

# FOLIA FORESTALIA<sup>247</sup>

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1975

---

---

YRJÖ VUOKILA

NUOREN ISTUTUSKUUSIKON  
HARVENNUS PUUNTUOTANNOLLISENA  
ONGELMANA

THINNING OF YOUNG SPRUCE  
PLANTATIONS AS A PROBLEM  
OF TIMBER PRODUCTION

- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana. Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa. The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkinen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimitalluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa. Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä. The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla. The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana. On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta. Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisestä vaihtelusta. Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa. Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa. On the supply of roundwood in Finland. 4,—
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72. Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä. Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur. 4,—
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972. The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidiraakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista. On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972. Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed. Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit. Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta. Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista. Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla. The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—

## FOLIA FORESTALIA 247

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1975

Yrjö Vuokila

### NUOREN ISTUTUSKUUSIKON HARVENNUS PUUNTUOTANNOLLISENA ONGELMANA

Thinning of young spruce plantations as a problem  
of timber production

#### ALKUSANAT

V. 1959 solmitun sopimuksen mukaan Metsäntutkimuslaitoksella on mahdollisuus perustaa kokeita ja suorittaa muita tutkimuksia 30 vuoden ajan Kymin Osakeyhtiön omistamalla, Heinolan läheisyydessä sijaitsevalla Nynäsin metsäalueella.

Kuluneen 15 vuoden aikana sopimus on johdettu mittavaan koetoimintaan. Yksin metsänarvioimisen tutkimusosastolla oli vuoden 1975 alkaessa Nynäsin alueella 25 koealasarjaa ja niissä 148 koealaa. Vanhimpia ovat vuosina 1961–62 perustetut istutuskuusikoiden harvennuskokeet, joista ensimmäiset tutkimustulokset ovat nyt valmiit julkaistaviksi.

Julkaisun valmistuessa on aihetta kiittää Kymin Osakeyhtiötä siitä korvaamattomasta tuesta, jonka se on antanut asettamalla maan laaja-alaisimmat yhtenäiset istutuskuusikot tutkimuksen käyttöön ja huolehtimalla tunnollisen kenttäorganisaationsa kautta esimerkillisellä tavalla perustetuista kokeista. Yhtiö on vastannut myös huomattavasta osasta maastotöiden kustannuksia.

On syytä muistaa kiitollisena myös edesmenneitä metsäneuvos BJARNE BÜTZOWIA Ky-

min Osakeyhtiöstä ja professori RISTO SARVASTA Metsäntutkimuslaitoksesta, joiden johdolla alussa mainittu yhteistyösopimus saatiin aikaan. Kymin Osakeyhtiön alimmasta ylimpään yhteistoiminta-alttiista metsäammattimieskunnasta ansaitsee erikoishuomion metsäteknikko MARTTI VINNOLA, joka on ollut henkilökohtaisesti aikanaan tutkimusmetsiköitä perustamassa ja joka on eläkkeelle siirtymiseensä saakka pitänyt niistä huolta kirjaimellisesti kuin silmäterästään.

Kasvu- ja tuotostutkimuksen koko henkilökunta on tavalla tai toisella osallistunut tutkimuksen suorittamiseen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit JOUKO HÄMÄLÄINEN ja KULLERVO KUUSELA.

Tietokonekäsitteystä on vastannut maisteri TIMO PEKKONEN, jolla on ollut mahdollisuus suorittaa myös omia analyysejään ko. aineistosta. Lausun kaikille parhaat kiitokset.

Helsinki, toukokuussa 1975

Yrjö Vuokila

## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
SUMMARY .....	3
TIIVISTELMÄ .....	4
ENSIHARVENNUKSEN KÄYTÄNNÖLLISIÄ VAIKEUKSIA .....	6
TUTKIMUSAINEISTO .....	7
Tutkimusmetsiköt .....	7
Koealasarjat .....	8
Puuston käsittely .....	10
KÄYTTÖRUNKOJEN LUKUMÄÄRÄ ENNEN ENSIHARVENNUSTA .....	11
HARVENNUKSEN VAIKUTUS PUUSTON KASVUUN, TUOTOKSEEN JA TUOTTOON ..	12
Valtapituuden kehitys .....	12
Pohjapinta-alan kasvu .....	13
Käyttöpuun tuotos .....	14
Arvon kehitys .....	16
Puiden kasvureaktiot .....	18
TULOSTEN TARKASTELUA .....	21
KIRJALLISUUSLUETTELO .....	24

## SUMMARY

The present paper reports on the 12-year results from thinning experiments of young Norway spruce plantations. The material consists of 32 sample plots located in 5 stands near the city of Heinola in southern Finland (cf. Table 1, p. 9). The stands represent good sites ( $H_{100} = 27-30$  m) on morainic soils.

The material comprises 8 replications of following 4 treatments:

Code of treatment	Character of treatment	Removal in the first thinning, per cent of basal area	Remaining level of growing stock, per cent
0	none	0	100
1	light	10	90
2	heavy	25	75
3	very heavy	40	60

Five years after the first treatment, a new thinning was carried out in order to resume the levels of growing stock allotted to each sample plot. A general idea about the two thinnings is given by Tables 1 (p. 9) and 2 (p. 10) and Fig. 3 (p. 11).

The average *increase in the dominant height* during the 12-year period studied was found to be greatest on the plots with heavy and very heavy treatment (cf. p. 13). The differences are not significant, however.

The *basal area increment* per ha. was unaffected by treatment (cf. p. 13). It is concluded that a removal of at least 40 per cent is possible in young spruce plantations without any loss of basal area increment per ha. If no natural damages occur, a 50 per cent reduction of growing stock may still lead to the maximum basal area increment per ha.

The *yield of industrial wood*, with the minimum top diameter of 6 cm. above bark, was found to be, on an average, the same for all treatments during the 12-year study period after the first thinning. A difference of 18-12 per cent was found in favour of the heavy and very heavy treatments, when using the minimum top diameter of 13 cm. The heavy and very heavy treatments have yielded 32-36 per cent more

wood of over 17 cm. top diameter (cf. p. 14, also Fig. 4, p. 15).

When taking into account, in addition, the amount of wood removed in the first thinning, it can be concluded, that the two heaviest treatments have caused an increase of about 40 cu.m. per ha. in the production of industrial wood over 6 cm. top diameter. The corresponding increase in the production of wood over 13 cm. is about 30 cu.m. per ha., and that over 17 cm. 35-40 cu.m. per ha. (cf. p. 16 and Fig. 4, p. 15).

The *money yield* is dependent on the local level of stumpage price, on the price relations of saw timber and pulpwood, and on the rate of interest applied. When using 17 cm. as the minimum requirement for saw timber and presupposing a 3 per cent rate of interest on the capital removed in the first thinning, the stand with the heaviest treatment is found to yield 41-42 per cent more than that with no treatment (cf. p. 17, also Fig. 5, p. 18). Provided there are major differences in the price of wood of varying dimensions, a thinning of a young spruce stand is apt to lead to considerable gains in the money yield, accordingly.

The mechanization of the thinning of young spruce plantations is no problem, as far as the amount of removable wood is concerned. On the basis of the present results, it is possible to remove 50-60 cu.m. per ha. in the first thinning. The problem proper connected with the mechanization of thinning in young spruce stands is the risk of root damages. The root system of the spruce is rather shallow, mostly covered by a thin layer of moss only. Accordingly, for the mechanized thinning of spruce stands, a sparse network of hauling racks must be used, and the thinning operations must be carried out with light machines during a season when the soil is frozen.

The study of growth responses of trees of varying size after a heavy measure has given rather surprising results (Figs. 6 and 7, p. 19). The absolute increase of diameter increment due to the very heavy treatment has been found roughly the same in all diameter

classes. However, the relative increment is highest in small dbh. classes and especially in the dbh. classes 9–11 cm. The response in volume increment of small dbh. classes is likewise surprisingly good (Fig. 8, p. 20). The optimum length of crown is 60–70 per cent of tree height (cf. Fig. 9, p. 21).

The study of the growing stock at the beginning of the experiments has given interesting results as to the advisable density of plantations (cf. Table 3, p. 12). Out of the 3100 trees per ha. originally planted, 1800 per ha. only have reached the dbh. of 8 cm. or more at the dominant height of 15 m. On the other hand,

the trees smaller than 8 cm. yield merely 3–4 cu.m. per ha. industrial wood at this stage of development. Altogether 1445 stems per ha. were found to be thicker than 10 cm. at breast height. It is concluded that 1800 plants per ha. are able to produce the maximum amount of industrial wood. Even 1500–1600 plants per ha. are likely to reach the maximum level of production. Consequently, the present recommendation in Finland, 2000 plants per ha., is rather conservative and includes an allowance of 10–20 per cent for mortality in the early years of plantations.

## TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään puustopääoman vaikutusta puuntuotoksen määrään ja rakenteeseen hyvän kasvupaikan nuoris-istutuskusikoissa. Tutkimusaineisto käsittää 32 koealaa, joilla 4 käsittelyä on toistettu 8 kertaa. Koealat sijaitsevat 5 metsikössä Nynäsin tutkimusalueella Heinolan läheisyydessä. Perustiedot koealoista käyvät ilmi taulukosta 1 (s. 9).

Metsiköissä suoritettiin kokeiden perustamishetkellä ensiharvennus, jonka jälkeen jäi eri käsittelyasteissa 90, 75 tai 60% käsittelemättömän vertailualan pohjapinta-alasta. Viiden vuoden kuluttua suoritettiin toinen harvennus, jonka tarkoituksena oli palauttaa kukin koeala sille määrättyyn pääomatasoon. Tiedot harvennuksissa poistetuista puumääristä löytyvät taulukoista 1 ja 2 (s. 9–10, vrt. myös kuva 3, s. 11).

Tutkimuksessa esitettävät tulokset tarkoittavat yleensä 12-vuotiskautta ensiharvennuksen jälkeen.

Nuoren istutuskusikon erittäin voimakkaan harvennus ei hidasta pituuskasvua. Päinvastoin on mahdollista (vrt. s. 13), että käsittelyä voimistamalla voidaan jossain määrin parantaa *valtapituuden* kehitystä. Asia vaatii kuitenkin jatkotutkimuksia.

*Pohjapinta-alan kasvu* 12 vuoden pituisena tutkimuskautena on ollut eri käsittelyasteissa keskimäärin samansuuruinen (s. 13). Nuoren istutuskusikon harvennuksessa voidaan siten poistaa ainakin 40 % pääomasta aiheuttamatta pohjapinta-alan kasvutappiota hehtaaria koh-

den. On mahdollista, ettei edes 50 %:n poisto vaikuta kasvuun vähentävästi. Tällöin on kuitenkin olemassa enentynyt luonnontuhojen vaara.

*Tuotosta* koskevia laskelmia on suoritettu vaihtelevin käyttörungon minimivaatimuksin. Kun vähimmäisvaatimukseksi on asetettu 6 cm:n läpimitta pölkyn latvasta kuoren päältä, on todettu, että tuotos on ollut tutkimuskaudella kaikissa käsittelyasteissa samansuuruinen. Kun minimi on korotettu 13 cm:iin, tuotos on havaittu kahdessa voimakkaimmassa käsittelyasteessa keskimäärin 18–12 % korkeammaksi kuin ilman käsittelyä. Minimivaatimuksen ollessa 17 cm voimakkaiden käsittelyiden on todettu tuotaneen 32–36 % enemmän käyttöpuuta luonnontilaiseen vaihtoehtoon verrattuna (vrt. s. 14, myös kuva 4, s. 15).

Tutkimuksessa on lähdetty siitä, että myös ensiharvennuksessa poistettu puumäärä voidaan laskea kokonaisuudessaan tästä toimenpiteestä saatavaan hyötyyn. Perusteluna on se, että tällöin poistettavat puut ovat niitä, jotka joka tapauksessa kuolevat luontaisesti ennen päte-hakkuuta. Ensiharvennuskertymä huomioon ottaen voimakkaat harvennuksiset ovat lisänneet n. 40 m<sup>3</sup>/ha yli 6 cm:n, n. 30 m<sup>3</sup>/ha yli 13 cm:n ja 35–40 m<sup>3</sup>/ha yli 17 cm:n käyttöpuun tuotosta (vrt. s. 16). Nuoren istutuskusikon ensiharvennuksen tuotosta järeyttävä ja lisäävä vaikutus ainakin runsaan vuosikymmenen kuluessa toimenpiteen jälkeen on näiden tulosten valossa erittäin suuri.

