

# FOLIA FORESTALIA 636

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1985

---

---

YRJÖ VUOKILA

---

PUUSTON MÄÄRÄN VAIKUTUS  
ISTUTUSKUUSIKON KEHITYKSEEN,  
KASVUUN JA TUOTOKSEEN

---

THE EFFECT OF GROWING STOCK  
LEVEL ON THE DEVELOPMENT, GROWTH  
AND YIELD OF SPRUCE PLANTATIONS  
IN FINLAND

---





METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Osoite: Unioninkatu 40 A  
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyssönen
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Tommi Salonen

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

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*



# FOLIA FORESTALIA 636

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1985

Yrjö Vuokila

## PUUSTON MÄÄRÄN VAIKUTUS ISTUTUSKUUSIKON KEHITYKSEEN, KASVUUN JA TUOTOKSEEN

The effect of growing stock level on the development, growth and yield  
of spruce plantations in Finland

*Approved on 1.11.1985*

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKIMUSAINEISTO .....	4
3. PUUSTON KEHITYS KOKEEN AIKANA .....	6
31. Kasvu .....	6
32. Tuotos ja sen rakenne .....	9
4. PUUSTON KOKONAISKEHITYS .....	11
41. Kasvu .....	11
42. Tuotos ja sen rakenne .....	12
43. Järeytyminen ja kiertoaika .....	15
5. TIIVISTELMÄ .....	16
KIRJALLISUUS — REFERENCES .....	17
SUMMARY .....	18



VUOKILA, Y. 1985. Puuston määrän vaikutus istutuskuusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland. *Folia For.* 636:1—18.

Tutkimuksessa esitellään uusia mittaustuloksia 22—23 v kestäneistä tutkimuksista Heinolan läheisyydessä sijaitsevista viidestä istutuskuusikossa. Nämä kestokokeet sisältävät neljän käsittelyn kahdeksan toistoa (32 koealaa).

Kokeita perustettaessa metsiköt harvennettiin ensimmäisen kerran. Puusto porrastettiin tällöin neljään puustopääomatasoon: 100 (luonnontilainen), 90, 75 ja 60 %. Tämä pohjapinta-alan porrastus on säilytetty muuttumattomana koko koeajan.

Koska koemetsiköt ovat lähestymässä uudistamiskypsyyttä, osin jo saavuttaneet sen, on voitu tehdä koko kiertoaikaa koskevia päätelmiä. Tarkastelussa on tällöin siis ollut mukana myös kaikille käsittelyvaihtoehdoille yhteinen alkukehitys (13—15 m:n valtapituuteen saakka).

Mitään merkitsevää eroa ei ole todettu valtapituuden kehityksessä eikä pohjapinta-alan ja runkotilavuuden kasvussa eri käsittelyiden välillä kiertoajan kuluessa. Luonnontilaisessa puustossa osa kasvusta jää tosin itseharvenemisen vuoksi käyttämättä hyödyksi.

Mitä alhaisempi on puustopääoma kokeiden säätämissä rajoissa, sitä järeämpää tukkipuuta tuotetaan samanpituisten kiertoajan kuluessa. Harvennusten päävaikutus ilmeneekin puuston järeytymisessä, jolla on suuri liiketaloudellinen merkitys. Järeytymisestä johtuu mm. se, että hoidettujen istutuskuusikoiden kiertoaika voinee olla 20—30 v lyhyempi kuin mitä luonnonmetsille laaditut ohjekiertoaajat edellyttävät.

Some new results from five experiments in spruce plantations situated near the town of Heinola (61° N lat.) are published in this paper. The experiments, established 22—23 years ago, comprise eight replications of four treatments (a total of 32 sample plots).

The stands were thinned for the first time when the experiments were established. The four treatments consisted of thinning the growing stock to levels equivalent to 90, 75 and 60 % of the control (no thinning). These basal area levels have been maintained unchanged throughout the course of the experiments.

Most of the experimental stands are approaching regeneration maturity, and some have already reached this stage. It has thus been possible to draw conclusions concerning the whole rotation period, including the early development (up to the dominant height of 13—15 metres) similar in all treatments.

No significant differences have been found between the development of dominant height nor the basal area and stem volume increment in the treatments under study. However, part of the increment has been lost through self-thinning in the control treatment (no thinning).

The lower the level of the growing stock, the greater the dimensions of the trees produced during rotations of the same length. In fact, the major effects attributable to thinnings are associated with the dimensional development of the trees. This is of major economical importance. This will even affect the length of the rotation. It is estimated that the rotation of properly managed spruce plantations can be 20—30 years shorter than the normal rotations recommended for natural stands in practice.

ODC 562.2:228.1:174.7 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0718-2  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1985. Valtion painatuskeskus



## 1. JOHDANTO

Harvennushakkuiden merkitystä voidaan tarkastella useista lähtökohdista käsin. Vastaavasti suhtautuminen niihin vaihtelee suuresti.

Luonnonsuojelija pitää harvennushakkuita ja hakkuutoimintaa yleensäkin kielteisenä puuttumisena luonnon ekologiseen tasapainoon. Maiseman ja elinympäristön ai-neettomia arvoja korostava henkilö haluaisi kenties lähinnä välttää äkillisiä muutoksia, vaikkei suoranaisesti vastustaisikaan harvennushakkuita. Metsäammattimiehetkin käyttävät käsitteitä, jotka eivät ole täsmällisiä. Sellainen on esim. ”metsänhoidollinen tarve”, joka eri henkilöiden määrittelemänä voi saada vaihtelevan subjektiivisen merkityksen. Metsänhoidollisella tarpeella halutaan korostaa metsänkasvatuksen biologista suuntautumista.

Puun tuottaminen on kuitenkin ennen muuta taloudellista toimintaa, jossa harvennushakkuilla on merkittävä osuus. Vaikka harvennushakkuita suunniteltaessa ja toteutettaessa onkin paikallaan ottaa huomioon tietyt biologiset tosiasiat, elinympäristö ja maisemakin, päätavoitteena ei voi olla — tiettyjä erityisalueita lukuun ottamatta — muu kuin hyödyn maksimointi kulloinkin kysymyksessä olevin edellytyksin.

Maksimointi voi perustua puuston tilavuuskasvuun, puutavarain tuotokseen tai eri tavoin laskettuun rahamääräiseen tuottoon hehtaaria kohden. Tuoton maksimointi edellyttää yksityiskohtaisia tietoja tuotoksesta.

Enemmän on saatavissa tietoja siitä, miten harventaminen vaikuttaa puuston tilavuuskasvuun. Aikanaan oletettiin, että harventaan voitaisiin lisätä puuston kiertoajan kokonaiskasvua hehtaaria kohden. Eräissä tutkimuksissakin päädyttiin tähän tulokseen. Nytemmin ollaan kuitenkin yksimielisiä siitä, että — vähäisiä poikkeustapauksia lukuun ottamatta — harvennushakkuin ei voida lisätä tilavuuskasvua hehtaaria kohden. Harvennusten yhteydessä voidaan kuitenkin poistaa ja käyttää hyödyksi puut, jotka ilman harvennusta kuolisivat pystyyn.

Tilavuuskasvun maksimin saavuttaminen

ei siis merkitse välttämättä sitä, että kysymyksessä olisi optimaali metsänkäsitelyohjelma. Merkitystä on kuitenkin sillä tiedolla, mikä on se harvennetun metsikön puustopääomataso, jonka alittamisen jälkeen tilavuuskasvu hehtaaria kohden alkaa olennaisesti pienentyä.

Kauppaa käydään puutavaralajein. Tukkipuun tuottaminen on metsänomistajan kannalta tavoiteltavampaa kuin kuitupuun. Kantohintaan vaikuttaa lisäksi tuotetun tukkipuun järeys. Mitä järeämpää tukkipuu on, sitä arvokkaampaa se on tilavuusyksikköä kohden. Tukkipuun tuotoksenkaan maksimointi ei siksi yksin riitä, vaan sen rinnalla olisi kyettävä maksimoimaan myös tuotoksen järeys.

Puuston järeytymisen merkitys korostuu edelleen siirryttäessä rahamääräisiin tuottolaskelmiin. Nopea järeytyminen merkitsee mm. varhentuneita ja lisääntyneitä harvennustuloja. Järeytymisnopeus on ratkaiseva tekijä myös kiertoajan pituutta koskevilla päätelmissä. Esim. yksityismetsälain valvonnassa puuston saavuttama keskiläpimitta on iän ohella uudistamisen peruskriteeri. Mitä nopeammin puusto järeytyy, sitä nopeammin voidaan siis ryhtyä päätehakkuuseen ja saada siihen liittyvät runsaat tuotot.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on antaa lisätietoa kaikkiin edellä esitettyihin ongelmiin erityisesti istutuskuusikoita ajatellen. Tutkimus perustuu Heinolan Nynäsissä sijaitseviin pitkäaikaisiin kokeisiin, joista on varhemmin (Vuokila 1975, 1980a) julkaistu vastaavia tuloksia. Tällä kerralla ei kuitenkaan rajoituta vain kokeen perustamisen jälkeisiin tapahtumiin, vaan sen rinnalla tuodaan esille metsikön koko elinajan pituinen puustokehitys. Hyvän kasvupaikan ansiosta koemetsiköt ovat näet saavuttamassa vaiheen, jolloin niiden perusteella voidaan tehdä jo alustavia päätelmiä suositeltavan kiertoajan pituudesta. Esitettävät tulokset rajoittuvat kuitenkin kasvu- ja tuotostietoihin. Tuottolaskelmat jäävät liiketaloudellisen metsäekonomin tutkimussuunnan tehtäväksi.



## 2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineistona on viisi istutuskuusikkoa, jotka sijaitsevat Kymi-Strömberg Oy:n omistamalla Nynäsin metsäalueella Heinolan läheisyydessä.

Pituusboniteettiasteikon  $H_{100}$ -indeksi vaihtelee rajoissa 29—34 (ks. Vuokila ja Väliaho 1980, s. 23—24). Pienin indeksi (29) on koemetsiköllä 1. Se vastannee hyvää mustikkatyyppiä (Cajander 1909). Koemetsiköt 2—5, joiden pituusboniteetti-indeksi on keskimäärin 34, muodostavat kasvupaikkansa puolesta yhtenäisen ryhmän ja edustavat hyvää lehtomaista kasvupaikkaa, elleivät suorastaan lehtoa. Tulokset esitetään seuraavassa kasvupaikkavaihtelusta johtuen kahdessa ryhmässä, joista toiseen kuuluu koe 1 ja toiseen kokeet 2—5.

