

# FOLIA FORESTALIA 141

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

---

---

YRJÖ VUOKILA

TAIMISTON KÄSITTELY PUUNTUOTANNOL-  
LISELTA KANNALTA

TREATMENT OF SEEDLING STANDS FROM  
THE VIEWPOINT OF PRODUCTION

---

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41  
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.  
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.  
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennuskallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille.  
 Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland.  
 Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa  
 Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy  
 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70.  
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen.  
 Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste.  
 Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäräsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa.  
 The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970  
 Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista.  
 On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä.  
 On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö.  
 Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela — Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70.  
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä.  
 On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä.  
 Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö.  
 Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970.  
 Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koeshauksia Pohjois-Suomessa.  
 Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70.  
 Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan tärinän vaikutuksesta työntekijän käsiin.  
 On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland  
 Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo — Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70.  
 Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts.  
 Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972.  
 Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa.  
 The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems.  
 Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

F O L I A   F O R E S T A L I A   141

Metsäntutkimuslaitos. Institutum forestale Fenniae. Helsinki 1972.

Yrjö Vuokila

TAIMISTON KÄSITTELY PUUNTUOTANNOLLISELTA KANNALTA

Treatment of seedling stands from the viewpoint of production

Summary

## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
SUMMARY .....	3
TIIVISTELMÄ .....	4
JOHDANTO .....	4
KÄSITTEITÄ .....	5
TAIMISTOJEN KÄSITTELYTARVE .....	5
KÄSITTELYN VAIKUTUS PUUSTON KEHITYKSEEN JA TERVEYSTILAAN .....	7
Pituus .....	7
Järeysuhteet ja käyttöpuun määrä .....	10
Kokonaiskuutiokasvu .....	17
Rungon tekniset ominaisuudet .....	19
Puuaineen laatu .....	23
Terveystila .....	24
Yhdistelmä .....	26
KÄYTTÖRUNKOJEN LUKUMÄÄRÄ .....	27
TAIMISTOJEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT .....	29
Ei käsittelyä .....	30
Vain perkaus .....	30
Lievä käsittely .....	31
Voimakas käsittely .....	32
Intensiivinen käsittely .....	32
KIRJALLISUUSLUETTELO .....	34

## SUMMARY

According to this paper, there are five alternatives to the treatment of Finnish seedling stands.

1) In plantations and in other pure seedling stands with wide spacing, *no treatment* is needed. 2) However, if there exists in these sparsely stocked stands a considerable mixture of harmful or uneconomic species, an *early cleaning* is necessary. 3) In natural and sown Finnish seedling stands it is, in general, necessary to thin the main tree species in the early phase of development and simultaneously with cleaning. Even a *light thinning* is of great importance especially in stands originated under and suppressed by the main stand during a prolonged period, but from the silvicultural point of view this is still insufficient in a long run. 4) There seems to be no obstacle to an *early heavy thinning* of natural or sown seedling stands to at least the same spacing as applied in Finnish plantations. Provided the minimum requirement for trees to be produced is set at 8–6 cm of dbh., wood production of pine stands (sites  $H_{100} = 30-9$  m.) is limited to a maximum of

2100–1700 stems, the limit being 10–8 cm, to 1600–1400 stems per ha; the corresponding numbers of stems in spruce stands of best and medium sites in southern Finland ( $H_{100} = 30-24$ ) are 2400 and 1800 per ha. The early heavy thinning does not reduce but sooner stimulates the height growth, considerably improves diameter relations, adds to the resistance against natural damages, does not reduce the quantity of commercial wood produced, has a slightly deteriorating effect on the stem quality and may in stands of poor race lead to pruning, does not appreciably lower the basic density of wood produced, minimizes the costs of treatment and shortens the rotation. 5) An *intensive seedling stand care* involving two or more treatments is highly recommendable from the silvicultural point of view. However, considerations relating to the costs of wood production render it rather likely that the intensive care of seedling stands will be applicable on the best sites only, where due to the luxuriant nature of site two treatments, especially cleanings, are repeatedly necessary.

## TIIVISTELMÄ

Taimiston käsittelyssä on todettu olevan viisi päävaihtoehtoa. 1) Istutetuissa tai muista syistä harvoina syntyneissä puhtaissa taimistoissa ei käsittely, perkaus tai harvennus, ole tarpeen. 2) Jos tällaisissa harva-asentoisissa taimistoissa on kuitenkin pääpuulajia häiritsevää tai epäekonomista sekapuulajia, varhainen perkaus on välttämätön. 3) Luontaisesti syntyneissä ja kylvetyissä taimistoissa on yleensä välttämätöntä perkauksen ohella harventaa pääpuulajia varhaisessa kehitysvaiheessa. Lieväkin harvennus on suurimerkityksinen etenkin alikasvoksina syntyneissä ylitiehisissä taimistoissa, mutta yleensä se on metsänhoidollisesti riittämätön. 4) Luonnontaimisto ja kylvetty taimisto voidaan harventaa yhdellä kerralla ainakin istutusmetsikköä vastaavaan asentoon. Jos käyttöpuun minimivaatimukseksi asetetaan 8–6 cm rinnankorkeudelta, keskittyy puuntuotanto männiköissä enintään 2100–1700 runkoon ja

minimin ollessa 10–8 cm 1600–1400 runkoon hehtaaria kohden; kuusikoissa vastaavat luvut ovat 2400 ja 1800 kpl/ha. Voimakas varhainen käsittely ei vähennä vaan pikemminkin lisää pituuskasvua, parantaa merkittävästi järeyssuhteita, lisää taimiston kestokykyä tuhoja vastaan, ei ainakaan vähennä käyttöpuun kokonaistuotosta, voi lievästi heikentää rungon teknistä laatua ja aiheuttaa rodullisesti heikoissa metsiköissä puiden karsimista, ei vaikuta merkittävästi puuaineen tiheyteen, vähentää käsittelykustannuksia ja lyhentää kiertoaikaa. 5) Intensiivinen taimistonkäsittely, joka jakautuu kahteen tai useampaan käsittelykertaan, on metsänhoidollisesti suositeltavin. Kun kustannusnäkökohdat alkavat tulla yhä tärkeämmiksi, tulee intensiivinen käsittely kysymykseen lähinnä parhailla kasvupaikoilla, joilla kasvupaikan rehevyyden vuoksi kaksi käsittelyä, erityisesti kaksi perkausta, voi tulla välttämättömäksi.

## JOHDANTO

Taimistojen määrän lisääntyessä niiden käsittelyä koskevan tiedon tarve on voimakkaasti kasvamassa. Tarvetta synnyttää mm. se oletamus, että tulevaisuuden metsätaloudella on entistä selväpiirteisemmät puuntuotannolliset, liikeloudelliset ja kansantaloudellisetkin tavoitteet ja että nämä tavoitteet voivat vaihdella esim. omistajan taloudellisten kokonaistarpeiden mukaan. Ei tarvita niinkään paljon äärimmillen yksinkertaistettuja ja yleistettyjä valtakunnallisia taimistonkäsittelyohjeita kuin perustietoja, joiden avulla metsänomistaja voi valita omaan tapaukseensa soveltuvan tuotannollisen suunnan ja jotka auttavat häntä asettamansa päämäärän saavuttamisessa.

Tämä julkaisu pyrkii kokoamaan käytettä-

vissä olevan tiedon, jonka perusteella voidaan tehdä päätelmiä erilaisten taimistojen käsittelytarpeesta tietyn tuotannollisen tavoitteen saavuttamiseksi. Tarkastelu perustuu etupäässä varhempiin kotimaisiin ja vastaavissa metsällisissä olosuhteissa suoritettuihin ulkomaisiin selvittelyihin. Tutkimukseen sisältyy kuitenkin myös uusia tutkimustuloksia (s. 27–29).

Julkaisu on ymmärrettävä lähinnä käytännöllisen tarpeen vaatimaksi selvittelyksi, joka pyrkii – tutkimustoiminnan ollessa Suomessa vielä pahasti kesken – antamaan parhaan mahdollisen tämänhetkisen vastauksen käytännön metsäammattimiehiä askarruttavaan ongelmaan. Tältä pohjalta on arvosteltava myös sen sisältöä.

## KÄSITTEITÄ

*Taimisto ja taimikko* ovat seuraavassa tarkastelussa samansisältöisiä.

*Taimiston hoito* on kollektiivinen käsite, joka sisältää kaikki taimiston hyväksi suoritettavat toimenpiteet. Taimiston hoito jakaantuu varhaishoitoon ja käsittelyyn seuraavan asetelman mukaisesti.

### Taimiston hoito

Taimiston varhaishoito	Taimiston käsittely
Vapauttaminen	Perkaus
Täydennys	Harvennus
Heinän- ja ruohontorjunta	
Suojelu	
Lannoitus	

Päähuomio kohdistetaan tässä julkaisussa *taimiston käsittelyyn* ja varsinkin *taimiston harvennukseen*. Tehdyt päätelmät antavat kuitenkin myös taimiston perkauksessa ja täydentämisessä käyttökelpoista informaatiota.

*Taimiston perkauksella* tarkoitetaan pääpuulajia haittaavan vieraan puulajin poistamista ja *harventamisella* pääpuulajin tiheyttä säätelevää käsittelyä. Käytännöllisistä syistä perkaus ja harvennus voidaan suorittaa samanaikaisesti. Toisinaan ovat kuitenkin jompikumpi tai molemmatkin tarpeettomia.

Suurimpia ongelmia herättävät *luontaisesti syntyneet ja kylvetyt taimistot*, joissa kasvatusvaihtoehtoja on runsaasti ja joissa esiintyy normaalisti käsittelyn tarvetta. Näistä ovat tärkeimpiä ns. *vakiintuneet taimistot*, jotka voidaan käsitellä tarvitsematta pelätä — poikkeustapauksia lukuun ottamatta — merkittäviä luonnontuhoja. Poikkeustapauksia ovat ennalta aavistamattomat epidemiat, jotka tosin usein saattavat tuhota koko taimiaineksen riippumatta sen tiheydestä.

Vakiintuneen taimiston käsite vaihtelee. Maan eri osissa sen alaraja on luontaisista syistä erilainen. Eteläisimmässä osassa voidaan rinnankorkeuden ylittänyttä taimistoa pitää vakiintuneena, kun taas Lapin suojametsäalueella alaraja nousee ainakin 3 m:iin.

Taimisto-käsitteen ylärajasta on olemassa eri-

laisia tulkintoja. Inventoinneissa taimiston raja on asetettu yleensä niin korkealle, että se sulkee piiriinsä kaikki metsiköt, joista puuston pienikokoisuuden vuoksi ei saada harvennuksessa käyttöpuuta. Jos täten otetaan myös ns. riukuvaihe mukaan, sisältyy taimistoihin maan pohjoisimmassa osissa ja karuilla kasvupaikoilla yleisestikin varsin iäkkäitä metsiköitä, äärimmäistapauksissa 100 vuotta lähenteleviä.

Metsänhoidollisessa mielessä on tärkeää, että erotetaan toisistaan *varsinainen taimisto ja riukuvaiheen metsikkö*. Taimisto-käsitteen ylärajaksi sopii tällöin ehkä parhaiten kehitysvaihe, johon mennessä ylitieheen taimiston käsittely olisi normaalisti suoritettava. Ainakin siinä mielessä tällainen raja on paikallaan, että näin voidaan antaa täsmällisiä taimistonkäsittelyohjeita ja erottaa *hoidettu ja hoitamaton taimisto* toisistaan.

Viimeksi mainittua ajatuskulkua noudattaen taimiston ylärajana pidetään tässä julkaisussa 4 m:n valtapituutta vähintään tyydyttävän tasaisissa metsiköissä. Luonnontaimistot ovat kuitenkin tunnetusti epätasaisia niin, että 4 m:n valtapituuden omaava metsikkö on usein tietyiltä osiltaan vielä vakiintumattoman taimiston kehitysvaiheessa. Tällaisissa tapauksissa yläraja saavutetaan silloin, kun taimiston käsittelyn jälkeen jätettävät puut yltävät kauttaaltaan vakiintuneen taimiston minimipituuteen, joka maan eri osissa vaihtelee rajoissa 1.3—3.0 m. Metsikön jatkokehityksen kannalta lienee suotavaa, että näissäkään tapauksissa valtapituus ei ole suurempi kuin 5—6 m.

Kun seuraavassa puhutaan taimistosta ja esitetään näkökohtia sen käsittelystä, tarkoitetaan edellä kuvatulla tavalla ala- ja ylärajaltaan määriteltyä vakiintunutta taimistoa. Sen ohella olisi tosin aihetta käsitellä kysymystä, miten on meneteltävä sellaisten metsiköiden kanssa, joissa taimiston käsittely on jäänyt suorittamatta. Tähän ongelmaan ei tässä julkaisussa voida kuitenkaan puuttua tarvittavan perustiedon puuttuessa.

## TAIMISTOJEN KÄSITTELYTARVE

Taimistojen pinta-ala on lyhyen ajan kuluessa lisääntynyt selväpiirteisten uudistushakkui-

den yleistymisen kautta. Tarkan kehityskulun esittäminen tuottaa kuitenkin vaikeuksia, sillä

esim. valtakunnan metsien inventoinneissa on eri kerroilla käytetty erilaisia luokitteluperusteita.

Kehitysluokkien pinta-aloista saatiin ensi kerran tietoja IV inventoinnin aineistosta (ILVESSALO 1963), mutta tällöin käytetty taimiston määritelmä poikkesi V inventoinnissa sovelletusta, josta syystä kehityksen kuvaaminen ei ole tältäköön pohjalta mahdollista. Taimistoluokan nopeaa lisääntymistä havainnollistavat kuitenkin kaksi poimintaa metsävaroja koskevasta kirjallisuudesta.

ILVESSALO (1956, s. 64–65) totesi vuosien 1951–53 inventointiaineistoon nojautuen, että taimikkoikäluokkaa oli hyvin niukasti ja että kehitys oli kuluneen 30-vuotiskauden aikana johtanut eteläpuoliskossa jatkuvasti vähenty-

Vuosi	1927–36	52	55	60	65	66	67	68	69	70	71
Taimiston käsittely 1000 ha/v	4	53	118	118	169	202	254	257	209	168	244 (arvio)

Asetelmasta nähdään, että 1920- ja 1930-luvuilla ”taimiston” käsittely oli lähes olematonta (vrt. ILVESSALO 1942, s. 190), vaikka mukaan otetaan myös taimiston täydennys. Taimiston perkaus- ja harvennustoiminta alkoi voimistua vasta 1950-luvulla ja saavutti huippuar-

neeseen, mutta pohjoispuoliskossa 21–40-vuotisten metsiköiden osalta jonkin verran suurentuneeseen määrään. KUUSELA (1970, s. 28), joka tarkasteli asiaa v. 1964–68 mitatun Etelä-Suomen aineiston perusteella, väitti eräissä osissa maata tapahtuneen ylihakkuuta sillä perusteella, että metsittämättömän uudistusalan sekä taimisto- ja riukuvaiheen metsien pinta-ala on liian suuri, laajoilla alueilla noin puolet metsämaan alasta. Vaikka em. tutkijat puhuvatkin hieman eri käsittein, voidaan väittää taimistokysymyksen ajautuneen 15 vuodessa ongelmakentän laidasta toiseen, niukkuudesta runsauteen.

Seuraavassa asetelmassa esitetään taimistojen ja riukuvaiheen metsiköiden käsittelyn kehitys 1920-luvulta alkaen.

vot v. 1967 ja 1968. Innostus osoitti selviä laimenemisen merkkejä 1970-lukua lähestyttyessä. V. 1971 käyty, taimiston hoidon lisäämiseen tähdännyt kampanja nosti jälleen vuosisaavutusta, mutta MERA-tavoitteeseen ei tällöinkään päästy.

MERA-suunnitelmissa esitetyt tavoitteet ovat seuraavat:

Vuosi	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Taimiston käsittelyn tavoite, 1000 ha/v	180	200	222	247	270	253	280	280	281	281	281

Asetelmia vertaillaessa todetaan, että vuosina 1965–68 suoritettiin taimiston käsittelyä, jossa on mukana myös riukuasteen metsiköiden harvennusta, kaikkiaan 882 000 ha, kun vastaavien vuosien tavoite oli 849 000 ha. Vuosina 1969–70 jäätin käytännössä kuitenkin tavoitteesta merkittävästi jälkeen. Kun tavoitteet ovat MERA III-ohjelman mukaan 1970-luvun alkupuoliskolla korkeammat kuin 1960-luvun lopulla, on aihetta epäillä, että ilman tehokasta valistustoimintaa tavoitteet jäivät saavuttamatta.

Tilastot kertovat kuitenkin vain siitä, kuinka suurella pinta-alalla taimiston ja riukuvaiheen metsän käsittelyä on suoritettu. Tarvittaisiin tämän lisäksi tilasto, joka ilmaisisi, kuinka tarkoituksenmukaisesti kohteet on valittu ja missä

määrin itse käsittelyssä on onnistuttu. On aihetta epäillä, että tilastojen pinta-alat antavat liian hyvän kuvan saavutuksista. Lukuisat käytännössä havaitut esimerkit osoittavat, että taimiston hoidoksi hyväksytään sellaistenkin metsiköiden käsittely, jotka ovat jo sivuuttaneet ko. vaiheen tai jotka ovat muuten kohteina epäonnistuneita. Niinpä on lukuisia esimerkkejä tilastoidusta ”taimistohoidosta” metsiköissä, joissa on kasvupaikalle sopimaton puulaji. Niiden käsittely saattaa olla järkevä omistajan kannalta, mutta se ei ole sitä käsittelyä, jota MERA-ohjelmat tarkoittavat.

Vielä enemmän on esimerkkejä siitä, että taimiston käsittely suoritetaan epätarkoituksenmukaisesti. Yleensä lienee kysymys liian lievästä toimenpiteestä, mistä on seurauksena käsit-

telyn tarpeen uusiutuminen suhteellisen lyhyen ajan kuluessa. Tämä merkitsee sitä, että tulevaisuudessa sama metsikkö voi joutua uudelleen taimistonhoitokohteeksi. Tästä tilastot kaunistuvat ilman, että vastaavasti saavutettaisiin esim. MERA-suunnitelmissa asetettu tavoite.

Nykytilanteessa on monista syistä aiheellista

pyrkä määrittelemään täsmällisesti taimiston käsittelyn kohteet ja menetelmät, jotta myöhemmin ei koettaisi yllätyksiä. Kun uusia taimistoja syntyy jatkuvasti, ei tulevaisuudessa ole ehkä mahdollista — mm. työvoimatilanteen vuoksi — palata samoihin kohteisiin uudestaan.

## KÄSITTELYN VAIKUTUS PUUSTON KEHITYKSEEN JA TERVEYSTILAAN

### Pituus

Kasvuympäristön vaikutus puun pituuskasvuun voidaan havaita silminkin vertailemalla vapaana kasvavan yksittäispuun ja vastaavien metsikköolosuhteissa kehittyvien puiden pituuden kehitystä toisiinsa.

Vapaana kasvava puu jää poikkeuksetta lyhyeksi. Ylitieheen metsikön puiden pituuskasvun suoranaista pysähtymisestä on niin ikään esimerkkejä, joista Suomessa lienee tunnetuin alikasvoksena syntynyt ns. kuusirikeikkö (vrt. PÖNTYNYN 1929).

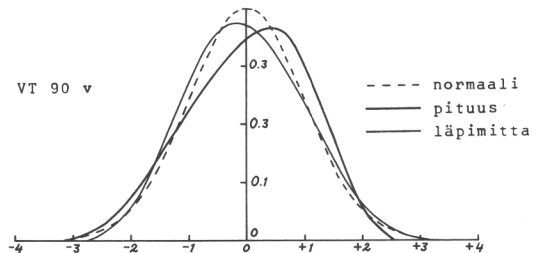
Mainittujen äärimmäistapausten välillä pituuskasvu lisääntyy ja saavuttaa kulminaation toistaiseksi tuntemattomassa tiheysasteessa. Suomessa oletetaan yleisesti käännekohdan olevan tiheissä asennoissa niin, että käytännön metsätaloudessa pituuskasvu paranisi puuston tiheyden lisääntyessä. Vastaavasti pelätään, että voimakas harvennus yleensä ja erittäin voimakas taimistonkäsittely erityisesti heikentäisivät pituuskasvu.