Rahamääräinen hyöty, *tuotto*, riippuu rat-

kaisevasti siitä, mikä on paikallinen kantohintataso, mitkä ovat hintasuhteet tukki- ja kuitupuun välillä ja mitä korkoprosenttia sovelletaan ensiharvennustuloille. Kun tukkipuun miniminä on pidetty 17 cm ja sovellettu 3 %:n korkotaso, voimakkaimman tutkitun käsittelyn on todettu lisänneen 41–42 %:lla ja lähinnä lievemmänkin 34 %:lla omistajan omaisuuden arvoa ”harvennussvapaaseen” vaihtoehtoon verrattuna (s. 17, myös kuva 5, s. 18). Eri kantohintatasoilla ja erilaisilla tukkipuun minimivaatimuksilla erittäin voimakas käsittely on lisännyt 2600–6300 mk:lla omaisuuden arvoa hehtaaria kohden 12 vuoden aikana (vrt. s. 17).

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että nuoren kuusikon oikea-aikainen ensiharvennus on sekä liike- että kansantaloudellisesti erittäin tärkeä ja ettei Suomessa siitä syystä voida ajatella siirtymistä ns. harvennussvapaaseen metsätalouteen. Ensiharvennuksen koneellistaminen ei ole niin vaikea ongelma kuin on pelätty. Mikäli taimisto hoidetaan ajallaan ja riittävän voimakkaasti, ensiharvennuskertymän määrä täyttää hyvin koneellistamisen vaatimukset. Koneellistamisen vaikein ongelma tulee olemaan puuston vaurioitumisriski. Juuristovaurioiden torjumiseksi olisi sovellettava harvaa

ajouraverkkoa, käytettävä pienkoneita ja suoritettava toimenpide maan ollessa roudassa.

Istutuskuusikon ensiharvennus voidaan lykätä 15 m:n valtapituusvaiheeseen. Tällöin voidaan metsiköstä poistaa 50–60 m<sup>3</sup>/ha käyttöpuuta. Käsittelyn voimakkuuden ohjeeksi sopii käytännössä keskusmetsäläutakuntien uusittu harvennusmalli, jota tämän tutkimuksen voimakkain käsittely vastaa. Hyvän kasvupaikan kuusikossa malli edellyttää pohjapinta-alaa 17–18 m<sup>2</sup>/ha harvennuksen jälkeen 15 m:n valtapituusvaiheessa.

Puittainen tarkastelu on tuonut ilmi pienten ja keskisuurten puiden yllättävän hyvän reaktiokyvyn (kuvat 6–8, s. 19–20). Absoluuttisesti kuutiokasvureaktio on suurin kookkaissa puissa, mutta suhteellisesti reagoivat pienet puut ja aivan erityisesti 9–11 cm:n puut parhaiten. Tällä havainnolla voi olla metsänhoidollista merkitystä. Optimaali latvussuhde näyttää kuusella olevan 60–70 % (kuva 9, s. 21).

Tutkimustulokset (vrt. taul. 3, s. 12) antavat vihjettä siihen suuntaan, että istutustiheydellä 1800 kpl/ha, mahdollisesti vielä määrällä 1500–1600 kpl/ha, saavutetaan maksimaali käyttöpuun tuotos. Tästä syystä nykyistä suosittua 2000 kpl/ha on pidettävä varsin turvallisena.

## ENSIHARVENNUKSEN KÄYTÄNNÖLLISIÄ VAIKEUKSIA

Nuoren metsikön ensiharvennus askarruttaa sekä metsänhoidosta että puunkorjuusta vastuussa olevia ammattimiehiä. Ongelmana ovat lähinnä toimenpiteen koneellistaminen ja sen mukanaan tuomat biologis-metsänhoidolliset epävarmuustekijät.

*Metsänhoidollisesti* nuoren metsikön harvennuksen koneellistaminen on arvelluttava kahdessa mielessä.

Koneellistamisen edellytys on se, että koneet pääsevät poistettavien puiden ulottuville, ts. että metsikköön avataan tietty vähimmäismäärä ajouria, joiden kautta puun koneellinen ulosotto voi tapahtua. Ajourat saattavat merkitä kuitenkin puuntuotannon kannalta lyhyempiä tai pitempiaikaista *kasvutilan menetystä*. Pohjimmiltaan on kysymys vajaapuustoisuuden pelosta silloinkin, kun esitetään epäilyksiä hakuun voimistamismahdollisuuksista koneellisen ensiharvennuksen kertymävaatimuksen täyttämiseksi.

Arvelluttavaa on koneellistamisessa metsänhoidon ja puuntuotannon kannalta myös jäljelle jäävien *puiden vaurioitumisvaara*. Vaikka vaikutus voi koneesta ja käytetystä ulosottomenetelmästä riippuen ulottua kauemmaksikin, joutuvat etenkin ajouran varressa sijaitsevat puut vaurioille alttiiksi. Näkyvimpiä ovat runkoihin syntyneet avohaavat ja hankaumat, jotka heikentävät sekä kuutio- että arvokasvua. Näitä vaarallisempia ovat kuitenkin juuristovauriot ja maanpinnan tiivistyminen, joiden seurauksena puiden kasvu ajourien varrella voi taantua tai odotettu myönteinen kasvureaktio jäädä saavuttamatta. Juuristovaurio johtaa yleisesti laohvikaisuuteen, lopulta usein puun kuolemaankin. Tällöin on aina kysymys suurista arvokasvutappioista.

*Puunkorjuun ongelmat* liittyvät toimenpiteen kannattavuuteen, jota heikentää varsinkin kolme tekijää.

Näyttää ilmeiseltä, ettei nuoren metsikön harvennuksessa voida vauriovaaran vuoksi käyttää samoja kookkaita, tehokkaita koneita, jotka on suunniteltu tai joita suunnitellaan päätehakkuita ja varttuneen metsikön harvennushakkuita varten. Päämotivoinniltaan metsänhoidollinen

ensiharvennus vaatii varta vasten suunniteltuja *pienkoneita* ja ulosottomenetelmiä, joissa ihmistyövoiman osuus on sen saantivaikeudet huomioon ottaen ja kustannussyistäkin arvelluttavan suuri.

Nuoren metsikön harvennuksen koneellistamista vaikeuttaa osaltaan poistettavien *puiden pieni koko*. Kun pääosa poistettavista puista on rinnankorkeudelta alle 10 cm:n kokoisia, ovat korjuukustannukset kuutioyksikköä kohden niin suuret, että toimenpiteen välittömän kannattavuuden saavuttaminen on kyseenalaista. Ensiharvennuksessa poistettavien puiden kokoa voidaan tosin lisätä huomattavasti suunnitelmallisella metsänviljelyllä ja luonnontaimiston varhaisella voimakkaalla käsittelyllä, mutta tällöinkin on ongelma edelleen – joskin lieventyneenä – jäljellä.

Tunnusomainen piirre puunkorjuun kannalta on edelleen *vähäinen harvennuskertymä* hehtaaria kohden. Kun nuoret metsiköt ovat Suomessa kaiken lisäksi pienialaisia, jää myös leimikosta saatava kokonaiskertymä yleensä alhaiseksi. Molemmat mainitut näkökohdat kohottavat puunkorjuun yksikkökustannuksia ja heikentävät koneellistamisedellytyksiä, mikäli pidetään kiinni siitä, että nuoren metsikön harvennuksessakin sen hoitoluonteesta huolimatta olisi jätävä kantorahaa.

Ongelmista huolimatta kehitys näyttää joka tapauksessa olevan johtamassa siihen, että kaikki metsässä suoritettava työ tullaan ennemmin tai myöhemmin koneellistamaan. Tämä tekee välttämättömäksi tasasuhtaisen kompromissin löytämisen metsänhoidollis-puuntuotannollisten ja puunkorjuuteknisten näkökohtien välillä erityisesti puuston ensiharvennuksessa. Toinen vaihtoehto on se, että harvennukset jätetään kokonaan suorittamatta tai että ensiharvennus lykätään metsänhoidollisista näkökohdista piittaamatta niin pitkälle, että koneellistaminen käy normaalin kannattavaksi. Kaiken kaikkiaan syntyy koko joukko kysymyksiä tai kysymysryhmiä, joihin olisi kyettävä vastaamaan ennen kuin koneellistamispäätöksiä tehdään. Tärkeimpiä niistä lienevät seuraavat.

1. Voitaisiinko ensiharvennuksesta sen edellä

kaavailussa metsänhoidollisessa mielessä kokonaan luopua? Mikä merkitys metsänhoidollisesta ensiharvennuksesta luopumisella olisi puuntuotannon määrään, rakenteeseen ja arvoon? Voitaisiko siirtyä peräti ns. "harvennuspäätöseen" metsätalouteen, jossa ainoa hakkuutoimenpide on päätehakkuu?

2. Jos nuoren metsän metsänhoidollista harvennusta voidaan pitää perusteltuna, kuinka myöhäiseen puuston kehitysvaiheeseen se voidaan puunkorjuun ongelmien helpottamiseksi

siirtää menettämättä mitään olennaista puuntuotannon määrässä ja arvossa?

3. Kuinka voimakkaana nuoren metsikön harvennus voidaan suorittaa aiheuttamatta pitkällä tähtäyksellä kielteisiä puuntuotannollisia seurauksia?

Käsillä oleva tutkimus pyrkii antamaan valaistusta mm. näihin metsänkasvatusongelmiin istutettujen ja yleensä suunnitelmallisesti hoidettujen kuusikoiden näkökulmasta.

## TUTKIMUSAINEISTO

### Tutkimusmetsiköt

Tutkimusaineisto käsittää 5 istutuskuusikkoa, jotka sijaitsevat Kymin Osakeyhtiön omistamalla Nynäsin metsäalueella Heinolan läheisyydessä.

Metsätyyppiasteikossa tutkimusmetsiköt sijoittuvat hyvän mustikkatyyppin ja hyvän käenkaali-mustikkatyyppin väliselle vaihtelualueelle. Pituusboniteetti, jolla tarkoitetaan puuston valtapituutta metreinä 100 vuoden iällä (vrt. VUOKILA 1971), vaihtelee HÄGGLUNDIN



Kuva 1. Ns. Evätmäen istutuskuusikko (koealasarja 1) syksyllä 1939. Metsikkö perustettiin v. 1926 tiheähkön koivuverhoppuuston alle 2+2-vuotisin taimin. V. 1935 hakattiin pinotavara haloiksi ja jätettiin arvokoivut kasvamaan. Kuva Erik Roos. Kymin Osakeyhtiön metsäosaston valokuva-arkisto. *Fig. 1. The plantation of Evätmäki (sample plot series 1) in the autumn 1939. The plantation was established under a dense birch shelter with 2+2-year-old plants in the year 1926. In 1935 there was a firewood cutting in birch leaving the valuable individuals only to grow. Foto Erik Roos. Courtesy of Kymin Osakeyhtiö.*



Kuva 2. Evätmäen kuusikko (vrt. kuva 1) kesällä 1949. Ylispuukoivut poistettiin talvella 1947–48. Kuva Harry Willman. Kymin Osakeyhtiön metsäosaston valokuva-arkisto.  
*Fig. 2. The plantation of Evätmäki (cf. Fig. 1) in the summer 1949. The birch shelter was removed in the winter 1947–48. Foto Harry Willman. Courtesy of Kymin Osakeyhtiö.*

(1972) tarkistettua luokitusta käyttäen rajoissa 27–30 m. Kysymys on suomalaisittain hyvistä kasvupaikoista. Maalaji on moreeni.

Metsiköt istutettiin vuosien 1926–36 kuussa 2+2-vuotisin paljasjuurisoin taimin tiheähkön koivuverhokuuston alle. Istutusväli oli 1.8 x 1.8 m, mikä vastaa n. 3100 tainta hehtaarilla.

Vuosikymmenen kuluttua istutuksesta käsiteltiin verhokuustoa ja jätettiin vain arvuut kasvamaan (vrt. kuva 1, s. 7). Runsaan vuosikymmenen kuluttua tästä poistettiin verhokuusto lopullisesti kookkaaksi käyneen taimiston päältä (vrt. kuva 2). Työmiehet olivat tottuneita ja huolellisia, ns. yhtiön vakinaisia hakkuumiehiä. Mainittakoon, että esim. oksaisista tienvarsi- ja puista osa karsittiin pystyyn ja vedettiin kaadettaessa köyden kanssa taimirivien väliin. Kaiken kaikkiaan kuusijakso ei liene kärsinyt olennaisesti koivuylispuista ja niiden poistamisesta.