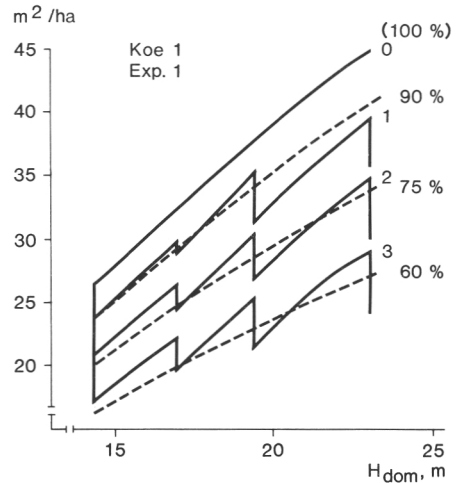
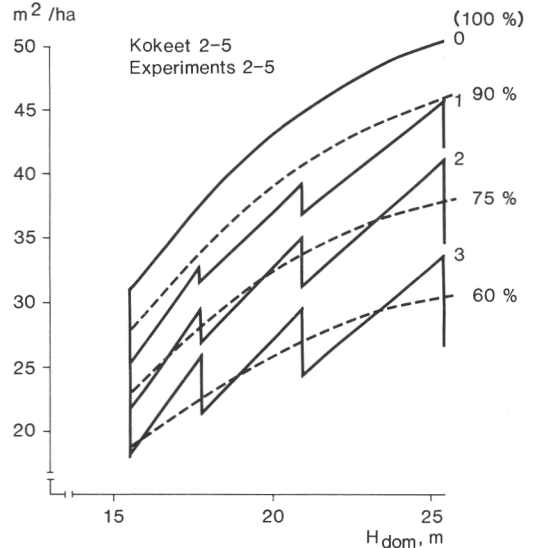
Kysymyksessä oleviin viiteen metsikköön perustettiin vuosina 1961—62 kestokokeita, joihin sisältyy neljä harvennusvaihtoehtoa kahdeksan kertaa toistettuina. Koaloja, joiden koko on 0,1 ha, on siten kaikkiaan 32 kpl. Yhdessä metsikössä (koe 1) käsitellyt on toistettu kolme kertaa ja toisessa (koe 3) kaksi kertaa. Kokeissa 2, 4 ja 5 on vain yksi koala jokaista käsitteilyä. Yksityiskohtaisia tietoja kokeiden perustamisen aikaisista puustotunnuksista löytyy Vuokilan (1975) kokeiden ensimmäisiä tuloksia esittelevästä tutkimuksesta.

Kokeita perustettaessa vuosina 1961—62 puustot porrastettiin seuraavan asetelman esittämällä tavalla:

Käsittelyn tunnus <i>Treatment code</i>	Käsittelyn voimakkuus <i>Thinning weight</i>	Poistettu pohjapinta-ala, % <i>Basal area removed, %</i>	Jäljelle jäävä pohjapinta-ala, % <i>Basal area remaining, %</i>
0	harventamaton— <i>no thinning</i>	0	100
1	lievä— <i>light</i>	10	90
2	voimakas— <i>heavy</i>	25	75
3	erittäin voimakas — <i>very heavy</i>	40	60

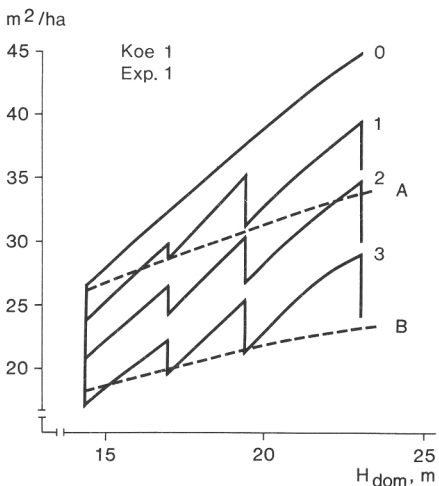
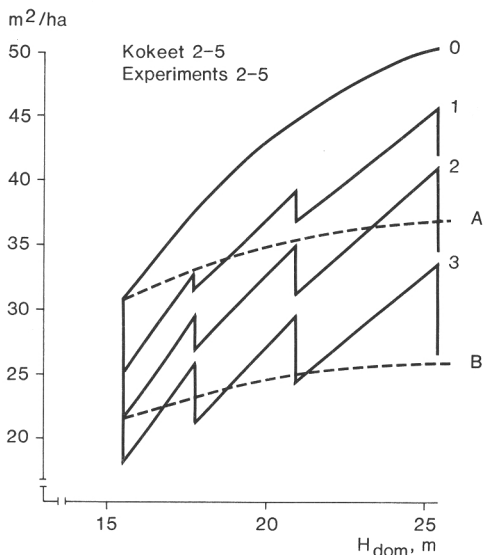
Toinen harvennus tehtiin viiden vuoden kuluttua (1966—67), kolmas 12 v:n kuluttua (1973—74) ja neljäs v. 1984, jolloin kokeiden perustamisesta oli kulunut 22—23 v. Jatkoahvonnusten päämääränä oli säilyttää kokeita perustettaessa aloitettu puustopääoman porrastus. Kuten kuva 1 osoittaa, tässä tavoitteessa on suurin piirtein onnistuttu. Lievimmässä käsittelyssä (90 % luonnontilaisesta) on tosin jouduttu harventamaan luonnonpoistuman välttämiseksi jonkin verran voimakkaammin kuin mitä alunperin suunniteltiin. Voimakkaassa käsittelyssä on keskimääräinen puustopääoma ollut varsin lähellä tavoitetta (75 % luonnontilaisesta). Myös erittäin voimakkaassa käsittelyssä (60 % luonnontilaisesta) on kyetty kasvatustiheys säilyttämään koko koeajan keskimäärin tavoitteen mukaisena.

Puuston käsittely on ollut johdonmukaisesti alaharvennusta. Kookkaampia puita on poistettu vain siinä



Kuva 1. Puuston pohjapinta-alan kehitys eri käsittelyasteissa (0—3) tavoitetasoihin (katkoviivat) verrattuna.  
Fig. 1. The development of basal area in different treatments (0—3) compared with the target levels (broken lines).





Kuva 2. Puuston pohjapinta-alan kehitys eri käsittelyasteissa (0–3) Vuokilan ja Väliahon (1980) vastaavien harvennusmallien pohjapinta-alatasoon (katkoviivat A ja B) verrattuna.

Fig. 2. The development of basal area in different treatments (0–3) compared with the basal area limits (broken lines A and B) in the corresponding thinning models of Vuokila and Väliaho (1980).

määrin kuin se on ollut välttämätöntä tasaisen kasvatusasennon saavuttamiseksi.

Kuva 2 havainnollistaa kokeiltavina olevien puustopääomien suhdetta Vuokilan ja Väliahon (1980, s. 32) harvennusmalleihin. Lievin käsittely (1) on johtanut harvennusmalleja selvästi tiheämpään kasvatusasentoon. Vaihtoehdot 2 ja 3 opeoivat sen sijaan tiheyksillä, jotka sijoittuvat harvennusmallien osoittamalle vaihtelualueelle. Käsittely 2 edellyttää kuitenkin keskimäärin suurempaa, käsittely 3 taas pienempää puustopääomaa kuin kyseiset harvennusmallit. Käytännössä selvästi vajaapuustoisina tai peräti vajaatuottoisina pidettyjä vaihtoehtoja ei kokeisiin valitettavasti sisälly. Ne olisivat päätelmien kannalta olleet hyödyllisiä.

Harvennuspuu on korjattu ihmistyövaltaisoin menetelmin, yleensä hevosella. Käsittelyiden välillä mahdollisesti todettavat erot eivät siis voi johtua korjuumenetelmästä. Puustossa on tosin havaittu lahovikaisuutta, ei kuitenkaan enempää kuin mikä on istutuskuusikoissa tavanomaista.

Kokeilla ei ole sattunut luonnontuhoja, vaikka alueella on myrsky aiheuttanut paikka paikoin huomattavaakin vahinkoa. Vain joitakin yksittäisiä puita on lumi katkonut. Alkuperäistä tutkimussuunnitelmaa on siksi kyetty noudattamaan tarkasti. Istutuskuusikoiden vaurioalttiudesta ei voida tämän perusteella tehdä minikäänlaisia päätelmiä. Koealat ovat pienialaisia ja koemetsiköt reunoiltaan vaippojen suojaamia. Todelliset riskit tulevat näkyviin vasta kokonaisten metsikkökuvioiden käsittelyssä.



### 3. PUUSTON KEHITYS KOKEEN AIKANA

#### 31. Kasvu

Kokeen 1 perustamisesta oli vuoden 1984 syksyllä kulunut 23 v. Kokeita 2—5 on seurattu 22 v. Aikaisemmissa julkaisuissa (Vuokila 1975, 1980a) on tarkasteltu yksityiskohdin puuston kehitystä kokeiden varhemmissa vaiheissa. Siksi tässä julkaisussa keskitytään tarkastelemaan, miten vaihteleva puustopääoma on vaikuttanut koko koeaikana, 22—23 v:n kuluessa, puuston kasvuun ja tuotokseen. Tuloksia esittäessä koe 1 erotetaan varhemmin (s. 4) esitetystä syystä kokeista 2—5, joita tarkastellaan yhteisesti.

Taulukossa 1 on esitetty puuston eräiden mittaustunnusten keskimääräinen vuotuinen kasvu koeaikana. Keskiläpimitan osalta ky-

symys on tosin läpimitan lisääntymisestä, johon kasvun ohella vaikuttavat alaharvennustyyppiä olevat hakkuut. Valtapituudenkin aito kasvu saattaa joskus poiketa samasta syystä vähäisessä määrin taulukossa esitetystä. Pohjapinta-alan ja runkotilavuuden osalta kysymys on aidosta kasvusta, johon ei tosin sisälly kokeen aikana luontaisesti kuollut puu. Luonnontilaisen puuston itseharvennisen vähäinen merkitys käy ilmi kuvasta 3.

Valtapituuden kehitys on ollut kaikissa käsittelyasteissa hyvin samankaltainen. Kokeen 1 valtapituuden keskimääräinen vuotuinen kasvu on ollut käsittelyissä 2 ja 3 vain 1 cm:n suurempi kuin lievemmin käsitellyissä, mutta tämäkin selittyy vähäisillä boniteettieroilla. Kokeiden 2—5 käsittely 3 poikkeaa

Taulukko 1. Puuston kasvu ja tuotos kokeiden 22—23 v pitkänä kestoajana.  
Table 1. Increment and yield in sawtimber of the growing stock during the 22 to 23-year-period covered by the experiments.