Esitetty käsitys perustuu olettamukseen, että voimakkaan harvennuksen aiheuttama tiheyden aleneminen heikentää puiden välistä kilpailua, jonka kuvitellaan säätelevän pituuskasvu seuraavan syy- ja seuraussuhteen mukaisesti: mitä pitempi puu, sitä enemmän valoa ja sitä suurempi mahdollisuus säilyä valtapuuna ja hengissä. Puuta pidetään siinä määrin reaktioherkkänä, että se kykenisi keskittämään kasvunsa nimenomaan siihen tapahtumaan, tässä tapauksessa pituuskasvuun, joka parhaiten takaa hengissäsäilymisen ja mahdollisimman edullisen kehityksen.

Käsitys tiheyden pituuskasvu kiihdyttävästä

vaikutuksesta perustuneen Suomessa lähinnä LÖNNROTHIN (1925, s. 181–183) havaintoon, jonka mukaan luonnonnormaalin männikön pituusjakautuma on positiivisesti vino (vrt. kuva 1). Kyseisen tutkimustuloksen tulkinta lienee osunut kuitenkin nyt kysymyksessä olevassa mielessä harhaan.

On mahdollista, että kilpailu ylläpitää, ehkä kiihdyttääkin pituuskasvu tietyssä osassa puustoa niinkin suurissa tiheyksissä, mitä LÖNNROTHIN (mt.) luonnonnormaalit metsiköt edustavat. Mutta kuva 1 osoittaa, että pituuskasvu ei kilpailun ansiosta lisäännä ainakaan puuston kookkaimmissa yksilöissä. Pikemmin voidaan kuvasta päätellä, että kookkaimmat puut kärsivät ylitieheydestä, sillä pituusjakaantumissarjan oikea reuna siirtyy vasemmalle normaali- ja läpimittajakaantumaa verrattuna. Valtapuissa näkyvä kielteinen vaikutus selittyy siten, että niidenkin latvuston kehitys on ylitieheässä metsikössä epätyydyttävä, mikä vai-



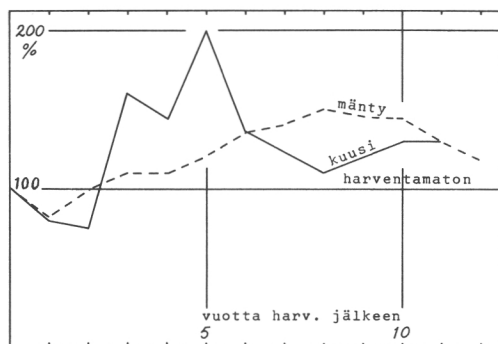
Kuva 1. Luonnonnormaalin männikön pituusjakautuman vertailu vastaaviin läpimitta- ja normaalijakautumiin LÖNNROTHIN (1925) mukaan.

kuttaa ajan mittaan kielteisesti sekä läpimitan että pituuden kehitykseen.

Suomessa ei toistaiseksi ole tehty tutkimusta, jonka perusteella voitaisiin päätellä, missä tiheysasteessa pituuskasvu kulminoi ja missä määrin voimakas metsänkäsitteily vaikuttaa pituuskasvuun. Muissa Pohjoismaissa on kuitenkin päädytty eräissä tutkimuksissa tuloksiin, jotka antavat tukea edellä tapahtuneelle LÖNNROTHIN (1925) tutkimustuloksen tulkinnalle.

Ruotsissa on ERIKSSON (1965) tutkinut harvennuksen voimakkuuden ja harvennusvälin vaikutusta valtapituuden kehitykseen kestokoe-ala-aineiston avulla. Hän toteaa, että Ruotsissa ollaan laajalti sitä mieltä, ettei kasvatusohjelma vaikuttaisi valtapituuden kehitykseen (PETTERSON 1955, FRIES 1964) ja että tämä pitää suurin piirtein paikkansa silloin, kun suoritetaan normaaleja harvennustoimenpiteitä (20–30 % kuutiomäärästä). Mutta kun kysymys on erittäin voimakkaista harvennuksista, jotka toistuvat harvoin, on ERIKSSONIN (mt.) mukaan havaittavissa pituuskasvun ja valtapituuden lisääntymistä käsittelemättömiin metsikköihin verrattuna. Hän toteaa lisäksi, että on olemassa tilastomatematisesti merkitsevä ero harvennettujen ja harventamattomien männiköiden pituuskasvujen välillä harvennettujen hyväksi, mutta että kuusikoissa ei vastaavaa eroa voida ko. aineiston perusteella todeta esiintyvän.

Norjalainen VESTJORDET (1971) on tarkastellut taimiston kehitystä kokeiden perusteella, joissa runkoluvut vaihtelevat käsittelemättömästä n. 1600 kpl:een/ha. Toistaiseksi hän on voinut esittää tuloksia 15–16 v sitten perustetuista kokeista esimerkkien luonteisesti, joita edustaa kuva 2. Kuvassa on ilmeisestikin

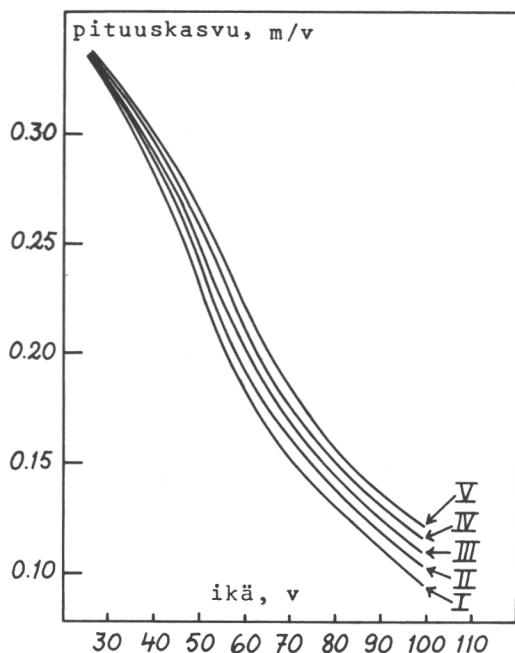


Kuva 2. Käsitteilyn vaikutus taimiston pituuskasvuun VESTJORDETIN (1971) mukaan.

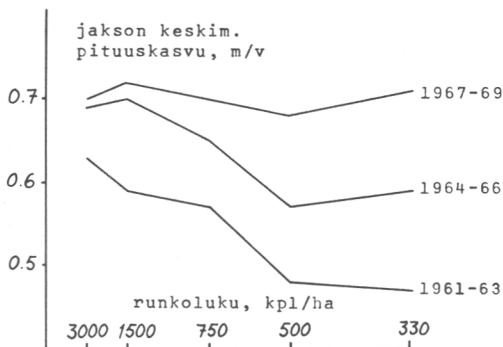
varsin tiheän käsittelemättömän osan vuotuista pituuskasvu merkitty luvulla 100. VESTJORDET (mt.) toteaa kuvan perusteella, että taimiston pituuskasvu voimakkaan käsitteilyn jälkeen voi parina ensimmäisenä vuonna laskea mutta että tämän jälkeen harvennetun taimiston – sekä männyn että kuusen – pituuskasvu on merkittävästi suurempi kuin harventamattoman.

Vastaava ilmiö, graafisesti esitettynä kuvassa 3, on löydettävissä myös uusista norjalaisista männyn kasvu- ja tuotostaulukoista (BRANTSEG 1969, s. 29–30). Kuvan mukaan pituuskasvu on sitä suurempi mitä voimakkaampia harvennukset ovat.

Myös Pohjoismaiden ulkopuolelta voidaan löytää tutkimuksia, jotka osoittavat yllättävän korkeaa pituuskasvu voimakkaiden käsitteilyiden jälkeen. Mielenkiintoinen on esim. Pohjois-Irlantiin perustettu koealasarja (JACK 1971), vaikka se sijaitseekin sitkakuusikossa. Mielenkiintoisuus johtuu kokeen laajasta vaihtelualueesta 3000–330 kpl/ha. Koe perustettiin 12-vuotiseen metsikköön v. 1960 keskipituuden ollessa 4 m. Mittauksia on suoritettu 3 kertaa, ja viime mittauksen yhteydessä valtapituus oli



Kuva 3. Männikön aito pituuskasvu eri harvennusasteita sovellettaessa (I lievin, V voimakkain, boniteetti B) BRANTSEGIN (1969) mukaan.



Kuva 4. 3-vuotiskausien pituuskasvu taimistovaiheessa vaihtelevan voimakkaasti käsitellyissä sitkakuusikoissa JACKIN (1971) mukaan.

tiheimmissä osissa koetta 10 m ja harvimmissa n. 9 m. JACK (mt.) toteaa, että kolmen tiheimmän taimiston (3000–750 kpl/ha) pituuskasvu on tapahtunut varsin samansuuruisena koko tutkimusajan, mutta että harvimmat taimistot (500–330 kpl/ha) ovat kasvaneet ensimmäiset 6 vuotta pituutta selvästi muita heikommin (vrt. kuva 4). Viimeiset 3 vuotta ovat kuitenkin kaikkien tiheysasteiden puustot osoittaneet yhtäläistä pituuskasvukykyä.

SJOLTE–JØRGENSEN (1967) on selvittänyt pituuskasvun riippuvuutta kasvutilasta kirjallisuuden perusteella. Hän viittaa mm. WEIHEN (1955) tutkimukseen, jonka mukaan tietyn rinnankorkeusläpimitan omaavien puiden pituus on sama riippumatta metsikön tiheydestä. Kun otetaan huomioon kasvutilan vaikutus puiden rinnankorkeusläpimitan kehitykseen, WEIHEN (mt.) päätelmä merkitsee valtapituuden huomattavaa lisääntymistä puiden kasvutilan avartuessa.

VANSELOWIN (1937) väittävä, että pituusikäyrät ovat akselistossa sitä ylempänä mitä harvemmassa asennossa kehittyvästä metsiköstä on kysymys, merkitsee niin ikään valtapituuden voimakasta lisääntymistä puuston tiheyden alentuessa. Toisessa yhteydessä VANSELOW (1956) kuitenkin toteaa, että kuusikoissa käsittelystä aiheutuvat varhaiset pituuserot pyrkivät tasoittumaan myöhemmällä iällä.

SJOLTE–JØRGENSEN (1967) viittaa myös moniin tutkimuksiin, jotka osoittavat, että kasvutilan avartumisen positiivinen vaikutus pituuskasvuun on suurin karuhkoilla ja karuilla kasvupaikoilla (WIEDEMANN 1936, ADAMS

ja CHAPMAN 1941, MUNKØE 1944, OKSBJERG 1960, ANDERSSON 1960).

LIN (1970) on analysoinut kasvutilan ja pituuskasvun suhdetta selvittelevien tutkimusten tuloksia ja tullut siihen johtopäätökseen, että vain heikoilla ja heikonpuoleisilla kasvupaikoilla kasvutilan avartuminen merkitsee lisääntyvää pituuskasvua. Hän tukee päätelmänsä lukuisiin amerikkalaisiin ja eräisiin eurooppalaisiin tutkimuksiin. LIN (mt.) viittaa mm. norjalaisen BRAATHEN (1957) tutkimukseen, jonka mukaan huonoilla kasvupaikoilla välttämättä asento stimuloi pituuskasvua, mutta paremmilla kasvupaikoilla reaktio ei ole yhtä selvä. Vastaavia amerikkalaisia tutkimuksia ovat suorittaneet EVERSOLE (1955), HARMS ja COLLINS (1965) sekä BARRETT (1963), joiden tulokset tukevat LININ (mt.) yllä esitettyä päätelmää.

Voimakkaan harvennuksen jälkeisestä pituuskasvun heikkenemisestä löytyy vain vähän viitteitä kirjallisuudesta. STAEBLER (1956) on havainnut pituuskasvun taantumista välittömästi douglaskuusikon harvennuksen jälkeen sekä TACKLE ja SHEARER (1959) Pinus contortametsikön käytäväharvennuksen seurauksena. Lisäksi toistettakoon vielä JACKIN (1971) tutkimustulos, jonka mukaan äärimmäisissä harvuksissa (500–330 kpl/ha) sitkakuusen pituuskasvu kärsii merkittävästi 6 ensimmäisenä vuotena harvennuksen jälkeen, mutta että tämän jälkeen pituuskasvu palaa myös näissä tiheyksissä normaalille tasolle. Tutkimusten mukaan (vrt. myös kuva 2) voi siis tietyissä poikkeustapauksissa esiintyä käsittelyn jälkeen eräänlaista shokki-vaikutusta, joka menee kuitenkin pian ohi.

Edellä esitetyn perusteella on tuskin aiheellista pelätä taimiston voimakkaan käsittelyn pienentävän pituuskasvua. On jopa perusteltua odottaa pituuskasvun paranemista varsinkin erittäin ylitieheiden luonnontaimistojen voimakkaan käsittelyn jälkeen. Suurimmat positiivisen pituuskasvureaktion odotukset kohdistuvat karuihin kasvupaikkoihin, joilla ylitieheys näyttää vaikuttavan pituuskasvua enemmän taannuttavasti.

Harvojen puustoasentojen mahdollisen positiivisen vaikutuksen selittänee pääosin latvuksen myönteinen kehitys. Esim. LIN (1970) toteaa, että samaa läpimitaluokkaa olevat puut kuuluvat eri tiheysasteissa eri puuluokkiin, Tiheän metsikön päävaltapuun latvus voi olla samanlainen kuin harva-asentoisen metsikön lisävaltapuun, josta vallittuihin kuuluvalla välipuun.

Toisaalta suuri koko (läpimitta ja pituus) merkitsee suurta absoluuttista kasvukykyä. Jos kookkaalla puulla on lisäksi voimakas latvus, voidaan odottaa poikkeuksellisen voimakasta kehitystä.

Harva asento vaikuttanee siis kahta tietä pituuden mahdolliseen positiiviseen kehitykseen. (1) Se voimistaa latvusta. (2) Se lisää jäljelle jäävien puiden kokoa ja tätä tietä vaikuttaa väkivoimaisesti pituuskasvua lisäävästi.

### Järeysuhteet ja käyttöpuun määrä

On usein esitetty väittämä, että metsikön kookkaimpien puiden, päävaltapuiden, rinnankorkeudelta mitattu paksuuskasvu on laajoissa rajoissa riippumaton metsikön tiheydestä, ts. että hakkuukypsän metsikön runkojakaantumisjärjen järeintä osaa ei voida kartuttaa hakkuutoimenpitein. Taustateorian on oletettavasti, että päävaltapuut ovat eräänlaisessa etuoikeutetussa asemassa niin, että ne ottavat kaikissa olosuhteissa tarvitsemansa ravinteet ja aurinvalon valittujen puiden saadessa vain niiltä jäävät rippeet. Jos tämä pitää paikkansa, kasvuympäristön laajeneminen esim. hoitotoimenpiteen tai hakkuun seurauksena ei voi vaikuttaa mainittujen puuyksilöiden paksuuskasvua lisäävästi. Tähän perustuen on esitetty, ettei taimiston harventaminen ole välttämätöntä etenkin, kun luontainen harventuminen pitää riittävästi huolen liikatihyden torjumisesta ensimmäiseen kaupalliseen harvennukseen asti. Taimiston harventaminen merkitsee tämän teorian mukaan turhaa sijoitusta.

Lienee kiistatonta, että metsikön puut ovat missä kehitysvaiheessa tai tiheysasteessa tahansa reaktioiltaan erilaisia; muutenhan ei erilaistumista biologisiin puuluokkiin tapahtuisi. Ymmärrettävänä voitaneen pitää myös sitä, että kasvutilan avartuminen merkitsee esim. lisävaltapuille suhteellisesti enemmän kuin päävaltapuille ja että mahdollisesti myös ns. kehityskelpoiset välipuut kykenevät reagoimaan voimakkaasti lisääntyneeseen kasvutilaan (vrt. VUOKILA 1970). Tutkimuksin on kuitenkin osoitettu, että päävaltapuillekin harventaminen merkitsee elinehtojen paranemista, ravinteiden runsaampaa saantia, lisääntyvää valoa, latvuksen kehittymistä tai sen supistumisen estymistä.

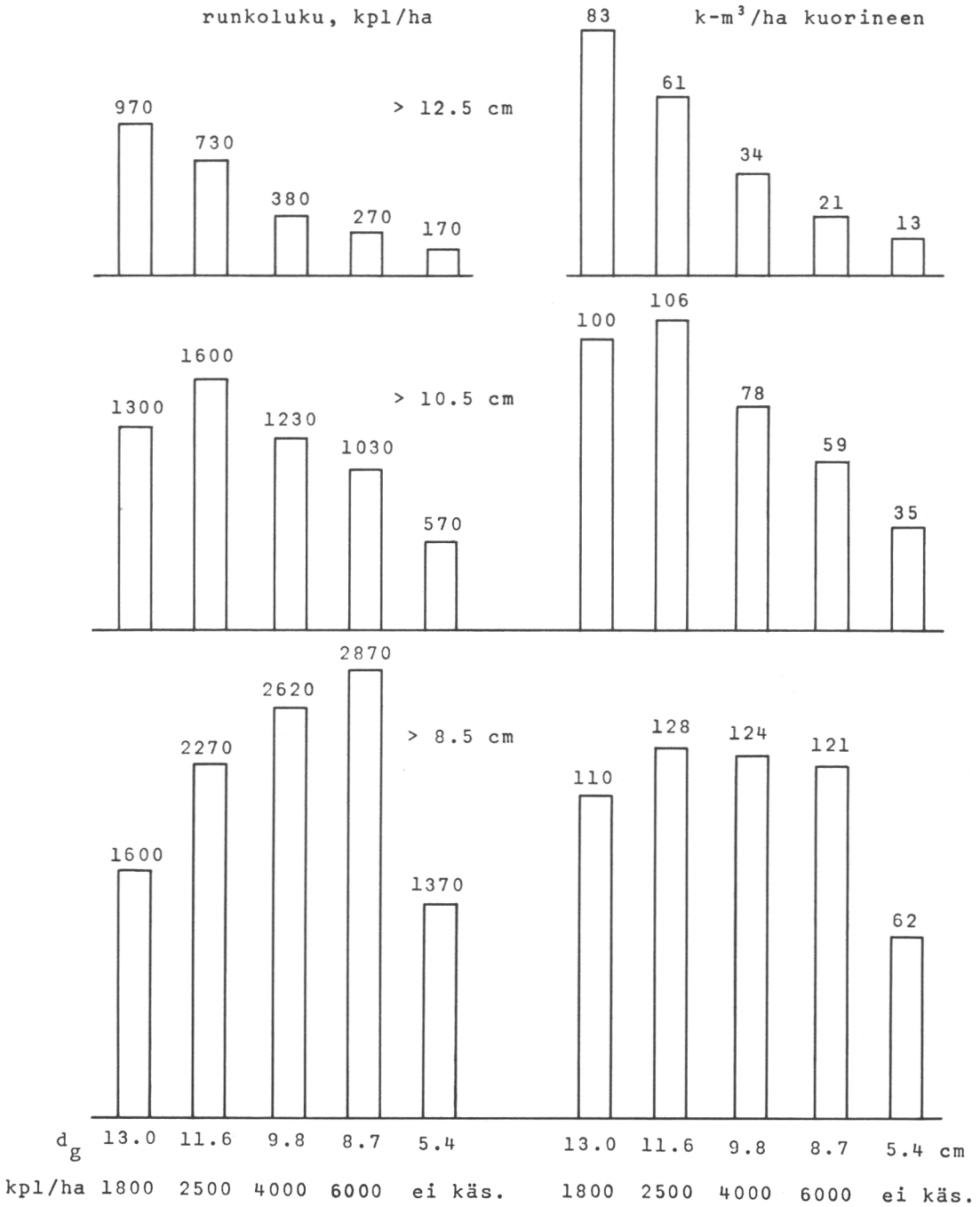
Puulajien reaktiokyky vaihtelee. Reaktion nopeus, kesto ja voimakkuus riippuvat myös

siitä, onko puusto alunperin tottunut väljään asentoon vai joutuuko se yhtäkkisesti tällaiseen olotilaan. Lukuisat eri puolella maailmaa vaihtelevissa olosuhteissa suoritettut tutkimukset osoittavat joka tapauksessa yhtäpitävästi, että voimakas käsittely aiheuttaa myös vallitsevimpien puiden paksuuskasvun lisääntymistä ja sitä kautta puuston järeysuhteiden paranemista.