Taimistoa perattiin useaan otteeseen. Kuitenkin oli koelasarjoja perustettaessa parhaimmilla kasvupaikoilla kasvavissa metsiköissä runsaasti lehtipuusekoitusta, koivua ja leppää. Nämä olivat tosin silmin nähden alistetussa ase-

massa. Pääpuulajin kannalta lienevät merkityksellisempiä vähäinen mäntysekoitus, jota esiintyy edelleen koelametsiköissä 1, ja muutamat lehtikuuset koelasarjalla 2.

Verhokuuston poistoa ja taimiston perkausta lukuun ottamatta tutkimusmetsiköissä ei oltu suoritettu puuston käsittelyä ennen koelasarjojen perustamista. Taulukosta 1 ilmenevä runkoluvun alhaisuus istutustiheyteen verrattuna johtuneekin hyvälle kasvupaikoille ominaisesta runsaasta varhaiskuolleisuudesta, joka ei ole ollut kuitenkaan aukkoja muodostavaa.

Koelasarjojen perustamishetkellä metsiköt olivat kiireisen ensiharvennuksen tarpeessa.

#### Koelasarjat

Tutkimusmetsiköihin perustettiin vuosina 1961–62 kestokoelasarjoja, joihin sisältyy 4 harvennuskäsittelyä 8 kertaa toistettuina. Koelaloja on siten 32 kpl, kaikki kooltaan 0.1 ha.

Tiedot koelasarjoista ja niiden yksittäisten koelalojen puustoista ennen ensimmäistä harvennusta ja sen jälkeen käyvät ilmi taulukosta 1.

Puuston ikä koelalojen perustamishetkellä oli

31–40 v. Alhaisin valtapituusarvo kokeita perustettaessa oli 13.0 m ja suurin 16.3 m. Hyväksyttävänä vaihteluna toistoon sisältyvien koealojen valtapituusarvojen välillä on yleisesti pidetty  $\pm 1.0$  m keskiarvon molemmiin puolin. Kaikki toistot (vrt. taul. 1) täyttävät tämän kasvupaikkaboniteettiin liittyvän yhtenäisyysvaatimuksen. Suurin vaihtelu on toistossa 1 a–d, missä valtapituuden ääriarvojen eroa on 1.8 m. Myönteisenä piirteenä on todettava, että muissa toistoissa kasvupaikka on selvästi tätä yhtenäisempi.

Pohjapinta-alan osalta on pohjoismaissa pidetty sallittuna  $\pm 9$  %:n vaihtelua toiston koealojen välillä. Käsillä olevan tutkimuksen toistot täyttävät yleensä tämän ja sitä tiukemmankin,

$\pm 7$  %:n, yhtenäisyysvaatimuksen. Poikkeuksena on toisto 5 a–d, missä koealan 5 d pohjapinta-ala on selvästi pienempi kuin mitä  $\pm 9$  %:n yhtenäisyysvaatimus sallisi. Toistot 3 a–d ja 4 a–d alittavat selvästi  $\pm 9$  %:n mutta ylittävät niukasti  $\pm 7$  %:n yhtenäisyysvaatimuksen. Kaiken kaikkiaan on koealojen puustopääoman vaihtelua pidettävä Suomen oloissa tyydyttävän vähäisenä.

Runkoluvun kysymyksessä ollen sallittuina vaihtelurajoina voidaan pitää  $\pm 15$  %. Kun otetaan huomioon vain havupuut, kaikki muut paitsi toisto 4 a–d täyttävät tämän yhtenäisyysvaatimuksen. Mainitun toiston poikkeavuus ei vaikuttane kuitenkaan olennaisesti sen vertailukelpoisuuteen muiden toistojen kanssa. Tosin

Taulukko 1. Tietoja koealoista ja niiden ensiharvennuksesta.

Table 1. Information on the sample plots and their treatment in the first thinning.

Metsikkö/ Koeala Stand/ Subplot	Käsittely Treatment	Ikä, v Age, years	H <sub>dom</sub>	Ennen harvennusta Before thinning					Poistuma Removal			Harvennuksen jälkeen After thinning		
				N					N	G	V	N	G	V
				H	L	Σ	G	V						
1/a	1	40	15.3	2110	—	2110	29.3	197.1	530	3.5	20.4	1580	25.8	176.7
b	0	40	13.5	2360	—	2360	27.0	165.8	—	—	—	2360	27.0	165.8
c	3	40	14.5	2100	—	2100	28.9	186.8	1080	10.5	62.4	1020	18.4	124.4
d	2	40	15.0	1930	—	1930	30.7	211.0	810	8.4	53.6	1120	22.3	157.4
e	3	40	15.0	2440	—	2440	30.6	204.5	1350	12.3	76.9	1090	18.3	127.6
f	0	40	15.0	2250	—	2250	30.5	191.0	—	—	—	2250	30.5	191.0
g	1	40	13.8	2320	—	2320	28.9	186.1	690	3.6	19.5	1630	25.3	166.6
h	2	40	14.6	2560	—	2560	30.2	196.5	1280	8.6	49.7	1280	21.6	146.8
i	0	40	13.0	1920	—	1920	22.4	131.1	—	—	—	1920	22.4	131.1
j	2	40	13.0	1950	—	1950	24.2	144.2	800	5.6	30.2	1150	18.6	114.0
k	3	40	13.9	1840	—	1840	23.1	140.7	1040	9.2	53.1	800	13.9	87.6
l	1	40	13.8	1950	—	1950	22.9	136.7	450	2.3	11.4	1500	20.6	125.3
2/a	1	31	14.8	2530	710	3240	30.5	185.4	920	2.9	13.5	2320	27.6	171.9
b	0	31	15.2	2580	400	2980	31.6	193.4	—	—	—	2980	31.6	193.4
c	3	31	14.1	2510	870	3380	31.8	185.8	2040	11.9	64.1	1340	19.9	121.7
d	2	31	15.0	2500	910	3410	33.4	211.2	1690	9.0	51.8	1720	24.4	159.4
3/a	1	36	15.7	2460	290	2750	28.3	164.7	650	2.6	12.7	2100	25.7	152.0
b	3	36	15.5	2260	250	2510	25.5	158.8	1570	9.0	50.1	940	16.5	108.7
c	2	36	15.8	2290	190	2480	25.6	164.8	1370	7.0	38.5	1110	18.6	126.3
d	0	36	16.2	2420	110	2530	30.1	188.0	—	—	—	2530	30.1	188.0
e	2	36	16.0	2250	—	2250	29.0	198.8	1090	8.6	54.5	1160	20.4	144.3
f	0	36	16.1	2260	170	2430	28.5	191.6	—	—	—	2430	28.5	191.6
g	1	36	15.7	2050	—	2050	30.0	193.0	620	2.5	11.8	1430	27.5	181.2
h	3	36	16.2	2150	—	2150	28.9	192.8	1290	11.4	71.6	860	17.5	121.2
4/a	2	37	16.3	2620	240	2860	31.7	214.9	1390	8.5	49.7	1470	23.2	165.2
b	1	37	15.0	2090	80	2170	26.7	182.4	550	2.6	14.6	1620	24.1	167.8
c	3	37	15.6	1930	190	2120	30.4	211.3	1160	10.9	72.6	960	19.5	138.7
d	0	37	15.1	1760	300	2060	28.8	194.4	—	—	—	2060	28.8	194.4
5/a	0	32	14.0	3400	140	3540	31.9	184.2	—	—	—	3540	31.9	184.2
b	2	32	14.0	2940	190	3130	29.9	189.7	1470	9.0	53.7	1660	20.9	136.0
c	3	32	14.8	3150	610	3760	28.9	187.9	2220	11.8	70.8	1540	17.1	117.1
d	1	32	14.0	3150	—	3150	21.6	131.7	490	1.5	7.3	2660	20.1	124.4

Selityksiä — Explanations: H<sub>dom</sub> = valtapituus/dominant height, m; N = runkoluku/number of stems per ha; H = havupuut/coniferous species; L = lehtipuut/deciduous species; G = pohjapinta-ala hehtaarella/basal area per ha; V = k-m<sup>3</sup>/ha kuorineen/over-bark volume of stem wood per ha, cu. m.

on todettava, että kyseisen koealasarjan poikkeavuutta osoittaa myös taulukko 3 (s. 12), missä esitetään käyttörunkojen lukumäärän vaihtelu kokeiden aloitustilanteessa. Myös koealasarja 5 poikkeaa näin tarkastellen muusta aineistosta.

### Puuston käsittely

Koealasarjoja v. 1961–62 perustettaessa sovellettiin puuston käsittelyssä neljää astetta, joiden tarkoituksena oli saattaa puusto pohjapinta-alalla mitaten toisistaan selvästi poikkeaviin pääomatasoihin seuraavasti:

Käsittelyn tunnus	Käsittelyn voimakkuus	Poistettu pohjapinta-alasta, %	Jäljelle jäänyt pääomataso, %
0	käsittelymätön	0	100
1	lievä	10	90
2	voimakas	25	75
3	erittäin voimakas	40	60

V. 1966–67, 5 kasvukauden jälkeen, suoritettiin mittaus ja uusi harvennus, jolla pyrittiin palauttamaan kunkin koealan puustopääoma ensiharvennuksessa suunnitellulle tasolle. Kun kysymyksessä oli lähinnä erilaisesta kasvusta aiheutuneen pääomatasomuutoksen korjaus, harvennus muodostui lieväksi kaikissa käsittelyasteissa.

V. 1973–74 suoritettiin jälleen mittaus, jonka yhteydessä tapahtui myös 6 toiston koealojen puiden kartoitus. Samalla suoritettiin jälleen harvennus, jossa pääoman porrastusta jossain määrin jyrkennettiin aikaisemmasta.

Suoritettujen mittausten perusteella tunnetaan koealojen puuston kehitys kahdelta jaksolta, 5-vuotiskaudelta ensiharvennuksen ja 7-vuotiskaudelta toisen, edellistä lievemmän harvennuksen jälkeen. Kaiken kaikkiaan tunnetaan puuston kehitys ja puuntuotanto 12-vuotiskaudelta käsittelyporrastuksen aloittamisesta. Viimeiseltä 7-vuotiskaudelta tunnetaan lisäksi puiden sijainti 6 toiston koealoilla, mikä tekee mahdolliseksi yksittäisten puiden kasvun analysoinnin.

Tiedot ensiharvennuksessa v. 1961–62 eri koealoilla poistetuista runkoluvuista, pohjapinta-aloista ja kuutiomääristä käyvät ilmi taulukosta 1 (s. 9), josta ilmenee myös se, millainen puusto on jäänyt jäljelle käsittelyn jälkeen.

V. 1966–67 suoritetusta toisesta harvennuksesta ei esitetä yhtä yksityiskohtaista selvitystä. Taulukosta 2 käy kuitenkin ilmi koko aineiston keskiarvona, kuinka paljon on poistettu pohjapinta-alaa sekä runkopuuta ja käyttöpuuta hehtaaria kohden suoritetuissa harvennuksissa. Käyttöpuun minimivaatimuksena on ollut tällöin 6 cm kuoren päältä pölkyn latvasta.

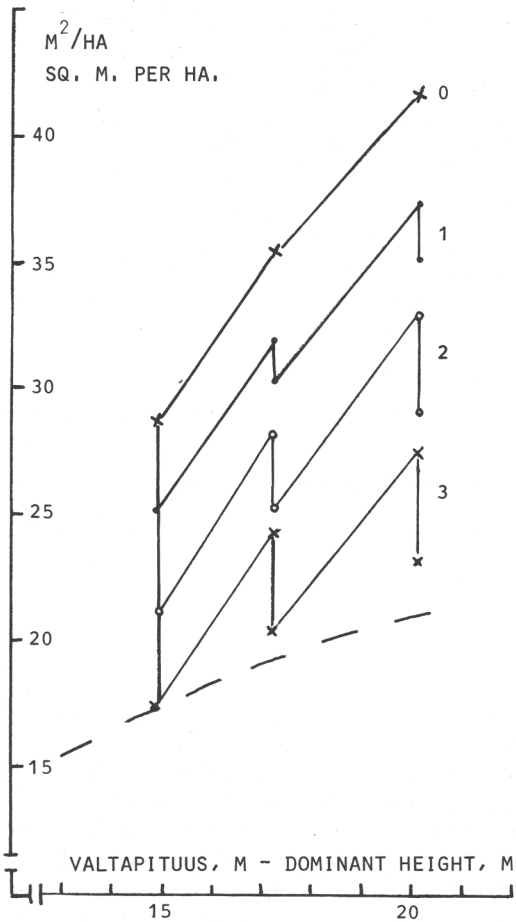
Taulukko 2 osoittaa, että kokeet sisältävät erittäin suuren käsittelyvaihtelun. Kaksi voimakkainta käsittelyä ovat sellaisia, että ne kertymän puolesta tyydyttävät hyvin myös koneellistamisen vaatimukset. Voimakkaimmassa käsittelyssä on poistettu yhteensä 85.8 m<sup>3</sup>/ha käyttöpuuta, mitä voitaisiin pitää – mikäli se tapahtuisi yhdellä kerralla – sovinnaiset rajat ylittävänä äärimmäiskäsittelynä.

