

# FOLIA FORESTALIA<sup>34</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1967

---

---

VEIKKO O. MÄKINEN

---

VILJELYKUUSIKOIDEN KASVU- JA  
RAKENNETUNNUKSIA

---

GROWTH AND STRUCTURE CHARACTERIS-  
TICS OF CULTIVATED SPRUCE STANDS

---

- 1963 No 1 Lauri Heikinheimo: Metsätyömiesten ansiotaso. Ennakkoselostus.  
Level of earnings of forest workers in Finland. Preliminary report.
- 1964 No 2 Matti Palo: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät v. 1962. Ennakkoselostus.  
Removals of commercial roundwood in Finland by district in 1962. Preliminary report.
- No 3 Puutavaran mittaustutkimuksia — Untersuchungen über die Holzmessung.
- No 4 Seppo Ervasti — Pentti Hämäläinen: Suomen puun käyttö v. 1962—63 ja katsaus sen kehitykseen v. 1955—63.  
Finland's wood utilization in 1962—63 and a review of its development in 1955—63.
- No 5 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuosina 1955/56—1962/63.  
Stumpage prices in private forests during the cutting seasons from 1955/56 to 1962/63.
- No 6 Antti Reinikainen: Kasvillisuustutkimuksia Kivisuon rahkaturvealustaisilla lannoitusaloilla.  
Vegetationsuntersuchungen auf dem Walddüngungsversuchsfeld von Kivisuo in Mittel-Finnland.
- No 7 Matti Palo: Markkinahakkuumäärien kausitilastointikokeilu 1.7.—30.9.1964. Ennakkotulokset.  
An experiment on seasonal statistics of removals of commercial roundwood in Finland July — September 1964. Preliminary results.
- 1965 No 8 Kullervo Kuusela: Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan metsänhoitolautakunnan alueen metsävarat vuoden 1963 koeinventoinnin tulosten mukaan.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa and Vaasa according to the experimental inventory of 1963.
- No 9 Jouko Hämäläinen: Maaseudun kiinteistöjen runkokuun käytön kehitys vuosina 1927—63.  
Trends of the stemwood utilisation by rural property units in 1927—63.
- No 10 Veikko O. Mäkinen: Hakatun puuston ja kokonaispuuston keskiläpimittojen suhde metsikössä.  
On the relationship between the mean diameters of the removed stock and the stock before cutting in a stand.
- No 11 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1963/64.  
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1963/64.
- No 12 Eero Paavilainen: Tuloksia männyn istutus- ja kylvökoikeesta rahkanevalla.  
Results of pine planting and sowing experiment on open Sphagnum fuscum swamp.
- No 13 Veli-Pekka Järveläinen ja Veli Snellman: Suomen metsätyömiesten asumistaso v. 1950 ja v. 1963.  
Level of housing of forest workers in Finland in 1950 and 1963.
- No 14 Timo Kurkela: Männyn lumikaristetaudin ja lannoituksen suhteesta Kivisuon metsänlannoitusalueella.  
On the relationship between the snow blight (*Phacidium infestans* Karst.) and fertilization in scotch pine seedlings.
- No 15 Pentti Hämäläinen: Suomen puunkäyttö vuosina 1963—64.  
Wood utilization in Finland in 1963—64.
- No 16 Päiviö Riihinen ja Seppo Ervasti: Sahatavaran käyttöön vaikuttavat tekijät maaseudun rakennustoiminnassa.  
Independent factors affecting the consumption of sawnwood in rural buildings.
- No 17 Heikki Ravela: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia Lounais-Suomen ja Satakunnan metsänhoitolautakuntien soista ja metsäojitusalueista.  
Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas at Southwest-Finland and Satakunta.
- 1966 No 18 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1964/65.  
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1964/65.
- No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.

Metsäntutkimuslaitos   Institutum Forestale Fenniae   Helsinki 1967

Veikko O. Mäkinen

VILJELYKUUSIKOIDEN KASVU- JA RAKENNETUNNUKSIA

Growth and structure characteristics of cultivated  
spruce stands

Sisältö - Contents

	Sivu
Johdanto	1
Aineisto	1
Metsikkötunnusten sarjoja	2
Runkoluku	2
Keskiläpimitta	3
Keskipituus	5
Pohjapinta-ala	5
Muoto- ja muotokorkeuskerroin	7
Kuutiomäärä	9
Puutavaralajirakenne	9
Kokonaiskasvu ja poistuma	12
Päätelmiä	15
Kirjallisuus	16
Summary in English	17



## JOHDANTO

Pääosa Suomessa tehdyistä kasvututkimuksista on jo metsällisten olosuhteiden vuoksi kohdistunut joko luonnontilaisiin tai luontaisesti syntyneisiin ja hakkuilla käsiteltyihin metsikköihin (esim. ILVESSALO 1920, 1937; LÖNNROTH 1925; KALELA 1936; NYSSÖNEN 1954 a; VUOKILA 1956; KUUSELA 1956; KOIVISTO 1959; MÄKINEN 1959). Toistaiseksi vähäisiä viljelyllä perustettuja metsiköitä on kuvannut kuusikoiden osalta KALELA (1933) ja männiköiden osalta KALLIO (1960). Vrt. myös MÄKINEN (1958). Metsänviljelytoiminnan voimakas laajeneminen on johtamassa tilanteeseen, että jo lähitulevaisuudessa huomattava osa varsinkin maan eteläpuoliskon metsiköistä on viljelyllä perustettuja. Tämän vuoksi tarvitaan kiireisesti tietoja viljelymetsiköiden kasvusta ja kehityksestä sekä ohjeita näiden metsiköiden käsittelyä varten oikealla tavalla.