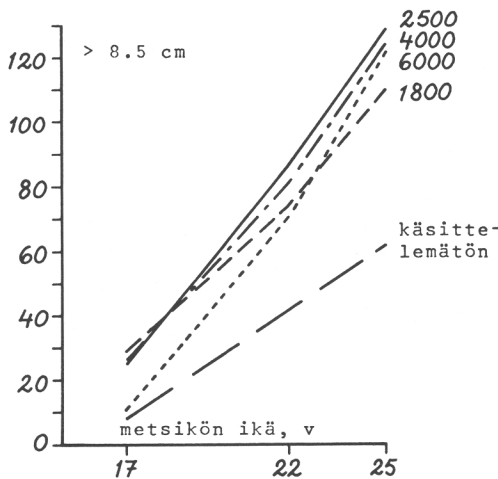
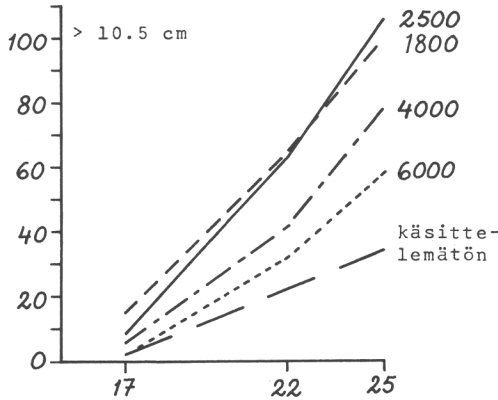
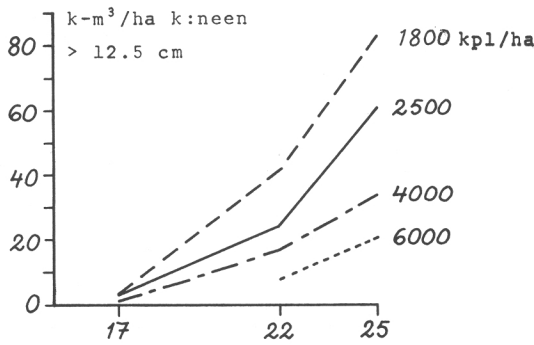
Mainittua ilmiötä kuvaavaa kirjallisuutta on niin runsaasti (vrt. SJOLTE-JØRGENSEN 1967, LIN 1970) ja kyseinen positiivinen reaktio siinä määrin yleisesti todettu, että laajaan kirjallisuuskatsaukseen ei ole aihetta. Kiintosiinta lieneekin lähinnä sen kysymyksen tarkastelu, mitkä ovat tämän positiivisen paksuuskehityksen aste ja merkitys.

Pohjoismaissa on vaihtelevan voimakkaiden taimistonkäsittelyiden vaikutusta puuston varhaiskehitykseen tutkinut varsinkin ruotsalainen ANDERSSON, jonka tutkimusten tähänastisena päätuloksena voitaneen pitää viimeisintä, IUFRO:n eräälle työryhmälle esitettyä raporttia (1971 a). Siinä on esitetty tulokset viidestä ruotsalaisesta ja yhdestä norjalaisesta kestokoe-alarjasta, joilla käsittely on suoritettu 1.4–5.0 m:n keskipituusvaiheessa ja joiden valtapituus on ollut viimeisen mittauksen hetkellä keskimäärin 10.1 m (8.7–11.4 m). ANDERSSON (mt.) on käsitellyt yksityiskohtaisesti yhtä sarjaa, joka ilmeisesti on hänen mielestään tyypittä. Vaikka koealarjat ovat kiertoaikaa mitatuina käyttäen nuoria, ne antavat kuitenkin jo viitettä siitä, mikä vaikutus varhaisella taimistonkäsittelyllä on puuston järeysuhteiden kehitykseen. Yksityiskohtain selostetun kokeen voimakkain käsittely ei ole tosin sen voimakkaampi kuin 1800 kpl/ha, ja äärimmäistapauksessakin alaraja on 1400 kpl/ha.

ANDERSSONIN (1971 a) tuloksia esittelevät kuvat 5 ja 6. Kuvista nähdään, että lieväkin taimistonharvennus (6000 kpl/ha) on suurimerkityksinen silloin, kun tiheys on ennen harvennusta niin korkea kuin 14 000 kpl/ha. Voimakkain taimistonkäsittely on osoittautunut puuston järeyskehityksen kannalta kuitenkin edullisimmaksi. Puuston iän ollessa 25 v ja valtapituuden 10.3 m on yksityiskohtain kuvatus sarjan voimakkaimmin (1800 kpl/ha) käsitellyllä osalla todettu olevan yli 12.5 cm paksuja puita 200 kpl/ha ja 22 k-m<sup>3</sup>/ha enemmän kuin tiheydellä 2500 kpl/ha. Luonnontilaan (14 000 kpl/ha) verrattuna on mainittuja ”järeit” runkoja ollut voimakkaimmin käsitellyssä metsikön-



Kuva 5. Tiettyä rinnankorkeusläpimittaa paksumpien puiden lukumäärä ja kuutiomäärä 10.3 m:n valtapitusvaiheessa ANDERSSONIN (1971 a) tutkimuksen mukaan.



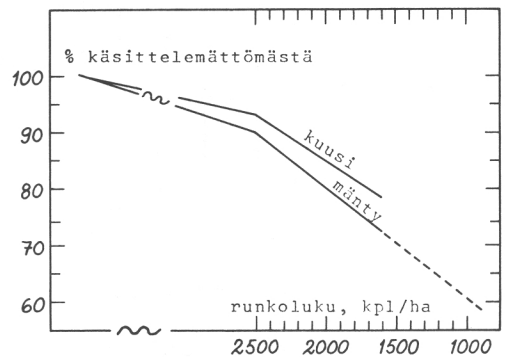
Kuva 6. Tiettyä rinnankorkeuslähpimittaa paksumpien puiden kuutiomäärän kehitys erivahvojen taimistonkäsittelyiden jälkeen ANDERSSONIN (1971 a) mukaan.

osassa 5–6 kertaa enemmän. Yli 10.5 cm:n puita on havaittu olevan enimmän tiheysasteessa 2500 kpl/ha, josta voimakkaimmin käsitelty

osa poikkeaa 6 %. Yli 8.5 cm:n puita on todettu olevan lukumääräisesti runsaimmin tiheydessä 6000 kpl/ha, mutta kuutiomääräerot ovat vähäiset tiheysvaihtelualueella 6000–2500 kpl/ha. Mainitussa kehitysvaiheessa 1800 kpl/ha merkitsee koelasarjan mukaan 11–18 %:n mentystä yli 8.5 cm:n puiden kuutiomäärässä, mutta toisaalta rungoista vain 200 kpl/ha on alle mainitun läpimitan.

ANDERSSONIN (1971 a) koko aineiston keskiarvot esitetään taulukossa 1. Yli 8.5 cm:n puiden kuutiomäärä n. 10 m:n valtapituusvaiheessa on taulukon mukaan laajoissa tiheysrajoissa samaa suuruusluokkaa. Käsittelemättömän taimiston kuutiomäärä on keskimäärin 57 % käsiteltyjen arvoista. Yli 10.5 cm:n puiden kuutiomäärä on sitä suurempi mitä voimakkaampi taimistonkäsittely on kysymyksessä. Yli 12.5 cm:n puiden kuutiomäärä on tiheysasteessa 1400–1600 kpl/ha likimain 2-kertainen asentoon 2500–2700 kpl/ha verrattuna. Luonnontilaisten puustojen alaiset suhdeluvut ja niiden suuri vaihtelu johtuvat ANDERSSONIN (mt.) mukaan osaksi eräillä koelaloilla sattuneista lumituhoista. Vaikka näitä luonnontuhoja pidettäisiin satunnaisina, osoittavat esitetyt luvut vakuuttavasti taimiston hoidon ja erityisesti voimakkaiden harvennusten suurta merkitystä järeyskehityksen kannalta.

Edellä esitettyjä tuloksia täydentävät eräät norjalaiset tutkimukset, jotka perustuvat 43 kuusi- ja 73 mäntykoelaaan. VESTJORDET (1971) on niiden perusteella laskenut 10 m:n



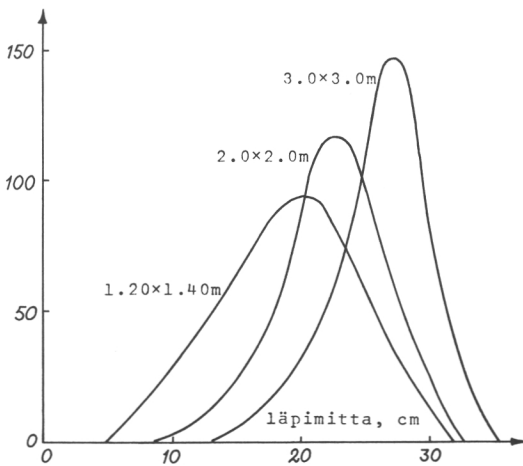
Kuva 7. Yli 6 cm rinnankorkeudelta olevien puiden kuutiomäärä 10 m:n valtapituusvaiheessa taimiston käsittelyn jälkeen jääneen runkoluvun vaihdella VESTJORDETIN (1971) tutkimusten mukaan.

Taulukko 1. Taimiston käsittelyn vaikutus puuston järeyden kehitykseen n. 10 m:n valtapituuteen mennessä kuuden pohjoismaisen männikkökokeen keskiarvona ANDERSSONIN (1971) mukaan.

Minimiläpimitta rinnankorkeudelta, cm	Runkoluku harv. jälkeen, kpl/ha				
	1400–1600	1800–2000	2500–2700	4000	Luonnontil.
	Minimiläpimittaa paksumpien puiden suhteellinen kuutiomäärä				
8.5	100	101	$\frac{100}{100}$	93	57
10.5	127	113	$\frac{100}{100}$	64	44
12.5	199	122	$\frac{100}{100}$	61	33

valtapituuteen mennessä tuotetun yli 6 cm paksujen puiden kuutiomäärän (vrt. kuva 7) ja todennut, että 1600 kpl/ha tuottaa 75 % käsittelemättömän taimiston kuutiomäärästä. Hän olettaa kuitenkin, että tämä ero tulee ajan mukana pieneneväksi. Lisäksi hän päätelee yleisesti, että rinnankorkeudelta yli 6 cm:n puiden kokonaiskuutiotuotto pienenee 10 m:n valtapituusvaiheeseen mennessä 25–30 m<sup>3</sup>/ha jokaista alkutiheyden 1000 kpl/ha kohti. Tämänasteista kasvutappiota VESTJORDET (mt.) ei pidä suurena. Istutusvälin merkitystä havainnollistaa kuva 8, joka perustuu BRAATHEN (1952) tutkimuksiin.

kokonaiskasvu, m<sup>3</sup>/ha

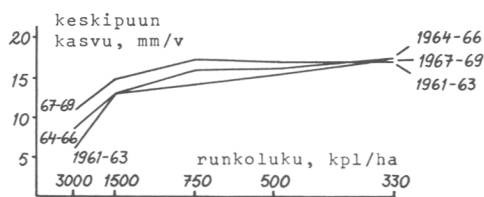


Kuva 8. Kokonaiskasvun jakaantuminen 6 cm:n läpimittaluokkiin erilaisin istutusvälein perustetuissa 45-vuotisissa kuusikoissa BRAATHEN (1952) mukaan. Jokainen piste tarkoittaa  $\pm 3$  cm:n aluetta sen molemmin puolin.

Edellä esitellyt pohjoismaiset tutkimukset ovat vain näennäisesti ristiriitaisia, On todennäköistä, että tiheissä taimistoissa kertyy mainittuun kehitysvaiheeseen mennessä läpimittaluokkiin 6–8 cm runsaasti puita, joilla ei kuitenkaan ole jatkokehitysmahdollisuuksia. Varhain voimakkaasti käsitellyssä taimistossa vain vähäinen osa puista on tässä järeytaluokassa, mutta toisaalta useimmilla tai kaikilla on mahdollisuus varttua yli 8 cm:n.

VESTJORDETIN (1971) tutkimustulosten perusteella voidaan päätellä, että mikäli kasvatettavien puiden minimiläpimitaksi voidaan asettaa niinkin alhainen arvo kuin 6 cm rinnankorkeudelta, taimistot olisi kasvatettava tiheäköinä varhaisten kuutiokasvutappioiden välttämiseksi. Jos alarajana on 8–9 cm, ANDERSSONIN (1971 a) mukaan laaja tiheysasteikko tuottaa saman kuutiomäärän, mutta harvemmissä taimistoissa puut ovat keskimäärin merkittävästi kookkaampia kuin tiheimmissä. Käyttöpuun rinnankorkeusläpimitan minimin ollessa 10 cm, ja erityisesti jos se on 12 cm tai enemmän, tutkimukset viittovat voimakkaiden käsittelyiden puuntuotannollisesti korostuneeseen myönteiseen vaikutukseen.

JACKIN (1971) irlantilaisissa sitkakuusikoissa suorittama tutkimus antaa mm. käsityksen siitä, missä tiheydessä kilpailu alkaa vaikuttaa läpimitan kehitykseen. JACK (mt.) toteaa, että mikäli halutaan välttää keskiläpimittaa pienentävää kilpailua on keskipituuden ollessa 4 m varattava puuta kohden kasvualaa 3.5 m<sup>2</sup> (2850 kpl/ha), 6.5 m:n keskipituusvaiheessa 7 m<sup>2</sup> (1400 kpl/ha) ja 8 m:n keskipituudella 13 m<sup>2</sup> (750 kpl/ha). Nämä luvut soveltunevat myös Suomen oloihin siinä määrin, että voidaan päätellä taimiston varhaisen käsittelyn olevan kilpailun vähentämismielessä usein tarpeeton, mikä on silminkin pääteltävissä. Toisaalta

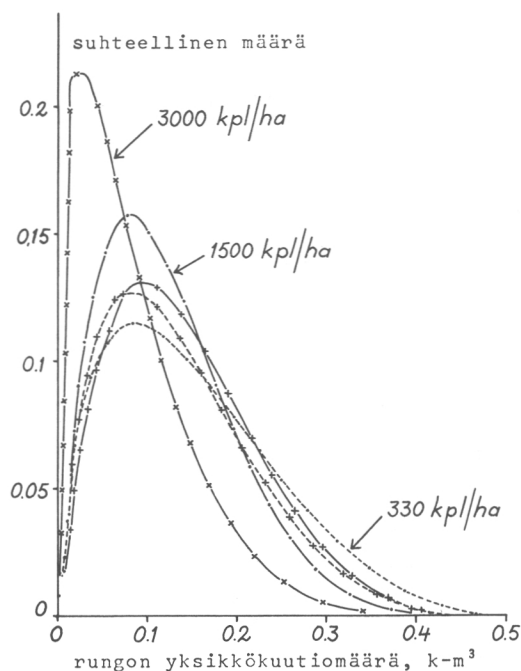


Kuva 9. Sitkakuusikon keskipuun rinnankorkeusläpimitan kasvu 3-vuotiskausina taimiston käsittelyn jälkeen JACKIN (1971) mukaan.

JACKIN (mt.) luvut tuovat esille puuston sulkeutuessa tapahtuvan kilpailun jyrkän lisääntymisen, minkä vuoksi taimiston käsittelyn laiminlyönti on joka tapauksessa korjattava vielä sellaisessa kehitysvaiheessa, jolloin sen toimeenpano tulee kalliiksi.

Kuva 9 esittää JACKIN (1971) koealasarjan puiden läpimitan kasvua koskevat tulokset mittausjaksoittain. Kuvasta nähdään, että jokaisen 3-vuotisen mittausjakson aikana puiden keskimääräisen paksuuskasvun lisääntyminen runkoluvun hehtaaria kohden pienessä 3000:sta 1500:aan on ollut erittäin huomattava. Välittömästi käsitteilyä seuranneena 3-vuotiskautena paksuuskasvu on ollut jälkimmäisessä tapauksessa (1500 kpl/ha) noin 2-kertainen edelliseen (3000 kpl/ha) verrattuna, kun taas alle 1500 kpl:n tiheyksissä paksuuskasvun lisääntyminen ei ole ollut erityisen jyrkkä, joskin se on edelleen selvästi todettavissa siirryttäessä 1500:sta tiheyteen 750 kpl/ha. Kuvasta käy epäsuorasti ilmi myös läpimitan kasvureaktion äkillisyys, sillä ensimmäisenä 3-vuotiskautena on saavutettu keskimäärin taso, jota ei ole enää seuraavien jaksojen kuluessa kyetty paljon ylittämään. Tähän lienee syynä kasvupaikan hyvyys, joka on otettava muutenkin huomioon JACKIN (mt.) koetulosten absoluuttisia arvoja tarkasteltaessa.

JACK (1971) on tarkastellut yksityiskohtaisesti myös kuutiomääräsarjan kehitystä eri käsittelyvaihtoehdoissa ja joutunut toteamaan kotimaassaan aikaisemmin vallinneen käsityksen vastaisesti, että taimiston harvennus vaikuttaa kaikkien puiden kehitykseen, ts. että kuutiomääräsarjat osoittavat sitä järeämpää vallitsevaa puustoa, mitä voimakkaammasta käsittelystä on kysymys (vrt. kuva 10). Erityisesti voidaan panna merkille puuston järeyden voimakas lisääntyminen siirryttäessä tiheydestä 3000 kpl/ha

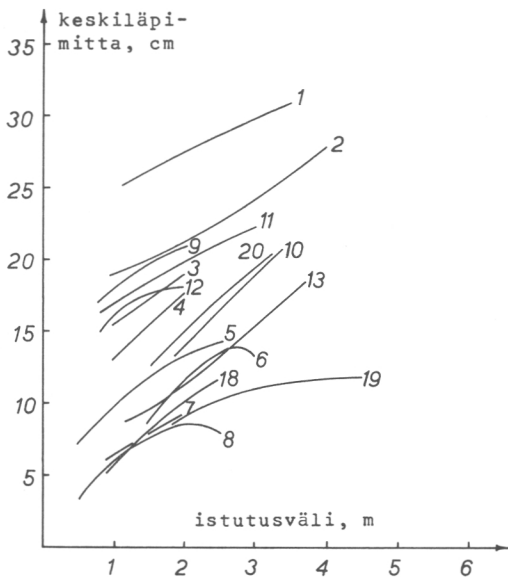


Kuva 10. Sitkakuusikon kuutiojakaantumissarja 9 vuotta vaihtelevan taimistonkäsittelyn jälkeen JACKIN (1971) mukaan. Runkoluvut järeimmistä alkaen 330, 500, 750, 1500 ja 3000 kpl/ha.

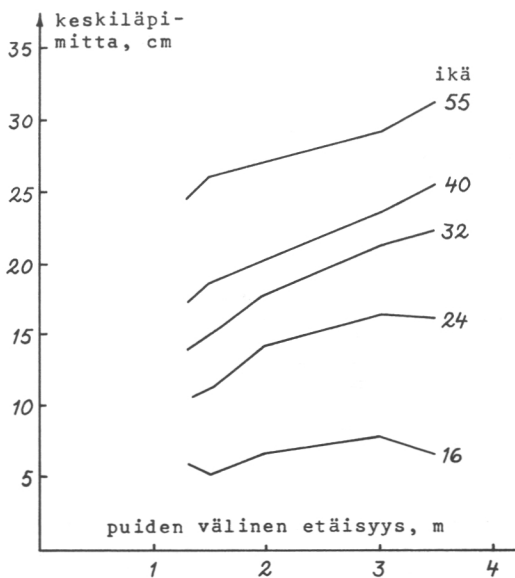
tiheyteen 1500 kpl/ha, mihin suureen eroon jo edellä suoritettu läpimittakasvun tarkastelu viittaa. Mainittakoon lisäksi, että esim. rinnankorkeudelta yli 24 cm:n runkoja oli viimeksi suoritettussa mittauksessa tiheimmän asennon 3000 rungosta 4 %, 1500:sta 48 %, 750:stä 56 % ja 500:sta 56 % ja että kaikki 330 kpl/ha ylittivät ko. läpimitan. Tiheydellä 1500 kpl/ha on siis saavutettu suurin yli 24 cm:n puiden lukumäärä.

SJOLTE-JØRGENSEN (1967) ja LIN (1970) toteavat kokoelmatutkimuksissaan käytännöllisesti katsoen kaikkien tutkimusten päätyneen siihen tulokseen, että metsikön keskiläpimitta kasvaa puuston tiheyden vähentyessä (vrt. kuva 11). Ensiksi mainittu korostaa erityisesti sitä, että erot syntyvät puuston nuoruusvaiheessa, ja esittää tämän seikan valaisemiseksi piirroksen (kuva 12). Aineiston piirroksensa hän on saanut norjalaisen BRAATHEN (1952) kuusikkotutkimuksesta.

