

FOLIA FORESTALIA 401

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1979

KARI MIELIKÄINEN

ALAHARVENNUSTEN VAIKUTUS MÄNNIKÖN
TUOTOKSEEN JA ARVOON

THE INFLUENCE OF LOW THINNINGS
ON THE WOOD PRODUCTION AND
VALUE OF A PINE STAND

- 1978 No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi.
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Väliavarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen. Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan. Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineeksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia. PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.
- No 345 Metsätalastollinen vuosikirja 1976.
Yearbook of Forest Statistics 1976.
- No 346 Parviainen, Jari: Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase.
- No 347 Vuorinen, Heikki: Metsätraktorin kuljettajan kuormittumisen mittaussmahdollisuudet. Possibilities of measuring the strain on forest tractor drivers.
- No 348 Löytyniemi, Kari: Metsänlannoituksen vaikutuksesta ytimenävertäjiin (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae).
Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae)
- No 349 Metsämuuronen, Markku, Kaila, Simo & Räsänen, Pentti K.: Männyn paakkutaimien alkukehitys vuoden 1973 istutuksissa.
First-year planting results with containerized Scots pine seedlings in 1973.
- No 350 Oikarinen, Matti: Viljelymetsiköiden puuston vaihtelu ja kasvukoalojen edustavuus. Variations in growing stock in cultivated stands and the representation of growth sample plots.
- No 351 Heikkilä, Risto: Mäntykuitupuupinojen suojaaminen pöystynävertäjän iskeytymistä vastaan Pohjois-Suomessa.
Protection of pine pulpwood stacks against the common pine-shoot beetle in northern Finland.
- No 352 Saramäki, Jussi: Kainuun vajaapuustoisten kuusikoiden lannoitus ja sen kannattavuus. Profitability of fertilization in the understocked spruce stands of Kainuu, Finland.
- No 353 Päivinen, Risto: Kapenemis- ja kuorimallit männylle, kuuselle ja koivulle.
Taper and bark thickness models for pine, spruce and birch.
- No 354 Järveläinen, Veli-Pekka: Yksityismetsätalouden seuranta. Metsälöötökseen perustuvan tietojärjestelmän kokeilu.
Monitoring the development of Finnish private forestry. A test of an information system based in a sample of forest holdings.
- No 355 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Tutkimuksia haapatukkien mittauksesta ja teknisistä ominaisuuksista.
Studies on the measurement and technical properties of aspen logs.
- No 356 Hyppönen, Mikko & Roiko-Jokela, Pentti: Koepuiden mittauksen tarkkuus ja tehokkuus.
On the accuracy and effectivity of measuring sample trees.
- No 357 Uusitalo, Matti: Alueittaiset kantorahatulot vuosina 1970—75.
Regional gross stumpage earnings in Finland in 1970—75.
- No 358 Mattila, Eero & Helle, Timo: Keskisen poronhoitoalueen talvilaidunten inventointi. Inventory of winter ranges of semi-domestic reindeer in Finnish Central Lapland.
- No 359 Hannelius, Simo: Istutuskusikon tiheys — tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua.
Initial tree spacing in Norway spruce timber growing — an appraisal of yield and profitability
- No 360 Jakkila, Jouko & Pohtila, Eljas: Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland.

FOLIA FORESTALIA 401

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1979

Kari Mielikäinen

ALAHARVENNUSTEN VAIKUTUS MÄNNIKÖN
TUOTOKSEEN JA ARVOON

The influence of low thinnings on the wood
production and value of a pine stand

ODC 651.74
ISBN 951-40-0405-1
ISSN 0015-5543

MIELIKÄINEN, K. 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia For.* 401:1-23.

Tutkimuksessa tarkastellaan usein toistuvien alaharvennusten vaikutusta männikön kokonaiskasvuun sekä sen rakenteeseen ja arvoon. Tutkimus perustuu 5 metsikköä ja 15 koealaa käsittävään kestokoeala-aineistoon.

Harvennushakkuin ei yleensä pystytä lisäämään puuston kokonaiskasvua. Usein toistuvat harvennukset sen sijaan saattavat metsikön vajaapuustoiseksi, mistä tämän tutkimuksen mukaan aiheutui 7-8 %:n suuruinen kasvutappio metsikön kiertoajan (70 v) kuluessa. Poikkeuksen tekevät erittäin karujen kasvupaikkojen männiköt, joissa harvennushakkuut lisäsivät kiertoajan (120 v) kokonaiskasvua 2-6 %.

Mikäli käsittelemättömien metsiköiden luonnonpoistuma otetaan huomioon, olivat harvennushakkuiden laiminlyönnistä aiheutuvat käyttöpuun tuotostappiot kuitenkin 26 % viljavilla ja 11-15 % karuilla kasvupaikoilla. Harvennushakkuissa korjataan talteen paljon pientä puuta, joka luonnontilaisessa metsikössä kuolisi ennen päätehakkuuta. Harvennukset parantavat lisääntyvän kasvutilan ansiosta myös kaikkein järeimpien puiden tuotosta.

Harvennushakkuut lisäävät tuotetun puuston hakkuutulojen nykyarvoa riippumatta käytetystä korkovaatimuksesta. Puuston kiertoajan kuluessa saatavien kantorahatulojen summa oli harvennetuissa metsiköissä keskimäärin 20 % korkeampi kuin luonnontilaisissa. Vastaava 4 %:n mukaan diskontattu tulo oli harvennushakkuissa jo 1,5-2,5-kertainen luonnontilaisen metsikön päätehakkuutuloihin verrattuna.

The effect of low thinnings, repeated at short intervals, on the total growth, structure and value of production is discussed in this investigation. The material consists of 15 permanent sample plots in 5 pine stands.

As a rule, thinnings do not add to the total growth of the stand. The cuttings which are repeated too often result in a marked decrease in stand volume, which brings about a loss of 7-8 % in the total growth during the rotation. However, in the stands on very poor sites, low thinnings result in an increase of 2-6 % in the total growth.

If the natural mortality in unthinned stands is taken into consideration, the loss of harvested timber is 26 % on good sites and 11-15 % on poor sites compared with that of thinned stands. In the thinning process small stems are harvested that in an unthinned stand are doomed to die. Thanks to the improved development of tree dimensions, thinnings increase the production of largest trees, too.

The discounted value of wood produced in a thinned stand is better than that of a natural stand, no matter which discount percent is used. The value of harvested wood in a thinned stand is about 20 % higher than in a natural stand. The corresponding discounted (4 %) value is 1,5-2,5 times higher than in an unthinned stand.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSMATERIAALI	5
3. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS TUOTETUN PUUSTON MÄÄRÄÄN JA RAKENTEE- SEEN	9
31. Puuston kokonaiskasvu ja kuolleisuus luonnontilaisissa metsiköissä	9
32. Eri käsittelyohjelmien saavutettu kokonaiskasvu	10
33. Käyttöpuun kokonaistuotoksen rakenne	13
4. PUUSTON JA TUOTOKSEN KANTORAHA-ARVO ERI HARVENNUSVAIHTOEHDOLLA	18
41. Hinnoitusperiaatteet	18
42. Tuotoksen arvo	18
5. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS METSIKÖN UUDISTAMISKYPSYYTEEN	20
6. TULOSTEN TARKASTELUA	21
KIRJALLISUUS	23

1. JOHDANTO

Harvennushakkuiden tarpeellisuutta on viime aikoihin saakka pidetty itsestään selvänä. Pääasiassa biologisiin näkökohtiin perustuvassa alaharvennuksessa parannetaan silmävaraisesti arvioiden huonokasvuisia puita poistamalla jäljelle jäävien puiden elinolosuhteita. Kasvutilan lisääntyminen säilyttää kasvatettavan puuston latvukset elinvoimaisina ja nopeuttaa puiden järeyskehitystä (V u o k i l a 1975).

Varsinkin Ruotsissa on esitetty luopumista harvennushakkuista. Peratun luonnontaimiston tai riittävän harvana perustetun viljelytaimiston annettaisiin tällöin kasvaa käsittelemättömänä päätehakkuuseen saakka. Aiheen harvennusten lopettamisesitykseen ovat antaneet työvoimakustannusten kohoaminen ja taloudellisen kehityksen nopeuttama koneistaminen.

Kookkaat koneet vaativat laajoja työmaita ja suurta hehtaarikohtaista hakkuupoistumaa. Näitä vaatimuksia ei varsinkaan nuorissa metsissä pystytä aina tyydyttämään, vaan harvennushakkuu saattaa olla suoritusheikkellä erillisesti tarkastellen taloudellisesti kannattamaton. Hakkuun kannattavuutta ei voida kuitenkaan määrittää pelkästään välitömiä tuottojen ja kustannusten perusteella. Myös toimenpiteen vaikutus metsikön tulevaan kehitykseen on otettava huomioon.

Suuret koneet vaativat metsässä paljon tilaa. Useiden metrien levyiset ajourat sekä pystyjuustolle aiheutetut runko- ja juurivauriot saattavat aiheuttaa varsinkin kuusikoissa ja koivikoissa huomattavan tuotos- ja tuottotappion. Ruotsalaisen K a r d e l l i n (1978) mukaan pelkkä kesäaikainen traktorilla-ajo saattaa pienentää nuoren kuusikon kasvua seuraavien kymmenen vuoden aikana 5–15 m³/ha. Tämän lisäksi on otettava huomioon puuston mahdollisesta lahoamisesta aiheutuva arvon aleneminen.

Harvennusten suorittamatta jättämistä on perusteltu myös tutkimustuloksilla, joiden mukaan harvennushakkuilla ei voida lisätä puuston kokonaistuotosta (P e t t e r s o n 1951). Toiminnan taloudellista tulosta laskeuttaessa on kuitenkin huomiota kiinnitettävä kokonaistuotoksen lisäksi puuston kuolleisuuteen, järeyteen sekä saatavien hakkuutulosten ajankohtaan. Varhain saatavat hakkuutulot ovat arvokkaimpia, mikäli puustoon sitoutuvalla pääomalla vaaditaan korkoa.

Tähänastiset luonnontilaisia (esim. I l v e s s a l o 1920, 1975) ja hakkuuin käsitellyjä metsiköitä koskevat suomalaiset tutkimukset perustuvat tilapäisiin koeloihin (esim. N y y s s ö n e n 1954, V u o k i l a 1956, 1967) tai lyhytaikaisiin kestokoeloihin (V u o k i l a 1975, 1977a). Kuitenkin taimistoihin tai nuoriin metsiköihin perustettavat, aina päätehakkuihin saakka mitattavat kestokoelat on katsottava varmimmaksi rakenne- ja kehitystutkimusten pohjaksi (N y y s s ö n e n 1954).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on pitkäaikaisiin kestokokeisiin perustuen selvittää harvennushakkuiden vaikutusta männikön kokonaistuotokseen, luontaiseen poistumaan, käyttöpuuston rakenteeseen sekä josakin määrin myös metsän kasvatuksen taloudelliseen tulokseen.