Tietojen tarpeen tyydyttämiseksi metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastolla on koottu osaston ylläpitämien viljelykuusikkokoealojen tähänastiset mittaustulokset yhtenäisiksi sarjoiksi. Tärkeimpien tunnusten havainnot on tasoitettu yksinkertaisilla graafisilla menetelmillä osoittamaan tunnusten kehittymistä ja eräitä tunnusten välisiä suhteita. Vaikkakin tiedot ovat keskeneräisistä kokeista ja vaikka ne ovat luonnosmaisia, niin on katsottu, että niiden julkaisemisella voidaan antaa viljelymetsiköiden kasvattajille heidän tarvitsemiaan tietoja. Aivan erityisesti on korostettava sitä, että julkaisu ei pyri olemaan kasvu- ja tuotostaulukko sanan varsinaisessa merkityksessä.

Tavanomaisten tunnusten lisäksi on kuvattu pohjapinta-alakeskipuun tunnuksia (KUUSELA 1966), joten taulukoiden luvut ovat helposti verrattavissa kentällä tehtyihin relaskooppihavaintoihin.

## AINEISTO

Aineiston metsiköt sijaitsevat maan eteläpuoliskossa, suurin osa Nynäsän tutkimusmetsässä lähellä Heinolaa ja Punkaharjun kokeilualueessa. Koealat jakaantuvat eri metsätyyppien ja käsittelyjen osalle seuraavassa asetelmassa esitetyn mukaisesti:

Metsä- tyyppi	Harventamaton	Harvennusaste			Yhteensä
		Lievä	Vahva	Erittäin vahva	
OMT	8	7	12	6	33
MT	6	5	7	3	21

Käenkaali-mustikkatyypillä oli koealasarjoja 11 ja mustikkatyypillä 7. Koealojen kokonaismäärä on 54. Perustamismittauksia ja toistuvia välimittauksia oli ehditty tehdä aineiston käsittelyyn mennessä käenkaali-mustikkatyypillä 94 ja mustikkatyypillä 79 kappaletta. Osa koealoista on sellaisia, jotka kokeen aloittamisen jälkeen ovat olleet jonkin aikaa luonnontilassa, mutta joissa myöhemmin on tehty hakkuita. Ensimmäisen hakkuun jälkeiset mittaustulokset on sijoitettu käsittelyn vahvuuden mukaiseen ryhmään.

Tulosten osalta on erityisesti korostettava sitä, että käenkaali-mustikkatyypin metsiköt näyttävät edustavan tämän kasvupaikkatyypin keskimääräistä hyvyttä, kun taas mustikkatyypin metsiköiden kasvupaikat ovat osaksi keskimääräistä selvästi karumpia. Mustikkatyypin aineisto käsittää vain 7 metsikköä ja yhtä monta koealasarjaa, joista kolmen koealasarjan metsiköt on perustettu kylvämällä. Kahdessa tapauksessa on käytetty vakokylvöä ja yhdessä ruutukylvöä. Näiden metsiköiden puut ovat kasvaneet nuorina riveittäin ja todennäköisesti erittäin tiheässä, josta ja mahdollisesti myös keskimääräistä huonommasta boniteetista johtuen niiden kehitys on ollut varsinkin alussa hidasta. Tästä syystä esitettäviä mustikkatyypin viljelykuusikon tunnuksia ei voida käyttää kuvaamaan puuston kehittymistä ja kasvua keskimääräisellä mustikkatyypillä. Ne on tahdottu julkaista ennen muuta osoittamaan, että karuhkolle kasvupaikalle viljelyllä perustetun ja alussa liian tiheänä kasvaneen kuusikon kehitys voi olla yllättävän hidasta. Tähän voi myös siemenen alkuperällä olla vaikutusta.

#### METSIKKÖTUNNUSTEN SARJOJA

##### Runkoluku

Taulukossa 1 on esitetty tasoitettun runkoluvun kehittyminen keskiläpimitan funktiona hehtaaria kohti ja metsikön pohjapinta-alan yhtä neliometriä kohti (MÄKINEN 1966). Taulukossa on myös metsikön ikä keskiläpimitan funktiona. Kaikki nämä tunnuksat on mitattu metsiköistä ennen harvennusta.

Taulukko 1. Ikä ja yksikkörunkoluku pohjapinta-alan neliometriä kohti sekä kokonaisrunkoluku keskiläpimitan funktiona.

Table 1. Age, number of stems per  $\text{m}^2$  in basal area and the total stem number as a function of mean diameter.