Kuvan 12 mukaan 28. ikävuoteen asti on olemassa tietty harvuus, jossa puusto saavuttaa



Kuva 11. Puiden keskinäisen etäisyyden ja keskiläpimitan riippuvuus toisistaan havupuumetsiköissä SJOLTE-JØRGENSENIN (1967) tarkastelemien tutkimusten mukaan.



Kuva 12. Kuusikon keskiläpimitan kehitys puiden etäisyyksien funktiona eri ikävaiheissa BRAATHEN (1952) mukaan.

suurimman keskimääräisen läpimittakasvun; 16 vuoden ikään mennessä tämä on norjalaisen aineiston mukaan  $3 \times 3$  m:n istutusväli (n. 1100 kpl/ha). Kuvan kolme ylintä, likimain samansuuntaista käyrää taas osoittavat, että nuoruusvaiheessa saavutettu ero säilyy likimain samansuuruisena myöhemmällä iällä. Myös BUSSE ja JAEHN (1925), WEIHE (1955), EKLUND (1956), VANSELOW (1956) ja WIKSTEN (1965) ovat todenneet saman ilmiön. Nämä eri tahoilla tehdyt yhdenmukaiset johtopäätökset, vaikka ne eivät ehkä ole Suomessa kaikilta osin sovellutuskelpoisia, korostavat voimakkaasti ylittehen taimiston käsittelyn merkitystä puuston järeyden kehityksen kannalta.

Nuorten puustojen läpimittareaktioita kasvutilan muutoksiin kuvastavat myös tanskalaisen KJERSGÅRDIN (1964) tutkimukset istutuskusikoissa (Taul. 2), RALSTONIN (1953) selvitykset *Pinus banksianalla* (Taul. 3) ja erityisesti STIELLIN (1964) luvut (Taul. 4), joiden viimeksi mainittujen taustana oleva vaihtelualue (istutusväli 2,14–3,66 m) on suomalaisittain kiinnostava ja jotka kanadalaisina saattavat olla meilläkin hyvin sovellutuskelpoisia.

Amerikkalaiset HARMS ja COLLINS (1965) ovat havainneet tutkiessaan *Pinus elliottiin* viljelykokeita, 8 erilaista tiheyttä, iän merkittävään lisääntyvää eroa väljen asentojen hyväksi. Heidän kokeissaan paksuuskasvun paraneminen oli aluksi suoraviivainen siirryttäessä tiheimmistä asennoista väljempiin. Iän lisääntyessä suhde muuttui kuitenkin käyräviivaiseksi siitä syystä, että väljen asentojen puiden paksuuskasvu parani nopeammin kuin tiheiden. CROMER ja PAWSEY (1957) totesivat vastaavan käyräviivaisuuden *Pinus radiatalla* Australiassa.

On ilmeisesti olemassa suuri ero puiden välillä siitä riippuen, kehittyvätkö ne alusta alkaen tietyissä kasvuolosuhteissa vai joutuvatko ne kyseiseen tilaan esim. myöhästyneen voimakkaan harvennuksen seurauksena. Kasvureaktio ja sen nopeus riippunevat viimeksi mainitussa tapauksessa paljolta latvuksesta ja sen neulasten kunnosta. REUKEMA (1964) totesi tosin douglaskuusikoita tutkiessaan, että vaikka harvennus aluksi pikemminkin supisti kuin laajensi jäljelle jääneiden puiden latvustoja, paksuuskasvu reagoi välittömästi. Tästä hän teki sen johtopäätöksen, että latvuksen muutos ei ole reaktioon vaikuttava tekijä. ROUSSEL (1964) päätteli vastaavasti, että reaktio lähtee liikkeelle varhemmin varjossa olleiden neulas-

Taulukko 2. Kuusikon kuutiojakautuma kolmeen läpimittaluokkaan 21 ja 25 vuoden iällä vaihtelevin istutusvälein KJERSGÅRDIN (1964) mukaan.

Istutusväli, m	Kuutiomäärästä, %					
	3–7 cm		7–12 cm		yli 12 cm	
	21 v	25 v	21 v	25 v	21 v	25 v
0.50	61	23	39	65	0	12
0.75	25	8	65	64	10	28
1.00	17	6	70	43	13	51
1.25	11	3	68	42	21	55
1.50	5	1	61	33	34	66
2.00	2	1	37	20	61	79
2.50	4	0	35	14	61	86

Taulukko 3. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin erilaisin istutusvälein perustetussa 25-vuotissa Pinus banksiana-metsikössä (RALSTON 1953).

Läpimittaluokka, cm	%jakaantuminen istutusvälillä		
	1.22 x 1.22 m	1.83 x 1.83 m	2.44 x 2.44 m
2.54–5.08	9	1	0
5.08–7.62	25	6	2
7.62–10.16	41	16	12
10.16–12.70	25	49	35
12.70–15.24	0	27	49
15.24	0	1	2

Taulukko 4. Puiden jakaantuminen läpimittaluokkiin erilaisin istutusvälein perustetussa 20-vuotissa Pinus resinosa-metsikössä (STIELL 1964).

Läpimittaluokka, cm	%jakaantuminen istutusvälillä		
	2.14 x 2.14 m	3.05 x 3.05 m	3.66 x 3.66 m
2.54–5.08	0	0	0
5.08–7.62	0	0	0
7.62–10.16	4	1	1
10.16–12.70	19	12	0
12.70–15.24	29	27	1
15.24–17.78	44	56	12
17.78–20.32	4	4	54
20.32–22.86	0	0	30
22.86	0	0	2

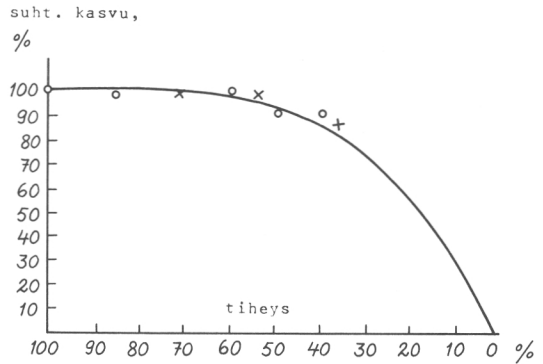
ten aktivoituneen toiminnan ansiosta. Tämän ilmiön hän päätteli kuitenkin heikentyvän sitä mukaa kuin mainitut neulasen tötuvat uuteen tilaan. BENNETT (1960) piti harvennuksen aiheuttaman kilpailun vähenemistä reaktion syyinä siten, että veden, ravinteiden ja valon saanti helpottuu. DAY (1966) puolestaan korostaa latvuston ja juuriston oikeaa suhdetta. Mikäli on olemassa epäsuhte näiden välillä, harvennus voi stimuloida enemmän kokonaisrespiraatiota kuin kokonaisassimilaatiota.

Kun taimiston käsittely suoritetaan riittävän ajoissa niin, että ylitiheys ei ole ehtinyt aiheuttaa edellä esitettyjä komplikaatioita, voidaan harvennuksesta odottaa paksuuskasvun positiivista reaktiota. Tutkimukset viittovat siihen suuntaan, että selvissä ylitiheystapauksissa lieväkin käsittely on suurimerkityksinen puuston järeyskehityksen kannalta. Toisaalta on perusteltua väittää, että riittävän aikaisella, voimakkaalla taimiston harvennuksella voidaan vaikuttaa myös puuston vallitsevimpien yksilöiden kehitykseen. Sellaisen käsittelyn seurauksena on paitsi keskiläpimitan myös valtaläpimitan paraneminen. Tällä seikalla on merkitystä mm. sitä tietä, että pyrittäessä saavuttamaan tietty järeysaste ennen pätehakkuuta varhainen voimakas käsittely lyhentää kiertoaikaa. Toisaalta taimiston voimakas harvennus voidaan suunnitella niin, ettei menetetä mitään ns. käyttöpuun kokonaistuotoksessa, jolloin rajana pidetään paikallisesti vaihtelevaa dimensiota.

### Kokonaiskuutiokasvu

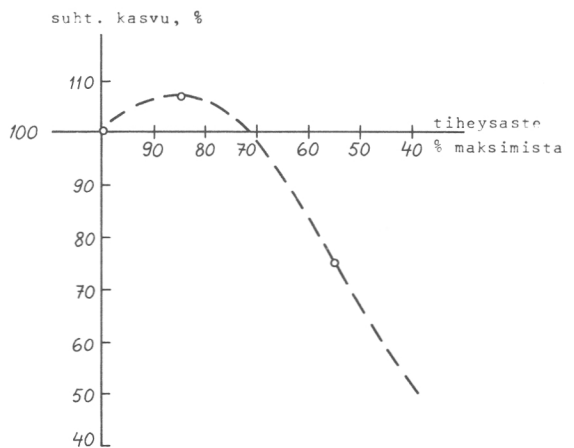
Puupääomatasoa alentavien voimakkaiden harvennusten vaikutuksesta kiintomittoina mitattuun ja kaiken tuotetun runkopuun huomioon ottavaan kuutiokasvuun hehtaaria kohden on olemassa erilaisia käsityksiä. Itse asiassa kaikki päävaihtoehdot, joita voidaan kuvitella, saavat tukea kirjallisuudesta, ellei oteta huomioon niitä olosuhteita, joissa tutkimus on tehty.

Yleinen on se käsitys, että puuston kuutiokasvu ( $k\text{-m}^3/\text{ha k:tta}$ ) on laajoissa rajoissa riippumaton puupääomatasosta. Tätä kantaa edustaa Pohjoismaissa mm. MÖLLER (1954), jonka mukaan hyvän kasvupaikan kuusimetsiköissä pääoma voidaan pienentää puoleen maksimista hehtaarikohtaisen kuutiokasvun pienenemättä (kuva 13).



Kuva 13. Tiheyden vaikutus kuusikon kuutiokasvuun hehtaaria kohden MÖLLERIN mukaan.

Toisaalta saksalainen ASSMANN on lukuisissa yhteyksissä (esim. 1961) voinut osoittaa, että on olemassa tietty optimaali pohjapinta-alataso, jonka molemmin puolin kasvu heikenee (vrt. kuva 14). Kulminaation sijainti vaihtelee iän mukaan, ja myös kasvun heikkenemisen asteeseen optimin molemmin puolin ikä vaikuttaa merkittävästi. ASSMANNIN kuvaama kasvun huippu sijaitsee kuitenkin sellaisissa tiheysasteissa, etteivät ne tule Suomessa käytännön mittakaavassa kysymykseen, ts. joissa on eräänlaisen rikeikön tuntua. Loppujen lopuksi ASSMANNIN tutkimukset sovellettuina suomalaisiin metsikkötiheyksiin merkitsevät kuu-

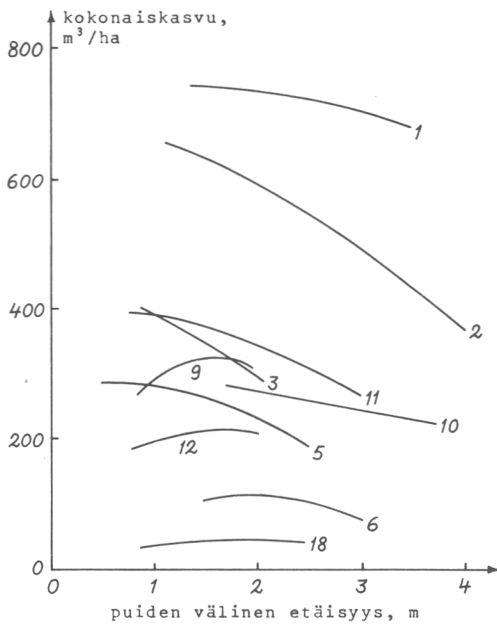


Kuva 14. Esimerkki tiheyden vaikutuksesta kuutiokasvuun hehtaaria kohden, kun luonnon-tilaisen metsikön tiheyttä ja kasvua merkitään 100:lla ASSMANNIN mukaan.

tiokasvun heikkenemistä puuston kuutiomäärän pienentyessä, ts. harvennusten voimistuessa harvennusvälin olennaisesti pidentymättä.

Näin tarkasteltuina ASSMANNIN tutkimustulokset eivät ole ristiriidassa esim. VUOKILAN (1967) tulosten kanssa, joiden mukaan suomalaisessa luontaisesti syntyneessä männikössä kuutiokasvu hehtaaria kohden on sitä pienempi mitä voimakkaammasta harvennusohjelmasta on kysymys, ts. mitä alhaisempi on puuston keskimääräinen pääomataso kasvatusvaiheessa.

Myös skandinaaviset tutkimukset tukevat käsitystä, että kuutiokasvu hehtaaria kohden – otettaessa mukaan kaikki tuotettu runkopuu – on paljolta pääoman funktio, ts. että korkean hehtaarikohtaisen kasvun saavuttamiseksi puustoa on kasvatettava mahdollisimman tiheänä. Niinpä esim. PETTERSON (1951) on esittänyt, että metsästä saadaan korkein mahdollinen kuutiokasvu silloin, kun käsittely on niin lievä, että se vastaa luontaista harventumista, ts. harvennuksessa poistetaan vain ne puut, jotka kuolisivat seuraavaan käsittelyyn mennessä. Tätä käsitystä tukevat myös eräät toiset pohjoismaiset tutkimukset (EIDE ja LANGSAETER 1941, PETTERSON 1955, BRYNDUM 1964, CARBONNIER 1967 ja BRANTSEG 1969).

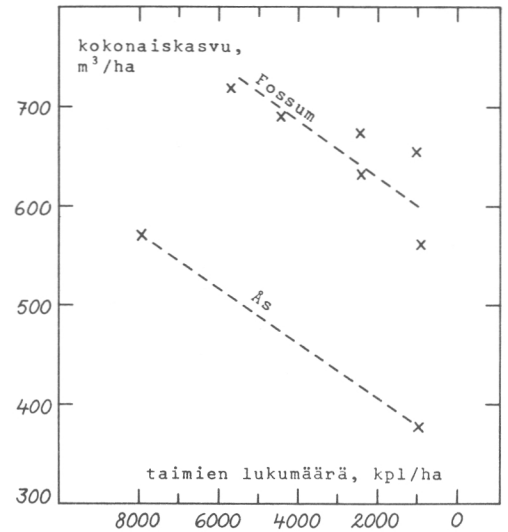


Kuva 15. Kokonaiskasvun riippuvuus puiden välisestä etäisyydestä SJOLTE–JØRGENSENIN (1967) tarkastelemien tutkimusten mukaan.

Tätä yleistä taustaa vasten herää kysymys, mikä vaikutus kuutiokasvuun hehtaaria kohden on sillä, että metsikkö saatetaan varhaisessa taimistovaiheessa harvaan asentoon. On pidettävä selvitettyä (vrt. mm. SJOLTE–JØRGENSEN 1967), että kiertoajan kokonaiskasvu hehtaaria kohden on yleensä sitä pienempi mitä voimakkaammin taimisto harvennetaan. Tutkimukset ovat miltei poikkeuksetta päätyneet tähän toteamukseen, mutta kasvutappion suuruudesta on vaihtelevia tuloksia (vrt. kuvat 15 ja 16).

Taimiston käsittelystä aiheutuvan kasvutappion taloudellinen merkitys on kuitenkin olematon, sillä se keskittyy sellaisiin läpimittaluokkiin, joilla ei ole kaupallista käyttöä. Siinä vaiheessa, jolloin rungot alkavat saavuttaa käyttöpuun mitat, metsikkö on – äärimmäistapauksia ehkä lukuun ottamatta – sulkeutunut niin, että kuutiokasvu ei pääoman vähyys vuoksi jää jälkeen käsittelemättömän taimiston kasvusta. Varhain voimakkaasti käsitellyn taimiston kuutiokasvukyky riippuukin enemmän siitä, minkälaiseen jatkokäsittelyohjelmaan se liittyy. Käyttöpuun kokonaistuotoksen riippuvuutta taimiston käsittelystä on käsitelty jo edellä (s. 10–17).

Kuten ASSMANNIN (1961) edellä mainitut tutkimustuloksetkin (kuva 14) antavat aihetta



Kuva 16. Puuston kiintokuutiomäärän riippuvuus istutusmäärästä 50-vuotisessa kuusikossa VESTJORDETIN (1971) kahden koelasarjan mukaan.

odottaa, taimiston varhaisella voimakkaalla käsittelyllä saatetaan eräissä tapauksissa saavuttaa myös hehtaarikohtaisen kuutiokasvun lisääntymistä. Kysymyksessä ovat tällöin etenkin kehujen kasvupaikkojen ylitiheät luonnontaimistot, jotka koostuvat tasaikäisistä ja tasapäisistä puuyksilöistä ja joissa suuri runkolukumäärä liittyneenä puuston heikkoon luontaiseen harvennuskäytön aiheuttama kasvun tyrehtymisen. Olosuhteiden paraneminen on tällaisissa poikkeuksellisissa tapauksissa jokaiselle puulle niin olennainen tekijä, että myös kuutiokasvu hehtaaria kohden lisääntyy lyhyen sopeutumiskauden jälkeen. Kysymys voi olla yhtä hyvin kuusikoista kuin männiköistäkin, ja mukana on vaikuttavana tekijänä usein kasvupaikan karuuden ohella ehkä pitkällinenkin alikasvoasema ennen vapauttamista.

Kuutiokasvun paranemista voimakkaan käsittelyn jälkeen on havaittu kuusikoissa myös riukuvaiheessa. Esim. CARBONNIER (1957) on todennut, että tiheän istutuskuusikon ensiharvennus johtaa eräissä tapauksissa kuutiokasvun lisääntymiseen. Selityksenä ovat harvennuksen aiheuttama mikroilmaston paraneminen, mikä on ominaista juuri kuusikoille, sekä neulasten ja poistettujen puiden juurakoiden lannoitusvaikutus. Tietyn ajan kuluttua nämäkin metsiköt toteuttanevat kuitenkin yllä esitettyä perussääntöä, että kuutiokasvu on paljolta riippuvainen kasvavan pääoman määrästä.

Kaiken kaikkiaan metsänkäsittelijän on yleensä lähdeittävä siitä, että hän myös taimistovaiheessa pääomatasoa alentaessaan vaikuttaa yleensä vähentävästi kuutiokasvuun, joka ilmaistaan runkopuun kiintokuutiometreinä hehtaaria kohden tuotetulle puulle minimivaatimusta asettamatta. Vain sellaisissa tapauksissa, joissa ylitiheys tai puulajista ja kasvupaikasta aiheutuvat muut epäsuotuisat olosuhteet ovat johtaneet normaalia alhaisempaan kasvutasoon, on perusteltua odottaa positiivista kuutiokasvureaktiota harvennuksen jälkeen. Suomessa tällaista voidaan odottaa tapahtuvan esim. alikasvoasemassa pitkään kehittyneen ylitiheän taimiston käsittelyn jälkeen etenkin heikoilla kasvupaikoilla. Ääritapausten välillä on luonnollisesti sellaisia metsiköitä, joissa käsittely ei vaikuta suuntaan tai toiseen kuutiokasvuun muuttavasti. Harvoista istutusasennoista johtuen on tuskin perusteltua odottaa merkittävää positiivista reaktiota istutuskuusikoiden ensiharvennuksen jälkeen CARBONNIERIN (1957) tutkimustulosten perus-

teella, mutta nuorissa istutuskuusikoissa kuutiokasvun pieneminen harvennuksen jälkeen on yleensä yllättävän vähäistä.

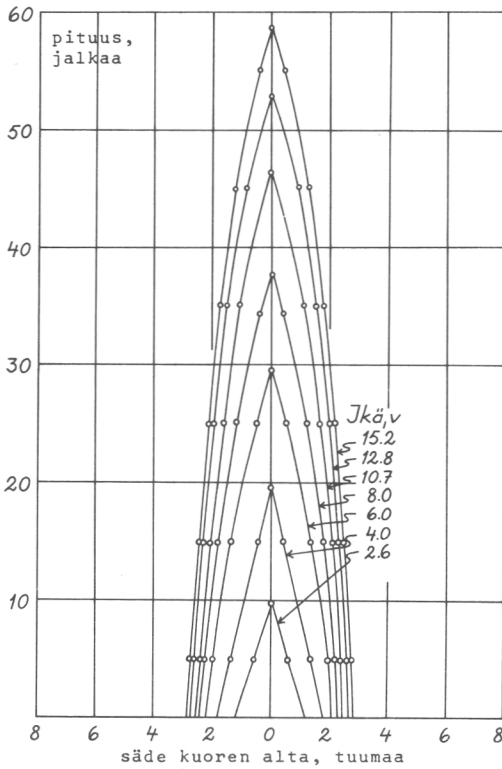
Toisaalta voidaan todeta, että mitä varhemmin taimiston ylitiheys poistetaan, sitä aikaisempaan ajankohtaan ja sitä pienempiin dimensioihin mahdollinen kasvutappio kohdistuu.