Kuva 3 on kaavamainen esitys pohjapinta-alan kehityksestä kokeiden kestäessä koko aineiston keskiarvona. Vertailutasona on keskusmetsäeurojen vastaava harvennusohje. Kuvan mukaan käsittelyasteet muodostavat toisistaan selvästi erottuvia kokonaisuuksia, jotka ulottu-

Taulukko 2. Harvennuksissa poistetut keskimääräiset puumäärät.

Table 2. Average amounts of wood removed in thinnings.

Harvennuskerta <i>Thinning no.</i>	Käsittely – Treatment		
	1	2	3
	Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha – <i>Basal area, sq.m. per ha.</i>		
1. (1961–62)	2.7	8.1	10.9
2. (1966–67)	1.4	2.6	4.1
Yht. – Total	4.1	10.7	15.0
	Runkopuuta, k-m <sup>3</sup> /ha – <i>Stem wood, cu.m. per ha.</i>		
1.	13.9	47.7	65.8
2.	8.5	18.9	30.5
Yht. – Total	22.4	66.6	96.3
	Käyttöpuuta (6+ cm), k-m <sup>3</sup> /ha k:neen – <i>Industrial wood (over 6 cm. top diam.), cu.m. per ha.</i>		
1.	10.2	40.4	56.6
2.	7.2	17.7	29.2
Yht. – Total	17.4	58.1	85.8



Kuva 3. Puuston pohjapinta-alan kehitys eri käsittelyasteissa vertailukäyränä yksityismetsätalouden valvonnassa sovellettu keskusmetsälautakuntien harvennusmalli. Piirroksessa näkyy myös v. 1973–74 suoritettu kolmas harvennus. Fig. 3. The development of basal area per ha in accordance with the different treatments compared with the thinning model generally applied in practice in Finland. The third thinning carried out in 1973–74 is also included.

5 vuoden väliajoin. Tosin tämä vastaa valtapituuden kehityksessä 2.3–2.4 m, mikä harvennusvälinä on varsin normaali.

Käsittelyn voimakkuutta havainnollistavat myös runkoluvut, jotka on harvennuksissa jätetty pystyyn. Kun on sovellettu alaharvennusta, on runkoluvun porrastus muodostunut suureksi. Seuraavaan asetelmaan sisältyvät käsittelemättömillä koealoilla vain elossa olevat havupuut.

Harvennus- kerta	Käsittelyaste			
	0	1	2	3
	Keskim. runkoluku harv. jälkeen, kpl/ha			
1. harvennus	2369	1855	1334	1069
2. harvennus	2295	1671	1140	819

Erittäin voimakkaassa käsittelyssä on ensimmäisellä kerralla jäänyt 45 % ja toisen harvennuksen jälkeen 36 % käsittelemättömien koealojen elävän istutetun puuston runkoluvusta.

vat maksimaalista tasosta jokseenkin täsmällisesti yksityismetsätalouden valvonnassa sovellettuun vaatimustasoon asti. Käytännöstä poikkeavaa on kahden harvennuksen suorittaminen

### KÄYTTÖRUNKOJEN LUKUMÄÄRÄ ENNEN ENSIHARVENNUSTA

Ennen kuin ryhdytään käsittelemään harvennuksen vaikutusta nuoren istutuskuusikon kehitykseen, on aiheellista tarkastella ns. käyttörunkojen lukumäärää kokeiden perustamisheikellä, keskimäärin 15 m:n valtapituusvaiheessa. Niin voidaan saada tietoa, josta on hyötyä istutustiheyttä ja taimiston käsittelyn voimakkuutta harkittaessa. Tarkastelua varten viitataan taulukkoon 3.

Kiireisen ensiharvennuksen tarpeessa olevissa

Nynäsin istutuskuusikoissa on keskimäärin 15 m:n valtapituusvaiheessa todettu seuraavat määrät käyttörunkoja:

D <sub>1.3</sub> , cm	Kpl/ha	Ero, kpl/ha
6 +	2075	274
8 +	1801	356
10 +	1445	

Taulukko 3. Käyttörunkojen (havupuut) lukumäärä ja sen vaihtelu koelasarjoja perustettaessa v. 1961–62.

Table 3. Number of utilizable stems and its variation when establishing sample plot series in 1961–62.

Toisto Replication	Käyttörungon minimikoko, $d_{1.3}$ , cm – Minimum dbh. o.b., cm.		
	6	8	10
	Runkoluku, kpl/ha – Number of stems per ha. (vaihteluväli – variation range)		
1 a–d	2022 (1860–2210)	1900 (1780–1980)	1655 (1620–1680)
1 e–h	2167 (2070–2350)	1867 (1690–2090)	1517 (1240–1810)
1 i–l	1767 (1690–1820)	1652 (1580–1680)	1397 (1370–1440)
2 a–d	2230 (2160–2290)	1972 (1910–2040)	1578 (1540–1650)
3 a–d	1865 (1740–1880)	1457 (1350–1560)	1130 (1010–1180)
3 e–h	1837 (1770–1880)	1517 (1450–1590)	1212 (1120–1350)
4 a–d	1875 (1540–2320)	1688 (1400–2030)	1450 (1300–1550)
5 a–d	2835 (2680–3150)	2358 (1950–2760)	1622 (1240–1940)
Keskim. Average	2075	1801	1445

Ennen ensiharvennusta on 2075 puuta hehtaaria kohden saavuttanut 6 cm:n rinnankorkeusläpimitan tai enemmän. Näistä on 274 kpl/ha rinnankorkeusläpimitaltaan 6–8 cm, joista kertyy 3–4 m<sup>3</sup>/ha käyttöpuuta (keskikoko 12–14 l). Keskimäärin 356 kpl/ha on rinnankorkeudelta 8–10 cm, 32–34 l, käyttöpuun määrä 11–12 m<sup>3</sup>/ha.

Kun ajatellaan erityisesti ensiharvennuksen koneellistamista, ei ole tarkoituksenmukaista kasvattaa näin suurta määrää pienikokoisia runkoja, joiden korjuu tulee erittäin kalliiksi ja joista jää runsaasti hukkapuuta. Huomioon ottaen sen, mitä jäljempänä (s. 13) tullaan esittämään nuoren kuusikon reaktiokyvystä, ennen muuta pohjapinta-alan kasvusta erilaisissa tiheyksissä, on varmaa, että 6–8 cm:n runkojen

edustama käyttöpuumäärä, 3–4 m<sup>3</sup>/ha, siirtyisi myös istutustiheydellä 1800 kpl/ha kasvatettavaan taimistoon. On mahdollista, vaikka sitä ei nyt kysymyksessä olevalla aineistolla voida todistaa oikeaksi, että istutustiheydellä 1500–1600 kpl/ha olisi myös Nynäsin kuusikoissa saavutettu 15 m:n valtapituusvaiheeseen mennessä ainakin sama käyttöpuun tuotos kuin lähtörunkoluvulla 3100 kpl/ha, josta tosin varhaiskuolleisuus on vähentänyt 20–30 %.

Kun kysymyksessä on nimenomaan hyvän kasvupaikan istutuskuusikko, esitetyt luvut tukevat sitä nyttemmin jo laajalti omaksuttua käytäntöä, että metsänviljelyssä ja luonnon- taimiston käsittelyssä 2000 kpl/ha on korkein kasvatettavan puuston määrä. Siinäkin on ilmeisesti vielä 10–20 % riskivaraa.

## HARVENNUKSEN VAIKUTUS PUUSTON KASVUUN, TUOTOKSEEN JA TUOTTOON

### Valtapituuden kehitys

Valtapituuden kehitystä koko aineiston keskiarvona 12-vuotisen tutkimuskauden aikana

kuvaava seuraava asetelma. Valtapituus on laskettu normaaliin tapaan hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskiarvona.

Käsittely <i>Treatment</i>	Valtapiuus jakson alussa, m <i>Dominant height at the beginning of the 12-year period, m.</i>	Valtapiuus jakson lopussa, m <i>Dominant height at the end of the period, m.</i>	Ero, m <i>Difference, m.</i>
0	14.76	19.65	4.9
1	14.76	19.94	5.2
2	14.96	20.41	5.5
3	14.95	20.44	5.5

Yksittäisillä toistoillakin suunta on yllättävän johdonmukaisesti sama kuin asetelman esittämissä keskiarvoissa, jos kohta rinnakkaisten käsittelyiden välillä saattaa ero olla vastakkainenkin. Jokaisessa toistossa on voimakkaimmin käsittelyn puuston valtapiuuden lisäys ollut kuitenkin johdonmukaisesti suurempi kuin luonnontilaisella koelalalla.

Asetelmassa havaittavia eroja ja niiden merkitsevyyttä pohdittaessa on otettava kuitenkin huomioon mm. pystymittaukseen liittyvät virhemahdollisuudet, valtapiuuden laskennan eräät harkinnanvaraisuudet, jopa lähtövaltapiuuksien perusteella todettavissa olevat pienehköt kasvupaikkaerotkin. Näistä seikoista johtuu, että havaittujen erojen merkitsevyyttä ei voida tilastomatematisesti täsmällisesti todistaa.

Suoritettu vertailu antaa aiheen olettaa, että nuoren kuusikon voimakas harventaminen lisää jossain määrin puuston vallitsevimman osan pituuskasvua. Kasvun taantumisen pelko voimakkaan käsittelyn jälkeen on esitettyjen lukujen valossa aiheeton.

Varovaisuuteen antaa aihetta esitettyjen tulosten tulokinnassa se tosiseikka, ettei pohjoismaissa ole voitu osoittaa merkittävää pituuskasvun paranemista nuoren kuusikon harvennuksen jälkeen. Niinpä esim. tanskalaisen BRYNDUMIN (1974) viimeisimmän kuusikkotutkimuksen mukaan käsittely ei vaikuta valtapiuuden kehitykseen. Ruotsissa ERIKSSON (1965) tutki harvennuksen voimakkuuden ja harvennusvälin pituuden vaikutusta valtapiuuden kehitykseen laajan kestokoela-aineiston avulla. Hän totesi, että erittäin voimakkaat, harvoin toistuvat harvennukset lisäävät pituuskasvua ja kohottavat valtapiuutta suhteessa luonnontilassa olevaan puustoon. Hän päätteli kuitenkin, että tilastomatematisesti merkitsevä ero oli olemassa vain harvennettujen ja harventamattomien männiköiden välillä mutta että kuusikoissa ei vastaavaa eroa voida koela-aineiston perusteella osoittaa esiintyvän. Norja-

laisen BRANTSEGIN (1969) männiköiden kasvu- ja tuotostaulukoiden mukaan pituuskasvu on sitä suurempi mitä voimakkaammin puustoa käsitellään.

Männiköistä on siis olemassa aikaisempaa pohjoismaista näyttöä siitä, että harvennukset lisäävät pituuskasvua ja parantavat valtapiuuden kehitystä. Kuusen osalta tämä näyttö puuttuu. Nyt esitetyt tulokset ovat siten tässä mielessä uutta. Toisaalta ei ole perusteltua syytä olettaa, että kuusi ja mänty olisivat pituuskasvureaktiossaan erilaisia. Pikemmin voisi olettaa, että – jos eroa ylimalkaan on – kuusi kykenisi parantamaan pituuskasvuun herkemmin kuin mänty. Koska kuusikossa vaihtelu on yleensä huomattavasti suurempi kuin männikössä, pituuskasvureaktioiden toteaminen tilastomatematisin luotettavuusvaatimuksin on kuitenkin edellisessä vaikeampaa kuin jälkimmäisessä.

### Pohjapinta-alan kasvu

Pohjapinta-alan kasvusta 12-vuotiskautena ensiharvennuksen jälkeen antaa käsityksen seuraava asetelma.

Käsittely <i>Treatment</i>	Pohjapinta-alan kasvu, m <sup>2</sup> /ha <i>Basal area increment of the 12-year period, sq. m. per ha.</i>
0	14.3
1	14.3
2	14.3
3	14.0

Pohjapinta-alan kasvu hehtaaria kohden on eri käsittelyasteissa keskimäärin niin samanlainen kuin se vaihtelevassa metsäluonnossa on ylimalkaan mahdollista. Asetelmasta näkyvä 2 %:n ero voimakkaimman käsittelyn ja muiden vaihtoehtojen välillä on tilastomatematisesti merkityksetön.