Tutkimusaiheen olen saanut esimieheltäni professori Yrjö V u o k i l a l t a, jonka antama ohjaus on ollut työn kannalta ensiarvoisen tärkeää. Käsikirjoituksen on lukenut myös professori Jouko H ä m ä l ä i n e n. Aineiston esikäsittelystä on vastannut metsänhoitaja Petri K i l p i n e n. Heille samoin kuin kaikille tutkimukseen myötävaikuttaneille työvereilleni esitän parhaat kiitokseni.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineisto käsittää viisi vuosina 1924–1930 perustettua harvennuskoetta. Kussakin kokeessa on ainakin ns. vahvoin alaharvennuksin käsitelty ja luonnontilaan jätetty koela. Kaksi koetta sisältää myös lievästi ja erittäin voimakkaasti harvennetun koelan. Yhtä poikkeusta lukuunottamatta kokeet sijaitsevat puhtaissa tai lähes puhtaissa männiköissä. Aineistoon kuuluu sekä karuja että tuoreita kasvupaikkoja. Männyin yleisin kasvupaikka puolukkatyyppi (VT) sen sijaan puuttuu kokonaan. Kankaanpään Pohjankankaalla sijaitsevat kokeet 1 ja 9 ovat jäkäläkankaalla; Tenholan Solbölen, Punkaharjun ja Vilppulan koemetsiköt on luokiteltu mustikka- tai käenkaalimustikkatyyppiin kuuluviksi.

Kasvupaikan puuntuotoskyky voidaan metsätyyppin ohella ilmaista puuston valtapituutena tietyllä iällä. Ikään sidotun valtapituuden on todettu kuvaavan kasvupaikan hyvyttä muita metsikön tunteuksia paremmin. Alaharvennuksen luonteinen puuston käsittely ei yleensä vaikuta metsikön valtapituuteen (V o k i l a 1971, H ä g g l u n d 1974). Tämä todettiin myös nyt tutkituissa kokeissa, joissa valtapituuden kehitys oli eri käsittelyasteissa hyvin samanlainen. Samaan val-

tapituusboniteettiin kuuluvat metsiköt ovat vertailukelpoisia, vaikka ne sijaitsivat maantieteellisesti kaukana toisistaan.

Kuvassa 1 kasvupaikan puuntuotoskyky on esitetty pituusboniteettilukuna. Tutkittavien metsiköiden valtapituudet tarkoittavat osakoealojen keskiarvoja. Puuston rinnankorkeusikä on saatu vähentämällä koemetsiköiden 1 ja 9 iästä 12 ja 15 vuotta sekä koemetsiköiden 2, 13 ja 23 iästä 8 vuotta.

Kokeet 2, 13 ja 23 kuuluvat kuvan mukaan boniteettiluokkaan $H_{100} = 27$ m, mikä V o k i l a n (1971) mukaan vastaa mustikkatyyppiä (MT). Boniteetiltaan parhaaksi osoittautui Punkaharjun koe 13, vaikka se oli silmävaraisesti luokiteltu em. Solbölen ja Vilppulan koemetsiköitä huonommaksi. Selvästi edellisiä karumpia ovat Pohjankankaan koemetsiköt. Näistä koe 1 on hieman viljavampi ja se vastaa pituusboniteettia $H_{100} = 16$ m kokeen 9 jäädessä luokkaan $H_{100} = 15$ m.

Puustojen iät vaihtelivat kokeiden perustamishetkellä 24 vuodesta (Punkaharju 13) 76 vuoteen (Pohjankangas 9) ja valtapituus 9,2 metristä 13,9 metriin. Valtapituuden vaihtelu oli saman kokeen eri osakoe-

Taulukko 1. Perustietoja tutkimusaineistosta.
Table 1. Basic data on the research material.

Koe n:o Exp. no	Sijainti Location	Perustamisvuosi ja puuston ikä Year of establishment and stand age	Metsätyyppi Site type (H_{100})	Metsikön pohjapinta-ala ja valtapituus kokeen alussa – Basal area and dominant height in the beginning of the experiment			
				Käsittely – Treatment			
				0	1	2	3
1	Pohjankangas (Kankaanpää)	1926 (66)	CCIT (16)	16,0 11,8	15,0 11,4	16,8 11,4	17,2 11,7
9	Pohjankangas (Kankaanpää)	1926 (76)	CCIT (15)	16,3 11,6	15,6 11,6	16,1 11,4	16,7 11,7
2	Solböle (Tenhola)	1930 (28)	OMT (27)	32,5 12,2		28,8 11,8	
13	Punkaharju	1924 (24)	MT (27)	23,1 9,2		22,8 9,2	
23	Vilppula	1928 (35)	OMT (27)	29,7 13,6		32,4 13,9	

Käsittelyasteet:

Thinning grades:

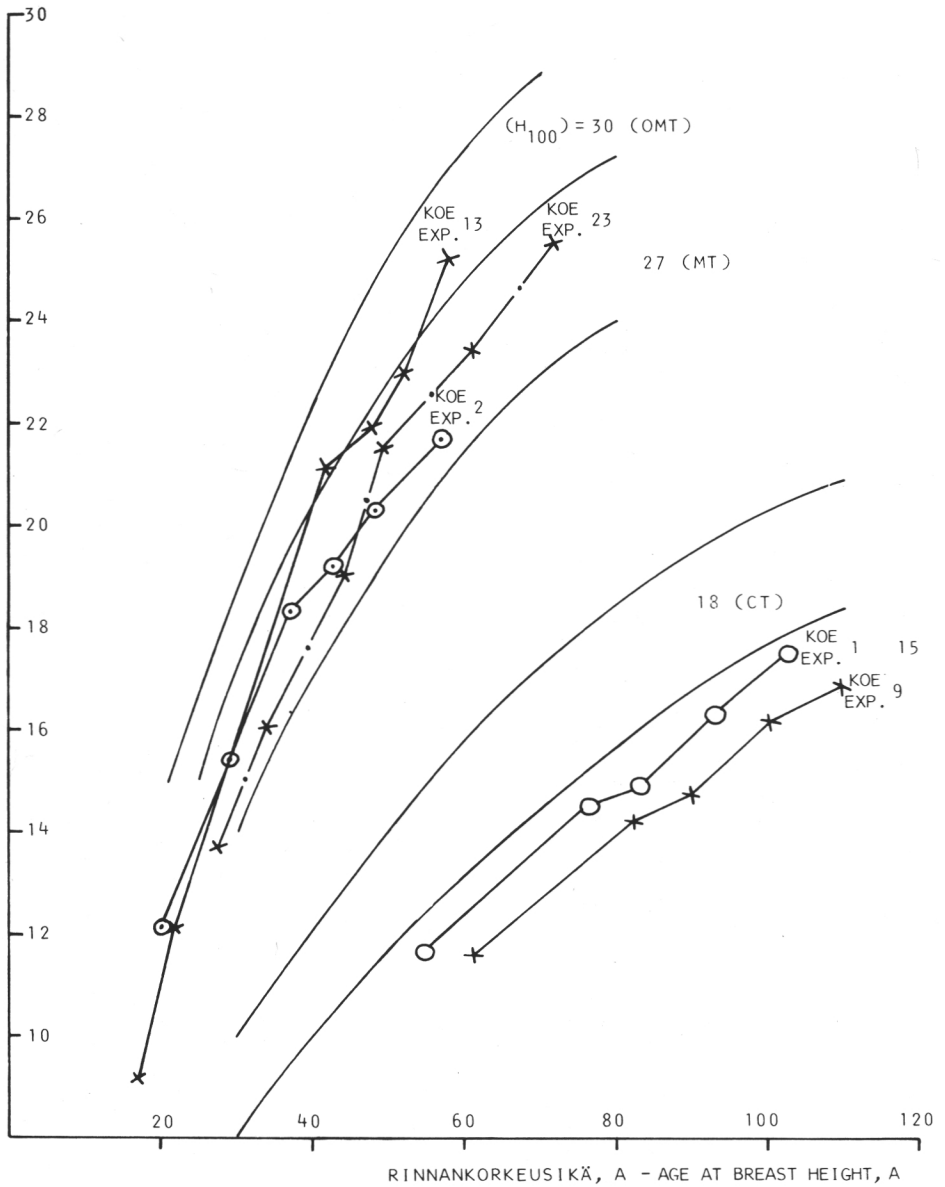
0 = luonnontilainen – no thinning

1 = lievä alaharvennus – light low thinning

2 = vahva alaharvennus – heavy low thinning

3 = erittäin vahva alaharvennus – very heavy low thinning

VALTAPITUUS, M
DOMINANT HEIGHT, M



Kuva 1. Tutkimusmetsiköiden pituusboniteetit (H_{100} , H ä g g l u n d).
Fig. 1. Site indexes in the study stands.

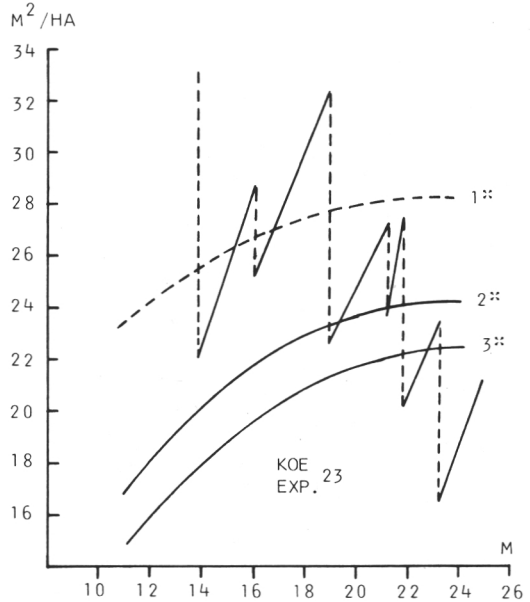
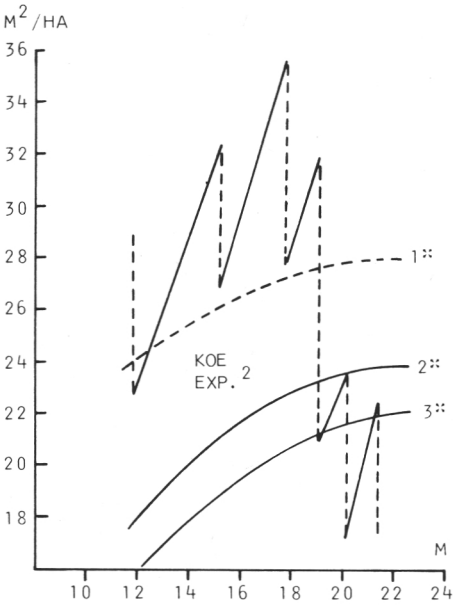
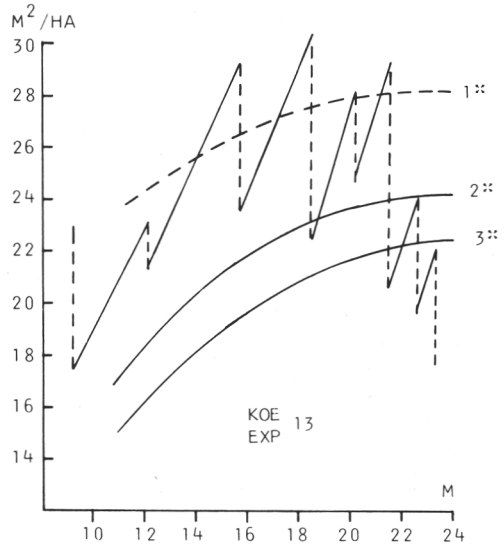
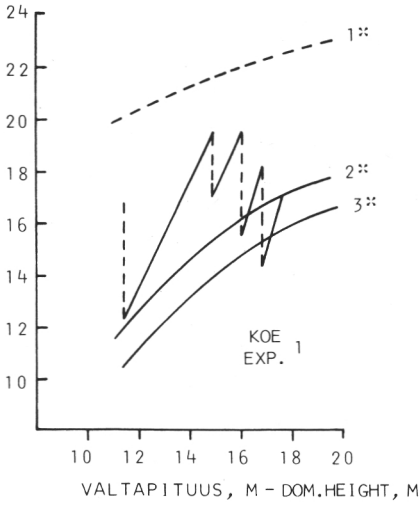
alojen välillä suurimmillaan 0,4 m, mikä alittaa selvästi yleisesti hyväksytyn vaihtelun, ± 1 m pituuskeskiarvon molemmin puolin (V u o k i l a 1975).