Varhaisessa taimistovaiheessa, esim. 1–3 m:n mittaisena, suoritettuna voimakkaan käsittelyn kasvua madaltava vaikutus voidaan keskittää täten kokonaan tai pääosaltaan sellaisiin dimensioihin, jotka eivät ole kaupallisesti kiinnostavia (vrt. s. 10–17).

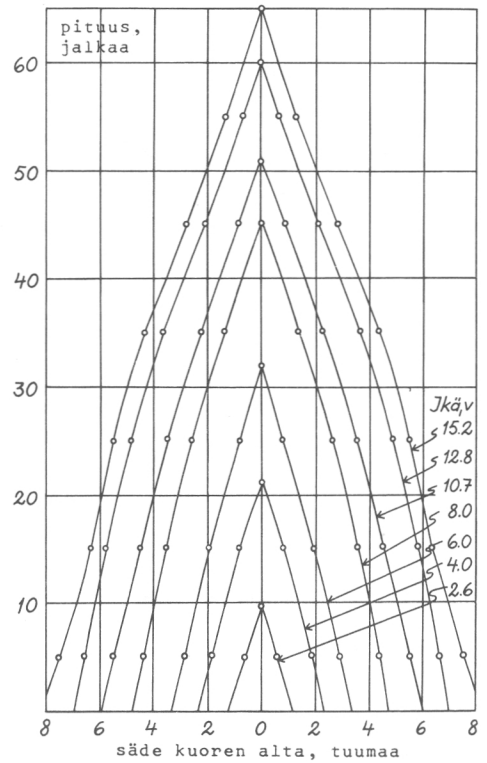
### Rungon tekniset ominaisuudet

Rungon teknisestä laadusta puhuttaessa tarkoitetaan lähinnä kahta ominaisuutta, *runkomuotoa ja oksikkuutta*. Ensiksi mainittua voidaan luonnehtia monella tavalla, mm. erilaisin muotoluvuin ja, kuten Suomessa yleisesti, kahden läpimitan erotuksena, kapenemislukuna. Oksikkuutta kuvaa oksien lukumäärä, joka kytkeytyy latvuksen pituuteen, ja niiden paksaus, erityisesti maksimiläpimitta. Eräissä maissa on asetettu tietty oksien maksimipaksaus, minkä ylittämisen jälkeen rungon yksikköhinta laskee huomattavasti. Mainittakoon esimerkkinä, että Saksassa tällaisena rajana on kuusella 20 mm. Myös suomalaisessa tukkirunkojen laatuluokittelussa esiintyvät rajat elävien ja kuolleiden oksien lukumäärälle ja koolle. Rungon tekninen laatu on siten olennainen näkökohta harkittaessa taimistojen käsittelyä, mikäli voidaan perustellusti odottaa, että tietyn tyyppinen käsittely heikentää laatua.

Metsikön tiheysvaihtelun runkomuodossa ilmenevän vaikutuksen yleisestä suunnasta ovat tutkimusten tulokset yhdenmukaisia. Havainnollisen esimerkin tarjoavat eteläafrikkalaisen MARSHIN (1957) Pinus patulalla suorittamat tutkimukset, joiden tuloksia havainnollistavat kuvat 17 ja 18. Kysymyksessä ovat poikkeuksellisen suuret kasvutilarot, sillä toinen äärimmäisyys tarkoittaa tiheyttä 3000 kpl/ha (kuva 17) ja toinen 125 kpl/ha (kuva 18). Puut ovat kummassakin tapauksessa meikäläisittäin pitkähköjä, 18–20 m, joskin ikä on vain 15 v. Kuvista voidaan visuaalisesti todeta keskipuun runkomuodon merkittävä huononeminen, kun puusto saatetaan metsätaloudellisesti katsoen äärimmäisen harvaan asentoon.



Kuva 17. Pinus patulan runkumuodon varhaiskehitys runkoluvun ollessa 3000 kpl/ha MARSHIN (1957) mukaan.



Kuva 18. Pinus patulan runkumuodon varhaiskehitys runkoluvun ollessa 125 kpl/ha MARSHIN (1957) mukaan.

MARSHIN (1957) tuloksista voidaan kuitenkin todeta, että eroa on myös silloin, kun verrataan keskenään tiheyksiä 3000 kpl/ha ja 1500 kpl/ha. Jos edellisessä tapauksessa puiden keskipituuden ja läpimitan suhdetta merkitään luvulla 109, vastaava suhdeluku on jälkimmäisessä tapauksessa 92, mikä merkitsee puuston keskimääräisen solakkuusasteen huonommuutta viimeksi mainitussa tiheydessä.

Runkumuodon heikkeneminen voimakkaiden hakkuiden jälkeen on toki havaittu Suomesakin, vaikka meiltä puuttuu tutkimuksia, joissa olisi asiaa tarkasteltu nimenomaan taimiston käsittelyyn liittyvänä. Esim. NYSSÖNEN (1952) totesi selvitellessään harsintamänniköiden kasvun jakaantumista rungon eri korkeuksille, että harsintahakkuun jälkeen kasvun maksimi siirtyy rungon tyviosaan, ei niinkään paljon hakkuun harsintaluonteen kuin sen voimakkuuden vuoksi. NYSSÖNEN (mt.) havaitsi kuitenkin, että jos kapenemisluvut ovat aiemmin

olleet hyvin suuria ja muodon paraneminen on päässyt hyvään vauhtiin, voi verraten vahvakin hakkuu saada aikaan vain tämän kehityksen hidastumisen joksikin ajaksi. Yleinen sääntö on: mitä parempi runkumuoto, sitä nopeampaa on sen huononeminen hakkuun jälkeen. Metsikön sulkeuduttua kasvun vertikaali jakautuma palaa kuitenkin entisen kaltaiseksi.

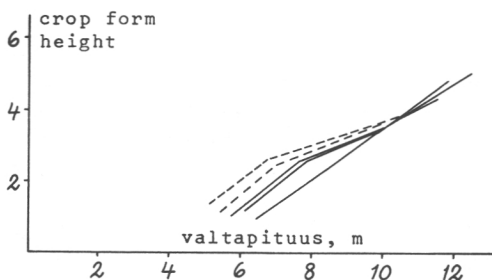
VUOKILA (1960) havaitsi tutkiessaan kestokoealojen avulla alaharvennuksin käsiteltyjen männiköiden kasvua, että paksuuskasvu keskittyy välittömästi harvennuksen jälkeen entistä enemmän rungon alimpaan kolmannekseen, kun taas rungon latvaosissa kasvu saattaa samanaikaisesti hidastua. Jos metsikköön palataan harvennushakkuin pienin väliajoin, toistuvat reaktiot niin tiheään, että ne kestävät suurimman osan metsikön ikää.

Metsikön puiden keskimääräisen runkumuodon tilapäinen heikentyminen kasvutilan avarutumisen seurauksena on itse asiassa niin yle-

sesti tunnettu, ettei ole aiheellista lähteä yksityiskohtaisesti luettelemaan kaikkia niitä tutkimuksia, joissa se on todettu. Yhtä varmana voidaan pitää sitä, että myös taimiston käsittely vaikuttaa keskimääräiseen runkomuotoon sitä enemmän mitä voimakkaampi se on. Ilmiöitä selittävät runkomuototeoriat, joista useimmat, niiden mukana ns. mekaaninen runkomuototeoria (YLINEN 1952), perustuvat tavalla tai toisella latvukseen ja sen kehitykseen kasvutilan väljyyden funktiona (LARSSON 1962).

Toistaiseksi ei ole voitu selvittää kiistatonta, mikä vaikutus taimistovaiheessa tapahtuvalla keskimääräisen runkomuodon heikkenemisellä on kiertoajan kokonaisuudessa. Kysymyksen on ilmiöstä, joka tapahtuu puuston ollessa pienikokoista ja myyntikelvotonta. Uudella ajattelulla tähän kysymykseen on tuonut JACKIN (1971) havainto (vrt. kuva 19), jonka mukaan vaihtelevan voimakkaasti (3000–330 kpl/ha) käsiteltyjen taimistojen erään muototunnuksen (crop form height = pohjapinta-alan ja valtapituuden tulon suhde yli 8 cm:n puiden kuutiomäärään) arvot ovat 10–12 m:n valtapituusvaiheessa samansuuruiset. Tämä voitaneen tulkita siten, että JACKIN (mt.) mukaan taimiston käsittelyn voimakkuus ei loppujen lopuksi pituus- ja järeyskehityksen huomioon ottaen ole siinä määrin yli 8 cm:n puiden runkomuotoon kielteisesti vaikuttava kuin on yleisesti luultu.

Kaiken kaikkiaan voi olla niin, että monissa tutkimuksissa havaittu, käsittelyn voimakkuudesta suoranaisesti aiheutuvaksi selitetty runkomuodon heikkeneminen johtuu osaksi siitä,



Kuva 19. Valtapituuden ja pohjapinta-alan tulon suhde yli 8 cm:n puiden kuutiomäärään (= crop form height) valtapituuden funktiona eri tavoin taimistovaiheessa käsitellyissä (3000–330 kpl/ha) sitkakuusikoissa JACKIN (1971) mukaan.

että vertailu on suoritettu keskipuiden välillä ottamatta huomioon pituus- ja järeysuhteissa tapahtunutta erilaistumista. Voimakas, alaharvennustyyppiä oleva käsittely jo sinänsä heikentää tiettyjen runkomuototunnusten arvoja (vrt. NYSSÖNEN 1954, s. 93). Useimmat runkomuototunnukset osoittavat näet lukuarvoina muodon heikkenemistä puun koon lisääntyessä; niinpä esim. rinnankorkeusmuotoluku keskimäärin pienenee ja kapeneminen lisääntyy puun koon funktiona. Tiettyjen muototunnusten ilmaisema "runkomuodon heikkeneminen" on siten vain näennäistä siltä osin kuin se johtuu käsittelyn puuston järeysrakennetta parantavasta muutoksesta.

Vaikka kiistaton näyttö puuttuu, voidaan päätellä, ettei runkomuodon ainakin osaksi näennäinen heikkeneminen ole tähänastisen tietämyksen mukaan sitä suuruusluokkaa, että se voisi muodostua ratkaisevaksi taimiston käsittelyn voimakkuudesta päätettäessä. Muodon mahdollisen todellisen heikkenemisen korvannee (vrt. s. 10) käsittelyn positiivinen, järeysuhteita parantava vaikutus. Lisäksi voidaan päätellä, että kaupallisesti merkittävä runkomuodon kehitys tulee näkyviin – jos äärimmäiset taimistonkäsittelyn asteet jätetään pois – vasta varsinaisten harvennushakkuiden seurauksena. Jos voimakasta taimiston käsittelyä seuraa kasvatusohjelma, joka pitää puuston jatkuvasti harvassa asennossa, runkomuodon heikkeneminen voi olla taloudellisestikin merkittävä.

Oksikkuus lienee se puustotunnus, jossa pelätään koettavan suurin takaisku, mikäli siirrytään soveltamaan voimakasta, varhaista taimiston käsittelyä.

Väljän asennon voidaan olettaa kehittävän voimakkaan pitkähkön latvuksen ja tätä kautta lisäävän oksien lukumäärää varhaisessa kehitysvaiheessa. Pitkällä tähtäyksellä on kuitenkin suurempi merkitys kiehkuraan syntyvien oksien lukumäärällä ja puun tukevimmän oksan paksuudella, koska nämä ovat laadun kannalta ensiarvoisia.

JABOCS (1938) ei havainnut australialaisissa kokeissa eroja kiehkuraan sisältyvien oksien lukumäärässä tutkiessaan tosin vain istutusvälejä 1.8 x 1.8 m ja 2.3 x 2.3 m. JACKIN (1971) kokeen mukaan taas sitkakuusikon puiden keskimääräinen oksien lukumäärä 2 metrin korkeudella on 10 m:n valtapituusvaiheessa hieman yli 5 kpl/kiehkura, jos tiheys on 3000 kpl/ha, hieman alle 6 kpl tiheydellä 1500 kpl/ha ja tiheyksillä 750–330 kpl/ha yli 7 kpl.

Sitkakuusen kiehkuran kahden paksuimman oksan keskimääräinen tyviläpimitta todettiin JACKIN (1971) kokeessa esim. tiheydellä 1500 kpl/ha 0,3 cm ja asennolla 750 kpl/ha 0,6 cm paksummaksi kuin runkoluvun ollessa 3000 kpl/ha. ANDERSSON (1971 b) havaitsi vain 2 mm:n eron oksien keskimääräisessä paksuudessa tiheyksillä 4300 ja 2000 kpl/ha ruotsalaisessa kuusikkokokeessa.

Saksalaiset ovat tutkineet kuusen laatuksymystä käyttäen lähtökohtana neliöstä poikkeavaa kasvutilaa. Saksalaisen käsityksen mukaan (vrt. KRAMER 1970) voidaan sikäläisissä tiheissä taimistoissa suorittaa riviharvennuksia oksien paksuuden kehittymättä epäedullisesti, jos puut ovat riittävän tiheässä jäljelle jäävissä riveissä. ABETZ ja MERKEL (1968) päättelevät, että istutusasento voi olla enintään 2.5 x 1 m, jotta ei ylitettäisi kriittistä oksien paksuutta (20 mm). KRAMER, DONG ja RUSACK (1971) toteavat, että rivivälin suurentaminen 2.5–3.0 m:iin saakka ei aiheuta liiallista oksaisuutta. Toisaalta he korostavat, ettei puiden väli riveissä saisi olla suurempi kuin 1 m, eikä siis runkoluku hehtaaria kohden pienempi kuin 4000–3000 kpl/ha. Toisessa yhteydessä KRAMER (1971) on sitä mieltä, että 3000 kpl/ha on suositeltava, jos kysymyksessä on systemaattinen taimiston harvennus, mutta että selektiivisessä taimiston harvennuksessa riittää 2000 kpl/ha saksalaisissa kuusikoissa.

ANDERSSON (1971 b), joka edellä esitetyn mukaisesti ei havainnut tiheydellä olevan kovin merkittävää vaikutusta kuusikon oksien paksuuteen, toteaa samassa yhteydessä, että eräällä männikkösarjalla laadun kehitys näyttää suuntautuvan asennoissa 1800 ja 1400 kpl/ha kielteiseen suuntaan ja että tästä syystä keinolliset toimenpiteet laadun parantamiseksi ovat tarpeen. Ilmeisesti on niin, että oksikkuuden liiallinen lisääntyminen on Suomenkin olosuhteissa todennäköisin männiköissä, kun taas kuusikoissa merkitys on vähäisempi.

Tutkimukset näyttävät kuitenkin yleensä osoittavan oksikkuuden lisääntymisen olevan vähäisempää kuin mitä visuaalinen tarkastelu, johon esim. ANDERSSON (1971 b) perustaa yllä esitetyn käsityksensä, antaisi aihetta odottaa. Tähän on ensisijaisena syynä se, että visuaalisessa tarkastelussa jää helposti ottamatta huomioon voimakkaan käsittelyn vaikutus jäljelle jääneiden puiden pituuden ja paksuuden kehitykseen.

Niinpä esim. CROMER ja PAWSEY (1957) väittävät, että *Pinus radiata*sta kysymyksen ollen harvuus vaikuttaa oksien paksuuteen vain siinä määrin kuin se edistää puuston keskiläpimitan kehitystä. Myös JACK (1971) toteaa, että vaikka väljä kasvutila vaikuttaa oksikkuuteen, tämä on osaksi selitettävissä järeyden lisääntymisen avulla. Hän varoittaa tästä syystä tekemästä pitkälle meneviä päätelmiä pelkän visuaalisen vertailun perusteella. Eliminoimalla järeyden vaikutuksen oksikkuusvertailustaan JACK (mt.) päätyi juuri edellä todettuun tulokseen, jonka mukaan oksien paksuuserot ovat tiheydeltään hyvinkin vaihtelevissa metsikön osissa vain muutamien millien suuruusluokkaa.

Tässä yhteydessä ei voida sivuuttaa sitä tosi-seikkaa, että rungon tekninen laatu riippuu myös puuyksilön rodullisista ominaisuuksista. On rotuja, jotka tiheinäkin metsikköinä kehittyvät erittäin oksikkaiksi, kun taas toiset rodut eivät väljässäkään kasvutilassa riistäydy heikkolaatuiseksi. Esimerkki viimeksi mainituista on nähtävissä kuvassa 20, joka esittää 5 x 3.5 m:n istutusvälein (n. 570 kpl/ha) perustettua norjalaista kuusikkoa. Kuvaushetkellä puuston keskipituus oli 22 m ja oksien maksimipaksuus 24 mm, siis vain lievästi yli saksalaisten tiukaksi tunnetun vaatimusrajan. Tulevaisuudessa lienee mahdollista käyttää rodullisesti valikoitua siementä, joka takaa teknisen laadun hyvyyden myös väljän istutusasennon tai voimakkaan alkukäsittelyn jälkeen. Oksikkuus lienee yleensäkin paljolta istutusmetsiköiden ongelma.

Kun on kysymys luontaisesta taimistosta, joka yleensä joutuu kitumaan päällyspuuston alla, väljän asennon latvusta voimistava vaikutus on nähtävä myönteisenä tekijänä, koska sitä kautta muodostuu uutta yhteyttävää pintaa, mikä puolestaan takaa kasvun elpymisen ja tehostuvan tuotannon. Luonnontaimistossa on kilpailu ehtinyt useimmisen vaikuttaa siinä määrin oksistoa heikentävästi tultaessa taimiston harvennusvaiheeseen, että liikaoksaisuuden vaara on torjuttu.

Kaiken kaikkiaan voidaan pitää toteennäytettynä, että *rungon tekninen laatu heikkenee jossain määrin metsikön tiheyden alentuessa*. Missä määrin tällä on merkitystä puuston arvon kannalta, riippuu siitä, minkälaiset ovat ko. puulajin laatuvaatimukset alueella. Tutkimukset näyttäisivät kuitenkin osoittavan, että laadun heikkeneminen on esim. alkutiheydellä 1500 kpl/ha muihin käytännössä kysymykseen tule-



Kuva 20. Norjalainen 50-vuotias istutuskuusikko, joka on perustettu 5 x 3.5 m:n istutusvälillä. Keskipituus on 22 m, kokonaiskasvu 370 m<sup>3</sup> (70 % maksimista) ja paksuin kuiva oksa 24 mm.

viin vaihtoehtoihin verrattuna yllättävän vähäinen.

*Käsittelyä tärkeämpi on ilmeisestikin puuston rodullinen taso. Jos huono rotu ja taimiston voimakas käsittely yhdistyvät, tuloksena voi olla kehnoalaatuinen metsikkö.* Normaaleilla rotuominaisuuksilla varustetun, erityisesti luontaisesti syntyneen taimiston teknistä laatua voimakas varhainen käsittely tuskin kykenee pilaamaan. Joka tapauksessa ei voine olla taloudellisesti järkevää pyrkiä kasvattamaan kaikkia metsiköitä tiheänä siitä aiheutuvine ylimääräisine kustannuksineen, kun laadun parantamiseksi on yllättävien poikkeuksien varalta olemassa keinollinen menetelmä, *karsiminen*, joka voidaan keskittää vain niihin puuyksilöihin, joilta korkea laatua tullaan myyntitilanteessa vaatimaan.

#### Puuaineen laatu

Puuaineen laatu kiinnostaa etenkin jalosta-

jaa, jonka tuotteiden laatu ja kustannuksetkin riippuvat osaksi siitä sekä mekaanisessa että kemiallisessa teollisuudessa. Välillisesti kysymys koskettaa myös metsäntuottajaa, sillä puuaineen merkittävä heikkeneminen heijastunee ennen pitkää myös raakapuun hintaan.

Puuaineen ominaisuuksista merkittävin on sen *tiheys*, jota ilmaisemaan käytetään painon ja tilavuuden suhdetta. Tiheys vaikuttaa mm. kuiva-aineen tuotokseen ja selluloosan saantoon.