Selvää eroa ei ole havaittavissa liioin 12-vuotisjakson kahdella osajaksolla. Kuitenkin on ensimmäisen 5-vuotisjakson pohjapinta-alan kasvu ollut luonnontilaisilla koealoilla kaikista käsittelyasteista keskimäärin pienin ja sitä seuraavalla 7-vuotisjakson suurin. Tämä voi olla merkinä siitä, että karttuvan iän mukana voimakkaan käsittelyn stimuloiva vaikutus pohjapinta-alan kasvuun olisi vähitellen heikkenevässä. Tästä saadaan varmuus aikanaan kokeiden jatkomittauksista.

Kaiken kaikkiaan Nynäsin kokeet ovat vaakuuttavana todisteena siitä, että nuoren istutuskuusikon pohjapinta-alan kasvu on laajoissa rajoissa riippumaton kasvavan pääoman määrästä. Tulokset eivät anna täsmällistä vastausta siihen, kuinka voimakas ensiharvennus on mahdollinen ilman pohjapinta-alan kasvatappiota. Syynä tähän on se, että kokeisiin sisältyy kaksi 5 vuoden väliajoin suoritettua harvennusta. Esim. voimakaimmassa käsittelyasteessa on poistettu koikeita perustettaessa 40 % ja 5 vuoden kuluttua n. 17 % pohjapinta-alasta. On todennäköistä, että ensimmäisessä harvennuksessa olisi voitu poistaa 50 %, eikä seurauksena olisi ollut pohjapinta-alan kasvun pieneneminen, jos toinen harvennus olisi jäänyt suorittamatta.

Tämä oletamus sopii joka tapauksessa hyvin yhteen sen jo varsin vanhan tanskalaisen tutkimustuloksen (MØLLER 1954) kanssa, jonka mukaan hyvän kasvupaikan kuusikon puustopääoma voidaan laskea puoleen maksimista ilman kasvatappiota. Toisaalta on todettava, että rinnankorkeudelta mitattuun paksuuskasvun reaktioon voi sisältyä merkittävä määrä ”epäaitoa” lisäystä, jos asiaa tarkastellaan kuutiokasvun näkökulmasta. Puut keskittävät näet kasvuaan rungon tyviosaan vähentäen samalla kasvua korkeammalla, jos ne joutuvat voimak-

kaan ympäristönmuutoksen kohteiksi (vrt. VUOKILA 1960). Osa pohjapinta-alan kasvun reaktiosta voi siis johtua kaatumisvaaran aiheuttamasta runkomuodon heikkenemisestä. Pohjapinta-alan kasvun säilyminen ennallaan voimakkaasta ensikäsittelystä huolimatta lieneekin selitys siihen, ettei koemetsäkoissa ole sattunut minkäänlaisia myrskytuhoja. Tosin koealojen (= käsittely-yksiköiden) pieneneminen on toinen luonnontuhojen esiintymistodennäköisyyttä pienentävä tekijä Nynäsin tutkimusalueella.

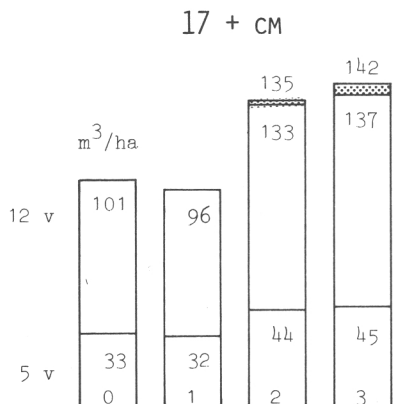
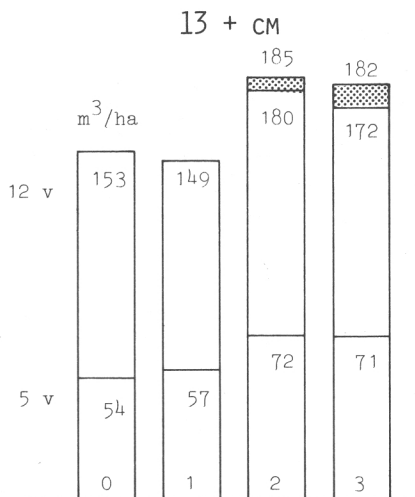
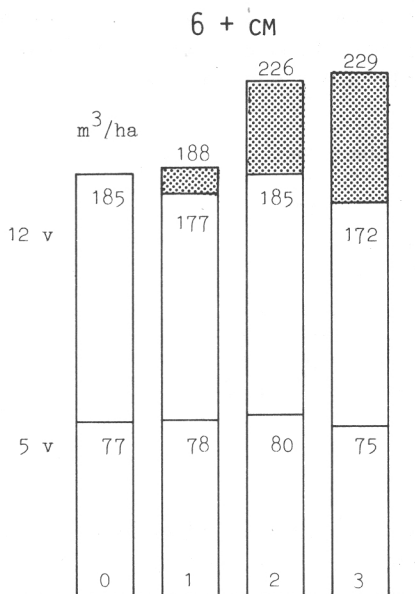
Kuvan 3 (s. 11) mukaan voimakkain käsittely vastaa yksityismetsätalouden valvonnassa suositeltua pohjapinta-alatasoa harvennuksen jälkeen. Kun istutuskuusikot ovat keskitasoa selvästi tasaisempia, voidaan ko. harvennusohjeita pitää varsin turallisina suomalaisissa kuusikoissa yleensä ja etenkin luontaisesti syntyneissä.

#### Käyttöpuun tuotos

Käyttöpuulla tarkoitetaan seuraavassa sitä rungonosaa, joka täyttää kuoren päältä mitaten tietyn vähimmäisläpimitan. Järeyskehityksen kuvaamiseksi sovelletaan seuraavassa kolmea käyttöpuun minimivaatimusta, 6, 13 ja 17 cm. Näistä ensimmäinen (6 cm) on runkopuun korjuun yhteydessä normaalisti sovellettu pölkyn minimiläpimitä, keskimääräinen (13 cm) edustaa tukkiosan vähimmäisvaatimusta ja viimeinen (17 cm) korkea tukkipuun minimivaatimustasoa.

Käyttöpuun tuotos ensiharvennusta seuraavana 12-vuotiskautena käy ilmi seuraavasta asetelmasta, jonka lukuihin sisältyy myös toisessa harvennuksessa poistettu puumäärä (vrt. myös kuva 4).

Käsittely <i>Treatment</i>	Käyttöpuun minimivaatimus, cm <i>Minimum top diameter, cm.</i>		
	6	13	17
	Tuotos, k-m <sup>3</sup> /ha k:neen (%) <i>Yield, cu. m. per ha. (per cent)</i>		
0	185 (100)	153 (100)	101 (100)
1	177 ( 96)	149 ( 97)	96 ( 95)
2	185 (100)	180 (118)	133 (132)
3	172 ( 93)	172 (112)	137 (136)



Kuva 4. Käyttöpuun tuotos ensimmäisenä 5-vuotiskautena (varjostamaton pylvä, alaosa) ja koko tutkittuna 12-vuotiskautena (koko varjostamaton pylvä) sekä ensiharvennuskertymä (varjostettu) eri käsittelyasteissa vaihtelevin käyttöpuun minimivaatimuksin.

Fig. 4. The yield of industrial wood during the first 5-year period (unhatched column, lower part) and the 12-year period (total unhatched column) plus the amount of wood removed in the first thinning (hatched) in the different treatments and with varying minimum requirements for industrial wood.

Mikäli minimivaatimuksena pidetään 6 cm:n latvaläpimittaa kuoren päältä, pienin käyttöpuun tuotos on kokeissa saavutettu voimakkaimmalla käsittelyllä. Kuitenkin myös lievää käsittelyä vastaava tuotosluku on alhainen, mikä johtuu osaksi yhden poikkeuksellisen koelan mukanaolosta (vrt. s. 9). Asetelmassa havaittavat erot eivät ole kuitenkaan miltään osin tilastomatematisesti merkitseviä.

Sikäli kuin katsotaan voimakkaamman käsittelyn aiheuttaneen vähäistä tuotostappiota, se ajoittuu lähinnä 12-vuotisjakson jälkimmäiselle osalle, kuten kuva 4 osoittaa. Tämä on sopu-soinnussa esim. CARBONNIERIN (1974) tunnettujen Ätvidabergin kokeiden antamien tulosten kanssa.

Jos käyttöpuun minimi asetetaan 13 cm:iin, havaitaan, että voimakas käsittely on lisännyt tuotosta 18 % ja erittäin voimakas 12 % suhteessa käsittelemättömään puustoon. Vastaavat lisäysprosentit 17 cm:n minimivaatimuksella ovat 32 ja 36. Voimakkaamman käsittelyn järeysuhteita parantava vaikutus on siten taloudellisesti erittäin huomattavaa suuruusluokkaa.

Edellä esitetyt prosenttiluvut eivät kuitenkaan kerro koko totuutta nuoren kuusikon ensiharvennuksen merkityksestä. On perusteltua päätellä, että myös ensiharvennuksessa poistettu puu on luettava toimenpiteestä saatavaan hyötyyn. Ensiharvennuskertymä on tosin aikaisempaa tuotantoa ja poissa jäljelle jäävästä pääomasta, mutta se ei pienennä päätehakkuussa läsnä olevaa elävää puustopääomaa suhteessa "harvennusvapaaseen" vaihtoehtoon. Ensiharvennuksessa poistetut puut ovat näet niitä, jotka kuolevat ennen päätehakkuuta itseharvennemisen seurauksena käsittelemättömissä metsiköissä. Ne vievät itse asiassa tällöin mukanaan

merkittävästi suuremman kuutiomäärän kuin mitä niihin sisältyy ensiharvennushetkellä.

Jos ensiharvennuksen jälkeen jääneen puus-

ton 12-vuoden tuotokseen lisätään ensiharvennuskertymä, saadaan seuraavan asetelman osoittamat luvut (vrt. myös kuva 4).

Käsittely <i>Treatment</i>	Käyttöpuun minimivaatimus, cm <i>Minimum top diameter, cm.</i>					
	6		13		17	
	k-m <sup>3</sup> /ha (%) – <i>cu.m. per ha (per cent)</i>					
0	185	(100)	153	(100)	101	(100)
1	188	(102)	149	(97)	96	(95)
2	226	(122)	185	(121)	135	(134)
3	229	(124)	182	(119)	142	(141)

Näin päätellen voimakas ensiharvennus merkitsee n. 40 k-m<sup>3</sup>:n lisäystä kiertoajan kuluessa tuotetun, latvaläpimitaltaan 6 cm täyttävän käyttöpuun tuotoksessa. Vastaavasti hyvän kasvupaikan istutuskuusikko tuottaa 12 vuoden kuluessa voimakkaan ensiharvennuksen jälkeen n. 30 k-m<sup>3</sup>/ha enemmän yli 13 cm:n ja 35–40 k-m<sup>3</sup>/ha enemmän yli 17 cm:n käyttöpuuta suhteessa käsittelemättömään puustoon. Tukkipuun tuotoksen lisäys saattaa jatkossa vielä tehostua, mutta sen voivat osoittaa vasta uudet mittaukset tulevaisuudessa. Kaiken kaikkiaan voimakas ensiharvennus on erittäin merkityksellinen puuston järeyssuhteiden parantaja ja sitä kautta puuston arvokasvun kohottaja.

Järeyssuhteiden kehityksestä antaa käsityksen myös seuraava asetelma, jossa esitetään käyttörunkojen keskikoko välittömästi ensiharvennuksen jälkeen sekä 12 vuoden kuluttua tästä. Tähän väliin sattuu toinen harvennus, joten kysymys ei ole yksinomaan ensiharvennuksen vaikutuksesta.

Käsittely	Käyttöpuun minimi, cm			
	6		17	
	Keskikoko, l			
0	80	166	125	199
1	87	212	127	217
2	106	272	120	230
3	110	330	129	270

Käyttörunkojen (6 + cm) keskikoko on 12-vuotiskauden päättyessä voimakkaimmin käsitellyssä puustossa 2-kertainen suhteessa käsittelemättömään. 17 cm:n minimivaatimuk-

sen täyttävän tukkirungon keskikoko on äärimmäiskäsittelyssä 36 % suurempi kuin luonnon-tilaisessa.

#### Arvon kehitys

Arvoa ja arvokasvua koskevissa laskelmissa on sovellettu Heinolan mlk:n kolmen viimeisen hankintakauden kantohintoja, jotka kattavat varsin laajan vaihtelun. Tukkipuun minimivaatimuksen ollessa 13 cm on kantohintaa alennettu 10 %.