Keskiläpimitta, Mean diameter, $d_g$ cm	Ikä, v. Age, y.		Runkoluku, kpl/ $\text{m}^2$ /ha Number of stems per $\text{m}^2$ per ha		Kokonaisrunkoluku, kpl/ha Total number of stems per hectar	
	1) OMT	1) MT	OMT	MT	OMT	MT
10	26	30	226	162	5 266	3 402
11	28	33	182	130	4 732	3 133
12	31	37	150	110	4 230	2 948
13	33	40	124	94	3 745	2 726
14	35	44	104	80	3 328	2 448
15	37	48	88	68	2 930	2 149
16	40	52	76	58	2 637	1 815
17	42	57	64	50	2 291	1 540
18	45	62	54	44	1 987	1 320
19	47	68	46	39	1 725	1 123
20	50	75	40	35	1 524	956
21	53	82	35	32	1 326	819
22	56	89	30	29	1 086	696
23	59		26	25	897	
24	63		23	23	757	
25	67		22	22	689	

1) OMT = Oxalis-Myrtillus type  
MT = Myrtillus type

#### Keskiläpimitta

Julkaisussa käytetty keskiläpimitta tarkoittaa puiden poikkileikkauspinta-alalla punnittua rinnankorkeusläpimittojen keskiarvoa, joka on sama kuin puustosta relaskoopilla luettujen puiden aritmeettinen keskiläpimitta. Tunnus esiintyy useiden muiden tunnusten yhteydessä ja tässä yhteydessä on tarpeen kiinnittää huomiota vain taulukon 2 lukusarjoihin. Ne esittävät vahvasti harvennetun metsikön keskiläpimitan kehittymistä iän funktiona. Taulukossa on esitetty pystypuuston keskiläpi-

mitta ennen harvennusta, harvennuksen jälkeen ja harvennetun puuston keskiläpimitta. Vahvan harvennuksen määritelmä esitetään myöhemmin luvussa "Pohjapinta-ala".

Taulukko 2. Vahvan harvennuksen mukaisen puuston keskiläpimitta.

Table 2. Mean diameter of the stock in a heavy thinning.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	Ennen harvennusta Before thinning		Harvennuksen jälkeen After thinning		Harvennuspuusto Stock removed by thinning	
	Keskiläpimitta - Mean diameter, $d_g$ cm					
	OMT	MT	OMT	MT	OMT	MT
25	9.5	8.2	10.0	9.1	8.8	6.8
30	11.9	9.9	12.6	10.8	10.7	8.5
35	14.0	11.4	15.0	12.3	12.5	10.1
40	16.1	13.0	17.1	13.6	14.3	11.5
45	18.2	14.3	19.0	14.8	16.0	12.7
50	20.1	15.6	20.9	16.0	17.8	13.8
55	21.7	16.6	22.6	17.2	19.5	14.7
60	23.2	17.7	23.9	18.1	21.3	15.6
70		19.3		19.9		16.9
80		20.5		21.7		17.8

Harvennettujen puiden keskiläpimitta on ollut enintään 3 cm kokonaispuuston keskiläpimittaa pienempi. Ero on mustikkatyyppin metsikössä suurempi kuin käenkaali-mustikkatyyppin metsikössä. Vertauksen vuoksi todettakoon, että luontaisesti syntyneissä metsiköissä harvennettujen puiden keskiläpimitta on metsikön nuorinta vaihetta lukuunottamatta 4-5 cm kokonaispuuston keskiläpimittaa pienempi (MÄKINEN 1965 a). Viljelykuusikossa hakattujen puiden keskiläpimitta on 88-93 % ja luontaisesti syntyneissä metsiköissä 77-92 % pystypuuston keskiläpimitasta ennen hakkuuta. Harvennuksen vaikutuksesta pystypuuston läpimitta suurenee välittömästi n. 0.5 cm. Koska viljelymetsiköissä läpimitaltaan kaikkein pienimpien puiden lukumäärä ei ole yhtä suuri kuin luontaisesti syntyneissä metsiköissä, niin harvennuksen keskiläpimittaa suurentava vaikutus jää viljelymetsiköissä pienemmäksi. Todettakoon vielä, että nuorissa männiköissä harvennettujen puiden keskiläpimitta on 55-65 % ennen harvennusta olleesta pystypuuston läpimitasta (MÄKINEN 1959).

## Keskipituus

Keskipituus on puiden poikkileikkauspinta-alalla punnittu keskiarvo tai re-laskoopilla luettujen puiden aritmeettinen keskipituus. Sen kehitys vahvasti har-vennetuissa metsiköissä keski-iän funktiona esitetään taulukossa 3 samalla tavalla kuin keskiläpimitta taulukossa 2. Harvennuksen keskipituutta suurentava vaikutus on suhteellisesti pienempi kuin keskiläpimittaa suurentava vaikutus. Harvennettujen puiden keskipituus on kokonaispuuston pituudesta 92-95 %.

Taulukko 3. Vahvan harvennuksen mukaisen puuston keskipituus.