Puuaineen tiheyden ja vuosiluston kesäpuuosuuden välillä vallitsee positiivinen korrelaatio. Mitä suurempi on kesäpuun osuus, sitä korkeampi on puuaineen tiheys. Puuston käsittelyn merkitys puuaineen tiheyden kannalta riippuukin lähinnä siitä, millä tavalla se vaikuttaa kevät- ja kesäpuun runsaussuhteisiin.

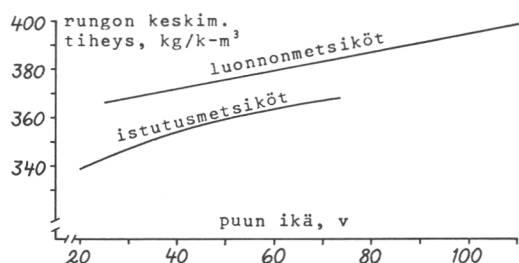
Taimiston voimakas harvennus lisää paksuuskasvua, mikä esim. HAKKILAN (1966, 1969) mukaan merkitsee yleensä puuaineen tiheyden alenemista. Harvennus pidentää elävää latvusta, joka LARSONIN (1962) mukaan niin ikään

merkitsee kevätpuun osuuden lisääntymistä, koska mainittu osuus on korkeimmillaan elävän latvuksen sisällä.

Edellä esitetyt näkökohdat huomioon ottaen olettaisi, että puuaineen tiheys pienenesi yleisesti voimakkaan käsittelyn seurauksena. Suoritetut tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet ainakin näennäisesti ristiriitaisia tuloksia, joissa kaikki mahdolliset vaihtoehdot ovat tulleet esille.

Ristiriitaisuudet johtuvat lähinnä siitä, että puulajit näyttävät reagoivan eri tavoin lisääntyneeseen kasvutilaan. Milloin tutkimuksissa on todettu voimakkaan käsittelyn parantaneen puuaineen tiheyttä tai ollen tältä kannalta merkityksetön, on kysymyksessä tavallisesti ollut mänty (vrt. TURNBULL 1947, BANKS ja SCHWEGMANN 1957, LIN 1970). Myös suomalaiset tutkimukset viittovat siihen suuntaan, että männyn puuaineen tiheys on riippuvainen lähinnä metsikön iästä ja vähäisemmässä määrin kasvunopeudesta (HAKKILA 1969). Tätä käsitystä tukee myös ruotsalaisen ERICSONIN (1966) tutkimus, jonka mukaan harventaen käsiteltyjen männiköiden puuaineen tiheys on keskimäärin vain 2 % pienempi kuin vastaavien luonnontilaisten metsiköiden, vaikka ensiksi mainittujen keskimääräinen pohjapinta-ala on vain runsas puolet jälkimmäisten vastaavasta tunkuksesta.

Milloin tutkimuksissa on havaittu puuaineen tiheyden heikentyneen kasvunopeuden lisääntyessä, on kysymyksessä ollut kuusi. Niinpä HAKKILA (1969) on todennut, että kuusen puuaineen tiheys on ennen muuta riippuvainen kasvunopeudesta. Myös yllä mainitussa ERICSONIN (1966) tutkimuksessa havaittiin keskimäärin 8 %:n puuaineen tiheyden aleneminen harvennushakkuiden seurauksena. HAKKILA ja



Kuva 21. Rungon keskimääräisen tiheyden riippuvuus puun iästä luontaisesti syntyneissä ja viljelykuusikoissa.

UUSVAARA (1968) ovat lisäksi päätelleet, että viljelykuusikoitten puuaineen tiheys on Suomen olosuhteissa keskimäärin 5 % heikompi kuin vastaavien luontaisesti syntyneiden metsiköiden (kuva 21).

Kun puhutaan taimiston käsittelystä, on kysymys toimenpiteestä, jonka vaikutus ulottuu vain alkuosaan kiertoaikaa siinäkin tapauksessa, että sovelletaan meikäläisissä oloissa poikkeuksellisen radikaalia menettelyä. Kiertoajan aikana tuotetun puun keskimääräinen tiheys määräytyy enemmän varsinainen kasvatushakkuiden kuin taimistovaiheen käsittelyn mukaan. On myös muistettava, että voimakas taimiston käsittely siirtää ensimmäistä harvennusta myöhemmäksi, mikä toimenpide saattaa osaltaan kohottaa käyttöön tulevan puun keskimääräistä tiheyttä.

Tähänastisten tutkimusten nojalla voidaan päätellä, että männyn taimiston voimakas varhainen harvennus ei vaikuta kiertoajan kuluessa tuotetun puun tiheyteen. Kuusen osalta ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että poikkeuksellisen voimakas taimiston käsittely alentaa tiheyttä. Tämä puuaineen laadun heikkeneminen ei voine olla kuitenkaan käytännössä merkittävä. Tätä tukee mm. edellä esitetty HAKKILAN ja UUSVAARAN (1968) tutkimus, jossa istutuskusikon osalta todettiin 5 %:n heikkeneminen, koska tästä vain osa voi olla väljän taimistovaiheen aiheuttamaa. Vähäistä merkitystä tukee myös ERICSONIN (1966) tutkimus, jossa ei voitu todeta eroja eri harvennusasteiden välillä, vaikka käsittelemättömän metsikön tuotaman puuaineen tiheys havaittjinkin korkeammaksi kuin käsitellyn.

Muista puuaineen ominaisuuksissa tapahtuvista mahdollisista muutoksista tiedetään vähemmän. Mainittakoon kuitenkin, että KLEMIN (1952) mukaan kasvutila ei vaikuta kuusi-puun ligniinipitoisuuteen mutta että hartsipitoisuus lisääntyy kasvutilan avartuessa. Metsän kasvattajan näkökulmasta viimeksi mainittu näkökohta vaikuttaa kuitenkin kaukaiselta.

## Terveystilä

Taimiston käsittelyllä on voitu todeta olevan eräissä tapauksissa vaikutusta puuston terveytilaan. Kysymys ei ole vaihtoehdoista siten, että tietynlainen käsittely aiheuttaisi johdonmukaisesti terveytilan heikkenemistä, kun taas toinen

olisi tässä mielessä kokonaan vaaraton. Pikeminkin on niin, että käsittelyn jälkeen taimiston terveystilan heikkenemisen riski on toisinaan tavanomaista suurempi. Seuraavassa esitetään kaksi esimerkkiä, jotka Suomen oloissa lienevät kiintoisimpia.

*Kuusen lahovikaisuudesta* erilaisissa tiheysolosuhteissa on olemassa vaihtelevia tutkimustuloksia. VANSELOW (1937) ei eräissä tasikäisessä 64-vuotisessa istutusmetsikössä suorittamassaan tutkimuksessa voinut havaita johdonmukaisia eroja tiheyksien 1.0 x 1.0 ja 2.0 x 2.0 m välillä. BUSSE ja JAEHN (1925) totesivat sydänlahon lisääntyvän puuston harventuessa. Vm. tutkimusta kohtaan voidaan kuitenkin esittää tiettyä kritiikkiä (vrt. SJOLTE—JØRGENSEN 1967).

Yleensä tutkimukset ovat päätyneet siihen tulokseen, että tiheys lisää kuusikon lahoriskiä. Syynä tähän ovat juuriyhteydet terveiden ja sairaiden puiden sekä kantojen ja pystypuiden välillä. On luonnollista, että juuriyhteyksien määrä on sitä suurempi mitä tiheempi puusto on.

Esim. YDE—ANDERSEN (1959) päätelee, että juuriyhteyksien kautta etenevän sienitartunnan vaaran täytyy olla nuoressa kuusikossa sitä suurempi mitä tiheempi metsikkö on. Tähän vaikuttaa hänen mukaansa myös se, että hakkuu tapahtuu harvempaan istutetussa metsikössä myöhemmin kuin tiheimmässä, mistä kantojen aiheuttama lahoriski vähenee. HOLMSGAARD ja SCHARFF (1963) puolestaan toteavat, että juuriyhteydet elävien kantojen ja puiden välillä esiintyvät 2 m:n säteellä puusta. Koska heidän mukaansa kaikki viittaa siihen, että infektio siirtyy kannoista eläviin puihin, puiden välisten etäisyyksien lisääntyminen etenkin mainitun rajan yli vähentää lahoriskiä.

Samaan loppupäätelmään johtaa MORVILLEN (1958) toteamus, että metsikön reunapuut ovat terveempiä kuin muut. Myös OKSBJERG ja WEST—NIELSEN (1953, 1954, 1955) ovat havainneet, että nuorissa kuusikoissa vapauteut puuyksilöt ovat keskimäärin terveempiä kuin muu osa metsikköä ja että nämä ”eristetyt” puut vaikeuttavat *Trametes*-tartunnan leviämistä.

DUE (1960) vertailee sydänlahon esiintymistä 47-vuotisessa kuusikossa ja toteaa eri istutusvälein perustetuissa osissa seuraavat laho-  
prosentit.

Istutusväli, m	Puista lahoja, %
1.25 x 1.25	86
4.50 x 1.00	54
8.00 x 1.00	21

Eräs norjalainen koe (BRAATHE 1957, BRANTSEG 1959) viittaa niin ikään kuusen lahovikaisuuden riippuvuuteen alkutiheydestä, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Istutusväli, m	Lahot harvennus- puut 45 v:n ikään mennessä, kpl	Lahot harvennus- puut 45—55 v:n ikäkaudella, kpl
1.25 x 1.40	128	120
1.40 x 1.65	80	127
2.00 x 2.00	30	(159)
2.00 x 2.00	10	(228)
3.00 x 3.00	0	9
3.50 x 3.50	0	4

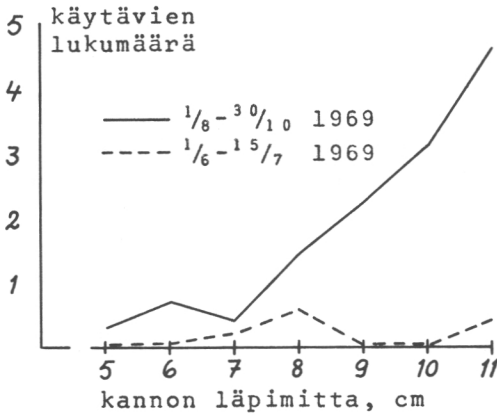
Istutusväliä 2.0 x 2.0 m koskeva epäjohdonmukaisuus ikäkaudella 45—55 v johtuu myrskytuhosta, josta syystä on ollut pakko suorittaa avohakkuu; muut luvut tarkoittavat vain harvennettuja puita. Tutkimus osoittaa kuusen lahovikaisuuden olevan riippuvainen alkutiheydestä ja suurten istutusvälien olevan tässä mielessä edullisimpia. Suurten tiheyksien epäedullisen vaikutuksen selittää harvennuksissa syntyvien kantojen lukumäärä.

Vaikka tutkimustuloksissa on havaittavissa ristiriitaisuuksia, voidaan pitää todistettuna, että väljä istutusväli ja varhainen voimakas taimiston käsittely eivät voi olla kuusen lahoutta aiheuttavien sienivahinkojen kannalta ainakaan kielteisiä. Pikemminkin voidaan olettaa, että *taimistovaiheen väljä asento takaa parhaiten puuston säästymisen juuriston kautta tapahtuvalta sienitartunnalta*.

Männyn pahimpia viholaisia on *ytimennävertäjä*, jonka massaesiintymät — vaikka eivät johdakaan yleensä metsikön tuhoutumiseen — joka tapauksessa taannuttavat puuston kasvua ja kehitystä useina vuosina (vrt. ANDERSON 1961). Taimiston käsittelyn ajankohta ja voimakkuus voivat tutkimusten mukaan vaikuttaa ytimennävertäjän esiintymiseen.

Perustava havainto on se, että ytimennävertäjä kykenee löytämään lisääntymisalustan lähinnä vain sellaisissa tuoreissa rungoissa, joiden kantoläpimitta on 6—7 cm tai enemmän (vrt. kuva 22), koska näissä esiintyy riittävän paksua kaarnamuodostusta.

Jos kantoläpimitaltaan 6—7 cm tai sitä paksumpia puita kaadetaan maahan korjaamatta



Kuva 22. Emokäytävien lukumäärä kannon ja 0.5 m:n korkeuden välillä eri vuodenaikoina suoritettujen taimistonkäsitteilyiden yhteydessä kaadetuissa puissa (pituus 3–4 m) BERGMANIN (1971) mukaan.

niitä pois, kuten myöhästyneessä taimistonkäsitteilyssä yleensä tapahtuu, on luotu sopivat lisääntymisolosuhteet ytimennävertäjälle (vrt. BUTOWITSCH 1953, ANDERSSON ja LEKANDER 1966). BERGMANIN (1971) mukaan tätä kokoa olevan taimiston harvennus voidaan suorittaa keväällä ennen kesäkuun loppua (Etelä-Ruotsi) tai heinäkuun puoliväliä (Pohjois-Ruotsi), sillä tätä ennen hakattavat puut ehtivät kuivua riittävästi ennen seuraavaa kesää. Norjalaisten ohjeiden (BEKJEMPELSE ... 1972) mukaan olisi kuitenkin ko. taimiston harvennuksen tapahduttava juuri heinäkuun loppupuoliskolla ja elokuussa. Samoin Hollannissa (DOOM ja LUITJES 1971) suositellaan käsitteilyä heinä–elokuussa, jolloin se Ruotsissa em. tutkimusten mukaan on tuhojen kannalta vaarallista. Suositusten osoittama ristiriitaisuus on tavallaan luonteenomaista hyönteistuhojen yllätyksellisyydelle.

Ytimennävertäjän joukkoesiintymän vaaraa ei ole, jos taimiston harvennus suoritetaan niin nuorena, että maahan kaadettavissa puissa ei esiinny kaarnamuodostusta. Jos ensimmäinen varsinainen harvennus voidaan taimistonkäsitteilyn ansiosta lykätä niin myöhäiseen ajankohtaan, ettei ytimennävertäjän lisääntymisalustaksi kelpaavia puuyksilöitä tarvitse missään vaiheessa hakata maahan, on vaara ko. hyönteisen osalta torjuttu. Hyönteisvaarankin kannalta on siis tärkeää, että kaikki harvennuksissa ke-

rääntyvä puu täyttää käyttöpuun minimivaatimukset.

Ytimennävertäjän lisääntymistä koskeva näkökohta on tärkeä siinä tapauksessa, että toimintaa on harjoitettava läpi vuoden, kuten 1970-luvun Suomessa on työn suuren määrän vuoksi (vrt. s. 6) ehkä välttämätöntä. Jotta mittava taimistonhoito-ohjelma voitaisiin toteuttaa, käsitteilyn on ilmeisestikin tapahduttava varhaisessa kehitysvaiheessa. Syystä tai toisesta myöhästyneet käsitteilyt voidaan tällöin suorittaa sellaisena ajankohtana, jolloin ytimennävertäjän lisääntymisvaaraa ei ole. Riskiä suurentaa taimistojen laajuus. Avohakkuut ovat 1950- ja 1960-luvuilla olleet suurialaisia, ja taimistojen pinta-alat ovat vastaavasti aikaisempaa mittavampia. Vaikka pienialaisissa männyntaimistoissa onkin ehkä tähän asti selvitty suuremmita vahingoitta, hyönteisriski kasvaa siirryttäessä suurialaisten taimikkokohteiden käsitteilyyn.

Tutkimuksia myrsky- ja lumituhojen esiintymisestä erilaisissa taimistokohteissa ei ole käytettävissä. Käytännössä saavutetut kokemukset viittovat kuitenkin siihen suuntaan, että mainittujen tuhojen vaara on sitä suurempi mitä tiheämpi metsikkö on alussa ja mitä myöhemmin sen ensimmäinen käsitteily suoritetaan. Vaikka varsinainen tieteellinen todiste puuttuu, voidaan väittää, että mainitut riskitekijät ovat pienimmillään, jos taimisto käsitellään varhain ja riittävän voimakkaasti. Pitkään ylitiheänä kehittynyt metsikkö on voimakkaan käsitteilyn jälkeen pitkään todellinen riskikohde. Esim. FABERIN (1971) mukaan puu, jonka pituus on yli 80 kertaa sen läpimitta, muodostaa liian suuren riskin. Tämä merkitsee, että esim. yli 8 m pitkä puu, jonka rinnankorkeusläpimitta on 10 cm, on riskitekijä Hollannin olosuhteissa. Herää suorastaan kysymys, eikö ylitiheänä esim. n. 15 m:n valtapituuteen saakka kehittynyt metsikkö olisi jätettävä kehittymään sellaisenaan ja siihen sovellettava eräänlaista paperipuukiertoaikaa.

## Yhdistelmä

Tutkimustulosten tarkastelu voidaan kiteyttää seuraaviksi yleisiksi päätelmiksi, jotka koskevat erityisesti tiheän luonnontaimiston käsitteilyn voimakkuuden vaikutusta puuston kehitykseen ja terveystilaan.

Tietyissä rajoissa, joita käytännön metsätaloudessa ei juuri ylitetä, *taimiston käsittelyn voimistaminen*

- *ei pienennä pituuskasvua*, vaan yleensä merkinnee sen *paranemista* etenkin siinä tapauksessa, että on kysymys poikkeuksellisesta ylitiheydestä ja karusta kasvupaikasta.
- *lisää* puiden rinnankorkeudelta mitattua *paksuuskasvua* koko runkojakaantumissarjan alueella, parantaa siten järeysuhteiden kehitystä ja lyhentää kiertoaikaa.
- *heikentää* jossain määrin puiden *runkomuotoa*, joskin runkomuodon kehityksen ratkaisee lopullisesti puuston käsittely varsinaisessa harvennushakkuuvaiheessa.
- *voi pienentää kokonaiskasvua* hehtaaria kohden, kun otetaan huomioon kaikki runkopuu sen järeystä piittaamatta.
- *voi pienentää* yli 6–7 cm:n puiden kokonaiskuutiomäärää, *ei vaikuttane merkittä-*

*västi* käyttöpuun kuutiotuottoon, jos minimivaatimuksena on 8–10 cm rinnankorkeudelta, mutta *lisää* tuotettujen yli 10 cm paksimpien puiden kuutiomäärää.

- *voi lisätä* puiden *oksikkuutta* ja tätä kautta heikentää teknistä laatua siinä määrin, että tietyissä rodullisesti heikkotasoisissa metsiköissä karsiminen voi käydä välttämättömäksi.
- *ei vaikuta männiköissä* tuotetun *puuaineen tiheyteen*, ja *kuusikoissakin* kielteinen vaikutus on *vähäinen*.
- varhaisessa vaiheessa suoritettuna *vähentää* kuusikon *lahoalttiutta* ja männikössä *ytimennävertäjän* joukkoesiintymän vaaraa.
- riittävän ajoissa suoritettuna *parantaa* metsikön *kestävyyttä myrsky- ja lumituhoja vastaan*, mutta myöhään tapahtuneena *lisää* niiden *vaaraa*.

## KÄYTTÖRUNKOJEN LUKUMÄÄRÄ

Suoritettua kirjallisuustarkastelua täydentää kirjoittajan tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää, *kuinka monta ns. käyttörunkoa voi metsikössä kasvaa esniharvennussvaiheessa*, kun otetaan huomioon kiertoajan pituisen kehityksen muodostama metsänhoidollinen tausta ja kun runkoluku on taimiston käsittelyn jälkeen 2000 kpl/ha tai enemmän. Vaikka taimiston käsittely ja metsän kasvattaminen yleensäkin ovat monivaihteisia taloudellisia ongelmia, ei voi olla järkevää kasvattaa mainittavassa määrin sellaista puuta, joka ei kelpaa mihinkään tarkoitukseen vaan joka on jätettävä korjaamatta.

Käyttörunkojen maksimilukumäärä ei välttämättä merkitse optimaalia ratkaisua kuutiotai arvokasvun kannalta. Edellä tapahtuneeseen kirjallisuustarkasteluun nojautuen voidaan jopa väittää, että sama kuutiokasvu saavutetaan merkittävästi pienemmällä runkoluvulla. Tästä syystä käyttörunkojen maksimilukumäärä, sellaisena kuin se tässä on käsitetty, sisältää riskilisen, mikä taimiston käsittelyssä on aina oltava erilaisten tuhojen varalta. Taimiston käsittelyn ohjesuosituksena käyttörunkojen maksimimäärä

on siis turvallinen, koska se sallii melkoisen kuolleisuusprosentin johtamatta käyttöpuun tuotostappioihin.