Kantohinta- vaihtoehto <i>Stumpage</i> <i>price</i> <i>alternative</i>	Tukkipuu <i>Saw timber</i> 17+ cm	Tukkipuu <i>Saw timber</i> 13+ cm	Kuitupuun <i>Pulpwood</i> 6+ cm
	Kantohinta, mk/m <sup>3</sup> k:n <i>Stumpage price, Fmks/cu.m. o.b.</i>		
A	100		30
B		90	30
C	50		25
D		45	25
E	100		60
F		90	60

Samoja kantohintalukuja on käytetty kaikkia käsittelyasteita koskevissa laskelmissa. Tulokset suosivat näin ollen – mm. puunkorjuun kustannuseroista johtuen – lievempiä käsittelyitä voimakkaampien kustannuksella. Seuraava asetelma sisältää ensiharvennuksen jälkeen jääneen puuston 12 vuoden arvokasvun lisäksi 3 %:n koron harvennuksissa metsästä irrotetulle pääomalle.

Kantohintavaihtoehto Stumpage price alternative	Käsittely Treatment			
	0	1	2	3
	mk/ha (%) – Fmks/ha. (per cent)			
A	12 630 (100)	12 539 (99)	15 587 (123)	15 915 (126)
B	14 753 (100)	14 441 (98)	17 097 (116)	16 791 (114)
C	7 155 (100)	7 097 (99)	8 516 (119)	8 584 (120)
D	7 694 (100)	7 572 (98)	8 796 (114)	8 670 (113)
E	15 150 (100)	15 024 (99)	17 756 (117)	17 796 (117)
F	15 707 (100)	15 472 (99)	17 845 (114)	17 530 (112)

Kuva 5, johon sisältyvät vain hinnoitusvaihtoehdot A, C ja E, antaa lisäksi käsityksen siitä, mikä osuus omaisuuden arvon lisäyksestä on jäljelle jääneen puuston arvokasvua ja mikä taas harvennustulon korkoa. Mitä korkeampi on kuitupuun hinta suhteessa tukkipuuhun, sitä enemmän asetelmassa havaittavat erot johtuvat korkotulosta, sillä ensiharvennuskertymä on

miltei kokonaisuudessaan kuitupuuta.

Jos lähdetään siitä, että ensiharvennus ei alenna päätehakuussa läsnä olevaa puupääomaa suhteessa käsittelemättömään puustoon, ensiharvennustulo voidaan lisätä puuston arvokasvua ja korkotuloja yhteisesti esittävän asetelman lukuihin. Tällöin saadaan seuraavat luvut.

Kantohintavaihtoehto Stumpage price alternative	Käsittely – Treatment			
	0	1	2	3
	mk/ha (%) – Fmks/ha. (per cent)			
A	12 630 (100)	12 866 (102)	16 960 (134)	17 987 (142)
B	14 753 (100)	14 780 (100)	18 595 (126)	19 122 (130)
C	7 155 (100)	7 360 (103)	9 583 (134)	10 133 (142)
D	7 694 (100)	7 838 (102)	9 901 (129)	10 296 (134)
E	15 150 (100)	15 648 (103)	20 271 (134)	21 407 (141)
F	15 707 (100)	16 100 (103)	20 411 (130)	21 243 (135)

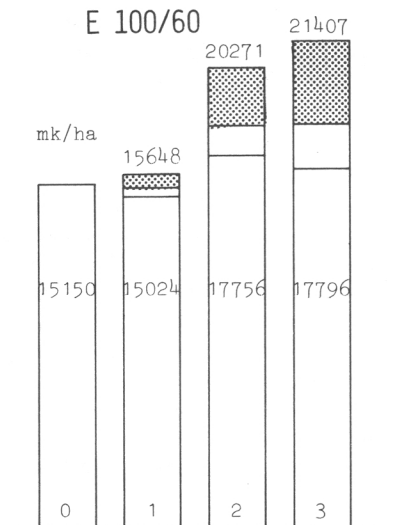
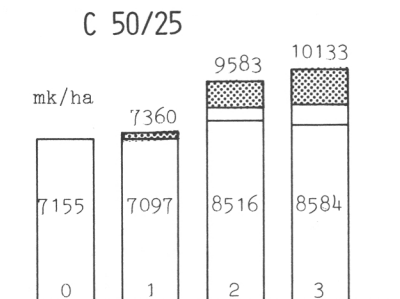
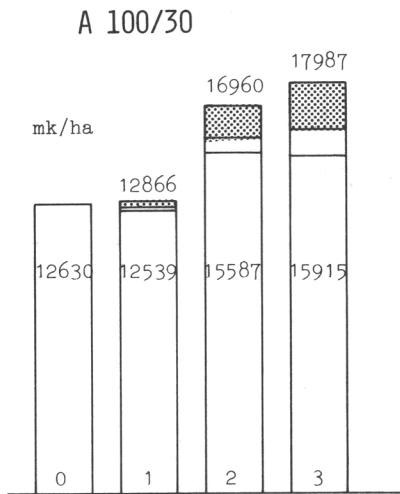
Asetelma osoittaa ensiksikin, että lievä harvennus ei kannata. Sitä vastoin nuoren istutuskuusikon voimakas harventaminen on esitettyjen lukujen valossa sekä liike- että kansantaloudellisesti erittäin kannattava toimenpide. Voimakkaan harvennuksen merkitys on sitä suurempi, mitä enemmän painoa pannaan tuotetun puun järeydelle.

Jos järeän puun minimivaatimuksena on 17 cm tukin latvasta (vaihtoehdot A, C ja E), tutkimuksessa sovellettu voimakkain käsittely merkitsee 41–42 %:n lisäystä omaisuuden ar-

vossa, johon sisältyy harvennuksen jälkeisen puuston arvokasvun ohella ensiharvennustulo ja sen korko 3 %:n mukaan 12 vuoden aikana. Jos minimivaatimus on 13 cm (vaihtoehdot B, D ja F), saavutettu hyöty on 30–35 %. Suoritettujen laskelmien mukaan voimakkain käsittely on siis taloudellisessa mielessä edullisin.

Voimakkailta käsittelyillä saavutettu hyöty hehtaaria kohden suhteessa luonnontilaiseen puustoon 12 vuoden aikana ja 3 %:n korkokannalla käy ilmi seuraavasta asetelmasta.

Käsittely Treatment	Kantohintataso – Stumpage price level					
	A	B	C	D	E	F
	Käsittelyn vaikutus, mk/ha – Treatment effect, Fmks/ha.					
2	4330	3842	2428	2207	5121	4704
3	5357	4369	2978	2602	6257	5536



Riippuen kantohintatasosta sekä tukki- ja kuitupuun hintasuhteista voimakkain tutkittu käsittely (3) on merkinnyt 12 vuoden aikana 2600–6300 mk:n taloudellista hyötyä hehtaaria kohden. Vastaava vaihtelualue tätä lievem-

Kuva 5. Puuston arvokasvu ja harvennustulojen korot (varjostamaton) 12-vuotiskautena ensiharvennuksen jälkeen sekä ensiharvennuskertymän raha-arvo (varjostettu) erilaisin kantohintavaihtoehtoin ja 3 %:n korkokantaa soveltaen.

Fig. 5. The value increment of remaining growing stock and the interest on the income from the first thinning (unhatched) plus the money yield of the first thinning (hatched) calculated on the basis of varying stumpage prices and presupposing a 3 % rate of interest.

mälle mutta kuitenkin edelleen suhteellisen voimakkaalle käsittelylle (2) on 2200–5100 mk/ha. Hyöty on siinä mielessä aliarvioitu, että puunkorjuussa saavutettavissa olevaa etua ei ole otettu huomioon.

Tutkimusaineisto koskee 12-vuotiskautta ensimmäisen harvennuksen jälkeen. Missä määrin käsittelyiden välinen ero säilyy tulevaisuudessa, jää myöhempien tutkimusten varaan. Ei ole kuitenkaan oletettavaa, että ero ainakaan pieneneisi. Tulevaisuuden selvitysten varaan jää myös päätelmä, missä määrin kiertoajan lyhentämisen mahdollisuus vaikuttaa ekonomiseen tulokseen voimakkaita harvennuskäsittelyitä sovellettaessa.

#### Puiden kasvureaktiot

Harvennushakkuiden suorittaminen perustuu huomattavalta osalta siihen, että puut reagoivat laajentuneeseen kasvutilaan paksuuskasvuun lisäten. Metsänhoidon keskeisiä kysymyksiä on, missä määrin erilaisten puiden kasvua voidaan lisätä harvennushakkuin.

Tarkasteltavana olevan tutkimuksen kaikilla koealasarjoilla puut ovat olleet koko ajan numeroituja. Tämä on tehnyt mahdolliseksi seurata kunkin puun kehitystä erikseen. Lisäksi tunnetaan jokaisen puun sijainti viimeisen 7-vuotiskauden aikana 6 toistolla, ts. 24 koealalla. Näin on tiedossa pääosassa aineistoa myös se ympäristö, jossa jokainen puu on kasvanut tutkimuskauden loppujakson. Edellytykset puiden kasvureaktioiden yksityiskohtaiseen analysointiin ovat täten olemassa. Nyt keskitytään kuitenkin vain muutamien näkökohtien esittämiseen keskiarvolaskelmien avulla. Lämpimän kasvua koskevat laskelmat perustuvat 2470 puuhun. Kuutiokasvun tarkastelussa on mukana 598 puuta.

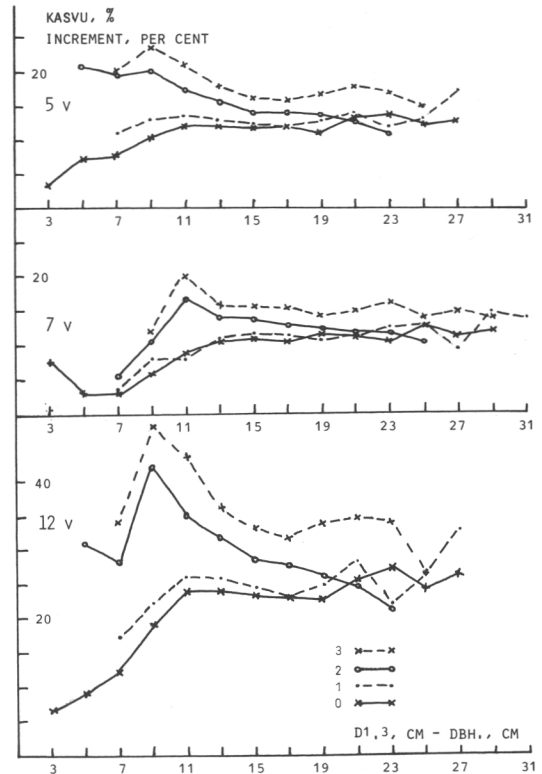
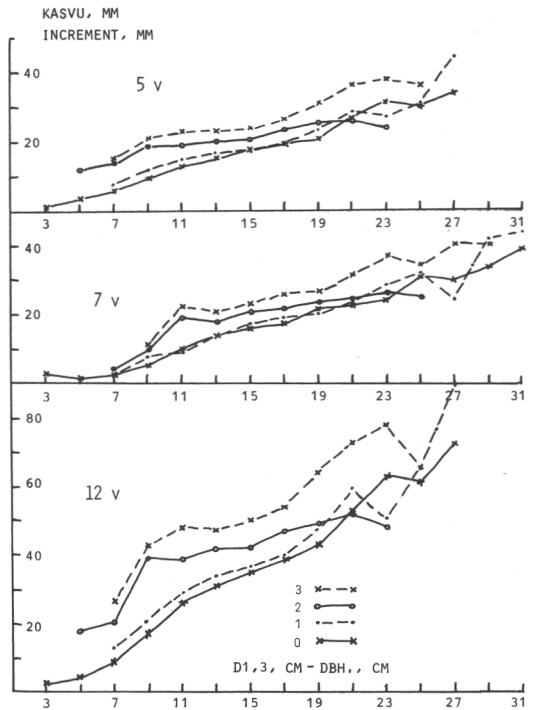
Kuva 6. Erikokoisten puiden läpimitan kasvu ensimmäisenä 5-vuotiskautena, sitä seuraavana 7-vuotiskautena ja näiden muodostamana 12-vuotiskautena eri käsittelyasteissa.

Fig. 6. The diameter increment of trees of varying sizes during the first 5-year period, during the 7-year period following that and during the total 12-year period studied in different treatments.