Table 3. Mean height of the stock in a heavy thinning.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	Ennen harvennusta Before thinning		Harvennuksen jälkeen After thinning		Harvennuspuusto Stock removed by thinning	
	Keskipituus - Mean height, h <sub>m</sub>					
	OMT	MT	OMT	MT	OMT	MT
25	9.0	7.6	9.5	8.5	8.4	7.2
30	11.0	9.0	11.6	10.1	10.2	8.5
35	12.9	10.5	13.5	11.3	12.0	9.8
40	14.7	11.8	15.4	12.5	13.7	11.1
45	16.5	13.1	17.1	13.8	15.4	12.3
50	18.2	14.4	18.8	14.9	17.0	13.5
55	19.8	15.7	20.4	16.0	18.6	14.6
60	21.3	16.9	21.7	17.1	20.2	15.6
70		18.8		19.1		17.4
80		20.4		20.8		18.8

## Pohjapinta-ala

Taulukossa 4 on esitetty metsikön pohjapinta-alan kehittyminen keskiläpimi-tan funktiona kaikkien harvennettujen metsiköiden keskiarvona. Kuten lukusarjoista voidaan todeta, hakkuilla käsitellyissä kuusikoissa pohjapinta-ala on ollut suurim-millaan silloin, kun käenkaali-mustikkatyypillä keskiläpimitta on ollut 20-21 cm ja mustikkatyypillä 15-16 cm. Tämän jälkeen kasvatushakkuissa on voimistunut väljennyk-

sen luonne.

Harvennusasteet määritetään nykyisin siten, että lievästi harvennetussa metsikössä pohjapinta-ala pyritään pitämään noin 90 %:na harventamattoman metsikön pohjapinta-alasta. Vahvassa harvennuksessa vastaava suhde on noin 75 ja erittäin vahvassa noin 60 %. Tässä yhteydessä on tarpeen todeta, että vanhimmissa kokeissa niiden alussa harvennushakkuun voimakkuus määritettiin sen mukaan, kuinka paljon eri käsittelyissä poistettiin puuluokkiin kuuluvia runkoja (ILVESSALO, LAURI, 1929). Menetelmän heikkoutena on, että vallittujen puiden loputtua harvennusasteita on hyvin vaikea tai mahdoton erottaa toisistaan.

Taulukko 4. Pohjapinta-ala keskiläpimitan funktiona.

Table 4. Basal area as a function of mean diameter.

d <sub>g</sub> cm	Ikä, v. Age, y.		1) Puusto ennen harvennusta 1) Stock before thinning	
			Pohjapinta-ala - Basal area, m <sup>2</sup> /ha	
	OMT	MT	OMT	MT
10	26	30	23.3	21.0
11	28	33	26.0	24.1
12	31	37	28.2	26.8
13	33	40	30.2	29.0
14	35	44	32.0	30.6
15	37	48	33.3	31.6
16	40	52	34.7	31.3
17	42	57	35.8	30.8
18	45	62	36.8	30.0
19	47	68	37.5	28.8
20	50	75	38.1	27.3
21	53	82	37.9	25.6
22	56	86	36.2	24.0
23	59		34.5	
24	63		32.9	
25	67		31.3	

1) Kaikki harvennusasteet yhdessä. - All thinning grades.

## Muoto- ja muotokorkeuskerroin

Keskipuunmenetelmää käytettäessä saadaan metsikön kuutiomäärän arvio hehtaaria kohti, kun tunnetaan pohjapinta-ala, keskipituus ja muotokerroin tai pohjapinta-ala ja muotokorkeuskerroin. Muotokertoimen  $F$  määritelmä on

$$F = \frac{V}{G \cdot H},$$

ja muotokorkeuskertoimen  $V_{\bar{u}}$  määritelmä on

$$V_{\bar{u}} = \frac{V}{G}$$

Kuusikoiden muotokerroin on esitetty taulukossa 5 keskipituuden funktiona. Kun tunnetaan metsikön pohjapinta-ala hehtaaria kohti ja keskipituus, niin kuutiomäärä on pohjapinta-alan, keskipituuden ja keskipituutta vastaavan muotokertoimen tulo. Jos verrataan viljelykuusikoiden muotokertoimia vastaaviin tunnuksiin sellaisina kuin ne esiintyvät NYYSSÖSEN (1954 b) valmistamissa relaskooppikoealojen kuutiomistaulukoissa, niin viljelykuusikoiden muotokertoimet ovat NYYSSÖSEN taulukoiden muotokertoimen arvoja pienemmät keskipituuden ollessa alle 8 m ja suuremmat metsiköille, joiden pituus on yli 8 m. Näyttäisi siis siltä, että sulkeutumisvaiheen jälkeen viljelykuusikoiden puusto on muodoltaan parempaa kuin keskimääräisten nykykuusikoiden muoto.

Edellä esitettyä vielä yksinkertaisempi tapa arvioida metsikön kuutiomäärä on mitata sen pohjapinta-ala, arvioida keskiläpimitta ja katsoa taulukosta 6 muotokorkeuskerroin keskiläpimitan funktiona. Kuutiomäärä on pohjapinta-alan ja muotokorkeuskertoimen tulo.

Näistä kahdesta vaihtoehtoisesta menetelmästä tarkin on tietenkin se, jossa mitataan pohjapinta-ala ja keskipituus. Keskiläpimitaan perustuva muotokorkeuskertoimen arviointi voi antaa yksityiselle metsikölle hyvinkin virheellisen kuutiomäärän ja menetelmä sopii käytettäväksi yksityisille metsiköille silloin, kun on kysymys keskimääräisistä metsiköistä tai kun halutaan selvittää useitten metsiköitten muodostaman kokonaisuuden kuutiomäärä ja tunnetaan suurehkon alueen keskimääräinen muotokorkeuskerroin.