Pohjapinta-alan osalta on pohjoismaissa yleensä sallittu ± 9 %:n vaihtelu eri koealojen välillä. Tutkimuksen kaikki kokeet alittivat perustamishetkellä tämän rajan. Poikkeavimpia olivat kokeen 9 luonnonti-

laiset koealat c ja f, joiden keskiarvo kuitenkin vastaa muita koealoja.

Pohjankankaan karujen kasvupaikkojen metsiköt (kokeet 1 ja 9) ovat syntyneet palon jälkeisen luonnonsiemennyksestä. Suhteellisen usein toistuneet vahvat harvennukset ovat saaneet kasvatettavan puuston määrän painumaan vähitellen niin alas, että voimakkaim-

POHJAPINTA-ALA, M²/HA
 STAND BASAL AREA, M²/HA



* 1 = Leimausraja - Basal area before cutting
 2 = Minimi leimauksen jälkeen - Minim basal area after marking for cutting

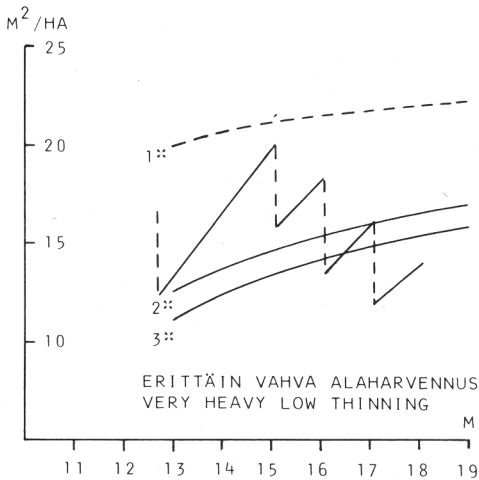
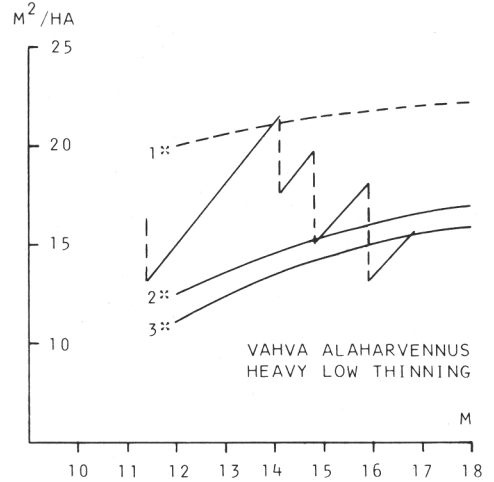
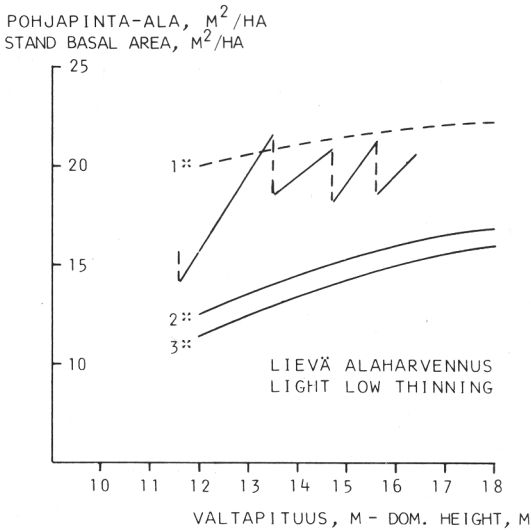
3 = Minimi korjuun jälkeen - Minim basal area after cutting

Kuva 2. Koemetsiköiden käsittelyohjelmat (vahva alaharvennus) verrattuna Kml. Tapion harvennusmalleihin.

Fig. 2. Thinning grade 2 (heavy low thinning) compared with thinning models applied in private forests.

min harvennetut koealat ovat nykyisten Keskusmetsälautakunta Tapion harvennusmallien mukaan vajaa-puustoisia (kuvat 2 ja 3). Kokeen 1 luonnontilaan jä-

tety koealan alkupuuston runkoluku 2650 kpl/ha oli selvästi vähäisempi kuin voimakkaasti ja erittäin voimakkaasti harvennettujen koealojen.



Kuva 3. Koemetsikön käsittelyohjelma verrattuna Kml. Tapion harvennusmalleihin. Pohjankangas 9.

Fig. 3. Thinning grades of a stand compared with thinning models applied in private forests.

Koemetsikössä 9 on ennen kokeen perustamista suoritettu harvennus, missä kaikilta koealoilta, myös luonnontilaiselta, on poistettu 50–60 % runkoluvusta, mikä merkitsee 10–15 % kuutiomäärästä (noin 10 m³/ha). Luonnontilaisen koealan alkupuuston runkoluku on tämän vuoksi ollut 2500–3500 kpl/ha. Harvennusuusto on tässä tapauksessa laskettu mukaan metsiköiden kokonaiskasvuihin.

Solbölen koemetsikkö 2 on syntynyt luonnonsiemennyksestä erittäin tiheänä sekametsikkönä. Luonnontilaan jätetyn koealan lähtöpuuston runkoluku oli v. 1930 koetta perustettaessa 7300 kpl/ha, mistä 80 % oli mäntyä ja 20 % kuusta. Harvennettavan koealan runkoluku oli vielä tätäkin suurempi, yli 10000 kpl/ha. Harventamattomalla koealalla luonnonpoistuma kohdistui pääasiassa mäntyyn, minkä seurauksena kuusen osuus oli v. 1967 runkoluvusta jo lähes puolet ja kuutiomäärästä hieman yli neljännes.

Solbölen kokeen 2 hakkuut olivat aluksi hyvin lieviä, josta syystä puuston pohjapinta-ala pysytteli selvästi nykyisten harvennusmallien osoittaman tason yläpuolella. Kuitenkin myös tässä kokeessa varttuneen metsikön harvennukset ovat olleet voimakkaita. Usein toistuessaan ne ovat pudottaneet puuston määrän harvennusmallien alapuolelle.

Punkaharjun koemetsikkö 13 on perustettu kylvämällä mäntyä hajakylvönä v. 1900 ja kuusta ruutukylvönä neljä vuotta myöhemmin. Taimikkoa perattiin joka 3–4. vuosi. Ensimmäinen lievä harvennus tapahtui v. 1920. Asiakirjojen mukaan alueella kasvoi "harvahkoa, ryhmittäistä ja oksikasta mäntymetsää kuusi-alikasvoksen ollessa lyhyttä ja hidaskasvuista".

Koetta 13 on käsitelty aivan viimeisiä harvennuksia lukuunottamatta likimain Kml. Tapion harvennusmallien mukaisesti. Hakkuut ovat toistuneet usein, mutta voimakkuudeltaan tasaisten hakkuuiden ja vilja-

van metsätyyppin ansiosta puuston määrä on säilynyt ko. malleja vastaavana miltei kokeen loppuun saakka.

Vilppulan koemetsikkö 23 on syntynyt v. 1893 kaskikylvöstä. Myös tätä metsikköä on kasvatettu nuoruusvaiheessa jonkin verran nykyisiä ohjeita tiheämpänä, mutta noin 60 vuoden iältä alkaen selvästi näitä harvempana.

Metsikön kiertoajan Vuokila (1977a) jakaa kahteen osaan. Nuoressa metsikössä on tärkeintä hakkuutapa, metsikön valioputia suosiva alaharvennusperiaate. Hakkuut voivat tällöin olla puuston hyvän reaktiokyvyn vuoksi voimakkaita. Varttuneen metsikön käsittelyssä Vuokila pitää tärkeimpänä riittävää puustopääomaa.

Tutkittavien metsiköiden käsittely ei vastaa edellä esitettyjä nykysoituksia, mutta kylläkin Suomessa viime vuosikymmeninä yleisesti sovellettuja kasvatusperiaatteita. Nuorta metsää on käsitelty varovasti. Sen

sijaan varttunut puusto on saatettu usein toistuvien, vaikkakin lievänpuoleisin hakkuin vajaapuustoiseksi. Tutkimusaineisto antaa siten perusteita päätellä, onko uusien käsittelyperiaatteiden omaksuminen todella aiheellista.

Aineiston suurin heikkous on sen metsätyyppijakama, josta puuttuvat kokonaan männiköiden varsinaiset kasvupaikat puolukkatyyppi (VT) ja heikko mustikkatyyppi (MT-). Erittäin rehevillä ja toisaalta äärimmäisen karuilla kasvupaikoilla kasvavien metsiköiden tulosten yleistäminen voi olla vaikeaa.

Alunperin käsin lasketut tulokset on laskettu uudelleen käyttäen Metsäntutkimuslaitoksen kestokokeiden ATK-laskentajärjestelmiä. Tämä takaa sen, että eri mitausten tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Laskennan ulkopuolelle on jätetty rinnankorkeuslähimitaltaan alle 6 cm:n paksuiset puut, joten esitettävät tulokset koskevat ns. käyttöpuustoa.

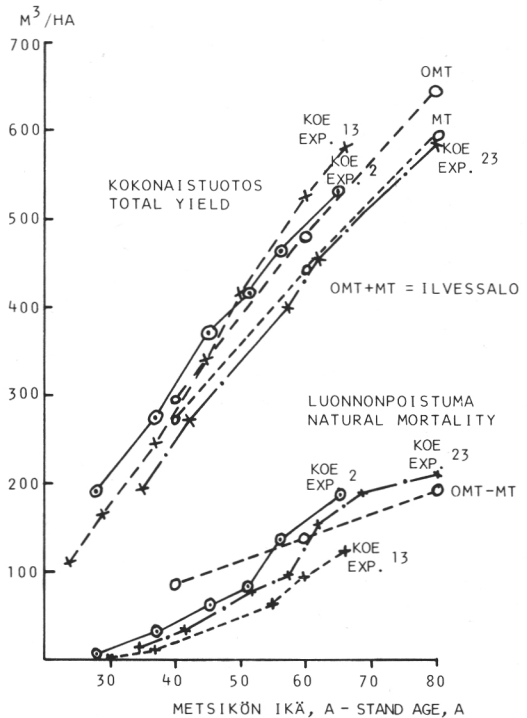
3. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS TUOTETUN PUUSTON MÄÄRÄÄN JA RAKENTEeseen

31. Puuston kokonaiskasvu ja kuolleisuus luonnontilaisissa metsiköissä

Kuvissa 4 ja 5 luonnontilaisten koemetsiköiden kokonaiskasvua on verrattu Ilves-salon (1920, 1975) taulukoiden arvoihin. Kokonaiskasvuun on tässä tutkimuksessa kuitenkin laskettu kuuluviksi vain ne tarkasteluhetken mennessä tuotetut elävät ja kuolleet puut, joiden rinnankorkeuslähimitaltaan on ollut suurempi kuin 6 cm.