Kuva 6 esittää erikokoisten puiden absoluuttista paksuuskasvua ensimmäisellä 5-vuotiskaudella, tätä seuraavalla 7-vuotiskaudella ja näiden muodostamalla 12-vuotiskaudella. Puun koko on kuvassa ilmaistu läpimittana jakson alussa. Tästä syystä 12-vuotiskauden kasvua ei saada laskemalla 5- ja 7-vuotiskausien kasvut yhteen.

Lievä käsittely (1) on vaikuttanut, kuten odottaa saattaa, vain niukasti jäljelle jääneiden puiden absoluuttiseen paksuuskasvuun. Vähäenkin reaktio on kadonnut 5 vuodessa. Voimakas käsittely (2) on vaikuttanut erittäin selvästi keskisuurten ja pienten puiden kasvuun, mutta järeät puut eivät ole hyötäneet käsittelystä. Erittäin voimakas käsittely (3) on johtanut kautta runkolukusarjan paksuuskasvun lisääntymiseen, jos kohta kaikkein järeimmässä tutkimusaineistoon kuuluvassa läpimittaluokassa reaktio tuskin eroaa merkitsevästi muissa käsittelyasteissa havaittavasta reaktiosta. Järeimpiä yksilöitä lukuun ottamatta paksuuskasvun reaktio äärimmäiskäsittelyn jälkeen on ollut kaikissa kokoluokissa absoluuttisesti samansuuruinen. Puut ovat luonnollisesti kuitenkin kasvaneet paksuutta sitä enemmän, mitä kookkaammasta puusta on kysymys.

Kuvassa 7 on esitetty kuvaa 6 vastaavat suhteelliset paksuuskasvut eri käsittelyasteiden vaihtelevan kokoisissa puissa. Kuva tuo korostetusti esille pienikokoisten puiden erinomaisen reaktiokyvyn nuoren istutuskuusikon ensiharvennuksen jälkeen. Parhaiten ovat reagoineet 9–11 cm:n läpimittaluokkiin kuuluvat puut, joiden



Kuva 7. Kuvan 6 esittämiä tietoja vastaava suhteellinen kasvu.

Fig. 7. The relative increment corresponding to the data in Fig. 6.

paksuuskasvu on enemmän kuin 2-kertaistunut erittäin voimakkaan käsittelyn (3) johdosta. Hyöty pienenee siirryttäessä paksumpiin läpimittaluokkiin päin, kunnes järeimmässä kokoluokassa ei paksuuskasvun paranemista voida havaita. Myös voimakas käsittely (2) on kiihdyttänyt nimenomaan pienikokoisten puiden suhteellista paksuuskasvua, eikä kookkaammilla puilla näytä olleen hyötyä harvennushakkuusta. Lievän käsittelyn metsänhoidollinen merkitysettömyys saa lisätukea kuvasta 7.

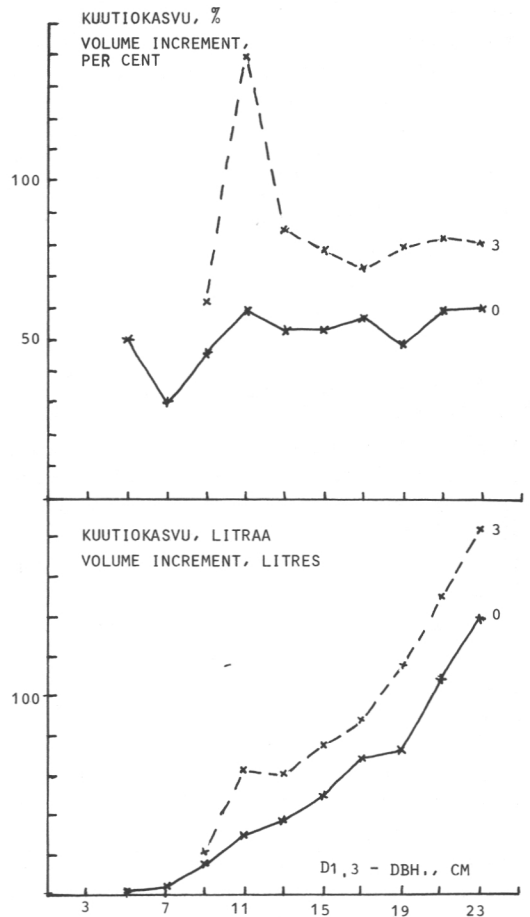
Kuvassa 8 on esitetty puiden absoluuttinen ja suhteellinen kuutiokasvu äärimmäistapauksissa, ts. luonnontilaisessa ja erittäin voimakkaasti käsitellyssä puustossa. Aineistosta puuttuvat järeimmät puuyksilöt, joissa edellä on todettu vain vähäinen paksuuskasvun reaktio erittäin voimakkaan käsittelyn jälkeen.

Kuvan mukaan absoluuttinen kuutiokasvu-reaktio on järeimmissä puissa noin 2-kertainen pienimpiin puihin verrattuna. Poikkeuksen muodostavat 11 cm:n paksuiset puut, joiden kuutiokasvureaktio on ollut likimain yhtä suuri kuin järeimpien puiden. Tästä syystä niiden suhteellinen kuutiokasvu on ollut aivan omaa suuruusluokkaansa. Kaiken kaikkiaan on paikallaan kiinnittää huomiota niihin mahdollisuuksiin, jotka liittyvät pienten puiden kasvu-reaktioon nuorena kuusikossa. Ilmiöllä voi olla huomattavaa taloudellista merkitystä nuorten metsiköiden käsittelyssä.

Tutkimuksen kuluessa on käynyt ilmi nuoren istutuskuusikon puuston hyvä reaktiokyky. Perimmäisenä syynä tähän on riittävä *latvus*. Latvuksen pituuden mittauksia on käsillä olevassa tutkimuksessa suoritettu vain tutkimusjakson lopussa, siis 12 vuoden kuluttua kokeen aloittamisesta. Keskimääräiset latvusprosentit on tällöin todettu seuraaviksi.

Käsittely	Latvuksen osuus puun pituudesta, %
0	54
1	58
2	63
3	69

Voimakkaan ja erittäin voimakkaan käsittelyn mukanaan tuoma voimakas kasvureaktio johtunee pääosin siitä, että niiden latvuksen



Kuva 8. Erikokoisten puiden absoluuttinen ja suhteellinen 12-vuotiskauden kuutiokasvu luonnontilaisissa ja erittäin voimakkaasti käsitellyissä puustoissa.

Fig. 8. The volume increment of trees of varying sizes during the 12-year period in untreated and very heavily thinned stands.

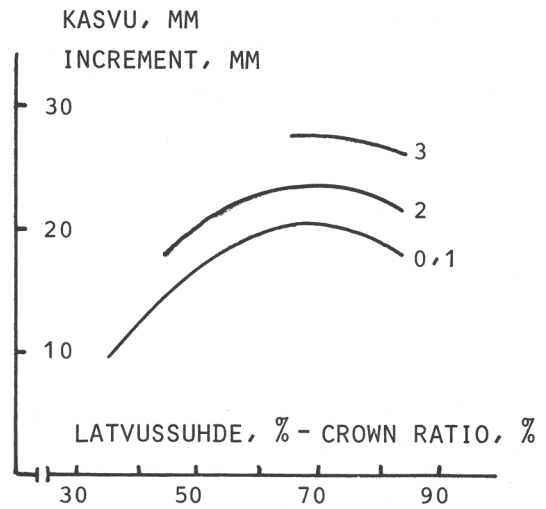
suuruus on optimaali. Siihen viittaavat kuvassa 9 esitetyt tutkimustulokset, jotka perustuvat 12-vuotiskauden jälkimmäiseen mittaussjaksoon.

Kaikissa käsittelyasteissa läpimitan kasvu kulminoi latvussuhteen ollessa 60–70%. Tämä on ilmeisesti huomattavasti suurempi latvusosuus kuin mitä tähän asti on kuviteltu tarvittavan maksimaaliin kasvuun. On korostettava, että tämä tutkimustulos koskee vain kuusta ja että tämän tuloksen voi olla melkoisesti toisenlainen.

Kuva 9. Latvussuhteen vaikutus puun paksuuskasvuun eri käsittelyasteissa.

*Fig. 9. The effect of crown ratio on the diameter increment of trees in untreated and thinned stands.*

Voimakas käsittely ei kuitenkaan merkitse vain latvuksen pituuden lisääntymistä, vaan samalla sen aktiivisuuden paranemista. Kuten kuva 9 osoittaa, sama latvussuhde merkitsee sitä suurempaa paksuuskasvua, mitä voimakkaammin puustoa on käsitelty. Käsittelemättömässä puustossa merkittävä osa vihreää latvusta on ilmeisesti tuottamatonta tai suorastaan kuluttaa enemmän kuin tuottaa.



## TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimustulokset antavat kuusikoiden osalta selvän vastauksen johdannossa (s. 7) esitettyihin pääkysymyksiin.

1. Metsänhoidollinen ensiharvennus on taimistonhoidon ohella tärkein keino suunnata puuntuotanto haluttuun, ekonomisesti edulliseen suuntaan. Siksi tällaisesta harvennuksesta luopuminen on sekä liike- että kansantaloudellisesti hylättävä toimenpide. On selvää, ettei Suomessa voida siirtyä ns. "harvennusvapaaseen" metsätalouteen, koska siten jouduttaisiin uhraamaan suuria taloudellisia arvoja.

Voimakas ensiharvennus antaa aikaisia harvennustuloja ja poistaa ennen muuta niitä puita, jotka ilman käsittelyä kuolisivat viimeistään päätehakkuuseen mennessä ylitheyden seurauksena. Toisaalta voimakaskaan ensiharvennus ei kuusikossa vähennä puuston kasvua hehtaaria kohden. Kun määrällisesti muuttumaton kasvu kohdistuu harvennuksen jälkeen entistä huomattavasti vähäisempään runkolukuun, on luonnollisena seurauksena järeysuhteiden paraneminen, tukkipuun tuotoksen lisääntyminen ja arvokasvun kohoaminen. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että voimakkaasta harvennuksesta parantunut puuston arvokasvu sekä ensiharvennuksesta saatu tulo ja sen 3 %:n korko merkitsevät 34–42 %:n arvonlisäystä 12 vuoden kuluessa istutuskuusikon ensihar-

vennuksen jälkeen. Mitä suurempi on hintaero tukki- ja kuitupuun välillä ja mitä enemmän siten järeiden kehittämiseksi annetaan painoa, sitä edullisemmaksi käy metsänhoidollinen ensiharvennus. Suomen metsätaloudella ja koko talouselämällä ei ole varaa jättää käyttämättä sitä taloudellista hyötyä, mitä oikea-aikainen ja tarkoituksenmukaisesti suoritettu ensiharvennus merkitsee.

2. Tutkimusmetsiköiden ensiharvennus on tapahtunut istutustiheyteen nähden varsin myöhäisessä, keskimäärin hieman alle 15 m:n valtapitusvaiheessa. Tätä pidettäneen yleisesti liiallisesti myöhästyneenä toimenpiteenä. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat kuitenkin, että niinkin tiheään asentoon kuin 1.8 x 1.8 m (3100 kpl/ha) istutetussa kuusikossa puusto on mainitussa valtapitusvaiheessa edelleen niin reaktiokykyinen, ettei voimakaskaan toimenpide vähennä puuston kasvu- ja tuotoskykyä hehtaareilla. Päinvastoin käsittelyllä on yllättävän suotuisia tuotosvaikutuksia.

Voidaan epäilyksettä sanoa, että suomalaisissa istutuskuusikoissa ja taimistovaiheessa vastaavaan tiheyteen harvennetuissa luonnonkuusikoissa ensiharvennus voidaan lykätä 15 m:n valtapitusvaiheeseen ilman kielteisiä puuntuotannollisia seurauksia. Tämä voidaan todeta sitäkin perustellummin, kun tutkimusmetsiköis-

sä sovellettua alkutiheyttä ei nyttemmin enää käytetä, vaan on siirretty huomattavasti harvempiin istutusasetoihin.

3. Tutkimuksessa sovelletuista vaihtoehdoista on voimakkain käsittely osoittautunut edullisimmaksi. Se on merkinnyt kasvupaikan täysmääräistä hyväksikäyttöä samalla, kun se on parantanut enimmänsä järeysuhteita, jäljelle jääneen puuston arvokasvua ja omaisuuden arvon kehitystä. On jopa luultavaa, että tätäkin voimakkaampi käsittely olisi ollut mahdollinen ilman kielteisiä puuntuotannollis-ekonomisia seurauksia.