Koe Exp.	Kasvu- tai tuotoslaji Increment or yield characteristic	Käsittely—Treatment			
		0	1	2	3
		Keskim. vuotuinen kasvu (tuotos) Mean annual increment (yield)			
1	Valtapituus, Dominant height, m/a	0.35	0.35	0.36	0.36
	Keskiläpimitta, Mean diameter, cm/a	0.24	0.31	0.40	0.48
	Pohjapinta-ala, Basal area, m <sup>2</sup> /ha/a	0.79	0.89	0.87	0.82
	Runkotilavuus, Cubic volume, m <sup>3</sup> /ha/a	11.06	11.94	12.16	10.76
	Tukkipuun tuotos, Yield in sawtimber, m <sup>3</sup> /ha/a	9.49	10.99	12.36	11.35
2—5	Valtapituus, Dominant height, m/a	0.46	0.46	0.46	0.50
	Keskiläpimitta, cm/a	0.32	0.39	0.51	0.67
	Pohjapinta-ala, Basal area, m <sup>2</sup> /ha/a	0.92	1.10	1.19	1.17
	Runkotilavuus, Cubic volume, m <sup>3</sup> /ha/a	15.68	15.85	17.25	16.31
	Tukkipuun tuotos, Yield in sawtimber, m <sup>3</sup> /ha/a	14.54	13.20	16.62	15.93

muista, sillä se on taulukon mukaan merkinnyt keskimäärin 4 cm:n valtapituuden vuotuista lisäkasvua. Tätä ei voida selittää boniteettieroilla, mutta se on todennäköisesti valtapituuden kasvun määrittelyn virherajojen sisällä. Kaiken kaikkiaan tähänastiset tulokset vahvistavat sitä jo varhemmin (esim. Vuokila 1975, 1980a) esitettyä käsitystä, ettei puustopääoma — kokeen sisältämissä rajoissa — vaikuta merkitsevästi valtapituuden kehitykseen.

Puiden välinen kilpailu ei siten näytä olevan aivan niin merkitsevä tekijä puiden pituuskasvulle kuin mitä esim. Lönnrothin (1925, s. 183) tutkimuksessa on päätelty. Pituuskasvullekin on tärkeää pitkä ja tuuhea latvus, jonka muodostumista väljä kasvatusasento tehostaa. Toisaalta on varmaa, että vapaana kehittyvän puun pituuskasvu taantuu selvästi (ks. Vuokila 1980b, s. 34). Tämän tutkimuksen tuloksista ei voida kuitenkaan päätellä, missä kasvatusväljyydessä pituuskasvun heikkeneminen alkaa. Voidaan vain todeta, että luonnontilaiseen puustoon verrattuna 60 %:n puustopääoma ei ole vielä tällä vyöhykkeellä.

Pohjapinta-alalla punnittu, kuoren päältä mitattu keskiläpimitta on kokeiden 22—23 v:n kestoajana voimakkaimman käsittelyn 3 seurauksena jokseenkin täsmälleen kaksinkertaistunut luonnontilaiseen (0) puustoon verrattuna molemmissa koeryhmissä. Mukana tarkastelussa on tällöin myös se keskiläpimitan lisääntyminen, jonka harvennukset, myös viime mittauksen yhteydessä syksyllä 1984 tehty harvennus, ovat aiheuttaneet.

Puiden kasvureaktiosta johtuva aito keskiläpimitan kasvu on taulukossa 1 esitettyä pienempi. Esimerkkinä tästä ovat seuraavan asetelman tulokset, jotka on laskettu kokeista 1 ja 3:

Koe	Käsittely			
	0	1	2	3
	Läpimitan aito kasvu, cm (% lpm:n lisääntymisestä)			
1	5,19 (94)	5,91 (83)	7,06 (77)	8,33 (75)
3	6,84 (88)	7,55 (73)	8,53 (73)	10,65 (70)
	Läpimitan aito kasvu suhteessa käsittelyyn 0, %			
1	0	14	36	60
3	0	10	25	55

Keskiläpimitan aito kasvu on voimakkaimmasta käsittelyssä ollut 70—75 % läpimitan koko lisääntymisestä ja alaharvennusten epäaito osuus 30—25 %. Kaikkein

pienimpiin puihin kohdistuva itseharvenninen on lisännyt luonnontilaisen puuston keskiläpimittaa 6—12 %. Lievimmän käsittelyn 1 seurauksena keskiläpimitan aito kasvu on lisääntynyt 10—14 %, käsittelyn 2 aiheuttamana 25—36 % ja voimakkaimman käsittelyn 3 puustopääomalla 55—60 % 22—23 v kestäneenä koeaikana. Luvut viittovat siihen suuntaan, että kasvureaktio olisi sitä suurempi mitä heikommasta kasvupaikasta on kysymys.

Keskiläpimitan lisääntyminen, ts. puuston järetyminen harvennushakkuiden seurauksena sitä enemmän mitä väljemmässä puustoa kasvatetaan, on missä tahansa metsässä silmin todettavissa. Kehityksen suuntaa ei siten tarvitse tutkimuksin osoittaa, mutta sen asteesta em. luvut antavat hyvän kasvupaikan istutuskusikoille yleistettävissä olevaa tietoa. Eri puustopääomatasojen väliset erot tulevat jatkossa lisääntymään edellä esitetystä vielä selvästi.

Rinnankorkeudelta mitatun, kuorenpäällisen pohjapinta-alan kasvun merkittävin piirre on se, että luonnontilassa säilytetty puusto on kasvanut hehtaaria kohden vähemmän ja muut keskenään keskimäärin yhtä paljon. Kaikkein väljimmässäkin asennossa kasvava puusto (käsittely 3) on siis kyennyt kasvamaan pohjapinta-alaa suunnilleen yhtä paljon kuin lievemmin käsitelty.

Väljässä asennossa puut lisäävät voimakkaasti paksuuskasvuun. Toisaalta harvennuksen jälkeen jäävissä puissa tapahtuu aina myös kasvutavan muutos (ks. esim. Vuokila 1960, s. 24), sitä suurempi mitä voimakkaammin puustoa käsitellään. Välittömästi hakkuun jälkeen kasvu keskittyy aikaisempaa enemmän rungon pituuden alimpaan kolmannekseen. Suhteellisesti ottaen kasvu heikkenee rungon ylimmässä kolmanneksessa ja pysyy muuttumattomana keskimmissä. Harvennuksen jälkeinen kasvureaktio heikentää siten ainakin ohimenevästi puun runkomuotoa. Näin puu pyrkii eliminoidaan kaatumisvaaran, minkä voimistuva tuulenpaine aiheuttaa (ks. Ylinen 1952). Kun tyven tukemisen tarve loppuu, kasvun pystyjakauma palautuu ennalleen. Uusi harvennus tuo ilmiön kuitenkin jälleen takaisin.

Tyven tukemiseksi harvennetuissa metsiköissä tapahtuva pohjapinta-alan kasvureaktio on runkomuodon heikkenemisen vuoksi siinä mielessä epäaitoa, ettei aivan yhtä myönteistä kehitystä voida välttämättä odottaa tapahtuneen tilavuuskasvussa. Pel-



kästään pohjapinta-alan kasvuja keskenään vertailemalla voidaan siis saada liioitteleva käsitys voimakkaiden hakkuiden vaikutuksesta puuston tilavuuskasvuun. Näyttää kuitenkin siltä, ettei alusta alkaen suhteellisen väljässä kasvaneissa istutuskuusikoissa ko. kasvutavan muutoksilla ole samaa merkitystä kuin tiheinä kehittyvissä luonnonmetsissä, kuten seuraava tilavuuskasvuun kohdistuva tarkastelu osoittaa.

Runkopuun kuorellinen tilavuuskasvu hehtaaria kohden vaihtelee taulukon 1 mukaan verraten oikullisesti ja ilman selvää trendiä. Suuren vaihtelun perussyitä havainnollistavat kuva 3 ja taulukko 2.

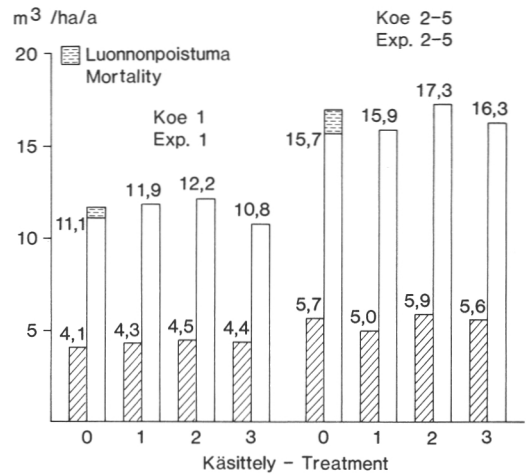
Kuvassa 3 nähdään eri tavoin käsiteltyjen puustojen keskimääräiset vuotuiset tilavuuskasvut 22—23 v pitkän koeajan kuluessa (varjostamattomat pylväät) ja niiden rinnalla vastaavat keskikasvut ennen kokeiden perustamista (varjostetut pylväät). Varjostetut pylväät osoittavat siis koetta perustettaessa vallinneet lähtökohdat eri käsittelyvaihtoehdoille. Lähtöpuustojen erot johtuvat pääosin kasvupaikan, osaksi puuston tiheyden normaalista vaihtelusta.

Kuvasta 3 saadaan visuaalisesti yleisvaikutelma, että mitä suurempi on puuston kasvu ollut ennen kokeitten perustamista, sitä suurempi se on ollut myös kokeen aikana. Sama asia on esitetty toisella tavalla taulukossa 2.

Taulukossa on luvulla 100 merkitty luonnontilaisen puuston koetta edeltänyttä (a) ja koeaikaista (b) tilavuuskasvua (ilman luonnonpoistumaa). Hakkuiden käsiteltyjen koealojen vertailuluvut ilmaisevat suhteen luonnontilaiseen puustoon.

Kokeessa 1 eri tavoin käsiteltyjen koealojen keskimääräiset suhteelliset tilavuuskasvuluvut vastaavat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta varsin tarkoin niiden perustamista edeltänyttä kasvua. Poikkeuksena on voimakkain käsittely (3), jonka kohteeksi joutunut puusto on kasvanut muutamia prosenttiyksiköitä vähemmän kuin mitä koetta edeltänyt puuston kasvu edellyttäisi. On mahdollista, että ko. kasvupaikalla (hyvänpuoleinen mustikkatyyppi) 60 %:n puustopääomalla aiheutetaan vähäinen tilavuuskasvutappio. Suuren vaihtelun vuoksi havaittu ero ei ole kuitenkaan tilastomatemattisesti merkittävä.