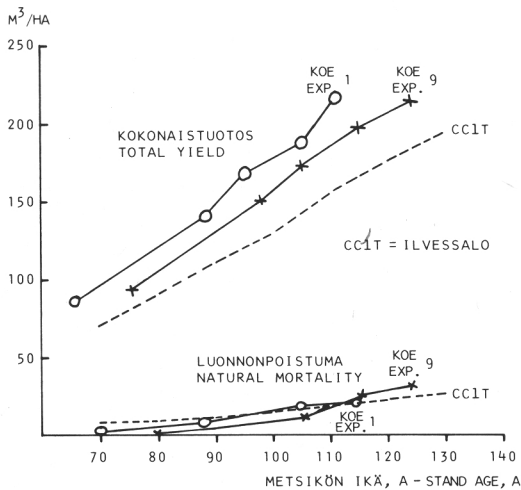
Solbölén ja Punkaharjun koemetsiköt 2 ja 13 vastaavat kasvu- ja tuotoskyvyiltään Ilves-salon taulukoiden käenkaalimustikkatyyppiä, varttuneella iällä jopa ylittävät sen. Punkaharjun metsikön hidas alkukehitys aiheutuu osittain taimistovaiheen metsikön aukkoisuudesta ja harvuudesta. Tämän metsikön kasvuluvuista puuttuvat sitä paitsi taimiston harvennuksissa ja vuoden 1920 lievässä harvennuksessa poistettujen puiden kuutiomäärä. Vilppulan koe 23 kuuluu edellisistä selvemmin mustikkatyyppiin. Pohjanankaalla sijaitsevat koemetsiköt 1 ja 9 ovat hieman Ilves-salon (1920) jäkälätyyppin (CCIT) yläpuolella. Näistä koe 1 on hieman koetta 9 kasvuisampi.

Luonnontilaisen metsikön kokonaiskasvusta jää itseharvenemisen vuoksi huomattava osa käyttämättä. Tämän tutkimuksen viljavilla kasvupaikoilla mitattu luonnonpois-



Kuva 4. Tuoreiden kankaiden luonnontilaisten koemetsiköiden kokonaisstuotos ja luonnonpoistuma.

Fig. 4. Total yield and natural mortality in unthinned stands on good sites.



Kuva 5. Karujen kankaiden luonnontilaisten koemetsiköiden kokonaistuotos ja luonnonpoistuma.

Fig. 5. Total yield and natural mortality in unthinned stands on poor sites.

tuma on ollut 50–60 vuoden iälle saakka absoluuttisesti Ilvessaalon esittämiä lukuja alhaisempi (vrt. kuva 4). Tähän ovat syynä luonnontilaisten koalojen varhaiskäsitteily sekä alle 6 cm:n läpimittaisen puuston jättäminen laskennan ulkopuolelle. Suhteellisesti luonnonpoistuman määrä oli Solbölen, Punkaharjun ja Vilppulan koemetsiköissä 70 vuoden kiertoaajalla kuitenkin noin 32 %, ts. Ilvessaalon tuloksia vastaava. Selvästi pienintä, 23 %, kuolleisuus oli Punkaharjun lähtöpuustoltaan harvassa metsikössä. Solbölessä ja Vilppulassa luonnonpoistuman määrä kohosi lähes 40 %:iin.

Taulukko 2. Männikön keskimääräinen kasvu ja pituusboniteetti
Table 2. Dependence of the mean growth on the site index (H_{100}).

Koe n:o Exp. no	Pituusboniteetti Site index H_{100}	Keskimääräinen kasvu Mean increment $m^3/ha/a$	Vastaava kiertoaika Rotation a
1	16	2,0 (2,5)	114+ (115+)
9	15	1,9 (2,3)	124+ (115+)
2	27–30	7,7 (8,1)	50 (54)
13	27–30	7,9 (8,1)	60 (54)
23	27	7,2 (7,1)	62 (59)

() = Vuokila 1971

Pohjankankaan karun kasvupaikan männiköiden harventamattomilla koaloilla luonnonpoistuma oli vajaat 10 % 120 vuoden kiertoaajan kuluessa. Ilvessaalon kasvu- ja tuotostaulukoiden (1920) mukaan vastaava poistuma on noin 15 %. Pohjankankaan luonnontilaisten koalojen puuston kuolleisuutta pienentävät suoritettujen taimistonhoitotyöt sekä kokeen 9 lievä harvennus-hakkuu.

32. Eri käsittelyohjelmin saavutettu kokonaiskasvu

Taulukossa 2 on esitetty vahvoihin alaharvennuksiin käsiteltyjen metsiköiden suurin keskimääräinen vuotuinen kuutiokasvu sekä sitä vastaava kiertoaika. Kiertoaajan perässä on +-merkki siinä tapauksessa, että kasvu on ollut viime mittauksen hetkellä vielä ko-koava.

Vertailuvuonna taulukossa on käytetty Vuokilan (1967, 1971) esittämiä kasvulukuja sekä vastaavia kiertoaikoja. Nämä kuorellisiksi muunnetut kasvuluvut on saatu korjaamalla Carbonnierin (1968) laatimat sarjat vastaamaan meikäläisiä tuotostaulukoita. Vuokilan esittämät arvot vastaavat hyvillä kasvupaikoilla ruotsalaisia kasvulukuja, mutta ovat karuilla metsätyyppillä ($H_{100} = 20$) selvästi näitä ylempänä.

Tämän tutkimuksen tuotosluvut vastaavat viljavimpien koemetsiköiden osalta Vuokilan esittämiä, mutta ovat Pohjankankaan karuissa männiköissä Carbonnierin tutkimuksen mukaiset. Korkeimman keskimääräisen kasvun kiertoaajat ovat samaa suuruusluokkaa kuin Vuokilan (1967) voimakkaasti harvennetuissa

männiköissä. V u o k i l a n mukaan hakkuun voimakkuuden lisääminen lyhentää suurimman keskimääräisen kasvun kiertoaikaa. Ero lievän ja voimakkaan harvennuksen välillä on OMT-MT-männikössä 6 vuotta.

Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty tämän tutkimuksen koemetsiköiden kokonaiskasvun iänmukainen kehitys. Vahvaksi alaharvennukseksi kutsuttu harvennusohjelma on aiheuttanut hyvillä metsätyypeillä 70 vuoden kiertoaajalla keskimäärin 7–8 %:n kuutiokasvutappion luonnontilaiseen metsikköön verrattuna. Kasvutappio on samaa suuruusluokkaa V u o k i l a n (1967) esittämien lukujen kanssa. Hänen toteamansa vastaavan harvennusohjelman aiheuttama kasvutappio lievästi käsitteeseen verrattuna oli parhailla kasvupaikoilla noin 8 %.

Tässä samoin kuin V u o k i l a n mainitussa tutkimuksessa kasvutappion syynä ei niinkään ole käsittelyn voimakkuus vaan pikemminkin alentunut puustopääoma (vrt.

kuvat 2 ja 3). Usein toistuvat, melko voimakkaat hakkuut ovat saattaneet metsiköt vajaapuustoisiksi, mikä aiheuttaa kasvutappioita varsinkin varttuneissa metsiköissä.

Hyvien kasvupaikkojen männiköistä poiketen hakkuu on parantanut Pohjankankaan karujen metsiköiden kokonaiskasvua. Karuilla kankailla erittäin tiheänä syntyneessä metsikössä vallitsee kova kilpailu vedestä ja ravinteista. Keskenään kilpailevat puut saattavat olla niin tasaväkisiä, ettei metsikössä esiinny selvää jakoa valtapuihin ja vallittuihin puihin. Tasainen kilpailu voi kauan jatkuessaan supistaa elävän latvuksen liian pieneksi ja näin joskus aiheuttaa kasvun lähes täydellisen pysähdyksen. Jotain tämältaapaista on sattunut Pohjankankaalla, missä vahva alaharvennus on lisännyt 120 vuoden kiertoaajalla kokonaiskasvua noin 6 %. Mikäli alkupuuston hieman toisistaan poikkeavat kuutiomäärät korjataan vastaamaan toisiaan, on lievien ja erittäin voimakkaiden hakkui-

Taulukko 3. Luonnontilaisen männikön kokonaiskasvu ja hakkuukertymän osuus siitä eri tavoin käsitellyissä metsiköissä. Tuoret kankaat.

Table 3. Total growth of pine stands treated with different cuttings. Site index = 27 m H₁₀₀.

Koe n:o Exp. no	Ikä - Age				
	30	40	50	60	70
Luonnontilainen - <i>Untinned</i>					
Kokonaiskasvu - Total growth, m ³ /ha					
2	210	311	408	494	569
13	175	281	418	523	616
23	130	247	342	432	512
Keskimäärin Average	172	280	389	483	566
Elävää puuta - Living trees, %					
2	95	87	82	68	62
13	99	93	89	82	77
23	100	88	80	70	63
Keskimäärin Average	97	89	84	74	68
Vahva alaharvennus - Heavy low thinning					
Elävää puuta - Living trees, %					
2	84	93	95	93	93
13	95	99	91	91	86
23	119	97	94	99	97
Keskimäärin Average	96	96	93	94	92

Taulukko 4. Luonnontilaisen männikön kokonaiskasvu ja hakkuukertymän osuus siitä eri tavoin käsitellyissä metsiköissä. Karut kankaat.

Table 4. Total growth of pine stands treated with different cuttings. Site index = 16 m H₁₀₀.

Koe n:o Exp. no	Ikä - Age			
	60	80	100	120
Luonnontilainen - <i>Untbinned</i>				
Kokonaiskasvu - <i>Total growth, m³/ha</i>				
1	71	121	178	234
9	53	105	157	208
Keskimäärin <i>Average</i>	62	113	168	221
Elävää puuta - <i>Living trees, %</i>				
1	100	96	92	91
9	100	97	94	90
Keskimäärin <i>Average</i>	100	96	93	91
Lievä alaharvennus - <i>Light low thinning</i>				
Elävää puuta - <i>Living trees, %</i>				
1	89	96	101	101
9	100	97	94	90
Keskimäärin <i>Average</i>	94	96	100	101
Vahva alaharvennus - <i>Heavy low thinning</i>				
Elävää puuta - <i>Living trees, %</i>				
1	100	105	107	106
9	106	99	106	107
Keskimäärin <i>Average</i>	103	102	106	106
Erittäin vahva alaharvennus - <i>Very heavy low thinning</i>				
Elävää puuta - <i>Living trees, %</i>				
1	106	100	103	100
9	109	100	107	107
Keskimäärin <i>Average</i>	107	100	105	103

den antama kasvun lisä luonnontilaiseen metsikköön verrattuna parin prosentin luokkaa. Tällöin on jälleen otettava huomioon, että tässä tapauksessa vahvoissa harvennuksissa kiertoajan kuluessa poistettu kuutiomäärä 45 % ja erittäin vahvoissa 50 % kokonaistuotoksesta vastaavat lähinnä Vuokila (1967) lieviä (43 %) ja keskivahvoja (53 %) harvennuksia. Vuokilan tutkimuksen mukaiset erittäin vahvat harvennuks-

set aiheuttaisivat todennäköisesti tässäkin tapauksessa kasvun alenemista.

Saadut tulokset tukevat yleistä käsitystä, jonka mukaan harvennushakkuilla ei pystytä parantamaan metsikön kiertoajan kokonaiskasvua (Carbonnier 1967, Vuokila 1967). Petterson (1951) on esittänyt, että metsiköstä saadaan suurin mahdollinen kokonaistuotos, mikäli harvennuksukset ovat niin lieviä, että niissä poistetaan

ainoastaan puut, jotka muuten kuolisivat pystyyn.

Saksalainen *A s s m a n n* (1961) on esittänyt edellisestä poikkeavia tuloksia. Hänen mukaansa metsikölle on löydettävissä kasvun kannalta optimaalinen puustopääoma. Sekä tätä suurempi että pienempi puuston määrä saa kokonaiskasvun pienene- mään. Tanskalainen *M ø l l e r* (1954) on tullut varsinkin kuusi- ja pyökkimetsiköitä tutkiessaan siihen tulokseen, että metsikön kokonaistuotos on laajoissa rajoissa riippu- maton puuston määrästä. Nuoren metsikön pohjapinta-ala voidaan harvennuksin pudot- taan jopa puoleen alkuperäisestä kokonaistuot-oksen tästä kärsimättä (vrt. *V u o k i l a* 1967).