Kyseinen erittäin voimakas käsittely vastaa keskusmetsälautakuntien harvennusmallien edellyttämää pääomatasoa. Sen vuoksi on perusteltua väittää, että kyseisiä harvennusmalleja, jotka on lähinnä tarkoitettu luonnontuhojen, voidaan soveltaa myös istutuskuusikoissa. Käytännössä nämä merkitsee sitä, että suoritettaessa ensiharvennus tuoreen kankaan kuusikoissa 14–15 m:n valtapituusvaiheessa jätetään jäljelle pohjapinta-alaa 17–18 m<sup>2</sup>/ha.

Ainoa merkittävä epävarmuustekijä harvennuksen vaikutuksia pohdittaessa liittyy siihen, aiheuttaako näin voimakas istutuskuusikon harventaminen liiallista luonnontuhojen riskiä. On näet todettava, ettei tuhoalttiutta voida selvittää sellaisilla pienalueilla, joita tutkimustarkoituksessa ylläpidettävät kestokoelat ovat.

Toistaiseksi ei ole ollut havaittavissa merkkejä siitä, että taimistovaiheessa harvana kasvaessa metsikössä syntyisi poikkeuksellisia luonnontuhoja voimakkaan harvennuskäsittelyn jälkeen. Kun nyttemmin ei enää sovelleta yhtä tiheää istutusväliä kuin tämän tutkimuksen kohdemetsiköissä, voidaan luonnontuhojen riskiä pitää sitä paitsi tulevaisuudessa nykyistä pienempänä.

Näiden johdannossa esitetyn kolmen ongelmaryhmän käsittelyn lisäksi tutkimustulokset antavat aiheita seuraaviin toteamuksiin.

4. Ensiharvennuksen koneellistaminen taimistovaiheessa hoidetuissa kuusikoissa ei tule olemaan siinä määrin ongelmallinen kuin on yleisesti pelätty. Jos harvennus lykätään 14–15 m:n valtapituusvaiheeseen, siinä voidaan poistaa 50–60 m<sup>3</sup>/ha käyttöpuuta, parhailla kasvu- paikoilla enemmänkin. Tämä on niin suuri kertymä, että koneellistetun puunkorjuun vaatimukset tulevat tältä osin hyvin täytetyiksi.

5. Kuusikon ensiharvennuksen ja itse asiassa kaikkienkin kuusikossa suoritettavien koneel-

listettujen toimenpiteiden pääongelma on puiden vaurioituminen.

Tutkimusmetsiköissä tehdyt havainnot ja Nynäsin alueella suoritettujen laajat koneellisen harvennuksen kokeilut antavat aiheita huoleen. Kuusikon juuristo on erittäin pinnallinen, paljolta vain ohuen sammalkerroksen peittävä. Jos korjuu suoritetaan maan ollessa sulana, syntyy jokaisen ajouran varrella kasvavan puun juuriin vaurioita, vaikka käytettäisiinkin ns. pienkoneita. Kuusi on taas erittäin altis näistä vaurioista alkunsa saavalle lahovialle. Aivan erityisen vaarallinen on kevät- ja syyskuukausina suoritettu korjuu, jolloin maan pehmeiden vuoksi syntyy syviä painaumuksia metsämaahan.

Nykyteknologiaa ja varsinkin tulevaa koneaikaan ajatellen tuntuu ainoalta hyväksyttävältä vaihtoehdolta kuusikossa talvisaikaan suoritettu harvennushakkuu. Maan ollessa roudassa juuristovaurioita ja maan tiivistymistä ei tapahdu. Näin varmennetaan se, että ajouran reunalla kasvavat puut kykenevät käyttämään hyväkseen lisääntyneen kasvutilan ja että puiden arvon kehityksessä ei synny vaurioiden aiheuttamaa hidastumista tai peräti taantumista. Kuusikon koneellistetun harvennuksen soveltamisen edullisuus riippuu ratkaisevasti siitä, kuinka vauriot voidaan välttää.

Eräs vaihtoehto, jota kannattaa yhä harkita, on riittävän hevoscannan turvaaminen nimenomaan hoitoharvennuksia varten. Koska ensiharvennuksen tarpeessa olevia metsiköitä on Suomessa 1970-luvulla vielä suhteellisen vähän, vähäinenkin hevoscanta tasaisesti jakautuneena maan eri osiin olisi riittävä ensiharvennusmetsiköiden puunkorjuuta varten. Vaurioton puusto korvaisi korkeatkin korjuukustannukset.

6. Yksittäisten puiden kasvun tutkiminen on antanut metsänhoidolliselta kannalta mielenkiintoisia tuloksia. On todettu, että kaikissa käsittelyasteissa puun paksuus- ja kuutiokasvu ovat sitä suurempia, mitä kookkaampi puu on ennestään. Toisaalta on voitu todeta, että erittäin voimakkaan käsittelyn aiheuttama paksuus- kasvun lisäys on absoluuttisesti samansuuruinen kaikissa läpimittaluokissa ja että suhteellisesti ottaen pienet läpimittaluokat reagoivat ylivoidumaisesti parhaiten avartuneeseen kasvutilaan. Huippu on läpimittaluokissa 9–11 cm.

Tämä tutkimustulos johtaa eräisiin loogisiin johtopäätöksiin (vrt. myös VUOKILA 1970). Tärkein niistä on se, että kaavamainen aliharvennus johtaa hehtaaria kohden lasketun

kuutiokasvun alenemiseen suhteessa sellaiseen vaihtoehtoon, jossa ei kategorisesti suosita kookkaimpia yksilöitä mutta jossa kuitenkin säilytetään harvennuksen jälkeen sama puustopääoma kuin kaavamaisessa alaharvennuksessa. Kuvat 6–8 pudottavat pohjan siltä kuvitelmalta, että alaharvennus merkitsisi kuutiokasvun maksimointia. Toisaalta nämä kuvat eivät tietenkään oikeuta päättämään, että määrämittaharsinta olisi kasvua lisäävä menetelmä. Tiettyä vapautta ne kuitenkin tuovat nuorenkin kuusikon käsittelyyn siinä vaiheessa, jolloin tapahtuu runsaasti siirtymää kuitupuusta tukkipuun luokkaan. Täsmällisempää käsitystä nyt kysymyksessä olevaan ongelmaan antavat kuitenkin vasta lähivuosina julkaistavat harsintaharvennuskokeiden tulokset.

7. Esitetyt tutkimustulokset ovat sovelluskelpoisia lähinnä kuusikoissa. Ei voida olla varmoja siitä, että esim. nuori männikkö kykenisi vastaavaan reaktioon ensiharvennuksen jälkeen kuin istutuskuusikot. Kuusi on varjoa kestävä puulaji ja säilyttää latvuksensa mäntyä paremmin suurissakin tiheyksissä. Todettakoon, että esim. tämän tutkimuksen kohdemetsiköissä luonnontilaisten puustojen latvusprosentti oli viime mittauksessa v. 1973–74 edelleen niinkin korkea kuin 54 %, jos kohta aktiivinen latvus lienee merkittävästi tätä lyhyempi. Vastaavasti oli latvusprosentti voimakkaimmin käsitellyissä puustoissa keskimäärin 69 %.

Kuusikoissa myönteiseen reaktioon lienee syynä myös mm. metsikköilmaston paraneminen. Käsittelemätön kuusikko on pimeä ja kylmä kuumimpaankin aikaan vuodesta. Käsitteleminen tuo maahan valoa, lämpöä ja sadetta, parantaa maan mikrobiologiaa ja ravinteiden mobilisaatiota. On myös oletettu, että hyvä kasvureaktio perustuisi osittain eräänlaiseen lannoitusvaikutukseen, minkä maahan tuleva oksisto ja neulaset sekä lahoavat kannot saavat aikaan. Näillä seikoilla olettaa olevan merkitystä mm. CARBONNIER (1957), joka on kokeissaan todennut käsiteltyjen kuusikoiden kasvanneen paremmin kuin käsittelemättömien puuston nuoruusvaiheessa. Tiheässä nuoressa männikössä ei tapahdu yhtä radikaalia olosuhteiden muutosta kuin vastaavassa kuusikossa. Siksi ei voida kuusikkokokeiden perusteella päätellä männiköiden käyttäytymistä.

8. Metsänhoidossa olisi palautettava jälleen vihreä latvus kunniaan. Hyvä kasvu ja kasvureaktio ovat mahdollisia vain, jos elävä latvus on riittävä käyttämään hyväkseen kasvutilan. Karsimiskokeiden mukaan mänty tarvitsisi maksimaaliin kasvuun (vrt. VUOKILA 1968) vain 40 % puun pituudesta aktiivista latvusta. Kuusella vaatimus on huomattavasti suurempi, tämän tutkimuksen mukaan jopa 60–70 %. Latvusten hoidon kautta on ilmeisesti saavutettavissa huomattavia taloudellisia arvoja.

## KIRJALLISUUTTA

- BRANTSEG, A. 1969. Furu sønnafjells. Produksjonstabeller. — Medd. Norske Skogforsøksv. 94.
- BRYNDUM, H. 1974. Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. Summary: A thinning experiment in Norway spruce at Ravnholt forest estate. — Det forstl. Forsøgsv. i Danmark, bd. XXXIV, h. 1.
- CARBONNIER, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. Zusammenfassung: Ein Durchforstungsversuch in gepflanztem Fichtenwald. — Statens Skogsforskningsinstitut, Upps. 55.
- CARBONNIER, C. 1974. Preliminära resultat från ett gallringsförsök i planterad granskog. Summary: Preliminary results from a thinning experiment in a Norway spruce plantation. — Skogshögskolan, Inst. Skogsproduktion, Rapporter och uppsatser 29.
- ERIKSSON, H. 1965. Studier över höjdtillväxten hos tall och gran i södra Sverige. Licentiatavhandling i skogsuppskattning, Skogshögskolan.
- HÄGGLUND, B. 1972. Om övre höjdens utveckling för gran i norra Sverige. Summary: Site index curves for Norway spruce in northern Sweden. — Skogshögskolan, Inst. Skogsproduktion, Rapporter och uppsatser 21.
- MØLLER, C.M. 1954. The influence of thinning on volume growth. — State Univ. New York, World For. Series. Bull. 1.
- VUOKILA, Y. 1960. Männyn kasvusta ja sen vaihtelusta harventaen käsittelyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands. — Comm. Inst. For. Fenn. 52.7.
- VUOKILA, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. — Ibid. 66.5.
- VUOKILA, Y. 1970. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. Summary: Selection from above in intermediate cuttings. — Acta Forestalia Fennica 110.
- VUOKILA, Y. 1971. Harvennumallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. — Folia Forestalia 99.

- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.  
Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.  
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.  
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.  
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Allj Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973.  
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennusemetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa.  
The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi.  
Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuauteiden talteenoton seurannaisvaikutukset.  
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.  
Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.  
Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa.  
The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—
- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.  
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.  
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmsen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikkonen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.  
Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.  
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaitte.  
An apparatus for the application of herbisides. 2,50
- 1975 No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.  
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Järveläinen: Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen.  
Forestry behaviour of private forest owners in Finland. 20,—
- No 223 Jan Heino: Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. 5,—
- No 224 Pentti Hakkila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteitten määrä.  
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50
- No 225 Metsätilastollinen vuosikirja 1973.  
Yearbook of forest statistics 1973.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.  
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50
- No 227 Veijo Heiskanen: Kuitupuun latvaläpimitaan perustuva työmittausmenetelmä ("pölkky-menetelmä").  
A wage-payment measuring method based on pulpwood top diameter (Bolt method). 4,—

- No 228 Pentti Nisula: Liikkuva sadetuslaitteisto.  
Revolving Sprinkler. 3,—
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät.  
Methods for the measurement of softwood sawlogs. 3,—
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa.  
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. 3,—
- No 231 Olli Uusvaara ja Kari Löytyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.  
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value. 1,50
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsäteollisuuden raaka-ainekymät vuoteen 2000.  
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until 2000. 1,50
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitasta.  
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-logging diameter. 2,—
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmääritys Suomessa.  
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland. 3,—
- No 235 Seppo Kaunisto: Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.  
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat greenhouse experiments. 1,50
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittästä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuun, järeä kuitupuun sekä likipituinen havukuitupuun.  
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length. 3,—
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.  
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvissa.  
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. 2,50
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.  
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. 1,—
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna.  
Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized tress. 8,—
- No 241 Victor Ipatiev & Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillaraameen männikössä.  
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. 1,50.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.  
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood. 2,—
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.  
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. 4,—
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.  
Learning of grapple loading. 4,—
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.  
Stump Crusher. 3,—
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.  
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. 2,—
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.  
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. 2,50