Kokeiden 2—5 hakkuiden käsitellyt puustot ovat kasvaneet keskimäärin lievästi enem-



Kuva 3. Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu ennen kokeiden perustamista (varjostettu pylväs) ja kokeiden aikana (varjostamaton pylväs) eri tavoin käsitellyillä koealoilla.

Fig. 3. The mean annual volume increment before the establishment of the experiments (hatched) and during the course of the experiments (unhatched) by treatments.

Taulukko 2. Koetta edeltäneen (a) ja koeaikaisen (b) tilavuuskasvun vertailu.

Table 2. Comparison of volume increment before (a) and during (b) the experiments.

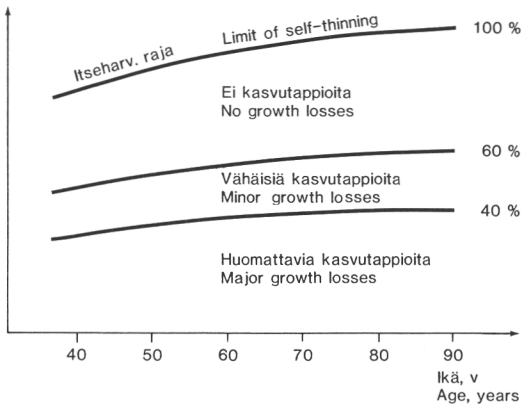
Koe Exp.	a/b	Käsittely—Treatment			
		0	1	2	3
1	a	100	105	110	108
	b	100	107	110	102
2—5	a	100	89	105	99
	b	100	97	108	102

män kuin mitä kokeita edeltänyt kasvu olisi edellyttänyt. Parhaiten on kasvanut lievimmän (1) käsittely puusto. Näissä toteamuksissa heijastunee hyvä kasvupaikka (lehtomainen kangas tai lehto), joka lisää puuston reaktioherkkyyttä harvennusten jälkeen ja tekee mahdolliseksi suhteellisesti tiheimmän kasvatusasennon kuin heikommilla kasvupaikoilla.

Tämän tutkimuksen aineisto osoittaa kaiken kaikkiaan, että ainakin vielä 60 %:n puustopääomalla (luonnontilainen = 100) saavutetaan suurin mahdollinen valtapituu-

Pohjapinta-ala, m<sup>2</sup>/ha  
Basal area

Suht. pohjapinta-ala  
Relative basal area



Kuva 4. Puustopääoman vaikutus tilavuuskasvuun ruotsalaisen lähteen mukaan (Skogsstyrelsen 1971).

Fig. 4. The effect of the growing stock level on volume increment according to Swedish findings (Skogsstyrelsen 1971).

den, pohjapinta-alan ja runkotilavuuden kasvu istutuskuusikoissa. Tästä on suoraan johdettavissa päätelmä, että kasvatustiheys (= puustopääoma) vaikuttaa ennen muuta puuston järeytymiseen, mm. keskiläpimitaan rinnankorkeudelta. Runkomuodon heikkenemisen vuoksi rinnankorkeudelta mitattu pohjapinta-ala ja keskiläpimita saattavat kuitenkin antaa jossain määrin harhauttavan käsityksen järeyssuhteista eri kasvatustiheyksien välillä. Järetyminen kohdistuu kaikkein voimakkaimmin puuston arvokkaimpaan osaan, runkojen alimpaan kolmannekseen.

Tutkimusaineisto ei anna vastausta kysymykseen, kuinka paljon puustopääomaa voidaan alentaa 60 %:sta kasvun heikkeneväksi. Todettakoon kuitenkin, että esim. tanskalaisen Møllerin (1954) mukaan puustopääoma voidaan alentaa puoleen maksimista ilman kasvutappioita. Toisaalta ruotsalaisen lähteen (ks. kuva 4) mukaan 60 % olisi juuri se puustopääomataso, jonka alittamisesta olisi seurauksena jonkinasteinen kasvutappio.

Loppujen lopuksi käsittelyn voimakkuuden sanelee käytännössä kuitenkin luonnon tuhojen riski, jota ei harvennuskokeissa kyetä riittävästi selvittämään, mutta joka alle 60 %:n puustopääomalla saattaa olla kohtuuttoman suuri.

## 32. Tuotos ja sen rakenne

Tuotos tarkoittaa tilavuuskasvun sitä osaa, jolla on käyttöarvoa. Tarkastelusta jää pois kaupalliset mitat täyttämätön rungon latvasosa. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kuitenkin vain käyttöpuun arvokkaimman osan, tukkipuun tuotosta ja sen jakautumista järeysluokkiin.

Tukkipuustoa koskevissa laskelmissa on noudatettu seuraavia minimivaatimuksia:

- rinnankorkeusläpimita vähintään 17 cm kuoren päältä
- tukkien pituus 37—61 dm
- tukkien keskipituus 49 dm

Puu on luettu tukkipuuksi, jos siitä on saatu vähintään yksi seuraavat minimivaatimukset täyttävä tukki:

Tukin pituus dm	Latvaläpimitaluokka kuoren päältä vähintään, cm
37	20
40	18
43+	16

Rungon laatua ei laskelmissa ole otettu huomioon. Kaikki järeytensä puolesta kelpaavat osat runkoa sisältyvät laskelmiin vähennyksittä.

Taulukon 1 (s. 6) mukaan suurin tukkipuun tuotos on kokeen aikana todettu käsittelyn 2 (puustopääoma 75 %) kohteena olleissa puustoissa. Niiden tuotos on ollut 15—30 % suurempi kuin hakkuin käsittelemättömien puustojen. Voimakkaimman käsittelyn 3 (puustopääoma 60 %) aiheuttama vastaava tuotoslisä luonnontilaiseen verrattuna on ollut 10—20 %.

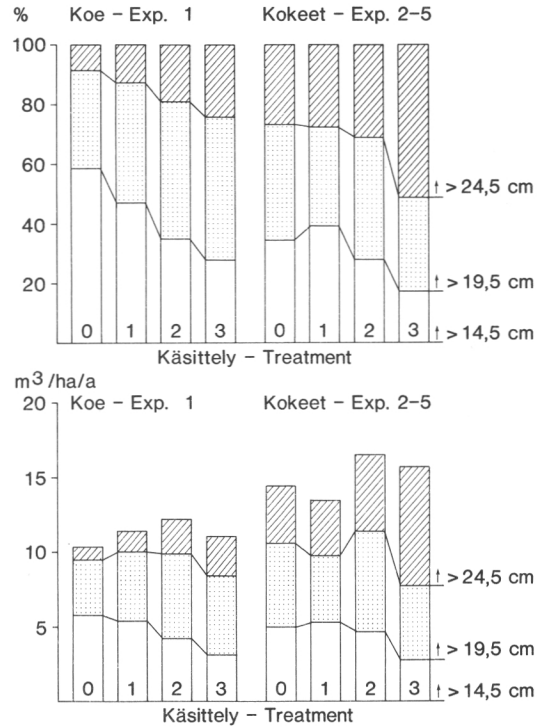
Esitetyissä lisätuotosprosentteissa saattaa osaltaan heijastua taulukossa 2 (s. 8) esiin tuotu lähtöpuustojen erilaisuus. Tuotoserot ovat kuitenkin niin suuria, että ne ovat todellisia. Voisi kenties odottaa, että erot olisivat taulukossa esitettyjä suurempia. Kun tukkipuun minimivaatimukset ovat kuitenkin olleet niinkin alhaiset kuin mitä edellä on esitetty, mainitun suuruiset erot ovat ymmärrettävissä.

Luotettavana on pidettävä myös sitä päätelmää, että tukkipuun tuotoksen määrään vaikuttaa myönteisimmin verraten konventionaalinen käsittely 2 (puustopääoma 75 %), jos järeysuhteet jätetään ottamatta huomioon. Tukkipuun tuotoksen järeysuhteiden tarkastelu antaa kuitenkin toisenlaisen tuloksen, jota havainnollistaa kuva 5.

Mitä harvempaa puustoa kasvatetaan, sitä järeämmäksi se kehittyy. Vaikka tukkipuun kokonaistuotos on todennäköisesti suurin verraten konventionaalisen käsittelyn vallitessa, järeysuhteet ovat selvästi parhaat silloin, kun käsittelyä voidaan luonnehtia radikaaliksi.

Keskimäärin 60 %:n puustopääoma säilyttään on latvaläpimitaltaan 14,5—19,5 cm:n tukkipuuta tuotettu vähemmän mutta yli 24,5 cm:n puuta selvästi enemmän. Tällä puustopääomalla mahdollisesti aiheutettu lievä tilavuuskasvutappio (ks. s. 8) on mitä todennäköisimmin kuitupuuta ja tukkipuun tuototappio käsittelyyn 2 verrattuna (ks. s. 9) pienikokoisinta tukkipuuta.

Ei ole epäilystäkään siitä, että koemetsiköissä harvennusten aloittamisen jälkeen tuotettu puu on ollut sitä arvokkaampaa, mitä pienempänä puustopääoma on säilytetty. Mikäli luonnontuhojen riskejä ei oteta huomioon, korkeinta mahdollista arvokasvua ajatellen alle 60 %:n puustopääomat saattaisivat olla vielä kokeissa tutkittuja vaihtoehtojakin edullisempia (ks. Valsta 1982, s. 28). Tämä on kuitenkin vain olettaamus, sillä tällaisia vaihtoehtoja kokeisiin ei sisälly. Olettamusta tukee kuitenkin se vakiintunut käsitys (ks. esim. Heikinheimo 1951), että kuusikoissa väljä kasvatusasento ei vaikuta olennaisesti rungon tekniseen laatuun ja tätä kautta vähentävästi arvokasvuun (esim. Valsta 1982, s. 28). Istutusmänniköiden kysymyksessä ollen kasvatustiheyttä valittaessa on laatu- ja määrän välinen vastoin otettava erittäin tärkeinä huomioon. Pelkästään kasvun ja tuotoksen määrän ja rakenteen osalta mainitut puulajit tuskin kuitenkaan poikkeavat olennaisesti toisistaan (vrt. esim. Vuokila 1981).



Kuva 5. Kokeiden aikana saavutetun tuotoksen suhteellinen ja absoluuttinen jakautuminen järeysluokkiin (latvaläpimitta >14,5 cm, >19,5 cm ja >24,5 cm).  
 Fig. 5. The relative and absolute distribution of volume yield into size classes (>14.5 cm, >19.5 cm and >24.5 cm of top diameter) during the course of the experiment.