Taulukko 5. Puuston muotokerroin keskipituuden funktiona.

Table 5. Form factor of the stock as a function of mean height.

Keskipituus, Mean height, $h$ , m	Muotokerroin - Form factor $F$	
	OMT	MT
5	0.640	0.640
6	0.615	0.616
7	0.595	0.597
8	0.579	0.581
9	0.563	0.565
10	0.548	0.552
11	0.535	0.541
12	0.527	0.533
13	0.520	0.527
14	0.515	0.523
15	0.511	0.518
16	0.508	0.515
17	0.505	0.513
18	0.502	0.510
19	0.500	0.509
20	0.499	0.508
21	0.497	0.507
22	0.495	0.506
23	0.494	0.505
24	0.493	0.505
25	0.492	0.504

Taulukko 6. Puuston muotokerroin keskilämpimän funktiona.

Table 6. Form height coefficient of the stock as a function of mean diameter.

Keskilämpimä, Mean diameter, $d$ , cm	Muotokerroin - Form height coefficient $V_d$	
	OMT	MT
5	3.0	2.3
6	3.4	2.8
7	3.8	3.2
8	4.2	3.7
9	4.5	4.2
10	4.9	4.7
11	5.3	5.2
12	5.7	5.7
13	6.0	6.1
14	6.4	6.6
15	6.8	7.1
16	7.2	7.6
17	7.6	8.1
18	8.0	8.6
19	8.4	9.1
20	8.8	9.6
21	9.2	10.1
22	9.6	10.6
23	10.0	11.2
24	10.4	11.7
25	10.8	12.2

## Kuutiomäärä

Puuston hehtaaria kohti lasketun kuutiomäärän kehitys hakkaamattomissa luonnon-tilaisissa metsiköissä ja vahvasti harvennetuissa metsiköissä on esitetty taulukossa 7. Luonnon-tilaisten metsiköiden kuutiomäärä on se vertauskohta, johon suhteessa toteutetaan eri vahvuisia harvennushakkuita kasvukoealoilla.

Taulukko 7. Puuston keskikuutiomäärä.

Table 7. Mean volume of growing stock.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	Luonnon-tilainen puusto Uncut stock		Vahvan harvennuksen mukainen puusto Stock in a heavy thinning	
	m <sup>3</sup> /ha, kuorineen - cu.m. per ha incl. bark			
	OMT	MT	OMT	MT
25	81.3	55.0	82.2	64.6
30	147.6	104.9	127.1	103.5
35	201.3	126.4	164.5	126.7
40	243.8	143.1	197.3	148.2
45	281.6	162.6	221.9	161.8
50	314.8	173.9	227.9	170.2
55	347.8	187.6	223.2	175.4
60	372.5	198.8	198.0	181.4
70		212.4		189.7
80		224.8		189.1

## Puutavaralajirakenne

Tärkeimpien puutavaralajien suhteelliset osuudet sekä pystypuustossa että harvennuspuustossa on esitetty taulukossa 8 keskiläpimitan funktiona. Taulukko perustuu Tapion Taskukirjassa esitettyihin pystypuiden puutavaralajiosuuksien arvoihin (NYSSÖNEN 1964, s. 197-203), joita ohutpuun osalta on täydennetty rinnankorkeusläpimitalta alle 8 cm oleville puille ja kaikkien puutavaralajien osalta 37 cm ylittävälle puille. Puutavaralajien käsitteet ovat siten samat kuin e.m. Tapion Taskukirjan artikkelissa.

Taulukko 8. Puutavaraajiprosentit. - Table 8. Timber product percentages.

d <sub>g</sub> cm	Puusto harvennuksen jälkeen - Stock after thinning												d <sub>g</sub> cm				
	Kalkki harvennusasteet yhdessä - All thinning grades						Luonnontilainen puusto - Uncut stock										
	OMT			MT			OMT			MT							
	S	A	Oh	H	S	A	Oh	H	S	A	Oh	H					
8	-	18	67	15	-	15	70	15	-	27	53	20	-	20	66	14	8
9	-	37	49	14	-	30	56	14	-	36	44	20	-	33	54	13	9
10	2	45	40	13	-	44	45	11	-	45	38	17	-	45	42	13	10
11	5	53	31	11	-	54	35	11	2	55	30	13	-	56	32	12	11
12	6	59	25	10	3	61	27	9	5	61	24	10	2	62	26	10	12
13	8	63	20	9	4	68	19	9	8	66	17	9	3	68	20	9	13
14	10	64	17	9	7	70	14	9	10	68	14	8	7	69	16	8	14
15	15	65	13	7	9	73	11	7	14	68	11	7	8	75	10	7	15
16	21	63	10	6	16	71	8	5									16
17	28	59	7	6	26	63	6	5									17
18	37	52	6	5	35	54	6	5									18
19	47	43	5	5	46	45	4	5									19
20	57	35	4	4	54	38	4	4									20
21	66	28	3	3	62	31	3	4									21
22	75	20	3	2	70	24	3	3									22
23	81	14	3	2	78	16	3	3									23
24	86	10	2	2	84	11	3	2									24
25	90	6	2	2	89	6	3	2									25

S = sahapuu - saw timber; A = ainespinotavara - material cord wood; Oh = ohutpuu - thin timber; H = hakkuutähte - waste.



