<sup>3</sup>/ha/yr, and at a density of 3000 stems/ha, 6,5 m<sup>3</sup>/ha/yr. With dense stocking, however, growth is concentrated in the small-diameter trees. Thinning concentrates the growth of the sapling stand in those trees which will provide an income from cutting in the future. The earlier the sapling stands are thinned, the greater the amount of marketable wood produced.

As well as depending on the growing site, the optimum growing density is also dependent on the minimum diameter requirements of the thinned trees. With a minimum top diameter of 5,5 cm on the best sites, the absolute amount of marketable wood increases as the stem number is increased up to the density of 4000 stems/ha. The amount of marketable wood in height index classes 18–21 starts to decrease as the stem number exceeds 2000 stems/ha. If the minimum top diameter is 9,5 cm, the lowest stocking level (about 1000 stems/ha) produces the greatest amount of marketable wood (Fig. 11)

The results for marketable wood are only applicable to stands thinned at the pole stage. In addition, the results will perhaps also change to some extent as the stands reach the first thinning stage and the smallest trees reach marketable size. The development of stands thinned at the sapling stage follows the same trend, but owing to the faster rate at which they reach marketable size, the proportion of marketable wood will become greater in comparison to stands thinned at the pole stage.

Late thinning is better if the quality is concerned. According to the results of the study, high density after the 5–6 m dominant height stage has passed is no longer worthwhile. The thickest living branches of the dominant trees reach, however, a thickness of about 30 mm even in the best cases, i.e. in the case of naturally regenerated stands lightly thinned to about 4000 stems/ha at the sapling stage and normally thinned at the pole stage.

According to present-day thinning recommendations for sapling stands, the number of stems to be left is, depending on the site type, 1500–2000 stems/ha and thinning should be carried out when the saplings are 1–4 m high. The results show that the existing recommendations are to some extent correct. It would appear, however, that a sapling stand growing on the good VT could be grown at a higher stocking density without any danger of the size development deteriorating.

If seeded or naturally-regenerated sapling stands are managed with the aim of developing them into high quality stands, then they should not be thinned until the pole stage is reached. One possibility is to thin the stand lightly at the sapling stage and to carry out the second thinning in the pole stage when rather heavy thinning can be done without lowering the quality.

Liite 1. Tutkimusaineiston yleistiedot.  
Appendix 1. General information of material.

Metsikön Number of stand	Sijainti- kunta Location	Pohj. lev. Latitude	It. pit. Longitude	Kor- keus- meren- pin- nasta Height above sea level	Läm- pö- sum- ma Days	Met- sä- tyyp- pi Forest type	Syntä- tapa Way of regene- ration	Perus- tamis- ajan- kohta Time of estab- lish- ment	Perus- Mit- tamis- taus- väli Age of Mea- sure- ment inter- val	Harvenus- asteet Degrees of thinning	Koe- alo- jen luku- määrä Number of plots	Aiemmat toimenpiteet Former preparations	Omistaja Owner	
1	Virrat	62°14'	23°47'	140	1080	VT	kylvö- seedling	10.1971	19	6	1000-4000	22	perkaus 1962 - cleaning of sapling stand 1962	Oy W. Rosenlew Ab
2	Mänttä	62°04'	24°33'	130	1110	VT	kylvö- seedling	10.1971	18	5	700-3300	11		G. A. Serlachius Oy
3	Multia	62°29'	24°56'	200	1080	VT	kylvö- seedling	8.1973	13	5	1000-3100	11	kulutus, laikutus 1960 - prescribed burning, acreting 1960	Oy W. Rosenlew Ab
6	Kuru	62°02'	23°44'	170	1090	VT	luont.- natural	5.1973	20	8	1000-3100	12	kulutus, karhinta 1953, ylispuuhakku 1960 - prescribed burning, harrowing 1953, felling of standards 1960	metshallitus - National Board of Forestry
7	Kuru	62°02'	23°44'	170	1090	VT	luont.- natural	5.1973	20	8	1000-3100	11	kulutus, karhinta 1953, ylispuuhakku 1960 - prescribed burning, harrowing 1953, felling of standards 1960	metshallitus - National Board of Forestry
9	Valkeala	61°10'	26°48'	110	1310	VT	kylvö- seedling	8.1973	18	5	1000-3100	4	kulutus 1954, perkaus 1968 - prescribed burning 1954, cleaning of sapling stand 1968	Kymi Kymmene Oy
10	Valkeala	61°10'	26°48'	110	1310	VT	kylvö- seedling	8.1973	19	4	600-3100	10	kulutus 1954, perkaus 1968 - prescribed burning 1954, cleaning of sapling stand 1968	Kymi Kymmene Oy
11	Valkeala	61°09'	27°09'	115	1300	VT	kylvö- seedling	8.1973	11	7	600-3100	16	kulutus - prescribed burning	Kymi Kymmene Oy
12	Kerimäki	62°04'	29°15'	80	1110	VT	kylvö- seedling	8.1972	13	7	1000-3000	13	kulutus 1960, perkaus 1970 - prescribed burning 1960, cleaning of sapling stand 1970	Enso-Gutzeit Oy
13	Puumala	61°32'	28°52'	100	1250	VT	kylvö- seedling	5.1974	13	7	600-2200	11	kulutus 1960 - prescribed burning 1960	Enso-Gutzeit Oy
17	Valkeala	60°55'	27°04'	100	1300	CT	luont.- natural	9.1974	20	5	600-3100	11	perkaus 1965, 1971 - cleaning of sapling stand 1965, 1971	Enso-Gutzeit Oy
18	Valkeala	60°55'	27°04'	100	1300	CT	luont.- natural	9.1974	20	5	600-2500	12	perkaus 1965, 1971 - cleaning of sapling stand 1965, 1971	Enso-Gutzeit Oy
19	Valkeala	60°57'	27°07'	80	1300	VT	luont.- natural	10.1974	30	5	1000-3100	9	ylispuuhakku 1957, perkaus 1965 felling of standards 1957, cleaning of sapling stand 1965	Lasse Vänttjä
20	Multia	62°37'	24°03'	215	1080	VT	kylvö- seedling	9.1971	14		1000-4000	9	kulutus 1957, perkaus 1966 - prescribed burning 1957, cleaning of sapling stand 1966	Rauma-Repola Oy
21	Pylkönmäki	62°37'	24°03'	215	1080	VT	kylvö- seedling	9.1971	12		1000-4000	10	kulutus 1959, perkaus 1967 - prescribed burning 1959, cleaning of sapling stand 1967	Rauma-Repola Oy
23	Heinolan mlk.	61°10'	26°02'	120	1260	VT	kylvö- seedling	9.1973	11	6	600-2200	8		Kymi Kymmene Oy
51	Muhos	64°53'	26°05'	75	1020	VMT	kylvö- seedling	9.1973	13	7	700-3100	20	kulutus 1960 - prescribed burning 1960	Metshallitus - National Board of Forestry
54	Kruunupyy	63°40'	23°07'	30	1070	VT	kylvö- seedling	5.1974	18	8	1200-2400	6		Metshallitus - National Board of Forestry
57	Liekka	63°09'	30°17'	140	1040	VT	kylvö- seedling	9.1975	13	5	600-3400	10	kulutus 1959, laikutus - prescribed burning 1959, acreting 1959	Enso-Gutzeit Oy
58	Valtimo	63°46'	28°58'	160	1010	VT	kylvö- seedling	9.1975	11	5	600-2500	11	kulutus 1959 - prescribed burning 1959	Enso-Gutzeit Oy
59	Ilomantsi	62°30'	31°03'	170	1030	VT	kylvö- seedling	9.1975	15	5	600-2100	6		Enso-Gutzeit Oy
76	Rovaniemen mlk	66°27'	25°22'	115	910	EVT	luont.- natural	7.1972	30	7	1000-3000	11	perkaus 1955 - cleaning of sapling stand 1955	metshallitus - National Board of Forestry
77	Rovaniemen mlk	66°58'	24°47'	160	840	EMT	luont.- natural	9.1972	47	5	1000-3000	12	ylispuuhakku 1965 - felling of standards 1965	metshallitus - National Board of Forestry
78	Rovaniemen mlk	66°58'	24°47'	160	840	EMT	luont.- natural	9.1972	47	5	1000-3100	13	ylispuuhakku 1965 - felling of standards 1965	metshallitus - National Board of Forestry
79	Rovaniemen mlk	66°58'	24°47'	160	840	EMT	luont.- natural	9.1972	47	5	600-2800	14	ylispuuhakku 1965 - felling of standards 1965	metshallitus - National Board of Forestry
80	Rovaniemen mlk	66°26'	25°49'	160	880	EMT	luont.- natural	5.1976	41		700-4300	13		Kemi Oy