## 4. PUUSTON KOKONAISKEHITYS

### 41. Kasvu

Edellä on puuston kehitystä, kasvua ja tuotosta tarkasteltu ensiharvennusta seuranneena 22—23-vuotiskautena. Tarkastelun ulkopuolelle ovat siten jääneet koemetsikön 1 osalta kokeen perustamista edeltäneet 40 v (n. 14 valtipituusmetriä) ja koemetsiköiden 2—5 ensimmäiset 31—37 v (n. 15 valtipituusmetriä).

Metsiköt ovat lähestymässä kehitysvaihetta, jolloin harkittavaksi tulee niiden uudistaminen. Voimakkaimmin käsitellyt puustot ovat ohittaneet järeysvaiheen, jossa luontaisesti syntyneiden metsiköiden uudistaminen on esim. yksityismetsälain tulkinnan mukaan hyväksyttyä.

On siksi paikallaan tarkastella, mikä merkitys vaihtelevilla käsittelyohjelmilla on koemetsiköiden koko elinaikana syntyneisiin kasvu- ja tuotossuhteisiin. On etukäteen selvää, että käsittelyasteiden väliset erot pienevät, kun yhteinen alkukehitys otetaan tarkasteluun mukaan. Pohjapinta-alan ja runkotilavuuden keskimääräinen vuotuinen kas-

vu koemetsiköiden koko elinaikana käy ilmi taulukosta 3.

Koemetsikön 1 pohjapinta-alan keskimääräinen vuotuinen kasvu on vaihdellut rajoissa 0,71—0,76 m<sup>2</sup>/ha. Pienin kasvuluku tarkoittaa luonnontilaista puustoa ilman luonnonpoistumaa, suurin käsittelyä 2 (75 %:n pääoma). Kokeissa 2—5 luonnontilaiset puustot ovat niinkään kasvaneet pohjapinta-alaa keskimäärin vähemmän, käsittelyiden 2 ja 3 puustot enimmänsä.

Kaiken kaikkiaan on todennäköistä, että luonnontilaisten puustojen pohjapinta-alan (elävä) kasvu on ollut lievästi pienempi kuin hakkuin käsiteltyjen. Jos otetaan kuitenkin huomioon luonnontilaisen metsikön itseharveneminen, tämäkin vähäinen ero katoaa. Luonnonpoistuma huomioon ottaen kokeen 1 hakkuin käsittelemättömien koalojen keskimääräinen vuotuinen pohjapinta-alan kasvu on näet ollut 0,75 m<sup>2</sup>/ha/v ja kokeiden 2—5 koaloilla 0,99 m<sup>2</sup>/ha/v.

Tilavuuskasvun tarkastelu (taulukko 3, kuva 6) antaa likimain saman tuloksen kuin pohjapinta-alakin. Luonnontilaisten

Taulukko 3. Puuston kasvu ja tukkipuun tuotos koemetsiköiden koko elinaikana.  
Table 3. Increment and yield in sawtimber of the growing stock during the whole lifetime of the experimental stands.

Koe Exp.	Kasvu- tai tuotoslaji Increment or yield characteristic	Käsittely—Treatment			
		0	1	2	3
Keskim. vuotuinen kasvu (tuotos) Mean annual increment (yield)					
1	Pohjapinta-ala, Basal area, m <sup>2</sup> /ha/a	0.71	0.75	0.76	0.73
	Runkotilavuus, Cubic volume, m <sup>3</sup> /ha/a	6.63	7.08	7.29	6.73
	Tukkipuun tuotos, Yield in sawtimber, m <sup>3</sup> /ha/a	3.60	4.24	4.75	4.30
2—5	Pohjapinta-ala, Basal area, m <sup>2</sup> /ha/a	0.90	0.93	1.02	1.00
	Runkotilavuus, Cubic volume, m <sup>3</sup> /ha/a	9.59	9.30	10.40	9.82
	Tukkipuun tuotos, Yield in sawtimber, m <sup>3</sup> /ha/a	6.21	5.57	7.00	6.80

puustojen keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu — luonnonpoistuma poisluettuna — on ollut koemetsiköiden elinaikana pienin. Jos otetaan kuitenkin huomioon myös kuollut puu, merkitsevää eroa käsittelyjen välillä ei ole havaittavissa. Itseharveneminen mukaan lukien koemetsikön 1 luonnontilaisen osien keskimääräiseksi vuotuiseksi tilavuuskasvuksi saadaan näet 6,87 m<sup>3</sup>/ha/v ja koemetsiköille 2—5 keskimäärin 10,13 m<sup>3</sup>/ha/v. Näin tarkastellen jää kokeessa 1 voimakkain käsittely epäedullisimmaksi. Tämä vahvistaa sitä olettamusta, että kyseisellä kasvupaikalla, tuoreella kankaalla, 60 %:n puustopääoma olisi todella lievästi pienentänyt tilavuuskasvua hehtaaria kohden.

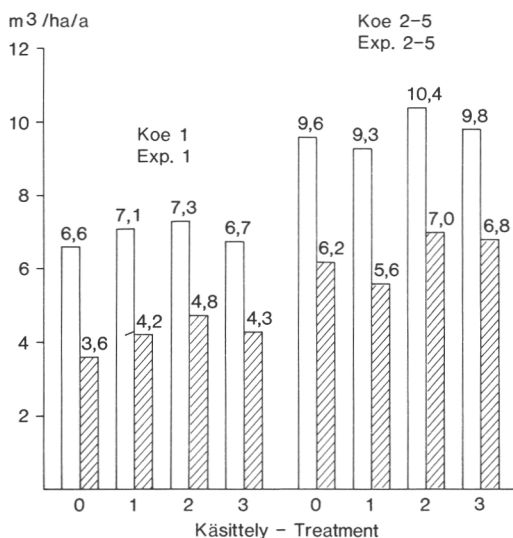
Kaiken kaikkiaan voidaan päätellä, ettei puustopääoma — kokeiden sisältämissä rajoissa — vaikuta merkitsevästi istutuskuusikon puuston pohjapinta-alan keskimääräiseen vuotuisen kasvuun hehtaaria kohden kiertoajan pituisena aikana. Luonnontilaisessa metsikössä osa tästä kasvusta jää kuitenkin itseharvenemisen vuoksi käyttämättä. Luonnonpoistuma on tosin tutkituissa istutuskuusikoissa ollut vain murto-osa siitä, mitä esim. Ilvessalo (1920) on todennut luontaisesti syntyneissä metsiköissä esiintyvän. Eron selittänevät lähinnä istutuskuusikon luonnonmetsiköihin verrattuna alhainen lähtötiheys ja tämän tutkimuksen metsiköiden keskimäärin varsin rehevä kasvupaikka.

Aineistossa on viitteitä siihen suuntaan, että 60 %:n puustopääomalla syntyisi lievempiin käsittelyihin verrattuna vähäinen tilavuuskasvutappio tuoreella kankaalla. Lehtomaisella kankaalla ja lehdossa tätä kasvutappiota ei näytä syntyvän. Mainitussa tapauksessakin tilavuuskasvu on kuitenkin ollut vähän suurempi kuin luonnontilaisen puuston tilavuuskasvu luonnonpoistumalla vähennettynä. Kasvutappiosta ei siis voitane sanan käytännöllisessä merkityksessä puhua.

## 42. Tuotos ja sen rakenne

Seuraavassa käsitellään vain tukkipuun tuotoksen määrää ja rakennetta. Kuitupuun tuotoksesta tai hukkapuusta ei esitetä tuloksia.

Tuotettujen tukkipuurunkojen lukumäärä havainnollistaa taulukko 4. Siinä on esitetty tukkirunkojen lukumäärä vaihtelevin minimiläpimitoin viime mittaukseen mennessä.



Kuva 6. Keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu (varjostamaton pylväs) ja tukkipuun tuotos (varjostettu pylväs) eri tavoin käsitellyillä koaloilla metsiköiden koko elinaikana.

Fig. 6. The mean annual volume increment (unhatched) and yield in sawtimber (hatched) during the whole lifetime of the experimental stands by treatments.

Taulukko 4. Tuotettujen tukkipuurunkojen lukumäärä.  
Table 4. Number of sawtimber trees produced.

Koe Exp.	Minimiläpimita rinnankorkeudelta, cm Minimum dbh.	Käsittely—Treatment			
		0	1	2	3
1	24	93	173	240	283
	20	480	583	663	600
	17	973	977	950	783
3	30	90	165	115	200
	24	415	395	430	435
	20	705	620	655	570
	17	945	775	825	710

Istutuskuusikoissa on mahdollista kasvat-  
taa lähes 1000 kpl/ha rinnankorkeudelta yli  
17 cm paksuja puita, joista voidaan saada  
minimitukki. Tämä suurin mahdollinen tuk-  
kirunkojen lukumäärä on saavutettavissa  
kasvattamalla metsikköä luonnontilaisena tai  
harventamalla sitä vain luonnonpoistuman  
verran. Mitä voimakkaammin puustoa käsi-  
tellään kasvatusvaiheessa, sitä pienempi on  
kiertoajan kuluessa tuotettavien tukkirunkojen  
lukumäärä. Tämän tutkimuksen käsittely  
3 (60 %:n puustopääoma) on viime mittauk-

Taulukko 5. Tuotettujen runkojen tukkiosan keskitilavuus.  
 Table 5. Mean volume of the sawtimber portion of the trees.

Koe Exp.	Käsittely—Treatment			
	0	1	2	3
	Keskitilavuus—Mean volume, m <sup>3</sup> (%)			
1	0.235 (100)	0.273 (116)	0.324 (138)	0.354 (151)
3	0.424 (100)	0.488 (115)	0.475 (112)	0.577 (136)

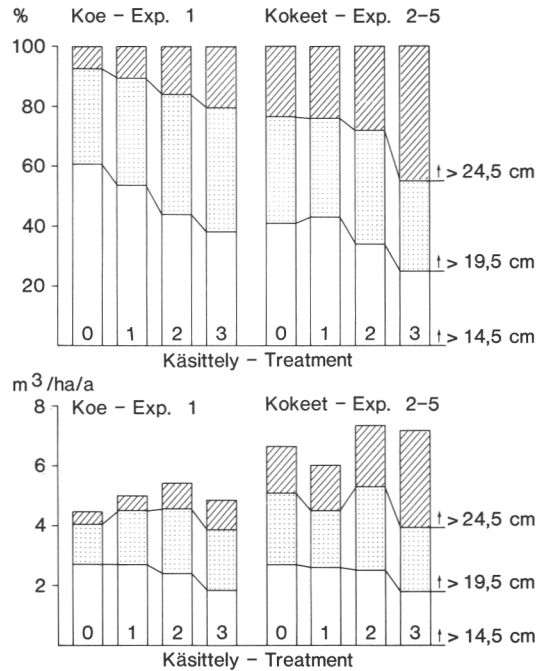
seen mennessä aiheuttanut 20—25 %:n ”tuotostappion”, jos mittapuuna pidetään tuotettujen tukkirunkojen lukumäärää.