Koska työn kestäessä ilmestyivät TIIHOSEN (1966) valmistamat puutavaralajitaulukot, tehtiin laskelmia myös näillä taulukoilla tutkien erityisesti pitkien puiden sahapuuosuutta. Oheisessa asetelmassa on verrattu Tiihosen ja Nyysösen taulukoiden antamia tuloksia toisiinsa. Varsinainen ero on se, että Nyysösen taulukoilla saadut arvot ovat mustikkatyypin kuusille noin 2 prosenttiyksikköä suuremmat ja käenkaali-mustikkatyypin kuusille 0.5 prosenttiyksikköä pienemmät.

Sahapuosuus, %					
D <sub>g</sub> , cm	MT		D <sub>g</sub> , cm	OMT	
	Tiihonen	Nyysösen %		Tiihonen	Nyysösen %
16.8	32.1	33.2	21.4	65.8	68.3
18.7	39.8	45.1	23.2	81.5	86.1
18.7	38.4	39.5	23.2	72.7	73.9
19.1	43.4	45.3	23.3	75.7	72.6
20.6	60.8	65.9	23.4	77.5	74.7
20.8	57.2	53.2	23.7	80.7	80.6
20.9	65.8	69.7	25.0	92.9	92.5
21.0	62.9	64.2	25.1	91.4	87.6
21.4	65.7	63.6	25.9	86.7	85.9
22.2	73.2	74.9	26.2	90.7	92.6
24.8	88.8	87.9	27.3	91.5	88.4
			28.9	93.6	91.4

#### Kokonaiskasvu ja poistuma

Kokonaiskasvu, jolla tarkoitetaan kunkin ajankohdan pystypuuston kuutiomäärän ja siihen mennessä tapahtuneen poistuman kuutiomäärän summaa ja kuhunkin ajankohtaan asti kertynyt poistuma on esitetty taulukossa 9. Arviot perustuvat kaikkien aineiston metsiköiden keskimäärään ja mittayksikkö on kiintokuutiometriä hehtaarilla kuorellista puuta.

Oheisessa asetelmassa on verrattu aineiston viljelykuusikon kokonaiskasvua hoidettujen luontaisesti syntyneiden kuusikoiden kasvuun (VUOKILA 1956). Käenkaali-mustikkatyypin viljelykuusikoiden kasvuluvut ovat varsinkin nuorella iällä luontai-

Taulukko 9. Kokonaiskasvu ja poistuma. Eri harvennusasteiden keskimääräisarvot.

Table 9. Total growth and removal. Average values.

Metsikön ikä, vuotta Age of stand, years	Kokonaiskasvu - Total growth	
	m <sup>3</sup> /ha, kuorineen - cu.m. per ha incl. bark	
	OMT	MT
25	80	65
30	140	115
35	210	160
40	280	200
45	350	240
50	415	275
55	470	300
60	510	325
70		360
80		385
	Kokonaispoistuma - Total removal	
25	18	18
30	30	33
35	47	48
40	69	64
45	98	81
50	130	98
55	157	115
60	173	131
70		156
80		174

Kokonaiskasvu m<sup>3</sup>/ha, kuorineen

Ikä, v.

	30	40	50	60	70	80
OMT						
1. Viljelykuusikko	140	280	415	510		
2. Hoidettu luont. synt. kuusikko	116	236	371	492		
MT						
1. Viljelykuusikko	115	200	275	325	360	385
2. Hoidettu luont. synt. kuusikko	66	157	259	360	454	546

sesti syntyneiden kuusikoiden kasvulukuja suuremmat. Sen sijaan mustikkatyypillä hoidettujen luontaisesti syntyneiden kuusikoiden kokonaiskasvu ylittää noin 50 ikävuoden jälkeen aineiston mustikkatyypin kuusikoiden kokonaiskasvun. On kuitenkin ilmeistä, niinkuin jo aikaisemmin todettiin, että aineiston mustikkatyypin lukumäärältään vähäiset koealametsiköt edustavat mustikkatyypin keskiarvoa heikompia kasvulo-suhteita, joten aineiston perusteella ei voida tehdä numerollisen vertailun mukais-ta päätelmää.

Koesla-aineiston kuusikoissa hakkuissa poistettu kuutiomäärä on esitetty tau-lukossa 9. Edelleen oheisessa asetelmassa tätä iän mukana kasvavaa kokonaispoistu-man summaa on verrattu hoidettujen luontaisesti syntyneiden kuusikoiden poistumaan. Vertailu osoittaa sen, että aineiston viljelymetsiköitä on kasvatettu selvästi ti-heämpinä kuin tähänastisten kasvututkimusten kohteina olleita luontaisesti synty-neitä kuusikoita. Suuremmasta kasvatustiheydestä johtuen viljelykuusikoiden harven-nuskertymä on pienempi ja vastaavasti näistä metsiköistä saadaan päätehakkuissa suu-rempi puumäärä pinta-alayksikköä kohti kuin hoidetuista luontaisesti syntyneistä kuusikoista.