Liite 2. Koealoja kokeen perustamisvaiheessa (talvi 1973—74, T = 13a) ja välimittauksen jälkeen (talvi 1981—82).  
Metsikkö 51, Muhos. Valok. J. Saramäki.

*Appendix 2. Sample plots at the time the experiment was established (winter 1973—74, T = 13a) and after intermediate measuring stage (winter 1981—82). Stand 51, Muhos. Photos J. Saramäki.*



600 kpl/ha  
plants/ha



2000 kpl/ha  
plants/ha



3200 kpl/ha (1 taimi/tupas)  
plants/ha (1 plant/seed patch)



ODC 242 + 562.2 + 232.43 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0578-3  
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 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.

The effect of thinning carried out in Scots pine stands at the sapling and pole stages during an average period of five years are presented on the basis of 26 permanent thinning experiments containing a total of 296 sample plots. The earlier the stands are thinned, the greater the amount of large dimension wood produced. Late thinning is better if high quality timber is required. If thinning is carried out after the dominant height has reached the 5—6 m stage, then the diameter of the thickest branches will remain at about the 30 mm level.

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

ODC 242 + 562.2 + 232.43 + 174.7 *Pinus sylvestris*  
ISBN 951-40-0578-3  
ISSN 0015-5543

VARMOLA, M. 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.

The effect of thinning carried out in Scots pine stands at the sapling and pole stages during an average period of five years are presented on the basis of 26 permanent thinning experiments containing a total of 296 sample plots. The earlier the stands are thinned, the greater the amount of large dimension wood produced. Late thinning is better if high quality timber is required. If thinning is carried out after the dominant height has reached the 5—6 m stage, then the diameter of the thickest branches will remain at about the 30 mm level.

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

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 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Communicaciones Institui Forestalis Fenniae \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Huomautuksia & tiedusteluja \_\_\_\_\_

*Remarks & calls for information* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

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

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

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

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

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

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

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* 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 energiametsäkoegasema  
*Kannus Energy Forestry Experiment Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löytyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirvivahingot 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 sienitauririski 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.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus. Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätilastollinen vuosikirja 1981. Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annila, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehentäin tuhoilta. Lindane treatment against *Hylobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamaula, Jari: Junkkari laikkahakkurit. Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen. Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus. The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista. Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä. Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarsettujen mäntyjen sahausesta. Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia. On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet. Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen. The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981. Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesgödslade granplanteringar. Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.

---

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset 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.*