Mitä suuremmat järeyvaatimukset tukkirungolle asetetaan, sitä edullisemmiksi tulevat väljät kasvatusasennot. Koemetsikössä 1 on rinnankorkeudelta yli 24 cm:n runkoja tuotettu 60 %:n puustopääoma säilyttäen kolminkertainen määrä suhteessa hakkuin käsittelemättömään puustoon. Koemetsikössä 3 on voimakkaimmalla käsittelyllä tuotettu toistaiseksi yli kaksinkertainen määrä rinnankorkeudelta yli 30 cm:n runkoja. Jos tukkirungon minimivaatimusta korotetaan edelleen, voimakkaan käsittelyn järeyttävä vaikutus tulee esiin vielä edellä esitettyäkin selvemmin.

Tuotetut tukkirungot ovat keskimäärin sitä järeämpiä, mitä väljemmästä kasvatusstihydestä on kysymys. Tuotettujen tukkirunkojen tukkiosan keskitilavuus vaihtoehtoisten käsittelyohjelmien seurauksena kokeissa 1 ja 3 on esitetty taulukossa 5.

Koemetsikön 1 edustamalla kasvupaikalla, tuoreella kankaalla, voimakkain käsittely on lisännyt tukkirunkojen tukkiosan keskitilavuutta 51 %. Koemetsikössä 3, joka kasvupaikaltaan on lehtomaista tai kenties peräti lehtoa, vastaava järeysero on 36 %. On todennäköistä, että kasvupaikalla on merkitystä järeytymisasteeseen taulukon 5 osoittamaan suuntaan. Esim. 60 %:n puustopääoma merkinnee tuoreella kankaalla biologisesti ottaen väljempää kasvatusasentoa kuin vastaava suhteellinen pääoma lehto-olosuhteissa. Tähän on viittonut jo edellä havaittu seikka, että koemetsikössä 1 voimakkain käsittely on todennäköisesti johtanut lievään tilavuuskasvutappioon, jota vastaavaa ei ole voitu havaita kokeissa 2—5.

Nopea järeytyminen merkitsee tukkipuun tuotosta ajatellen enemmän kuin tukkipuurunkojen suuri lukumäärä. Kuten taulukko 3 ja kuva 6 osoittavat, kaksi



Kuva 7. Koemetsiköiden elinaikaisen tuotoksen suhteellinen ja absoluuttinen jakautuminen järeyssluokkiin (latvaläpimitta >14,5 cm, >19,5 cm ja >24,5 cm).

Fig. 7. The relative and absolute distribution of the volume yield into size classes (>14.5 cm, >19.5 cm and >24.5 cm of top diameter) by treatments during the whole lifetime of the experimental stands.

voimakkainta käsittelyä (puustopääomat 75—60 %) ovat johtaneet keskimäärin suurempaan tukkipuun tuotokseen kuin lievemmät käsittelyt. Ero on selvä koemetsiköissä 2—5, vähäisempi kokeessa 1. Merkille pantavaa on kuvassa 6 vielä se, että tukkipuun tuotos vaihtelee hyvin samaan tapaan kuin vastaava tilavuuskasvu.

Tukkipuun tuotoksen järeyssuhteita valaisee yksityiskohtaisesti kuva 7. Tulokset on samanlainen kuin edellä kuvassa 5 (s. 10) esitet-



ty. Puustopääoma vaikuttaa tukkipuuston järeysuhteisiin sitä enemmän mitä alhaisempi puustopääoma on kasvamassa.

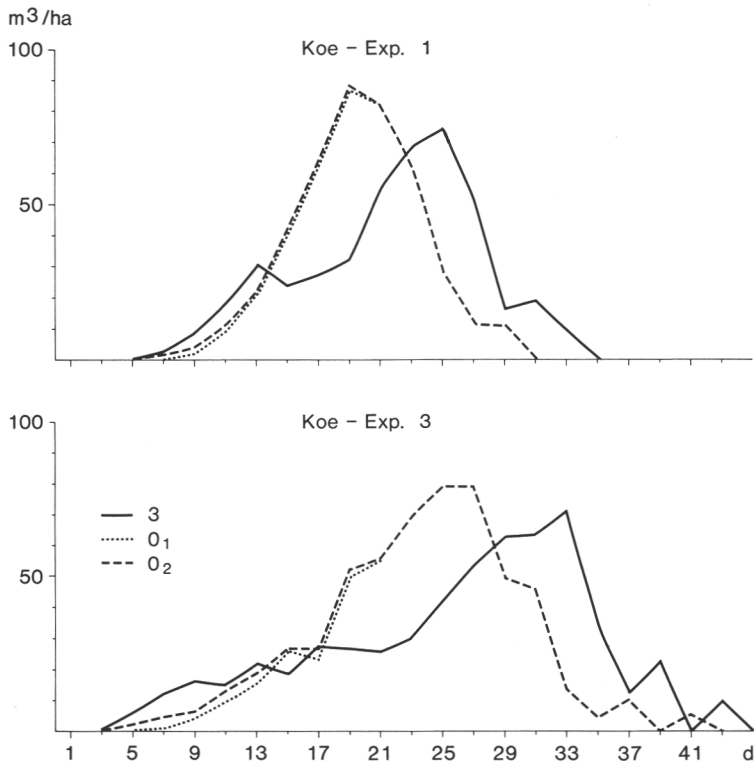
Kuva 8 osoittaa vihdoin, miten voimakkain kokeiltu käsittelyohjelma (3) on vaikuttanut rinnankorkeudelta mitattuun läpimitaan perustuvaan tilavuusjakautumissarjaan. Vertailukohteenä on luonnontilainen puusto. Tulokset ovat kokeista 1 ja 3, joissa on toistoja ja joissa satunnaisvaihtelu on siksi pienimmillään.

Tavallaan yllättävästi voimakas käsittely on lisännyt kiistatta kaikkein pienimpien (alle 13 cm) puiden tuotosta metsiköiden elinajana. Tämä johtuu voimakkaasta ensiharvennuksesta, jossa pääosa tätä kokoa olevista puista yleensä poistetaan. Luonnontilaisessa puustossa osa näistä puista kuolee, osa siirtyy vuosikymmenien mittaan — vaikkakin hitaasti — ylempiin läpimittaluokkiin.

Toisaalta myös kaikkein järeimpiä puuyksilöitä (koe 1: 23+ cm, koe 3: 29+ cm rinnankorkeudelta) tuotetaan voimakkaimmalla käsittelyllä selvästi enemmän kuin mitä luonnontilaisessa metsikössä on mahdollista. Jakautumissarjan huippu on siirtynyt 6—7 cm järeämpään suuntaan. Jakautumissarja on muodostumassa kaksihuippuiseksi.

Kuva 8 tuo ilmi harvennushakkuiden olennaisimman merkityksen. Harvennushakkuut merkitsevät lähinnä kiertoajan kuluessa tuotettavan puuston sitä voimakkaampaa järeytymistä mitä vähäisemmällä puustopääomalla operoidaan. Ainakin vielä 60 %:n puustopääomaan asti järeytyminen tapahtuu samanaikaisesti, kun tukkipuun tuotos jossain määrin lisääntyy.

Kuvasta 8 ilmenee myös itseharvenemisen vähäinen merkitys nyt tutkituissa metsiköissä (vrt. s. 8). Paksuimmat kuolleet puut ovat to-



Kuva 8. Koemetsiköiden 1 ja 3 elinajana tuotetun runkotilavuuden jakautuminen rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin luonnontilaisilla ( $0_1$  = elävä puu,  $0_2$  = kaikki puu) ja voimakkaimmin (3) käsitellyillä koelohjoilla.

Fig. 8. The distribution of cubic volume produced during the whole lifetime of experimental stands 1 and 3 into dbh. classes on sample plots with no thinning ( $0_1$  = live wood,  $0_2$  = all wood) and the heaviest treatment (3).

sin olleet rinnankorkeudelta tukkipuun minimin ylittäviä. Lähinnä itseharveneminen on kuitenkin kohdistunut kuitupuuta antaviin tai kokonsa puolesta käyttökelvottomiin yksilöihin.

### 43. Järeytyminen ja kiertoaika

Kiertoajan pituuteen vaikuttavat monet tekijät. Liiketaloudelliset seikat ovat kiertoajasta päätettäessä aina tavalla tai toisella harkittavina. Metsätalouden järjestelyn tavoitteet saattavat lukuisissa tapauksissa olla ratkaisevia. Oman lisänsä tuovat moninaiskäyttö ja siihen liittyvät näkökohdat, joissa kiertoajan pituudella on merkitystä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole antaa ohjetta siitä, mikä on optimikiertoaika koemetsiköiden kaltaisissa istutuskuusikoissa. Pyrkimyksenä on lähinnä havainnollistaa voimassa olevien kiertoaikasuositusten avulla istutusmetsikön järeytymisnopeutta suhteessa luontaisesti syntyneisiin suomalaisiin talousmetsiin.

Yksityismetsälain valvonnassa sovellettavien normien mukaan uudistuskypsyys määrytyy kahden tekijän, puuston iän ja pohjapinta-alalla punnitun keskiläpimitan perusteella. Vaatimukset ovat Etelä-Suomen osalta seuraavat:

	Ikä, v	Keskiläpimita, cm
Kuusi OMT	80	26
Kuusi MT	90	25

Järeysten ylittäessä vähintään 1 cm:llä edellä mainitut keskiläpimitat voidaan metsikkö uudistaa enintään 10 v nuorempana.