	Kokonaispoistuma m <sup>3</sup> /ha, kuorineen					
	Ikä, v.					
	30	40	50	60	70	80
OMT						
1. Viljelykuusikko	30	69	130	173	192	202
2. Hoidettu luont. synt. kuusikko	32	96	172	249	309	378
MT						
1. Viljelykuusikko	33	64	98	131	156	174
2. Hoidettu luont. synt. kuusikko	16	57	109	156	212	278

Esitettyjen vertailujen perusteella voidaan ensinnäkin päätellä, että vil-jelymetsiköiden kasvu ja kehittyminen ennen muuta nuorella iällä on selvästi no-peampaa kuin luontaisesti syntyneiden kuusikoiden kehittyminen. Ts. kun kuusikon taimisto lähtee viljelyn jälkeen nopeasti kasvamaan eivätkä sen kehittymistä hait-taa ylispuut, niin kuusikon ja männikön välillä ei ole yhtä suurta kehityseroa metsikön nuorena ikävaiheessa, kuin miksi tämä kehitysero muodostuu verrattaessa luontaisesti syntyneiden männiköiden ja kuusikoiden kehityssarjoja. Tästä on ilmei-sestikin seurauksena se, että viljelykuusikon kasvu hidastuu nuoremmalla iällä ja metsikkö saavuttaa päätehakkuikypsyyden aikaisemmin kuin luontaisesti syntynyt, kehityksensä alkuvaiheessa useinkin ylispuuston alla kasvanut kuusikko. Tästä ke-

hityserosta johtuen olisi viljelykuusikon ja luontaisesti syntyneen kuusikon kasvun vertailu suoritettava siten, että kummastakin selvitetään kiertoajan kokonaiskasvu, tutkitaan uuden metsikön perustamiseksi tarpeellista aikaa ja katsotaan kuinka suureksi kokonaiskasvu muodostuu pinta-alayksikköä ja vuotta kohti.

Aineiston mustikkatyypin metsiköille on ominaista kasvun ja kehityksen suuri vaihtelu, johon on voinut vaikuttaa kasvupaikkojen erot, perustamistapa ja siemenen alkuperä. Mikäli kasvupaikka ja siemenen alkuperä eivät ole sopivia ja jos uudistamistapa johtaa taimiston hitaaseen alkukehitykseen, niin kuusikon kasvu ja tuotto jäävät paljon vähäisemmäksi, kuin mitä keskimääräisten sarjojen perusteella on pääteltävissä.

#### PÄÄTELMIÄ

Kasvu- ja rakennetutkimuksiin käytettävissä oleva metsäntutkimuslaitoksen viljelykuusikkokoeala-aineisto on tällaisten metsiköiden vähäisyyden vuoksi niukka, ja jos olisi rajoituttava vain laitoksen omiin kokeilualueisiin, tilanne on vieläkin heikompi. Tähän tutkimukseen on mittaustuloksia saatu vain Punkaharjun ja Vesijaon kokeilualueista. Pääosa aineistoa on muiden omistajien mailla sijaitsevilta koealoilta.

Vaikka pienen aineiston vuoksi on epävarmaa yleistää kaikkia tutkimuksen tuloksia, voidaan niiden katsoa osoittavan yksityisten metsiköiden mahdollisuudet. Kokeet jatkuvat vielä ja, kuten edellä on sanottu, tässä esitettävät tulokset ovat tähän mennessä saatuja arvioita, joita esim. MT:n aineistossa olevien poikkeavuuksien vuoksi on käytettävä kriittillisesti. Tutkimuksen kasvu- ja kehityslukuja voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavina, ja ne ovat hyödyllisiä etukäteissuunnittelussa toteutettaessa viljelymetsiköiden laajennuksia. Muita metsikkösarjojen tunteuksia voidaan suunnittelutyön lisäksi käyttää apuna käytännön arviointityössä.

Käsittelyasteista vahva harvennus on eri tunnuksilla yleensä antanut parhaan tuloksen. Aineiston vähäisyyden vuoksi on kuitenkin eräiden tunnusten kohdalla esitetty kaikkien harvennusasteiden keskimääräisarvot.