Harvennetun metsikön kokonaistuotoksen ja luonnontilaisessa metsikössä elävänä säily- neen puuston määrän vertailu antaa edelli- sestä vertailusta huomattavasti poikkeavan kuvan. Jo 40 vuoden iällä alkaa luonnonti- laisessa OMT-männikössä syntyä kuolleisuu- desta aiheutuvaa kasvutappiota, joka kasvaa nopeasti iän mukana. Kiertoajan lopussa (70 v) harvennusten laiminlyönnistä seuraava kasvutappio kohosi jo 26 %:iin verrattuna vahvoihin harvennuksiin käsiteltyjen metsiköi- den kasvuihin. Tähän lukuun sisältyvät sekä harvennuksen aiheuttama kasvutappio 8 % että toisaalta harventamattomien metsiköi- den 32 %:n luonnonpoistuma. *I l v e s s a - l o n* (1920) mukaan kasvutappio on OMT:llä noin 27 %.

Huolimatta hakkuiden karun kasvupaikan männikön kokonaiskasvua parantavasta vai- kutuksesta, on harvennusten laiminlyönnistä seuraava kuolleisuuden aiheuttama tuotos- tappio, 11–15 %, vain puolet rehevien metsätyyppien luvuista. Harvennushakkuut näyttävät olevan hyvillä kasvupaikoilla pel- kästään puuston talteen saatavan kokonais- tuotoksen kannalta huomattavasti tärkeämpiä kuin karuilla metsätyypeillä. Tämä siitä- kin huolimatta, että hakkuin mahdollisesti aiheutettava tappio metsikön kokonaistuot-oksessa on suurimmillaan juuri hyvillä kas- vupaikoilla.

33. Käyttöpuun kokonaistuotoksen ra- kenne

Tukkipuun suhteellinen tuotos käy ilmi seuraavasta asetelmasta. Luonnontilaisen metsikön tuotosta on merkitty sadalla.

OMT-MT (Kokeet – Exp. 2, 13 ja 23)

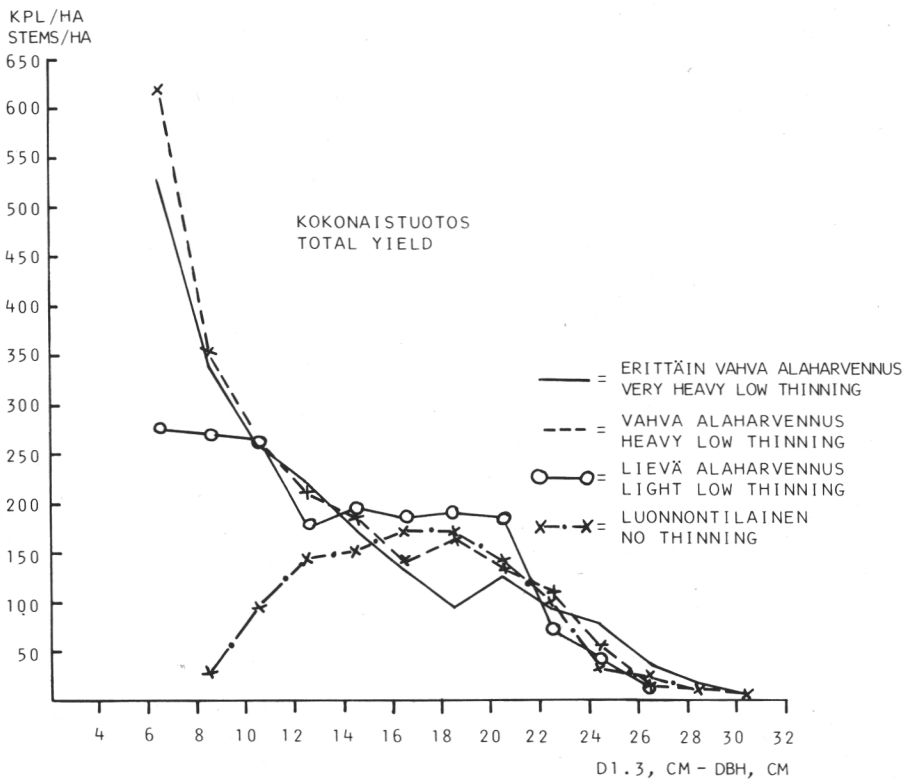
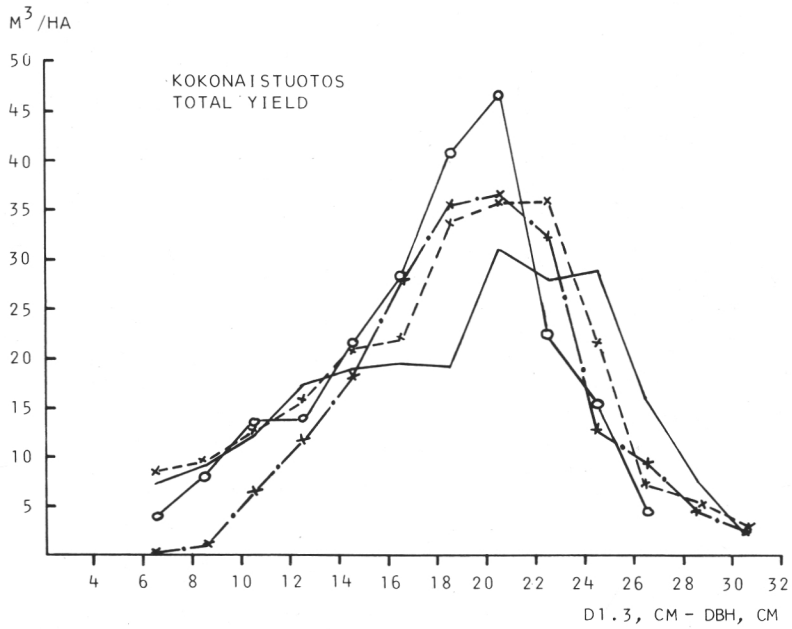
Good sites	Puuston ikä – Stand age				
	30	40	50	60	70
Tukkipuun kokonaistuotos – Total yield of saw timber					
Luonnontilainen <i>Unthinned</i>	100	100	100	100	100
Vahva alaharvennus <i>Heavy low thinning</i>	79	113	100	104	111

CCIT (Kokeet – Exp. 1 ja 9)

Poor sites	Puuston ikä – Stand age		
	80	100	120
Tukkipuun kokonaistuotos – Total yield of saw timber			
Luonnontilainen <i>Unthinned</i>	100	100	100
Lievä alaharvennus <i>Light low thinning</i>	62	92	106
Vahva alaharvennus <i>Heavy low thinning</i>	80	108	112
Erittäin vahva alaharvennus <i>Very heavy low thinning</i>	87	103	104

Harvennushakkuut ovat lisänneet kiertoa- ajan kuluessa talteen saatavan tukkipuun tuotosta. Tukkipuun minimivaatimuksina on käytetty männyllä kahden sentin tasaavan läpimitta-asteikon luokkaa 17. Parhailla metsätyypeillä harvennushakkuun järeän puun tuotos oli 70 vuoden kiertoaajalla 11 % suurempi kuin luonnontilaan jätetyssä met- sikössä.

Pohjankankaan kokeissa voitiin tutkia myös harvennusvoimakkuuden vaikutusta puuston järeyskehitykseen. Harvennusasteis- ta parhaaksi tässä suhteessa osoittautui voi- makkuudeltaan keskimääräinen, joka paransi 120 vuoden kiertoaajan tukkipuutuotosta 12 %. Myös tätä lievempi ja vahvempi harven- nusaste tuottivat muutaman prosentin tuot- oslisän. Lukuja vertailtaessa on jälleen muistettava, että tämän tutkimuksen har- vennusasteet kuvaavat lähinnä puustopää- oman tasoa eivätkä niinkään yksittäisten harvennusten voimakkuutta. *V u o k i l a n* (1967) mukaan keskivahva käsittely merkit- see huonolla kanervatyypillä (CT-) 16 %:n ja voimakas käsittely 27 %:n tappiota tukki- puun tuotoksessa lievään käsittelyyn verrat- tuna. Saatujen tulosten erilaisuutta selittää



Kuva 6. Käyttörunkojen kokonaistuotos (elävää puuta) läpimittaluokittain. Pohjan-
kangas 1.

Fig. 6. Total yield of a stand (living trees > 6 cm dbh), by diameter classes.

osaltaan se, että tämän tutkimuksen vahva harvennus vastaa V u o k i l a n lievää ja erittäin vahva keskivahvaa käsittelyä. Pohjankankaan erittäin karu kasvupaikka on myös eräs syy positiiviseen harvennusreaktion (vrt. kuutiomäärän kokonaistuotos). Joka tapauksessa voidaan todeta, että harvennushakkuut ovat lisänneet sekä viljavilla että karuilla kasvupaikoilla tukkipuun kokonaistuotosta 4–12 %.

Kuvassa 6 on esitetty kokeen 1 käyttöpuun kokonaistuotos läpimittaluokittain eri tavoin käsitellyillä koaloilla. Harvennuksin käsitellyissä metsiköissä korjataan talteen huomattavasti enemmän pienikokoisia runkoja kuin luonnontilaisen metsikön päätehakuussa. Hakkaamattomassa metsikössä luonnonpoistuma kohdistuu juuri pienimpiin ja vähäarvoisimpiin puihin. Harvennuksin käsitellyissä metsiköissä on tässä kokeessa tuotettu alle 14 cm:n läpimittaista kuitupuuta noin kaksinkertainen määrä luonnontilaisiin koaloihin verrattuna. Tästä määrästä jää harvennushakkuissa tosin metsään noin 15 % eli 10 m³/ha. Luonnontilaisessa metsikössä vastaava hakkuutähteiden määrä on vain neljäsosa tästä eli 2,4 m³/ha.

Kiertoajan kuluessa syntyvien hakkuutähteiden määrät käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta.

Koe n:o	0	K ä s i t t e l y		
		1	2	3
Hakkuutähteitä, %				
1	2,4	4,6	6,0	5,6
9	2,6	4,8	4,6	5,2
2	2,7		6,3	
13	1,8		4,7	
23	0,9		5,1	

Harvennetuissa metsiköissä jäi rinnankorkeusläpimitaltaan yli 6 cm:n puusta noin 5 % hakkuutähteinä metsään. Ensiharvennuksissa tämä määrä vaihteli 20 %:sta 40 %:iin ollen keskimäärin kolmannes hakkuupoistumasta. Luonnontilaisilla koaloilla päätehakkuun hakkuutäheosuus oli vain 2,5 % käyttöpuun tuotoksesta. Näitä lukuja vertaillaessa on kuitenkin muistettava, että ne ovat vain pieni osa luonnontilaisissa metsiköissä kiertoajan kuluessa kuolevasta hukka-
puusta.

Harvennushakkuissa kasvamaan jätettävien puiden elintilan suureneminen merkit-

see myös puuston nopeampaa järeyskehitystä. Tämän tutkimuksen mukaan voimakkaat alaharvennukset ovat poikkeuksetta lisänneet järeimpien puiden tuotosta. Pohjankankaan karujen maiden kokeilla voimakkain käsittely on lisännyt 24 cm:n ja sitä paksumpien puiden kuutiotuotoksen kaksinkertaiseksi luonnontilaiseen metsikköön verrattuna (kuva 6).