Vertailumielessä on kokeiden 1 ja 3 mitausten perusteella tehty laskelmia siitä, missä iässä eri tavoin käsitellyt puustot ovat saavuttaneet tai niiden ennustetaan saavuttavan yllä esitetyt keskiläpimitanormit. Tulokset ovat nähtävissä seuraavassa asetelmassa:

Koe	Metsätyyppi	Käsittely		
		1 Ohjeläpimitan saavuttamiseen vaadittu aika, v	2	3
1	MT+	78	67	63
3	OMT—Lh	58	55	48

Vuokilan ja Väliahon (1980) tilapäiskoealoihin perustuvan viljelymetsikkötutkimuk-

sen aineistosta Vuokila (1983) on laskenut vastaavat kiertoajat, jotka ovat seuraavassa:

H <sub>100</sub> , m	33	30	27
Kiertoaika, v	53	62	70

Edellä on todettu (s. 4), että kokeen 1 pituusboniteetti-indeksi on 29 ja muiden kokeiden 34. Aiemmin (s. 5) on myös päätelty, että käsillä olevan tutkimuksen käsittelyiden 2 ja 3 keskiarvo vastaa Vuokilan ja Väliahon (1980) harvennusmalleja, joihin viimeksi esitetyt kiertoajat nojautuvat. Kahdella erilaisella aineistolla ja täysin erilaisella tutkimusmenetelmällä on kaiken kaikkiaan saatu hyvin samankaltainen tulos.

Jos uudistamiskriteeriksi otetaan sama järeysaste (keskiläpimita), istutuskuusikko voitaisiin uudistaa huomattavasti nuorempana kuin nykyiset luontaisesti syntyneet talousmetsiköt. Kokeen 1 mukaan tuoreella kankaalla kiertoaika lyhenisi 27 v voimakkainta käsittelyohjelmaa (3) noudatettaessa ja 23 v käsittelyn 2 seurauksena. Kokeen 3 lehtomaista kangasta ja lehtoa koskevat vastaavat luvut ovat 32 ja 25 v.

Sama järeysaste luontaisesti ja istuttaen syntyneiden metsiköiden uudistamiskypsyyden normina ei tunnu kuitenkaan järkevältä. Esim. koemetsikkö 1 on kasvanut v:een 1984 mennessä keskimäärin n. 7 m<sup>3</sup>/ha/v, mutta viime mittaussakson aikana yhä 12—13 m<sup>3</sup>/ha/v. Keskikasvu nousee siis jatkossa vielä merkittävästi. Koemetsikön 3 tähänastinen keskimääräinen vuotuinen tilavuuskasvu on ollut n. 9 m<sup>3</sup>/ha/v, mutta viime jakson kasvu edelleen 17—19 m<sup>3</sup>/ha/v.

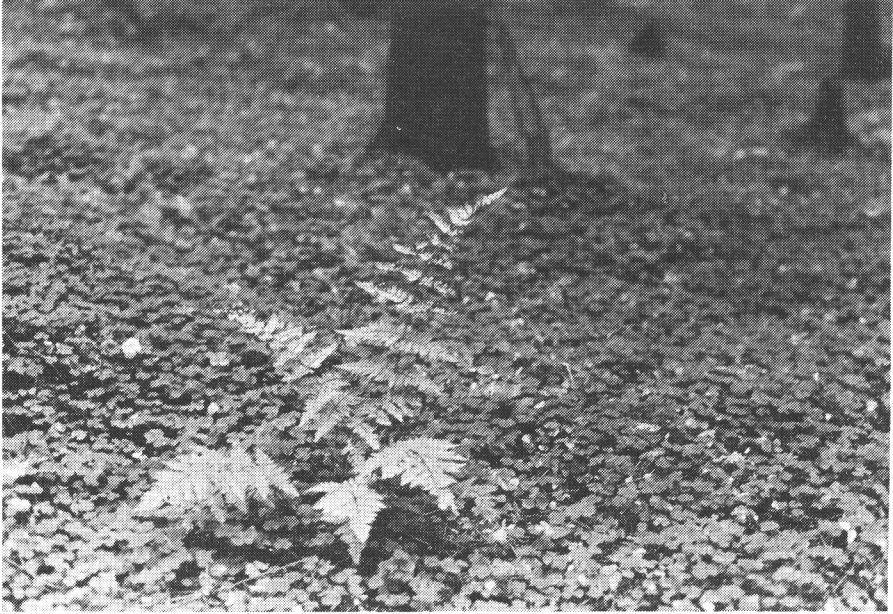
Toisaalta kokeen 3 voimakkaimmin käsiteltyjen puustojen keskiläpimita oli syksyllä 1984 (ikä 58 v) jo 31,5 cm (ks. kuva 9). Käsillä on vaihe, jolloin puut ovat puunkorjuun ja sahaustekniikan kannalta kehittymässä liian järeiksi. Ainakin parhailla kasvupaikoilla on kiertoaikakysymys muodostumassa varsin ongelmalliseksi.

Hämäläinen (1978, 1985) on kahteen otteeseen tehnyt liiketaloudellisia laskelmia tähän tutkimukseen sisältyvän kokeen 3 mitaustuloksista, puuston kehitystä lisäksi Vuokilan ja Väliahon (1980) laatimilla yhtälöillä tulevaisuuteen ennustaen. Kiertoaikaa on tarkasteltu usealla menetelmällä ja vaihtelevin korkokannoin. Tulosten mukaan myös liiketaloudellisin perustein kyseisen istutuskuusikon suosittelava kiertoaika on lyhyt, 50—60 v. Jatkuvasti korkeana pysyvää tila-

vuuskasvua ja tuotosta kompensoi puuston suuri ja arvoltaan kohoava pääoma.

Viljelymetsiköiden kiertoaikaongelma on kaiken kaikkiaan vielä ratkaisematon. Näyttää kuitenkin siltä, että nykyinen 10 vuoden lyhennysmahdollisuus luonnonmetsien ohje-

kiertoajoista ei tee täyttä oikeutta istutusmetsiköille. Ainakin istutuskuusikoissa tulisi tämän tutkimuksen mukaan voida lyhentää kiertoaikaa 20—30 v, jotta istutuksen puun-  
tuotannolliset ja liiketaloudelliset edut tulisivat täysmääräisesti hyväksikäytetyiksi.



Kuva 9. Harvennuksin voidaan maan kunto säilyttää hyvänä, kuten kokeen 3 voimakkaimmin käsitellyn koealan rehevä pintakasvullisuus osoittaa.

*Fig. 9. The good condition of soil can be maintained by thinnings, as indicated by the luxuriant ground vegetation created by the heaviest treatment of experiment 3.*

## 5. TIIVISTELMÄ

Tutkimusaineistona on viisi istutuskuusikkoa, jotka sijaitsevat Heinolan läheisyydessä. Näihin metsiköihin perustettiin vuosina 1961—62 kokeita, jotka sisältävät kahdeksan toistoa neljästä käsittelystä. Istutusmetsiköiden kehitys tunnetaan alusta alkaen ja yksityiskohdin 22—23 viime vuoden ajalta (ks. myös Vuokila 1975, 1980).

Kokeita perustettaessa, jolloin puuston valtapituus oli 13—15 m, metsiköt harvennettiin ensi kerran. Harvennuksissa puusto porrastettiin neljään pääomatasoon. Jos luonnontilaisen puuston pohjapinta-alaa merki-

tään luvulla 100, harventaen käsitellyille koealoille jäi harvennuksen jälkeen 90, 75 tai 60 % tästä maksimista (ks. asetelma s. 4). Myöhemmissä harvennuksissa on ensimmäisellä kerralla tehty pääomaporrastus pyritty säilyttämään muuttumattomana. Todetakaan, että Vuokilan ja Väliahon (1980) istutuskuusikoille laatimat harvennusmallit vastaavat 75 ja 60 %:n pääomien keskiarvoa.

Tulokset on esitetty erikseen kokeelle 1 ja yhdessä kokeille 2—5. Koe 1 sijaitsee jokseenkin keskimääräisellä kuusen kasvupaikalla ( $H_{100} = 29$  m), kokeet 2—5 taas erittäin



hyvillä ( $H_{100} = 34$  m). Tuloksia esitetään kahdelta jaksolta, kokeiden kestoajalta (22—23 v) ja metsiköiden koko elinajalta (53—63 v). Nuoresta iästään huolimatta koemetsiköt ovat lähestymässä uudistamiskypsyyttä, osittain jo saavuttaneet järeytensä puolesta sen.

Kokeiden määrittämissä rajoissa kasvatus-tiheys (=puustopääoma pohjapinta-alalla mitaten) ei ole vaikuttanut lainkaan *valtapiuuden* kehitykseen. Myös *pohjapinta-alan* keskimääräinen vuotuinen kasvu hehtaaria kohden on ollut koeaikana ja siten myös metsiköiden koko elinaikana puustopääomasta riippumaton. Luonnontilaisissa puustoissa osa kasvusta jää kuitenkin itseharvenemisen vuoksi käyttämättä hyödyksi.

Myös *tilavuuskasvu* on ollut lähes riippumaton kasvatus-tiheydestä. On tosin mahdollista, että tuoreella kankaalla sijaitsevan kokeen 1 voimakkaimmin käsitellyt osat ovat kasvaneet tilavuutta hieman vähemmän kuin lievemmin käsitellyt.

Kaksi voimakkainta käsittelyä on lisännyt jossain määrin *tukkipuun tuotosta*. Tukkipuun vaatimuksina ovat tällöin olleet rinnankorkeudelta vähintään 17 cm:n läpimitta, vähintään 16 cm:n latvaläpimitta tukeille ja

tukkien keskipituus 49 dm. Harvennusten päävaikutus tulee kuitenkin ilmi puuston *yleisessä järeytymisessä ja tukkipuun tuotoksen rakenteessa*.

Mitä alhaisempi on puustopääoma, sitä järeämmäksi puusto kehittyy ja sitä arvokkaampaa se on. Parhaan kuvan järeytymisestä antanee kuva 8 (s. 14), jossa on esitetty koealojen 1 ja 3 aineistoon nojautuen metsiköiden elinaikana tuotetun runkotilavuuden jakautuminen rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin luonnontilaisissa ja voimakkaimmin käsitellyissä puustonosissa (ks. myös taul. 4 ja 5).

Istutuskuusikko saavuttaa uudistuskypsyyttä osoittavat järeysnormit vuosikymmeniä aikaisemmin kuin nykyiset luonnonmetsiköt, joita varten ne on laadittu. Kiertoaikakysymys on monitahoinen ekonominen tehtävä, jota ei ole istutuskuusikoiden osalta vielä ratkaistu. Tämän tutkimuksen mukaan vaikuttaa siltä, että istutuskuusikoiden kiertoaika voisi olla 20—30 v lyhyempi kuin nykyisten, alkuvaiheessa enemmän tai vähemmän hoitamattomina kehittyneiden luonnonkuusikoiden.