## KIRJALLITUUSLUETTELO - REFERENCES

- I l v e s s a l o , Lauri. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. - Summary: A Tree-Classification and thinning system. - AFF 34.
- I l v e s s a l o , Yrjö. 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaisten kasvutaulujen laatimistyöhön. - Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf der Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertrags-tafeln Finnlands fussend. - AFF 15.
- "- 1937. Perä-Pohjolan luonnnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. - Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland). - MTJ 24.
- "- 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. - Summary: Volume tables for standing trees. - MTJ 34.
- K a l e l a (C a j a n d e r) , Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelykuusikoiden kehityksestä. - Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. - MTJ 19.
- "- 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. - Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weiserlen-Mischbestände in Ostfinnland. - AFF 44.
- K a l l i o , Kustaa. 1960. Etelä-Suomen kylvömänniköiden rakenteesta ja kehityksestä. - Summary: On the structure and development of pine stands established by sowing in the south of Finland. - AFF 71.
- K o i v i s t o , Pentti. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. - Growth and yield tables. - MTJ 51.
- K u u s e l a , Kullervo. 1956. Hakkuilla käsiteltyjen koivikoiden rakenteesta ja kasvusta. - Summary: On the structure and growth of birch stands treated with cuttings. - SF 90.
- "- 1966. A basal area-mean tree method in forest inventory. - Seloste: Pohjapinta-ala-keskipuunen menetelmä metsäninventoinnissa. - MTJ 61.2.
- L ö n n r o t h , Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltiger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. - AFF 30.
- M ä k i n e n , Veikko O. 1958. Harvennuksen aiheuttamat muutokset nuorten männiköiden rakenteeseen. - MA.
- "- 1959. Harvennuksen aiheuttamasta muutoksesta nuoren männikön rakenteeseen. - Summary: On the structural changes caused by thinning in young Scots pine stands. - MTJ 51.
- "- 1965 a. Hakatun puuston ja kokonaispuuston keskiläpimittojen suhde metsikössä. - Summary: On the relationship between the mean diameters of the removed stock and the stock before cutting in a stand. - FF 10.
- "- 1965 b. Puuston jakaantuminen puutavaralajeihin eri taulukoita käytettäessä. - MA.
- "- 1966. Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti. - Summary: Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area. - FF 23.

- N y y s ö n e n , Aarne. 1954 a. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. - Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. - AFF 60.
- "- 1954 b. Kuutiomäärän arvioiminen relaskoopin avulla. - Summary: Estimation of stand volume by means of the relascope. - MTJ 44.
- "- 1964. Metsän arvioiminen. - Tapion taskukirja, 15. painos. Helsinki.
- T i i h o n e n , Paavo. 1966. Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi. - FF 19.
- V u o k i l a , Yrjö. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. - Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. - MTJ 48.

AFF = Acta forestalia fennica.

FF = Folia forestalia.

SF = Silva fennica.

MA = Metsätaloudellinen aikakauslehti.

MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja. - Communicationes Instituti Forestalis Fenniae.

#### SUMMARY

##### GROWTH AND STRUCTURE CHARACTERISTICS OF CULTIVATED SPRUCE STANDS

Programme encouraging wood production in Finland will lead to drastically increased amounts of cultivated stands. The importance of obtaining more information about increment and yield, in these forests, is being emphasized. Thus, it would appear opportune at this juncture to publish all the available data.

The present paper deals with the records of the cultivated spruce stands in the permanent sample plots maintained by the Mensuration Department of the Forest Research Institute. However, the experiments continue and no final results have yet been obtained. Our intention is not to present growth data in the classical form of increment and yield tables, but to describe the development of certain characteristics in the cultivated spruce stands. On analyzing the results, the method of "basal area - mean tree" (KUUSELA 1966) has been used.

The material comprises 33 sample plots from the Oxalis-Myrtillus site type and 21 from Myrtillus type. 173 measurements were performed on these samples. The results

obtained from the separate stands are presented in table form in the appendix.

The experiment is concerned with the following characteristics: number of stems, mean diameter and mean height, basal area, form and form height coefficients, volume of the growing stock and its distribution into the timber sortiments, total increment and removal.

The number of stems is expressed in terms of one sq. m. of basal area and as a total.

The mean diameter and the mean height have been computed as arithmetical means weighted with the basal area.

The form coefficient has been determined as ratio between the stand volume and the product of the basal area and the mean height. When the basal area and the mean height are known the volume of the stand can be calculated from the form coefficients. The procedure can be simplified if the form height coefficient is known (e.g. the product of the mean height and the form coefficient).

Using this principle the volume is ascertained by multiplying the values of the form height coefficients, according to the mean diameter of each age class, by the basal area corresponding to the different thinning stages.

Technical unit volumes per diameter classes have been used to define the properties of the different timber sortiments. The results for the different timber sortiments were first counted per hectare and then transformed into real volumes. Finally the percentages of the different sortiments and the waste wood of the stand volume were computed.

For the present investigation, total increment is defined as the sum of the volume of the growing stock at the moment of measurement and the removal carried out to that time. The total increment and the removal are presented in an average of all the stages of thinning.

An examination has shown that the total increment and removal is only the same for the Oxalis-Myrtillus site type of the artificially established spruce stands, as the naturally regenerated spruce stands (VUOKILA 1956). This was based on an examination of the permanent sample plots. The growing capacity of the Myrtillus site type is inferior to the latter. On the other hand, the present material contains only seven sample plot series from the Myrtillus site type, which seem to be less fertile than an average Myrtillus site. The large variation in the growth of these spruce stands is quite remarkable. The development of a spruce stand, cultivated established on a poor Myrtillus site and grown too densely when young, can be surprisingly slow. Also the provenance of the seed may be of significance. It would thus be better to pay greater attention to the choice of site, regeneration method and seed.

- No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.  
Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
- No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.
- No 22 Eero Paavilainen: Havaintoja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa.  
Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
- No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.  
Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
- No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.  
Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
- No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.  
Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
- No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.  
Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
- 1967 No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.  
Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.
- No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiililä. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.  
Real estates raw wood utilisation survey in Finland in 1964—66.
- No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.  
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
- No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.  
The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
- No 32 Metsätilastoa. I Metsävaranto.  
Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
- No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet vuonna 1965.  
Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
- No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.  
Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
- No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotieto- ja vuodelta 1966.  
Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121

Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