Pienten puiden poistaminen alaharvennuksissa näkyy harvennetun metsikön kokonaistuotoksessa keskikokoisten puiden vähäisyytenä. Luonnontilaisen metsikön elossa säilyvät puut järeytyivät selvästi harvennusmetsikön puuta hitaammin. Tämä sai aikaan niiden kasauman, joka sijaitsee pienemmissä läpimittaluokissa kuin hakkuin käsitellyssä metsikössä.

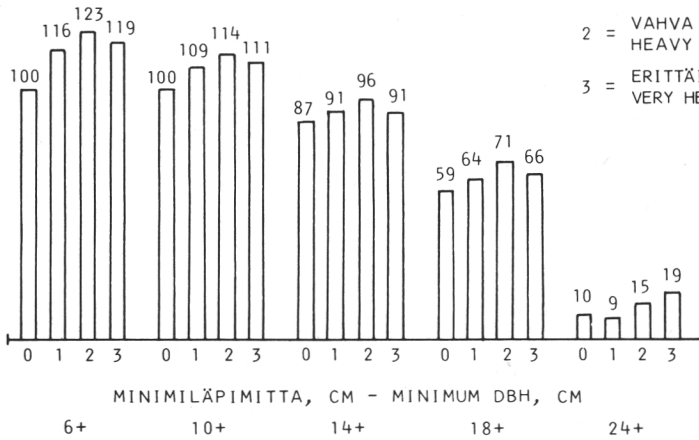
Kuvasta 7 nähdään, että käyttöpuun tuotostappio verrattaessa harventamatonta hyvän kasvupaikan männikköä vastaavaan hakkuin käsitelyyn metsikköön riippuu ratkaisevasti sovellettavasta käyttöpuun minimikoosta. Mikäli miniminä käytettiin 6 cm:n rinnankorkeusläpimittaa, tuotti harvennusmetsikkö kuitioita noin kolmanneksen enemmän. Läpimitaltaan yli 18 cm:n puuta luonnontilainen ja harvennettu metsikkö sen sijaan tuottivat saman verran. Luonnontilaisen metsikön tukkirungot olivat kuitenkin selvästi pienempiä, koska 24 cm:ä järeämpää puuta tuotettiin harvennusmetsikössä jälleen lähes 30 % enemmän kuin luonnontilaisessa.

Harvennusmetsikössä käyttöpuun minimirajan asettaminen 18 cm:iin 6 cm:n sijasta alensi kokonaistuotosta lähes 40 %. Harventamattomassa metsikössä vain pieni osa kuitupuusta oli päätehakuussa jäljellä, minkä vuoksi vastaava tuotostappio oli vain puolet harvennusmetsikön luvuista.

Pohjankankaan karuissa metsiköissä harvennushakkuut lisäsivät puuston kokonaistuotosta riippumatta käyttöpuun minimimitoista. Yli 6 cm:n läpimittaista puuta tuotettiin harvennetuissa metsiköissä keskimäärin 20 % enemmän kuin luonnontilaisissa. Minimiläpimitan kohottaminen paransi luonnontilaisen metsikön kilpailukykyä 14 cm:n läpimittaan saakka. Tällöin harvennuksin saatava tuotoslisä oli enää 5–10 %. Tätä järeimpien puiden tuotoksessa luonnontilainen metsikkö jäi kuitenkin selvästi jälkeen.

Luonnontilaisen ja harvennuksin käsitel-

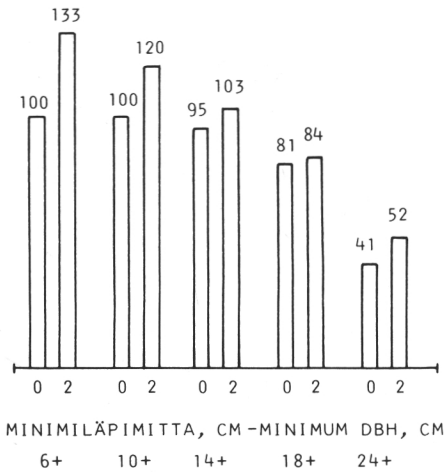
CC1T - METSIKÖT
POOR SITES



KÄSITTELY - TREATMENT:

- 0 = LUONNONTILAINEN
NO THINNING
- 1 = LIEVÄ ALAHARVENNUS
LIGHT LOW THINNING
- 2 = VAHVA ALAHARVENNUS
HEAVY LOW THINNING
- 3 = ERITTÄIN VAHVA ALAHARVENNUS
VERY HEAVY LOW THINNING

OMT-MT - METSIKÖT
GOOD SITES



Kuva 7.

Tietyn minimiläpimitan täyttävien puiden kokonaistuotos (elävä puusto), kun luonnontilaisen metsikön tuotos (6 + cm) = 100.

Fig. 7.

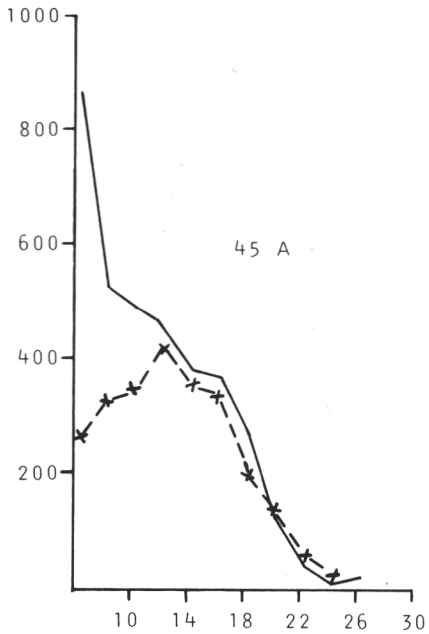
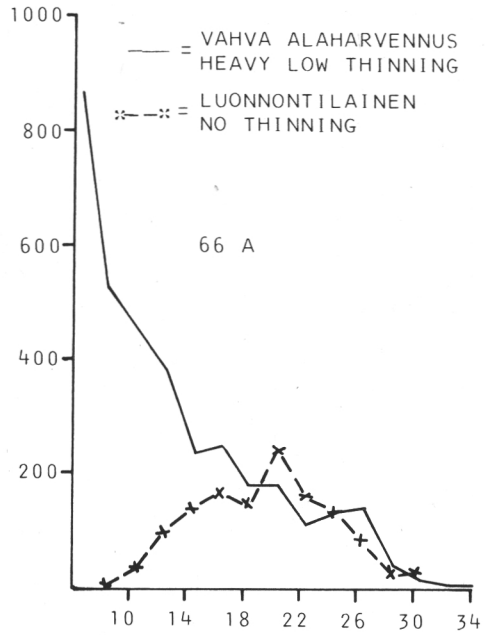
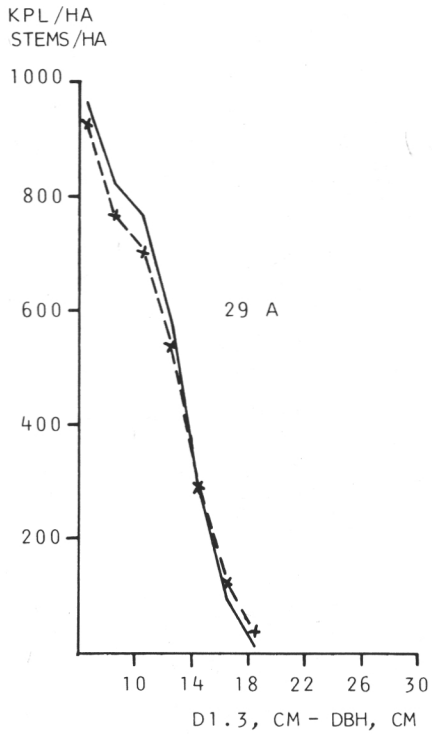
Total yield (excl. mortality) of trees with varying minimum dbb (unbinned 6 + cm = 100).

lyn metsikön runkolukusarjan iänmukainen kehitys käy selville kuvasta 8. Kokeen alussa hyvin samanlaiset runkolukusarjat muuttuivat luonnontilaisen metsikön kuolleisuuden ja puuston järeytymisen ansiosta kuitupuukokoisen puuston osalta täysin erilaisiksi. Tukkipuukokoisten puiden kokonaistuotos sen sijaan säilyi samanlaisena koko kiertöajan.

Tämän tutkimuksen parhailla metsätyypeillä harvennuksista luopuminen on kilpailuky-

kyinen vaihtoehto normaaleja kiertoaikoja käyttäen, mikäli tavoitteena on pelkästään mahdollisimman suuri tukkipuun tuotos. Tällöin joudutaan kuitenkin hyväksymään melkoiset tappiot sekä kuitupuun että myös järeimpien tukkipuiden kokonaistuotoksessa.

Karuilla kasvupaikoilla harvennushakkuut tai riittävän voimakas taimiston käsittely ovat välttämättömiä toimenpiteitä puuston järeytymisen kannalta. Viljavien maiden sel-



Kuva 8. Käyttörunkojen kokonaistuotos (elävää puuta) läpimittaluokittain metsikön eri ikävaiheissa. Punkaharju 13.

Fig. 8. Total number of stems produced (living trees).

vää jakoa valtapuihin ja vallittuihin puihin ei karuilla kankailla muodostu. Puuston liiallinen tiheys yhdistettynä vähäiseen luon-

nonpoistumaan saa aikaan latvusten kutistumisen liian pieniksi ja tätä kautta ratkaisevasti heikentyvän järeyskehityksen.

4. PUUSTON JA TUOTOKSEN KANTORAHA-ARVO ERI HARVENNUSVAIHTOEHDOLLA

41. Hinnoitusperiaatteet

Kussakin hakkuussa poistettavan puuston kantoraha-arvon laskennassa perushintoina käytettiin Hä m ä l ä i s e n (1978) esittämiä maan eteläosan pitkän ajan keskihintoja 126 mk tukeille ja 61 mk kuitupuulle. Laskelmat tehtiin myös kahdella tästä poikkeavalla hintasuhteella. Tällöin tukin ja kuitupuun hintojen oletettiin poikkeavan perushinnoista 25 % eri suuntiin. Näin saadut hintasuhteet olivat 157:46 ja 94:77. Tukki- puun hinnoissa ei käytetty rungon järeyteen perustuvaa hintaporrastusta. Hintojen oletettiin pysyvän myös koko kiertoajan vakiona. Laskelmissa käytetyt diskonttoprosentit olivat 0 ja 4. Jälkimmäinen prosentti valittiin, koska valtiovarainministeriön suositusten mukaan pitkäaikaisilta sijoituksilta mm. metsätaloudessa tulisi vaatia neljän prosentin tuotto (valtiovarainministeriön yleiskirje n:o SS 5466/13.10.1978).

Puuston kantohinta saadaan vähentämällä vastaavasta tienvarsihinnasta leimikon todelliset korjuukustannukset. Korjuukustannuksiin puolestaan vaikuttavat mm. leimikon tiheys ja puuston järeyys. Puuston järeytyminen ja hehtaarikohtaisen hakkuupoistuman lisääntyminen alentavat yksikkökustannuksia ja parantavat näin kantohintaa. Pienikokoisen puuston pienissä erissä tapahtuvan korjuun kustannukset saattavat nousta hakkuutuloja korkeammiksi. Yhden hakkuun, tavallisesti ensiharvennuksen, senhetkinen kannattamattomuus ei kuitenkaan saa automaattisesti merkitä harvennuksesta luopumista. Puuston nopeutuva järeyshäviö saattaa antaa ensiharvennuksen aiheuttamat kustannukset seuraavissa hakkuissa takaisin korjojen kanssa (V u o k i l a 1975). Tämän vuoksi hakkuutuloja ja kustannuksia tulisi-kin tarkastella pidemmän ajan, mieluiten koko kiertoajan pituisena jaksona.