Käyttörungon minimivaatimus vaihtelee, ja tämä vaikuttaa lukumäärään ja sitä tietä taimiston käsittelyohjeisiin. Seuraavassa on käyttörungon rinnankorkeuslähimmäisvaatimuksen oletettu vaihtelevat rajoissa 6–14 cm.

Tutkimusaineisto käsittää 427 koealmitausta, jotka ovat osittain vanhaa kestokoelamateriaalia, osaksi tilapäiskoealamittauksia. Mäntyaineisto (321 koealaa) kattaa koko maan ja kaikki mahdolliset kasvupaikat. Kesällä 1971 mitattiin tilapäiskoealoja myös Inarin Lapissa kasvupaikoilla, joiden pituusboniteetti ( $H_{100}$  = puuston valtapituus 100 vuoden iällä) oli 9–15 m (vrt. VUOKILA 1971). Kuusiaineisto (106 koealaa) on alueellisesti ja boniteettijakautumaltaan suppeampi ja käsittää lähinnä Etelä-Suomen tuoreet kankaat.

Aineistosta suoritettiin monipuolisia regressioanalyyskejä, joilla pyrittiin selvittämään käyttörunkojen lukumäärän riippuvuutta puuston tiheydestä (= runkoluvusta hehtaaria kohden),

kasvupaikan laadusta ( $H_{100}$ ) ja valtapituudesta. Lisäksi tarkasteltiin lukumäärää aineiston keskiarvoja kuvaavin laskelmin ja graafisin piirroksin. Lopullinen ratkaisu perustui näin saattuihin tuloksiin olettaen, että eri tiheyttä edustavissa metsiköissä ensiharvennuksen on tapahduttava viimeistään seuraavilla valtapituuden arvoilla:

Runkoluku, kpl/ha	Valtapituus, m
2000	16
3000	14
4000	12
5000	10

Tämä oletamus muotoiltiin tahallisesti niin, että harvennus olisi mieluummin liian myöhäinen kuin varhainen. Siten pyrittiin varovaisuuteen tutkimuksen tulosten sovellutusta silmällä pitäen.

Käyttörungon minimivaatimuksen ollessa alhainen (6 cm) maksimimäärä saavutetaan nyt kysymyksessä olevan aineiston mukaan tiheillä asennoilla (5000 kpl/ha) ja vaatimuksen kohotuttua 12–14 cm:iin harvin asento (2000 kpl/ha) on edullisin. Taulukko 5 esittää saavutetut tulokset.

Taulukossa 5 esitetyt runkoluvut ovat maksimaaleja vain 2000 kpl/ha tai sitä tiheämissä metsiköissä ja ehkä vain 6–10 cm:n minimivaatimuksille. Tätä paksumpia käyttörunkoja

saadaan harvemmillä asennoilla ko. vaiheeseen mennessä runsaammin ja kiertoajan kuluessa toki enemmän kuin mitä taulukko 5, joka rajoittuu ensiharvennukseen ( $H_{dom} = 10-16$  m), osoittaa.

Taulukosta voitaneen päätellä, ettei Suomessa ole perusteita harkita käyttörungon minimirajan kohottamista ainakaan yli 12 cm:n, koska tämä merkitsisi puuntuotannollisen hukkapuun huomattavaa lisääntymistä tai vaihtoehtoisesti äärimmäisen voimakasta taimiston käsittelyä siihen liittyvine lisäriskitekijöineen. Puuntuotannollisesti näyttäisi 10 cm:n raja kuitenkin mahdolliselta etenkin hyvillä kasvupaikoilla ja erityisesti kuusikoissa ilman että jouduttaisiin kohtuuttomaan hukkapuuongelmaan. Sitä vastoin männyn keskinkertaisilla ja huonoilla kasvupaikoilla käyttöpuu olisi voitava asettaa ainakin 8 cm:iin, jotta vältettäisiin merkittävät puuntuotannolliset tappiot.

Jos käyttörungon minimiksi asetetaan kasvupaikan mukaan vaihdellen 10–8 cm, keskittyy puuntuotanto keskimäärin enintään 1600–1400 runkoon hehtaarilla männiköissä ja 1800 runkoon kuusikoissa. Ilmeisesti sama yli 10–8 cm:n puiden kuutiomäärä saavutetaan tosin esitettyä pienemmälläkin runkoluvulla suuremmin puuyksilöin, joten taimiston harventaminen mainittuihin asentoihin sisältää varautumisen melkoiseen taimikuolleisuuteen. Korostettakoon, että

Taulukko 5. Korkein ensiharvennukseen mennessä saavutettavissa oleva käyttörunkojen lukumäärä eri minimiläpimittoja sovellettaessa 2000 kpl/ha ja sitä suuremmilla runkoluvuilla.

Kasvupaikka- luokka $H_{100}$ , m (VUOKILA 1971)	Mänty					
	Minimirinnankorkeusläpimita, cm					
	6	8	10	12	14	
	Runkoluku, kpl/ha					
I	30	3000	2100	1600	1100	600
II	27	2800	2000	1500	1000	600
III	24	2600	1800	1400	1000	600
IV	21	2400	1700	1300	900	600
V	18	2200	1600	1200	900	600
VI	15	2000	1500	1200	800	600
VII	12	1900	1400	1100	800	600
VIII	9	1700	1400	1100	800	600
		Kuusi				
I–III	30–24	3300	2400	1800	1400	900

sovelletun pituusboniteettiluokituksen kautta esitetyt runkoluvut koskevat kaikkia Suomessa kysymykseen tulevia kasvupaikkoja suojametsäalueen karuimmista aina Etelä-Suomen parhaimpiin metsätyyppiin asti. Jos käyttörunгон minimikoko alennetaan 8–6 cm:iin, on männiköissä kysymys enintään n. 2100–1700 rungon ja kuusikoissa 2400 rungon kasvattamisesta hehtaaria kohden.

Esitetyt runkolukumäärät poikkeavat verraten vähän varhemmin julkaistuista mutta ovat niitä monipuolisemmat. NYYSSÖSEN mukaan (vrt. YLI-VAKKURI et al 1969) 7 cm:n läpimitan saavuttaa tuoreiden kankaiden männiköissä keskimäärin 2600, kuivahkoilla kasvupaikoilla 2300 ja kuivilla 2000 puuta hehtaaria kohden, kun taas 9 cm:n läpimitaan ylittää vastaavasti

1750, 1600 ja 1150 puuta. Kuusikoissa saavuttaa saman lähteen mukaan 7 cm:n läpimitan lehtomaisilla kankailla 3400–3000 ja tuoreilla 2600 puuta hehtaaria kohden, ja 9 cm:n kysymyksessä ollen vastaavat luvut ovat 2500 ja 2000 runkoa. NYYSSÖSEN luvut eivät ole sannotavasti ristiriidassa taulukon 5 kanssa, kun otetaan huomioon, että hän kuivilla kasvupaikoilla tarkoittanee eteläsuomalaista kanervatyyppeä ( $H_{100} = 18$ ), eikä taulukon 5 heikoimpia pituusboniteetteja.

Kirjoittaja on varhemmin Keskusmetsälautakunta Tapiolle ja Metsähallitukselle antamassaan asiantuntijalausunnossa esittänyt seuraavan asetelman mukaiset runkoluvut kotimaisiin kasvu- ja tuotostutkimuksiin nojautuen.

Kasvupaikkaluokka	$H_{100}$ , m	Mänty	Läpimittaraja		Kuusi
			8	10	
		Runkoluku, kpl/ha			
I	30	2100	1600	2300	1900
II	27	2000	1500	2100	1800
III	24	1800	1400	2000	1700
IV	21	1700	1300	1700	1300
V	18	1600	1200		
VI	15	1500	1200		
VII	12	1400	1100		
VIII	9	1400	1100		

Asetelmassa esitetyt runkoluvut poikkeavat vain kuusen osalta taulukossa 5 esitetyistä, uuteen aineistoon nojautuvista tuloksista. Asetelmasta voinee kuitenkin edelleen olla hyötyä erityisesti heikohkon boniteetin kuusikoiden tuotantokyvyn arvioinnissa.

Suoritettu käyttörunkojen lukumäärää koskeva tarkastelu antaa aiheen todeta, että suomalaisissa istutusmetsiköissä ei yleensä ole syytä harventaa taimistovaiheessa pääpuulajia, koska vähäinen ylitiheys ei liene järeyskehityksen kannalta metkittävä tekijä ja koska hyvin lievä harvennus tulisi kohtuuttoman kalliiksi. Toi-

saalta tarkastelu tukee sitä kirjallisuuden perusteella edellä tehtyä päätelmää, että *luonontaimiston varhainen voimakas harventaminen – esim. männyllä asentoon 1600–1400 kpl/ha ja kuusella 1800 kpl/ha – ei voi johtaa 10–8 cm paksimpien käyttörunkojen kuutiomäärän pienemiseen* vaan pikemminkin sen lisääntymiseen nopeutuneen yksilökehityksen vuoksi. Oheiset luvut antavat vihjettä myös taimiston täydentämistarpeen arvioinnille, kun lisäksi otetaan huomioon, että lukuihin niiden alhaisuudesta huolimatta liittyy vielä tietynlainen riskivara.

## TAIMISTOJEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT

Taimistoja on monenlaisia. On luontaisia ja keinollisia, istutettuja ja kylvettyjä, tiheinä ja

harvoina syntyneitä, puhtaita ja kahden tai useamman puulajin muodostamia. Sitä paitsi

on taimiston käsittelyn kannalta erilaisia taloudellisia ympäristöjä. On alueita, joilla on menekkiä aivan pienellekin puulle, kun taas toisaalla on minimiraja korkeammalla. Eri omistajaryhmät suhtautuvat talouskokonaisuutensa mukaisesti eri tavoin taimiston käsittelyyn.

Kun näin on, ei ole mahdollista esittää yleistä ohjetta Suomen metsien taimistojen käsittelyä varten. On tarkoituksenmukaisempaa pyrkiä löytämään ne käsittelyvaihtoehdot, jotka voivat tulla kysymykseen, ja yrittää täsmentää, missä olosuhteissa mikin vaihtoehto on sovellutuskelvoinen. Tässä tehtävässä on apua edellä suoritusta tarkastelusta, joka on tuonut esille taimiston käsittelyyn liittyviä puuntuotannollisia piirteitä.

## Ei käsittelyä

Käsittelemättömyys oli yleisin vaihtoehto Suomessa 1950-luvun loppupuoliskolle saakka. Luontaisesti syntynyt taimisto sai yleensä kehittyä vapauttamisensa jälkeen enemmän tai vähemmän ylitieheänä, kunnes siihen oli pakko tulla, jotta metsikkö ei olisi mennyt kokonaan pilalle tai – myönteisemmässä tapauksessa – kunnes siinä voitiin suorittaa varsinainen ensimmäinen harvennushakkuu. Myös keinollinen havupuutaimisto joutui yleensä kitumaan joko ylis- tai verhopuuston ja samanikäisen nopeakasvuisen lehtipuunaineksen vuoksi.

Varsinaista metsänhoidollista filosofiaa on vaikea löytää taimiston käsittelyn yleiselle laiminlyönnille. Selityksenä lienee pikemminkin se, että käsittelyn tarpeellisuus ei ollut omistajille tunnettu tai että haluttiin välttää kustannuksia. Viimeksi mainittu näkökohta oli varmaankin tärkeä erityisesti maan pohjoisosissa, missä karut luonnonolosuhteet – ilmasto ja kasvupaikka – eivät ole omiaan houkuttelemaan puuston varhaisessa kehitysvaiheessa tapahtuviin sijoituksiin.

Edellä tapahtunut laaja tarkastelu on tuonut esille taimiston käsittelyn suuren puuntuotannollisen merkityksen. Käsittelestä hyötty erityisesti runkojen paksuuskehitys, millä seikalla on huomattava taloudellinen merkitys. Maan pohjoisosissa taimiston käsittelyn laiminlyönti lienee sikäli merkityksellisin, että sitä seuraa kiertoajan merkittävä pidentyminen. Kaikkein heikoimmilla kasvupaikoilla taimiston käsittely

voi suorastaan ratkaista, saadaanko ylimalkaan käyttöpuuta.

On kuitenkin runsaasti tapauksia, joissa ei todella tarvita taimiston käsittelyä. Suurin tällainen ryhmä ovat *istutusmetsiköt, joissa ei ole liiallista lehtipuusekoitusta*. Suomalaisen istutusmetsikön pääpuulajin runkoluku ei yleensä ole suurempi kuin 2000 kpl/ha. Tällaisen taimiston harventaminen ei edellä suoritetun tarkastelun valossa ole järkevää. Toimenpide olisi niin lievä, että se tulisi kohtuuttoman kalliiksi suhteessa siitä odotettavissa olevaan hyötyyn. Toisaalta suomalaisen istutusmetsikön *täydentäminen ei ole niin usein välttämätön* kuin ehkä luullaan. Taulukossa 5 (s. 28) esitetyt runkoluvut antavat viitettä siitä, milloin täydentäminen on kulloinkin kysymyksessä olevassa tapauksessa perusteltu.

Myös *luontainen taimisto voi syntyä harvana* niin, ettei taimiston käsittelyä tarvitse suorittaa. Näin voidaan katsoa olevan silloin, kun luontainen taimisto on suunnilleen samaa tiheys- ja puhtausastetta kuin istutusmetsikkö. Epätasaiselle luontaiselle taimistolle voidaan ehkä asettaa jonkin verran korkeammatkin runkolukurajat kuin istutusmetsikölle. Yleensä lieenee luontaisessa taimistossa kuitenkin käsittelytarvetta olemassa. Kylvötaimistossa käsittely on vain poikkeustapauksissa tarpeeton.

## Vain perkaus

Perkaus ainoana taimiston käsittelytoimenpiteenä on vaihtoehto, jota 1970-luvun Suomessa edelleen pidetään erällä tahoilla muita edullisempänä. Tällaista kannanottoa motivoidaan siten, että pääpuulaji pitää itse huolen harventumisestaan ja että ylitieheys ei vaikuta puuston kehitystä hidastavasti.

Suomessa ei liene tehty tutkimuksia sen seikan selvittämiseksi, mikä merkitys taimiston perkauksella, ts. vieraan puulajin poistamisella, on pääpuuston kehitykselle. Tämä johtunee osaksi siitä, että perkaustapauksia on niin monenlaisia ja -asteisia, että tutkimus muodostuisi laajaksi ja kalliiksi. Toisaalta käytännön lukuisat esimerkit osoittavat ilman tutkimuksiakin, että havupuuta nopeammin kehittyvät lehtipuut, koivu ja leppä, silmin nähden haittaavat havupuiden kehitystä taimistovaiheessa. Äärimmäis-  
tapauksessa on mahdollista, että havupuun tai-

misto muuttuu, jos perkaus lyödään laimin, aluksi lehtipuumetsiköksi, ja vasta tämän tultua yli-ikäiseksi havupuu pääsee valta-asemaan, jos se ylimalkaan on säilynyt riittävän runsaana ja elinkelpoisena lehtipuiden valtakaudella.

Tuskin vallitsee erimielisyyttä tutkijoiden ja käytännön metsäammattimiesten keskuudessa siitä, että *havupuutaimiston perkaus on suoritettava aina, kun lehtisekapuuta on merkittävässä määrin*. Keskinertaisilla ja sitä paremmilla kasvupaikoilla perkaustarve on suorastaan sääntö, josta harvoin voidaan poiketa. Keskinertaisista heikommilla kasvupaikoilla esiintyy perkaustarvetta yleisesti, mutta sen luonne on toinen. Kun hyvillä kasvupaikoilla on kysymys lehtipuiden poistamisesta, karuilla on haittana kuusi, joka heikon tuottokykynsä vuoksi on poistettava sieltä, missä se aiheuttaa männyn taimistossa ylitheyttä.

Kohtuullisen koivusekoituksen myönteinen merkitys keskinkertaisen ja hyvien kasvupaikojen havupuumetsiköissä on yleisesti tunnettu. Siksi perkaus ei saa johtaa siihen, että erityisesti maan kunnan kannalta tärkeä koivu poistetaan kokonaan metsiköstä. Taimistoissa esiintyvä aukkoisuus tekeekin yleensä mahdolliseksi koivusekoituksen säilyttämisen tavalla, joka on kaikilta kannoilta edullinen. Sitä vastoin tuottanee normaalille metsäammattimiehelle vaikeuksia poistaa esim. istutuskuusi, jotta viereinen vesasyntyinen hieskoivu voisi saada jatkokehitysmahdollisuuden. Se ei ole välttämättömäkään, sillä koivusekoituksen ei tarvitse olla tasa-asetoinen eikä kaavamaisesti toteutettu.

Kun otetaan huomioon varhempi tarkastelu, voidaan sanoa, että perkaus ilman siihen liittyvää pääpuulajin harvennusta tulee kysymykseen vain riittävän *harva-asetoisissa taimistoissa*, erityisesti lehtipuun vaivaamissa istutusmetsiköissä. Muulloin tulee perkaukseen liittyä pääpuulajin harvennus.

## Lievä käsittely

Missä taimiston käsittelyä on Suomessa suoritettu, se on aivan viime vuosia lukuun ottamatta yleensä käsittänyt perkauksen ja siihen liittyvän lievän harvennuksen. Tämä on sikäli ymmärrettävää, että yleiset käsittelyohjeetkin ovat tukeneet tällaista menettelyä.

Lievällä ainutkertaisella taimistonharvennuk-  
sella tarkoitetaan tässä sellaista toimenpidettä,

jossa jätetään hehtaaria kohden huomattavasti enemmän taimia kuin mitä voidaan normaalin metsänkasvatusohjelman yhteydessä kasvattaa käyttöpuun mittoihin. Jäljelle jäävä runkoluku on tällöin esim. 3000–4000 kpl/ha tai enemmän.

Lievän harvennuksen taustatekijöinä lienevät seuraavat näkökohdat ja oletukset:

- Puuston laatu on tärkeä, ja korkea laatu (= hieno-oksaisuus) voidaan saavuttaa kasvatamalla taimisto tiheänä.
- Halutaan kasvattaa mahdollisimman (= epärealistisen) suuri määrä puita tietyn minimiläpimitan yli. Viime aikoina tätä tavoitetta on pyritty tukemaan lannoituksella.
- Halutaan säilyttää runkoluku korkeana mahdollisten luonnontuhojen varalta.
- Halutaan saavuttaa hehtaaria kohden mahdollisimman korkea kiintokuutiometreinä mitattu kuutiokasvu.
- Lievä käsittely tulee halvemmaksi kuin voimakas, kun kumpiakin suoritetaan vain yksi.
- Valtapuuston järeyskehitys ei kärsi ylitheydestä.
- Kysymyksessä on eräänlainen ”Wait and see”-menetelmä, jossa toivotaan saavutettavan jotakin täsmentämätöntä puuntuotannollista tai ekonomista etua.

Tämän julkaisun aikaisemmassa osassa on eräissä yhteyksissä todettu, että lieväkin harvennus oikeaan ajankohtaan ja kohteeseen sijoitettuna voi olla taimistolle suurimerkityksinen. *Äärimmäisissä ylitheyystapauksissa se voi merkittävästi välttymistä suoranaiselta kasvunseisaukselta ja joka tapauksessa lisätä käyttöpuun kokonais-  
tuotosta ja lyhentää kiertoaikaa*. On kuitenkin voitu myös osoittaa, että lievä ainutkertainen harvennus ei voi yleensä olla optimaali. Se auttaa tosin metsikköä sen varhaisessa vaiheessa, mutta ei kykene antamaan kaikille jäljelle jääville puille riittäviä kehitysedellytyksiä, mikä johtaa ennen pitkää uuteen tungosvaiheeseen ja ainakin läpimittakehityksen uuteen taantumiseen. Tiheydestä kärsivät myös pituus- ja kuutiokasvu, mikäli taimiston käsittelyä ei uusita ennen ensimmäistä kaupallista harvennusta. Lievä harvennus on luonnontaimistoissa yleensä vain ensiaputoimenpide.

Lievää harvennusta voitaneen pitää perusteltuna yleisestäkin esim. alikasvoksissa, jotka ennen vapauttamistaan ovat joutuneet kitumaan pitkään ylispuuston alla. Äkkinäinen, erittäin voimakas harventaminen voi koitua kohtalok-

kaaksi. Toisaalta juuri alikasvoksista kehittyvät taimistot ovat enimmänsä harvennuksen tarpeessa. Niille lieväkin harventaminen voi merkitä ratkaisevaa elinehtojen paranemista. On vain muistettava, että taimiston harventaminen joudutaan uusimaan vielä ennen varsinaista nuoren metsikön harvennusta.