## KIRJALLISUUS—REFERENCES

- Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. Acta For. Fenn. 1:1: 1—175.
- Heikinheimo, O. 1951. Metsänistutukset huokeammiksi ja yleisemmiksi. Metsälehti 45.
- Hämäläinen, J. 1978. Käsitelyn vaikutus järeytyvän puuston tuottoon ja liiketaloudelliseen hakkuukypsyyseen. Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaretkeily 12.—13.6.1978 opas, s. 63—67.
- 1985. OMT-kuusikon kasvatuksen liiketaloudellisesti kannattavuudesta ja hakkuukypsyydestä. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksen kollegion retkeilyä varten 18.—19.9.1985.
- Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta For. Fenn. 15:4: 1—94.
- Lönnroth, E. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta For. Fenn. 30: 1—313.
- Møller, C. 1954. The influence of thinning on volume increment. State Univ. New York, World For. Series Bull. 1.
- Skogsstyrelsen 1971. Lönsammare skog. Värnamo. 124 s.
- Valsta, L. 1982. Istutuskuusikon kasvatus-tiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Summary: Profitability comparison of growing densities in spruce plantations. Folia For. 50:4: 1—33.
- Vuokila, Y. 1960. Männyin kasvusta ja sen vaihteluista harventaen käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands. Commun. Inst. For. Fenn. 52(7):1—38.
- 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia For. 24:7: 1—24.
- 1980a. Kasvatus-tiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen. Summary: The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. Folia For. 44:8: 1—15.
- 1980b. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Helsinki-Porvoo. 256 s.
- 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvenuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning. Folia For. 46:8: 1—13.

- 1983. Viljelymetsiköiden järetyminen ja kiertoaika. Metsä ja Puu 1: 8—10.
- & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Commun. Inst. For.

Fenn. 99(2):1—271.

Ylinen, A. 1952. Über die mechanische Schaftformtheorie. Silva Fenn. 76: 1—50.

Total of 17 references

## SUMMARY

### The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland

The study material comprises five spruce plantations located in Southern Finland (61° N lat.). 32 permanent sample plots (eight replications of four treatments) were established in these stands in 1961—62. The development of the plantations has been followed in great detail from the very start of the experiments over a period lasting for 22 to 23 years (see also Vuokila 1975, 1980).

The stands were thinned for the first time when the experiments were established (at a dominant height of 13—15 metres). The growing stock was reduced to four basal area levels in this thinning: 90, 75 and 60 % of the maximum (=unthinned control, 100 %). These growing stock levels were maintained in later thinnings (see set-up on p. ). It should be mentioned here that the thinning models of Vuokila and Väliäho (1980) presuppose a basal area level which is approximately the mean of the two heaviest treatments (75 and 60 %) used in this investigation.

The results are presented separately for experiment 1 and combined for experiments 2—5 owing to the differences in site. The site index  $H_{100}$  (cf. Vuokila and Väliäho 1980, p. 23) for experiment 1 is 29 and that for experiments 2—5, on the average, 34. Experiment 1 is thus located on a medium spruce site, and experiments 2—5 on the best ones.

The results are given for two periods, the 22 to 23-year-long period after the first thinning (start of the experiments), and the total period during the lifetime of the stands (53—63 years in 1984). Despite this being a relatively young age for northern conditions, most of the stands are approaching and some have already reached growing stock dimensions which would normally justify regeneration in practical forestry.

The growing stock levels used in these experiments (100—60 % of basal area), have not influenced the development of *dominant height* (see Table 1, p. 6). Thinnings started at a dominant height of 13—15 m have not had any significant effect on the *mean annual*

*basal area increment per ha* during the whole rotation (see Table 3, p. 11). In unthinned stands part of this increment is of course lost through mortality.

As a rule, the differences in growing stock density brought about through thinnings have not affected the *mean annual volume increment per ha* during the rotation. However, the heaviest treatment (60 %) may have slightly reduced the volume increment on the medium site (exp. 1).

The *yield in sawtimber* (minimum dbh. 17 cm, minimum top diameter of logs 16 cm and mean log length 49 dm) has been somewhat increased by the two heaviest treatments. Thus the main effect of thinnings from the growth and yield viewpoint appears in the dimensional development of the trees in the thinned stands and, especially, in the *structure of sawtimber production*.

The lower the growing capital, the thicker the trees that are produced and the more valuable they are. The favourable development of the trees in the thinned stands is perhaps demonstrated most clearly in Fig. 8 (p. 14). In this figure, based on experiments 1 and 3, the volume distributions (into dbh. classes) are given for the heaviest treatment and for the natural control (see also Tables 4 and 5, p. 12, 13).

In Finland, the length of *rotation* is determined by two factors: the age and the mean diameter weighted by the basal area. The recommended rotation for the sort of sites included in this study is 80—90 years, which corresponds to a mean diameter of 25—26 cm in present natural stands. Owing to the rapid development of trees in well-managed spruce plantations, however, a mean diameter of 25—26 cm is reached at a much earlier age. Even though the optimum rotation period is a highly complex economic question, it appears on the basis of the present material that rotations which are 20—30 years shorter than those of natural stands today should be applied in spruce plantations.







ODC 562.2 : 228.1 : 174.7 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0718-2  
ISSN 0015-5543

VUOKILA, Y. 1985. Puuston määrän vaikutus istutuskuusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland. *Folia For.* 636:1—18.

The paper reports on the latest results from experiments established in 1961—62 in spruce plantations in Southern Finland. There are 8 replications of 4 treatments.

A variation of 100—60 % in stocking density (100 = control) does not affect the growth of dominant height, basal area or cubic volume per ha. The yield in sawtimber is somewhat increased by medium and heavy thinnings. The main effect of thinnings is found in the development of tree dimensions. These results indicate that the rotation of spruce plantations could be 20—30 years shorter than those recommended for natural stands in Finland.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-000170 Helsinki, Finland.

ODC 562.2 : 228.1 : 174.7 *Picea abies*  
ISBN 951-40-0718-2  
ISSN 0015-5543

VUOKILA, Y. 1985. Puuston määrän vaikutus istutuskuusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen. Summary: The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland. *Folia For.* 636:1—18.

The paper reports on the latest results from experiments established in 1961—62 in spruce plantations in Southern Finland. There are 8 replications of 4 treatments.

A variation of 100—60 % in stocking density (100 = control) does not affect the growth of dominant height, basal area or cubic volume per ha. The yield in sawtimber is somewhat increased by medium and heavy thinnings. The main effect of thinnings is found in the development of tree dimensions. These results indicate that the rotation of spruce plantations could be 20—30 years shorter than those recommended for natural stands in Finland.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-000170 Helsinki, Finland.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

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

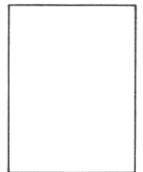
Nimi  
Name \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



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

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

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Communications Instituti Forestalis Fenniae \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Huomautuksia

*Remarks* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

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

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

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

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

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — *Address:* Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi, Finland  
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema  
*Kannus Research Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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



1985

- No 615 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.  
Growth variation in the Forestry Board Districts of Keski-Suomi and Etelä-Pohjanmaa according to the 7th National Forest Inventory.
- No 616 Kaunisto, Seppo: Lannoituksen, ilman lämpösunnan ja eräiden kasvualustan ominaisuuksien vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun turvemailla.  
Effect of fertilization, temperature sum and some peat properties on the height growth of young pine sapling stands on peatlands.
- No 617 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suomensäät vuosina 1951—1983.  
Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951—1983.
- No 618 Lipas, Erkki: Kasvupaikan puuntuotoskyvyn ja lannoitustarpeen arviointi maan ominaisuuksien avulla.  
Assessment of site productivity and fertilizer requirement by means of soil properties.
- No 619 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia metsän tehoviljelykokeista turvemailla.  
Preliminary results from high efficiency forest regeneration experiments on peatlands.
- No 620 Metsätalastollinen vuosikirja 1984.  
Yearbook of Forest Statistics, 1984.
- No 621 Salo, Kauko: Luonnonmarjojen ja sienten poiminta Suomussalmella ja eräissä Pohjois-Karjalan kunnissa.  
Wild-berry and edible-mushroom picking in Suomussalmi and in some North Karelian communes, Eastern Finland.
- No 622 Metsäntutkimuslaitoksen päätös havupuutukkien, lehtipuutukkien, mäntypylväiden ja ratapölkkyaihioiden mittauksessa käytettävistä yksikkötilavuusluvuista.  
Skogsforskningsinstitutets beslut gällande enhetsvolymtal för användning vid mätning av barrtimmer, lövtimmer, tallstolpar och sliperstimmer.
- No 623 Hämäläinen, Jouko, Paavilainen, Eero, Salminen, Olli & Heinonen, Riitta: Tuloksia ojitettujen korpikuusioiden lannoituksesta.  
The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands.
- No 624 Hakkila, Pentti (toim.-ed.): Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti.  
The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project.
- No 625 Kaunisto, Seppo & Päivänen, Juhani: Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review.
- No 626 Repo, Seppo & Löyttyneemi, Kari: Lähiympäristön vaikutus männyn viljelytaimikon hirvivahinkoalttiuteen.  
The effect of immediate environment on moose (*Alces alces*) damage in young Scots pine plantations.
- No 627 Rikala, Risto: Paakkutaimien kastelutarpeen määrittäminen haihdunnan perusteella.  
Estimating the water requirements of containerized seedlings on the basis of evapotranspiration.
- No 628 Saarsalmi, Anna, Palmgren, Kristina & Levula, Teuvo: Leppäviljelmän biomassan tuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö.  
Biomass production and nutrient and water consumption in an *Alnus incana* plantation.
- No 629 Moilanen, Mikko: Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämeillä.  
Effect of thinning and fertilization on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin peatlayer.
- No 630 Aarnio, Jukka: Suometsiköiden kasvatuksen yksityistaloudellinen edullisuus.  
The profitability of timber growing on peatlands from the standpoint of the private forest owner.
- No 631 Pohтила, Eljas & Valkonen, Sauli: Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä.  
Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland.
- No 632 Norokorpi, Yrjö & Kärkkäinen, Sirpa: Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä tykkytuhoihin Kuusamossa.  
The effect of altitude on stand and site characteristics and crown snow-load damages in Kuusamo in northern Finland.
- No 633 Silfverberg, Klaus & Huikari, Olavi: Tuhkalannoitus metsäojitetuilla turvemailla.  
Wood-ash fertilization on drained peatlands.
- No 634 Yli-Kojola, Hannu: Metsän ikärakenteen kehitys.  
The development of age-class composition.
- No 635 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1984.  
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1984.
- No 636 Vuokila, Yrjö: Puuston määrän vaikutus istutuskuusikon kehitykseen, kasvuun ja tuotokseen.  
The effect of growing stock level on the development, growth and yield of spruce plantations in Finland.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0718-2  
ISSN 0015-5543