Kussakin hakkuussa poistettavan puuston kantohinta voidaan laskea kaavalla

$$s_t (\bar{p}_t + \bar{h}_t) - h_t = p_t$$

(H ä m ä l ä i n e n 1973), missä

p_t = todellinen kantohinta

\bar{p}_t = keskimääräinen kantohinta

\bar{h}_t = keskimääräiset korjuukustannukset

h_t = todelliset korjuukustannukset

s_t = rungon järeyden aiheuttama hintaporrastus

Tässä tutkimuksessa puustojen kantoraha-arvot on laskettu pelkästään keskimääräisten kantohintojen perusteella. Jotta saataisiin jonkinlainen kuva todellisten kantohintojen vaihtelusta, vertailtiin eri tavoin käsiteltyjen metsiköiden korjuukustannuksia kokeilla 1 ja 13. Hakkuun ja ajon kustannukset laskettiin noudattaen Etelä-Suomen hakkuukaudelle 1977–78 vahvistettuja työvaiheittaisia taksoja. Puut edellytettiin kaadettaviksi muiden työvaiheiden yhteydessä, karsittaviksi pinnanmyötäisesti ja katkottaviksi kuitupuun osalta kahden metrin pölkyiksi. Kasauksen oletettiin tapahtuvan palstalle ja metsäkuljetuksessa käytettävän hevosta. Kaikki näin syntyvät kustannukset diskontattiin metsikön syntyajankohtaan.

42. Tuotoksen arvo

Taulukossa 5 on esitetty eri kokeiden kiertoajan alkuun diskontatut suhteelliset kokonaishakkuutulot. Harvennushakkuut lisäsivät tuotetun puuston arvoa riippumatta siitä, tarkastellaanko diskontattuja vai diskonttaamattomia kantorahatuloja. Ainoan poikkeuksen tästä teki Punkaharjun koe 13, missä luonnontilaisen ja harvennuksin käsitellyn metsikön diskonttaamattomat kokonaishakkuutulot olivat yhtä suuret. Syynä tähän oli metsiköiden alkupuuston harvuus sekä tästä aiheutunut luonnontilaisen metsikön pieni luonnontalouden poistuma ja suuri tukki- puun tuotos.

Parhaan diskonttaamattoman kokonaistuoton antoi voimakkuudeltaan keskimäinen harvennushakkuu eli vahva alaharvennus. Ero luonnontalouden metsikköön oli

Taulukko 5. Kokeen kuluessa saatujen hakkuutulojen suhteellinen nykyarvo (luonnontilainen = 100).
Table 5. The discounted value of wood harvested during the experiment (unbinned = 100).

Koe Exp.	Käsittely ¹⁾ Treatment	Tukkipuun ja kuitupuun hintasuhte Price relation between sawtimber and pulpwood					
		157:46		126:61		94:77	
		0	4	Korkoprosentti - Discount percent			
		0	4	0	4	0	4
1	0	100	100	100	100	100	100
(CCIT)	1	99	132	102	145	106	161
	2	108	149	110	164	112	184
	3	101	165	103	181	106	203
9	0	100	100	100	100	100	100
(CCIT)	1	120	150	120	157	119	167
	2	124	185	124	197	124	213
	3	121	198	123	214	125	236
2	0	100	100	100	100	100	100
(OMT)	2	126	168	130	184	136	207
13	0	100	100	100	100	100	100
(MT)	2	97	136	101	149	106	169
23	0	100	100	100	100	100	100
(OMT)	2	122	201	126	223	131	258

¹⁾ Vrt. taulukko 1
See table 1

molemmissa metsätyyppiryhmissä keskimäärin 20 %. Pohjankankaan karujen maiden kokeissa sekä tätä lievempi että voimakkaampi käsittelyaste tuottivat noin 5 %-yksikköä vähemmän. Tämän tutkimuksen harvennusasteet kuvaavat lähinnä puustopääoman tasoa eivätkä niinkään yksittäisten harvennusten voimakkuutta.

Hakkuutulojen nykyarvon laskeminen 4 %:n korkokantaa käyttäen teki harvennetut metsiköt taloudellisessa mielessä selvästi luonnontilaisia edullisemmiksi. Hintasuhteella 126:61 vahva alaharvennus tuotti yli 80 % enemmän kuin luonnontilainen metsikkö. Vielä paremman tuloksen tuotti Pohjankankaalla voimakkain harvennusaste, jonka tuottamat hakkuutulot olivat kaksinkertaiset luonnontilaiseen metsikköön verrattuna. Puutavaralajien keskinäisen hintasuhteen muuttuminen kuitupuulle suotuisammaksi lisää harvennushakkuiden edullisuutta, ja sitä enemmän, mitä korkeampaa diskonttoprosenttia käytetään.

Luonnontilaisen metsikön päätehakuussa puunkorjuu oli selvästi edullisempaa kuin käsiteltyjen metsiköiden monissa pienissä harvennushakkuissa. Kustannusten ero oli Pohjankankaalla diskontattuna 62 mk ja il-

man diskonttausta 747 mk luonnontilaisen metsikön hyväksi. Punkaharjulla vastaavat luvut olivat 803 mk ja 1606 mk. Mainitut erot vähentävät harvennushakkuiden suhteellista edullisuutta noin 40–50 % verrattuna taulukon 5 keskimääräisiin kantohintoihin perustuviin arvoihin. Poikkeuksena tästä Punkaharjun kokeella 13 diskonttaamattomien hakkuutulojen erotus 319 mk pystyi korvaamaan vain viidenneksen todellisten korjuukustannusten erosta.

Lukuja vertailtaessa on otettava huomioon kokeiden nykysuosituksista poikkeava käsittely. Kokeilla sovelletut lievätköt, 5–10 vuoden välein tapahtuneet harvennushakkuut lisäävät korjuukustannuksia ja saavat harvennushakkuut näyttämään todellista epäedullisemmiltä.

Edellä esitetyn perusteella voidaan sanoa, että harvennushakkuut lisäävät metsikön kiertoajan hakkuutuloja vähintään yhtä paljon kuin käyttöpuun kokonaistuotoksen erot edellyttävät. Mikäli puustolle asetetaan korkevaatimus eli käytetään diskontattuja kantorahatuloja, korostuu harvennetusta metsiköstä varhain saatavien tulojen merkitys. Neljän prosentin korkokantaa käyttäen on vahvoihin alaharvennuksiin käsitellyn metsikön

kiertoajan kantorahatulojen nykyarvojen summa 1,5–2-kertainen luonnontilaisen metsikön vastaavaan tuottoon verrattuna.

Harvennuspuun korjuun korkeammat yksikkökustannukset tosin pienentävät tätä eroa jonkin verran.

5. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS METSIKÖN UUDISTAMISKYPSYYTEEN

Taulukossa 6 on vertailtu luonnontilaisen ja vahvoihin alaharvennuksiin käsitellyn metsikön kiertoaikoja toisiinsa. Esietyt kiertoajat perustuvat a) suurimpaan keskimääräiseen kasvuun ja b) suurimpaan keskimääräiseen arvokasvuun (kantorahatulot).

Harvennusemetsikössä näin laskettu optimikiertoaika on pidempi kuin luonnontilaisessa metsikössä. Syynä tähän on harventamattomassa metsikössä iän kasvaessa nopeasti suureneva luonnonpoistuma ja sitä kautta heikkenevä keskimääräinen kasvu. Harvennetun metsikön keskimääräinen tuotos on kuitenkin myös luonnontilaisen metsikön kiertoaikoja noudattaen yleensä parempi. Harvennusemetsikössä voidaan pidempää kiertoaikaa noudattaen saada hyötyä myös kaikkein järeimpien puiden tuotoksesta.

Korkeimpaan keskimääräiseen kuutiokasvuun perustuva kiertoaika on mustikkatyyppin luonnontilaisissa koemetsiköissä noin 40–50 v ja harvennusemetsiköissä noin 50–

60 v. Karuilla jäkäläkankailla näin laskettu uudistamisikä on molemmissa tapauksissa yli 100 vuotta. Saadut kasvuun perustuvat kiertoajat ovat nykyisin yleisesti sovellettaisiin kiertoaikoihin verrattuna alhaisia. Osa-syynä tähän ovat luonnontilaisten metsiköiden runsas luonnonpoistuma sekä harvennusemetsiköiden selvä vajaapuustoisuus varttuneella iällä. Molemmat tekijät saavat aikaan kasvutappioita keski-ikäen ylittäneissä metsiköissä.

Mikäli kiertoajan perustaksi otetaan korkein keskimääräinen kantorahatulot mk/ha/a, pitenee kiertoaika ollen viljavilla mailla 65–80 vuotta ja karuilla jäkäläkankailla yli 120 vuotta.

Metsikön uudistamiskypsyyttä voi perustua myös puuston järeyyteen. Nykyisten Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan mustikkatyyppin männikön kiertoaika on 80 vuotta. Mikäli metsikkö kuitenkin ylittää selvästi tätä iänkohtaa vastaavan keskiläpi-

Taulukko 6. Luonnontilaisten ja vahvoihin alaharvennuksiin käsiteltyjen koemetsiköiden kiertoajat.
Table 6. Optimum rotation in thinned and unthinned stands of the experiment.

Koe n:o Exp. no	Metsätyyppi Site type	Käsittely Thinning grade	Laskentaperuste ¹⁾ – Criterion	
			1	2
1	CCIT	0	114+	114+
		2	114+	114+
9	CCIT	0	100–120	124+
		2	124+	124+
2	OMT	0	45	50
		2	50	65
13	MT	0	50	60
		2	60	60–65
23	OMT	0	40–45	80
		2	60–65	80

1) Laskentaperuste – Criterion:

1 = Korkein keskimääräinen kuutiokasvu, m³/ha/a
Maximum mean annual increment

2 = Korkein keskimääräinen arvokasvu mk/ha/a
Maximum mean annual value growth

mitan, 28 cm, voidaan metsikkö uudistaa enintään 10 vuotta nuorempana. Harvennushakkuut lyhensivät tällä perusteella laskettua kiertoaikaa noin 10–15 vuotta. Mustikka-tyypin harvennuksin käsitellyt koemetsiköt

saavuttivat mainitun järeyden keskimäärin 70–72 vuoden iällä, kun luonnontilaisilla koealoilla tähän arvioitiin kuluvan 85 vuotta.

6. TULOSTEN TARKASTELUA

Kokeissa sovellettu ns. vahva alaharvennus on aiheuttanut parhailla metsätyypeillä (OMT-MT) 70 vuoden kiertojalla 7–8 %:n tappion luonnontilaisen metsikön kokonaiskasvuun verrattuna. Kokonaiskasvuun on tällöin laskettu kuuluvaksi kaikki kiertojan kuluessa tuotettu elävä ja kuollut, rinnankorkeudelta vähintään 6 cm:n paksuinen puusto. Harvennusemetsiköiden kasvutappion pääasiallisena syynä ovat liian usein toistuneet hakkuut, jotka ovat saattaneet metsiköt vähitellen vajaapuustoisiksi (vrt. kuvat 2 ja 3). Saadut tulokset tukevat yleisesti omaksuttua käsitystä, jonka mukaan harvennushakkuilla ei voida lisätä metsikön kiertojan kokonaiskasvua (C a r b o n n i e r 1967, V u o k i l a 1967).

Pohjankankaan karuilla kasvupaikoilla (CCIT) vahva alaharvennus on sensijaan lisännyt 120 vuoden kiertojan kokonaiskasvua 6 % sekä näissä kokeissa myös sovelletut lievä ja erittäin vahva harvennus noin 2 %. Mainitut harvennustasot eivät todellisuudessa kuvaa hakkuiden voimakkuutta vaan pikemminkin puuston määrää. Ensimmäisessä harvennuksessa puuston määrät on pudotettu eri tasoille. Tämän jälkeen tasoerot on vain säilytetty yhtä usein toistuvien, suunnilleen samanvahvuisten harvennuksin.

Syynä viljavien ja karujen maiden erisuuntaisiin tuloksiin ovat puiden erilaiset kilpailuosuhteet. Hyvillä metsätyypeillä metsikön valtaapuut ottavat tarvitsemansa ravinteet alistetuista pikkupuista välittämättä. Karuilla kasvupaikoilla ei sen sijaan synny yhtä selvää jakoa eri latvuskerroksiin. Tasapäisesti niukoista ravinteista kilpailevien puiden latvukset kutistuvat liian pieniksi ja saavat luonnontilaisessa metsikössä aikaan kasvun lähes täydellisen pysähtymisen.

Eri tavoin käsiteltyjen metsiköiden kasvusuhteet muuttuvat ratkaisevasti, mikäli tarkasteltavaksi otetaan hakkuissa talteen saata-

va elävä käyttöpuu. Luonnontilaisessa metsikössä kuolleisuudesta aiheutuva poistuma oli tämän tutkimuksen mukaan OMT-MT-metsiköissä keskimäärin 32 % ja karuilla jäkäläkankailla 10 % kiertojan kuluessa. Jos nämä tappiot otetaan huomioon, aiheutui hyvillä metsätyypeillä harvennusten laiminlyönnistä 26 %:n ja karun kasvupaikan metsiköissä 11–15 %:n tappio yli 6 cm:n läpimittaisten käyttörunkojen kuutiotuotoksessa. I l v e s s a l o n (1920) mukaan vastaava tappio on OMT:llä 27 %. Harvennushakkuut ovat näiden lukujen valossa erityisen tärkeitä talteen saatavan käyttöpuun tuotoksen kannalta.

Harvennushakkuissa korjataan siis talteen paljon pientä puuta, joka luonnontilaan jäteyssä metsikössä kuolisi. Harvennukset ovat samalla kuitenkin poikkeuksetta lisänneet kaikkein järeimpien puiden tuotosta. Rinnankorkeudelta yli 16 cm:n läpimittaista tukkipuuta tuotettiin vahvoihin harvennuksiin käsitellyissä karun kasvupaikan metsiköissä 11–12 % enemmän kuin luonnontilaisilla koealoilla. Myös tätä lievempi ja voimakkaampi alaharvennus merkitsivät 4–6 %:n lisäystä tukkipuun tuotokseen. Rehevilla metsätyypeillä vahva alaharvennus merkitsi 11 %:n lisäystä tukkipuun tuotoksessa 70 vuoden kiertojalla.

Hakkuiden ajankohdan ja voimakkuuden vaikutus hakkuutulosten nyky- eli diskonttoarvoon riippuu paljolti siitä, minkälaista korkoa metsässä kiinnitettynä olevalle rahalle vaaditaan. Suuri korkovaatimus suosii mahdollisimman lähellä tarkasteluajankohtaa suoritettuja voimakkaita harvennushakkuita. Korkoprosenttia 0 puoltaa se, että esim. pankkitalletusten reaalikorko on viime vuosikymmeninä ollut lähellä nollaa tai peräti negatiivinen. Nykysuositusten mukaan valtion pitkäaikaisilta sijoituksilta vaaditaan 4 %:n sisäinen korko, mikä taas puoltaa dis-

kontattujen hakkuutulojen laskemista.

Harvennushakkuut lisäävät tuotetun puuston kokonaisarvoa riippumatta käytettyä korkokannasta. Diskonttoprosentilla 0 parhaan tuoton antoi vahva alaharvennus. Ero luonnontilaiseen metsikköön oli noin 20 %. Hakkuutulojen diskonttaus 4 %:n mukaan teki harvennushakkuin käsitellystä metsiköstä taloudellisessa mielessä täysin ylivoimaisen. Alaharvennetun metsikön tuotto oli lähes kaksinkertainen luonnontilaiseen metsikköön verrattuna.

Edellä esitetyn perusteella harvennuksista luopuminen saattaa olla kilpailukykyinen

metsänkasvatuksen vaihtoehto, mikäli tavoitteena on vain mahdollisimman suuri tukkipuun tuotos. Tällöin joudutaan kuitenkin hyväksymään melkoiset tappiot kuitupuun ja järeimpien tukkipuiden tuotoksessa. Menetelmä on tällöinkin käyttökelpoinen vain hyvillä metsätyypeillä. Karuilla kasvu- paikoilla riittävän voimakas taimiston perkaus tai harvennushakkuu on välttämätön puuston järeytymisen kannalta.

Kun puustoon sidotulle rahapääomalle vaaditaan korkoa, ei luonnontilaan jätetty metsikkö pysty kilpailemaan tasapaisesti harvennusemetsikön kanssa.

KIRJALLISUUS

- ASSMANN, E. 1961. Waldertragskunde. 490 s. München.
- CARBONNIER, C. 1967. Synpunkter på gallringsprogram i granbestånd. Det Norske Skogsforsøksvesen, Nr 84, Bind. XXII: 139–155.
- 1968. Bonitering av skogsmark. Skogen Nr 4/1968.
- HÄGGLUND, B. 1974. Övre höjdens utveckling i tallbestånd. Rapp. uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 31: 1–54.
- HÄMÄLÄINEN, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing: underlying models and empirical applications. Commun. Inst. For. Fenn. 77 (4): 1–178.
- 1978. Harvennustavan vaikutus metsikön hakkuutuloihin, puuston arvoon ja kasvatuksen edullisuustunnuksiin. Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaletkeilyn opas, s. 15–21.
- ILVESSALO, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulukot 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.
- & ILVESSALO, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuotokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. Acta For. Fenn. 144: 1–101.
- ISOMÄKI, A. 1979. Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. Abstract: The effect of spruce undergrowth on the increment, timber production and returns of a pine stand. Folia For. 392: 1–13.
- KARDELL, L. 1978. Traktorskador och tillväxtföruster hos gran – analys av ett 10-årigt försök. Summary: Increment losses of Norway spruce caused by tractor logging. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 3: 305–322.
- MÖLLER, C.M. 1954. The influence of thinning on volume growth. State Univ. New York, World For. Series. Bull. 1.
- NYSSÖNEN, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. Acta For. Fenn. 60.4: 1–194.
- PETTERSON, H. 1951. Beståndsvårdens ekonomi. Medd. Stat. Skogsforskn Inst, Ser. upps. Nr 20.
- VUOKILA, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusiköiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in southern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 48 (1): 1–138.
- 1967. Eriasteisin kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. Summary: Growth and yield tables for pine stands treated with intermediate cuttings of varying degree for southern Central-Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 63 (2): 1–123.
- 1969. Harvennusmenetelmät ja harvennusmetsiköt etenkin koneellisen puunkorjuun kannalta. Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunta. 147 s. Helsinki.
- 1971. Harvennusmallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Summary: Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. Folia For. 99: 1–19.
- 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia For. 247: 1–24.
- 1977a. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Summary: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. Folia For. 298: 1–17.
- 1977b. Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. Summary: Vaccinium type as a spruce site. Folia For. 324: 1–14.

ODC 651.74
ISBN 951-40-0405-1
ISSN 0015-5543

MIELIKÄINEN, K. 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotukseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia For.* 401:1-23.

The effect of low thinnings, repeated at short intervals, on the total growth, structure and value of production is discussed on the bases of 15 permanent sample plots in 5 pine stands. As a rule, thinnings do not add to the total growth of the stand except occasionally in stands on very poor sites. If the natural mortality in unthinned stands is taken into consideration, a marked loss of harvested timber exists when compared with thinned stands. The value of wood produced in a thinned stand is better than that of a natural stand, especially when the discounted value is used.

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

ODC 651.74
ISBN 951-40-0405-1
ISSN 0015-5543

MIELIKÄINEN, K. 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotukseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia For.* 401:1-23.

The effect of low thinnings, repeated at short intervals, on the total growth, structure and value of production is discussed on the bases of 15 permanent sample plots in 5 pine stands. As a rule, thinnings do not add to the total growth of the stand except occasionally in stands on very poor sites. If the natural mortality in unthinned stands is taken into consideration, a marked loss of harvested timber exists when compared with thinned stands. The value of wood produced in a thinned stand is better than that of a natural stand, especially when the discounted value is used.

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

ODC 651.74
ISBN 951-40-0405-1
ISSN 0015-5543

MIELIKÄINEN, K. 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotukseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia For.* 401:1-23.

The effect of low thinnings, repeated at short intervals, on the total growth, structure and value of production is discussed on the bases of 15 permanent sample plots in 5 pine stands. As a rule, thinnings do not add to the total growth of the stand except occasionally in stands on very poor sites. If the natural mortality in unthinned stands is taken into consideration, a marked loss of harvested timber exists when compared with thinned stands. The value of wood produced in a thinned stand is better than that of a natural stand, especially when the discounted value is used.

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

ODC 651.74
ISBN 951-40-0405-1
ISSN 0015-5543

MIELIKÄINEN, K. 1979. Alaharvennusten vaikutus männikön tuotukseen ja arvoon. Abstract: The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand. *Folia For.* 401:1-23.

The effect of low thinnings, repeated at short intervals, on the total growth, structure and value of production is discussed on the bases of 15 permanent sample plots in 5 pine stands. As a rule, thinnings do not add to the total growth of the stand except occasionally in stands on very poor sites. If the natural mortality in unthinned stands is taken into consideration, a marked loss of harvested timber exists when compared with thinned stands. The value of wood produced in a thinned stand is better than that of a natural stand, especially when the discounted value is used.

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

- No 361 Kyttälä, Timo: Työn organisointimahdollisuudet puunkorjuussa.
Aspects of work organizing in logging.
- No 362 Kukkola, Mikko: Lannoituksen vaikutus eri latvuserosten puiden kasvuun mustikkatyypin kuusikossa.
Effect of fertilization on the growth of different tree classes in a spruce stand on *Myrtillus*-site.
- No 363 Mielikäinen, Kari: Puun kasvun ennustettavuus.
Predictability of tree growth.
- No 364 Koski, Veikko & Tallqvist, Raili: Tuloksia monivuotisista kukinnan ja simensadon määrän mittaustuksista metsäpuilla.
Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees.
- No 365 Tervo, Mikko: Metsänomistajaryhmittäiset hakkuut ja niiden suhdanneherkkyys Etelä- ja Pohjois-Suomessa vuosina 1955—1975.
The cut of roundwood and its business cycles in Southern and Northern Finland by forest ownership groups, 1955—1975.
- No 366 Ryyänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä.
Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu.
Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviilun saannosta.
Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalyyseillä.
Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus.
Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen.
Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste.
Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Phelibia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomenniemen ja Savitaipaleen kunnissa.
Phelibia gigantea and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomenniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakurilla.
Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- No 375 Metsätalastollinen vuosikirja 1977—1978.
Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia.
Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa.
Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erilaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kentäkokeissa.
Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976.
Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa.
The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla.
Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta.
Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löyttyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhousta.
On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.

- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-
tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the
years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-
myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv.
1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.),
in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio
Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoit-
tamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots
pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn-
karisteen yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic
on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen
taimien kehittymiseen taimitarhalla.
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce
transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests
in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boo-
rinpuutosalueella.
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron
deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976
(1964—1973).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973)
by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa
männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce
stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlan-
noitustutkimuksen seminaari 15.2.1979.
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest
Research Institute symposium on forest fertilization research 15.2.1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan
fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in
Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja
ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsi-
tyksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.