Lievä harventaminen tulee kysymykseen myös *lievästi ylitiheissä taimistoissa*, mikäli se liittyy samanaikaisesti suoritettuun perkaukseen.

## Voimakas käsittely

Perkaus ja samanaikaisesti suoritettu ainutkertainen voimakas harvennus on uusin taimistokäsittelyn vaihtoehto. Sitä on pyritty perusteellamaan seuraavin näkökohdin ja väittämin.

- Istutusmetsiköt perustetaan nykyisin taimimäärin, jotka eivät poikkeustapauksia lukuun ottamatta ylitä 2500 kpl/ha. Yleensä runkoluku näyttää olevan alle 2000 kpl/ha. Myös kylvötaimistoissa tuppaiden lukumäärä on samaa suuruusluokkaa. Miksi siis luonnontaimistot olisi kasvatettava tiheämpinä?
- Halutaan kasvattaa mieluummin maksimaali käyttöpuun kuutiomäärä kuin maksimaali kiintokuutiomäärä hehtaaria kohden.
- Halutaan kasvattaa vain tiettyä läpimittaa paksumpia runkoja, jotka voidaan korjata kannattavasti.
- Voimakas käsittely edistää järeyskehitystä niin, että metsänkasvatuksen liiketaloudellinen kannattavuus paranee merkittävästi lähinnä kiertoajan lyhenemisen myötä.
- Puuston laatu ei kärsi olennaisesti voimakkaasta käsittelystä.
- Karuilla kasvupaikoilla halutaan siirtyä kasvatusohjelmaan, joka sisältää vain taimiston käsittelyn ja pätehakkuun.
- Suoritetaan käsittely niin varhain, että kustannukset jäävät pienimpään mahdolliseen.
- Voimakas varhainen käsittely parantaa puuston vastustuskykyä luonnontuhoja vastaan.
- Taimiston käsittelyä voidaan vielä suorittaa. Tulevaisuudessa uhkaa työvoimapula.
- Halutaan varautua tulevaisuudessa tapahtuvaan kasvatushakkuiden koneellistamiseen.

Tässä julkaisussa on voitu todeta, että edellä luetellut näkökohdat ja väittämät pitävät yleensä paikkansa ja ettei näytä olevan esteitä sille, että taimiston käsittely suoritetaan varhain ja niin voimakkaana, että jo ensimmäisessä varsi-

naisessa harvennushakkuussa saadaan yksinomaan käyttöpuun mitat täyttäviä runkoja.

On voitu päätellä, että asetettaessa käyttöpuun minimikooksi kasvupaikan mukaan vaihdellen rinnankorkeudelta 8–6 cm normaalia metsänhoidollista ohjelmaa sovellettaessa on männiköissä kysymys 2100–1700 ja kuusikoissa 2400 rungosta hehtaaria kohden. Mikäli käyttöpuun minimi asetetaan 10–8 cm:ksi, puuntuotanto keskittyy männiköissä 1600–1400 ja kuusikoissa 1800 runkoon.

Varovaisuuteen pyrkivänä suosituksena voi tällöin olla seuraava: *luontainen ja kylvytty taimisto on harvennettava sen vakiinnuttua ainakin nykyisiä istutusmetsiköitä vastaavaan asentoon*. Sama ja ehkä korkeampikin käyttöpuun kokonaistuotos saavutetaan tosin pienemmälläkin runkoluvulla, jolloin runkojen keski koko on suurempi. Ekonomisesti voimakas varhainen taimistonkäsittely on suositeltava, sillä se edistää puiden järeyskehitystä, lyhentää kiertoaikaa, tekee mahdolliseksi entistä aikaisemmat harvennustulot, pienentää korjuukustannuksia kautta linjan ja erityisesti pienimmät poistettavat rungot eliminoimalla ja kaiken kaikkiaan todennäköisesti lisää hehtaaria kohden saavutettavissa olevaa absoluuttista rahatuloa. Nämä ekonomiset aspektit vaativat kuitenkin perusteellista lisäselvittelyä, koska ne tässä tutkimuksessa voidaan päätellä vain välillisesti kasvu- ja tuotostietojen pohjalta.

## Intensiivinen käsittely

Intensiivisellä taimistonkäsittelyllä tarkoitetaan tässä julkaisussa ohjelmaa, johon sisältyy perkaus – mikäli sellainen on tarpeen – ja kaksi tai useampia harvennuksia.

Intensiivistä taimistonkäsittelyä perustellaan seuraavin näkökohdin:

- Se on biologisesti ja metsänhoidollisesti paras.
- Luonnonmukaiseen metsien käsittelyyn liitettävänä se takaa korkeimman mahdollisen puuntuotannon kiintokuutiometreinä hehtaaria kohden mitattuna.
- Taimiston hoitotoimenpidettä suunniteltaessa ja toteutettaessa ei senhetkisiä kustannusnäkökohtia voida pitää ratkaisevina vaan toimenpiteen kannattavuutta on arvostettava kiertoajan kokonaistalouden taustaa vasten.
- Intensiivinen käsittely on yksilöhoitoa, joka

takaa sen, että rodullisilta ominaisuuksiltaan parhaat yksilöt ovat kussakin kehitysvaiheessa jäljellä.

— Sen avulla voidaan kasvattaa nimenomaan laatupuita.

Luetteloa voitaisiin ehkä jatkaa vielä erään lisänäkökohdin, mutta yllä esitetyt lienevät tärkeimmät. Intensiivisen käsittelyn perustelut ovat paljolta samat kuin ainutkertaisen lievän harvennuksen. Yleisesti onkin käynyt niin, että aikanaan suoritettu lievä taimistonkäsittely, joka on ehkä suunniteltu ainoaksi, on sittemmin saanut seuraajakseen toisen vastaavanlaisen toimenpiteen, koska ensimmäinen on havaittu metsänhoidollisesti riittämättömäksi. Näin on olosuhteiden pakosta ajauduttu intensiiviseen taimistonkäsittelyyn.

Intensiivinen taimistonkäsittely on metsänhoidollinen ihannemalli, johon ei metsänhoidollisessa mielessä ole varsinaisesti huomauttamista. Mitä intensiivisemmin taimistoa hoidetaan, sitä paremmin voidaan tietenkin saavuttaa haluttu lopputulos. Intensiivinen hoitoahan voi

ratkaisevissa kehitysvaiheissa operoida aivan samoin runkoluvuin kuin voimakas ainutkertainen taimistonkäsittelykin. Intensiivinen ohjelma etenee vain tähän samaan tiheystasoon useammassa vaiheessa ja voi epäilemättä parhaiten käyttää hyväksi metsikön puuntuotantokoneiston kapasiteetin.

Intensiivisen taimistonkäsittelyn korvaaminen jollakin toisella menettelyllä onkin etupäässä liiketaloudellinen kysymys. Jokainen uusi käsittely on merkittävä lisä kustannuspuolelle, joka jo muutenkin on metsätaloudessa koHoamassa huolestuttavan suureksi. Oman lisäpiirteensä tuovat työvoimapoliittiset näkökohdat.

*Jos kustannusnäkökohdat sen sallivat ja työvoimaa on riittävästi,* intensiivinen taimistonkäsittely on epäilemättä esitetyistä vaihtoehdoista suositeltavin luontaisesti syntyneissä ja kylvetyissä taimistoissa. Se tulee kysymykseen yleisestikin parhailla kasvupaikoilla, missä kasvupaikan rehevyys tekee toistuvasti välttämättömäksi perata taimisto kahteen otteeseen.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- ABETZ, P. ja MERKEL, O. 1968. Aststärken und Schaftovalität in Fichten-Reihenbeständen — Allg. Forst- u. Jagdztg. 139, s. 138–145.
- ADAMS, W. R. ja CHAPMAN, G. L. 1941. Competition influence of the root system of Jack and Norway pines. — Vt. Agric. Exp. Sta., Bull. 472.
- ANDERSSON, S.-O. 1960. Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion till Jämtland 28. och 29. Juni 1960. — Norrl. Skogsv.Förb. Tidskr. 4, s. 389–492.
- ANDERSSON, S.-O. 1961. Om mägborrefaran vid röjningar. — Medd. Stat. Skogsf.inst., Upps. 84.
- ANDERSSON, S.-O. 1971 a. Yield of merchantable wood in Swedish experiments with cleaning in young stands of Scots pine. — IUFRO:n XV kongressin esitelmämöniste, Gainesville, Florida.
- ANDERSSON, S.-O. 1971 b. Sörlandsexkursionen 15–16 sept. 1970. Diskussion. — Sveriges SkogsvFörb. Tidskr., Häfte 2, s. 118–121.
- ANDERSSON, S.-O. ja LEKANDER, B. 1966. Mägborreskador vid olika metoder och tidpunkter för gallring i tallskog. — Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 7, s. 681–696.
- ASSMANN, E. 1961. Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft München Bonn Wien.
- BANKS, C. H. ja SCHWEGMAN, L. M. 1957. The physical properties of fast- and slow-grown *Pinus patula* and *P. taeda* from South-African sources. — J.S. Afr. For. Ass. No. 30, s. 44–59.
- BARRETT, J. W. 1963. Dominant ponderosa pines do respond to thinning. — U.S. For. Serv. Res. Note PNW-9.
- BEKJEMPELSE av insektskader på skog og virke. 1972. — Norsk Skogbr. 3.
- BENNETT, F. A. 1960. Height growth pattern and thinning of slash pine. — J. For. 58, s. 561–562.
- BERGMAN, F. 1971. Förebygg skador efter ungsogsröjning. — Skogen, s. 48–49.
- BRAATHE, P. 1952. Planteavståndens virkning på bestandsutvikling og masseproduktion i granskog. — Medd. Norske Skogforsöksv. 11, s. 425–469.
- BRAATHE, P. 1957. Thinning in even-aged stands: a summary of European literature. — Fác. For., Univ. N. B., Canada.
- BRANTSEG, A. 1959. Planteavstandsforsök med gran. — ”Fører ved det norske skogsekskaps landsmøte och utferder i Skien 1.–3. juni 1959”.
- BRANTSEG, A. 1969. Furu sønnafjells. Produksjonstabeller. — Medd. Norske Skogforsöksv. 94.
- BRYNDUM, H. 1964. Forsøgsvaesenets afsluttede rødgranprøveflader. — Forstl. Forsøgsv. Danm., ber. 221.
- BUSSE, J. ja JAEHN, P. 1925. Wachsraum und Zuwachs. — Mitt. Sächs. Forstl. Vers. anst. II, s. 199–281.
- BUTOWITSCH, V. 1953. Die Einwirkung der Läuterungszeit auf die Vermehrung des grossen Waldgärtners, *Blastophagus piniperda*. — Ber. 11. Kongr. des Internationalen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten, Rom 1953.
- CARBONNIER, C. 1957. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. — Medd. Stat. Skogsf.inst. 44, s. 1–59.
- CARBONNIER, C. 1967. Synpunkter på gallringsprogram i granbestånd. Medd. Norske Skogforsöksv. 84.
- CROMER, D. A. N. ja PAWSEY, C. K. 1957. Initial spacing and growth of *Pinus radiata*. — Forest and Timber Bur., Canberra, Bull. 36.
- DAY, W. R. 1966. Biological aspects of thinning in conifer plantations. — J. For. 39, s. 191–212.
- DOOM, D. ja LUITJES, J. 1971. De invloed van geveld grovedennehout op de populatiedichtheid van de denneschheerder (*Tomicus piniperda* L.). Summary: The influence of felled Scots pine on the population density of the pine shoot beetle. — Ned. Bosb. Tijdschr. 43 (9).
- DUE, J. E. 1960. Om trametes, planteafstand og hugst ved 1. generation rødgran på let jord. — Dansk Skovforen. Tidsskr. 45, s. 125–139.
- EIDE, E. ja LANGSAETER, A. 1941. Produktionsundersøkelser i granskog. Produktionsundersuchungen von Fichtenwald. — Medd. Norske Skogforsöksv. 7.
- EKLUND, B. 1956. Ett förbandsförsök i tallskog. — Medd. Stat. Skogsf.inst. 46, s. 1–98.
- ERICSON, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr – råvolymvikt, höstvedhalt och kärnvedhalt hos tall och gran. — Inst.

- Skogspr., Skogshögskolan, rapp. 10.
- ERIKSSON, H. 1965. Studier över höjdtillväxten hos tall och gran i södra Sverige. Licentiatavhandling i skogsuppskattning, Skogshögskolan, Stockholm.
- EVERSOLE, K. R. 1955. Spacing tests in a Douglas fir plantation. — *For. Sci.* 1, s. 14–18.
- FABER, P. J. 1971. Stamaldichtheid en ontwikkeling van jonge Pinus opstanden. Summary: Stand density and development of young pine stands. — *Ned. Bosb. Tijdschr.* 43. (5).
- FRIES, J. 1964. Vårbjörkens produktion i Svealand och södra Sverige. — *Stud. For. Suec.* 14.
- HAKKILA, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. — *Metsäntutk. julk.* 61.5.
- HAKKILA, P. 1969. Viljelymetsien teknillinen laatu. — *Metsä ja Puu*, no. 1.
- HAKKILA, P. ja UUSVAARA, O. 1968. On the basic density of plantation-grown Norway spruce. Lyhennelmä: Viljelykuusikoitten puuaineen tiheydestä. — *Metsäntutk. julk.* 66.6.
- HARMS, W. R. ja COLLINS, A. B. 1965. Spacing and twelve-year growth of slash pine. — *J.For.* 63, s. 909–912.
- HOLMSGAARD, E. ja SCHARFF, O. 1963. Levende stød i rødgranbevoksningen. — *Forstl. Forsøgsv. Danm.* 28, s. 97–150.
- ILVESSALO, Y. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. — *Metsäntutk. julk.* 30.
- ILVESSALO, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921–24 vuosiin 1951–53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. — *Metsäntutk. julk.* 47.1.
- ILVESSALO, Y. 1963. IV valtakunnan metsien inventointi. 2. Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät. — *Metsäntutk. julk.* 57.4.
- JACK, W. H. 1971. The influence of tree spacing on Sitka spruce growth. — *Iris For.* 28,1.
- JACOBS, M. R. 1938. Observations on features which influence pruning. — *For. Timb. Bur. Austr.*, Bull. 23.
- KJERSGÅRD, O. 1964. Et planteafstandsforsøg i rødgran. — *Frotl. Forsøgsv. Danm.* 29, s. 57–68.
- KLEM, G. K. 1952. Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet. — *Medd. Norske Skogforsøksv.* 11, s. 473–506.
- KRAMER, H. 1970. Erfahrungen mit starker Reihendurchforstung bei Fichte in Westharz. — *Forst u. Holzw.* 25,9.
- KRAMER, H. 1971. Treatment of young Norway spruce stands. — *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.*
- KRAMER, H., DONG, P. H. ja RUSACK, H. J. 1971. Untersuchungen der Baumqualität in weitständig begründeten Fichtenbeständen. — *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 142.2.
- KUUSELA, K. 1970. Suomen eteläpuoliskon metsävarat 1964–68 ja niiden kehittyminen. — *Metsäntutk. julk.* 71.1.
- LARSON, P. R. 1962. A biological approach to wood quality. — *TAPPI* 45(6), s. 443–448.
- LIN, J. Y. 1970. Growing space index and stand simulation of young western hemlock in Oregon. — *Dissertation, School of Forestry, Duke University.*
- LÖNNROTH, E. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. — *Acta For. Fenn.* 30.
- MARSH, E. K. 1957. Some preliminary results from O'Connor's correlated curve trend (C.C.T.) experiments on thinning and spacings and their practical significance. — *Commonwealth For. Conf., Australia and New Zealand.*
- MORVILLE, K. 1958. Trametes i en slagegranbevoksning. — *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 43, s. 221–230.
- MUNKØE, J. C. H. 1944. Valg af planteafstand for nåletraeer. — *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 29, s. 293–318.
- MØLLER, C. M. 1954. The influence of thinning on volume growth. — *State Univ. New York, World For. Series, Bull.* 1.
- NYYSSÖNEN, A. 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä. — *Metsäntutk. julk.* 40.4.
- NYYSSÖNEN, A. 1954. Hakkauksilla käsitellyn männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. — *Acta For. Fenn.* 60.4.
- OKSBJERG, E. B. 1960. Planteringsförbundet för gran på god mark i södra Sverige. — *Svenska Skogsv.fören. Tidskr.* 58, s. 57–68.
- OKSBJERG, E. B. ja WEST-NIELSEN, G. 1953, 1954, 1955. Om rodfordærverangreb. — *Hedeselks. Tidsskr.* 74, s. 319–334; 75, s.

- 336–343 ja 347–351; 76, s. 72–81.
- PETTERSON, H. 1951. Beståndsvårdens ekonomi. — Medd. Stat. Skogsf.anst., Upps. 20.
- PETTERSON, H. 1955. Barrskogens volymproduktion. — Medd. Stat. Skogsf.anst., Band 45, nr 1A.
- PÖNTYNEN, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksena Raja-Karjalan valtionmailla. — Acta For. Fenn. 35.
- RALSTON, R. A. 1953. Some effects of spacing on jack pine development in Lower Michigan after 25 years. — Mich. Akad. Sci., Arts and Letters, Pap. 37, s. 137–143.
- REUKEMA, D. L. 1964. Some recent developments in the Wind River Douglas fir plantation spacing test. — U.S. For. Serv., Pacif. Nthwest. For. Range Exp. Sta., Res. Pap. 167.
- ROUSSEL, L. 1964. Some possible physiological causes of the effects of thinning. — Bull. Soc. For. Franco-Comte 32(1), s. 1–3.
- SJOLTE-JØRGENSEN, J. 1967. The influence of spacing on the growth and development of coniferous plantations. — Int. Rev. Forest. Res. 2, s. 43–94. Academic Press.
- STAEBLER, G. R. 1956. Evidence of shock following thinning of young Douglas-fir. — J. For. 54, s. 339.
- STIELL, W. M. 1964. Twenty-year growth of red pine planted at three spacings. — Canada Dept. Forest. Pub. 1045.
- TACKLE, D. ja SHEARER, R. C. 1959. Strip-thinning by bulldozer in a young lodgepole pine stand. — Mont. Acad. Proc. 19, s. 142–148.
- TURNBULL, J. M. 1947. Some factors affecting wood density in pine stems. — British Emp. For. Conf., Great Britain.
- VANSELOW, K. 1937. Die Kulturversuche des Badischen Forstlichen Versuchsanstalt auf dem Köcherhof. — Allg. Forst- u. Jagdztg., s. 33–159.
- VANSELOW, K. 1956. Einfluss des Pflanzenverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände. III. — Forstwiss. Cbl. 75, s. 193–207.
- VESTJORDET, E. 1971. Avstandsregulering på foryngelsesfelter. — Norsk Skogbr. 6, s. 152–153.
- VUOKILA, Y. 1960. Männyn kasvusta ja sen vaihteluista harventaen käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. — Metsäntutk. julk. 52.7.
- VUOKILA, Y. 1967. Eriasteisiin kasvatushakkuuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. — Metsäntutk. julk. 63.2.
- VUOKILA, Y. 1970. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. — Acta For. Fenn. 110.
- VUOKILA, Y. 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. — Folia Forestalia 99.
- WEIHE, I. 1955. Das Wachstum der Fichte nach den badischen Versuchsflächen. — Schr.reihe Bad. Forstl. Vers.anst. 11.
- WIEDEMANN, E. 1936. "Die Fichte, I". Schaffer, Hannover.
- WIKSTEN, Å. 1965. Ett förbandsförsök med planterad gran. — Inst. Skogspr., Skogshögskolan, Upps. 7.
- YDE-ANDERSEN, A. 1959. Kaerneråd i rødgran. — Dansk Skovforen. Tidsskr. 44, s. 81–110.
- YLINEN, A. 1952. Über die mechanische Schaftformtheorie der Bäume. — Silva Fenn. 76.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P. ja SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueilla. — Helsingin Yliop. Metsänh. lait. tied. 2.

- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.  
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukkién todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.  
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.) tuhoilra.  
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätilastollinen vuosikirja 1970.  
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.  
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.  
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.  
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Arne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittys sahanhakkeesta.  
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.  
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.  
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen ja Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.  
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50  
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large  
Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.  
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää