

ODC
242:236.2:
181.65

FOLIA FORESTALIA³⁴⁶

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1978

JARI PARVIAINEN

TAIMISTO- JA RIUKUVAIHEEN MÄNNIKÖN
HARVENNUS

DURCHFÖRSTUNG IM KIEFERNBESTAND IN
DER JUNGWUCHS- UND STANGENHOLZPHASE

- 1976
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningsskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä.
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lap-land.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976.
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- 1977
- No 295 Metsätilastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjan-kohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.

FOLIA FORESTALIA 346

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1978

Jari Parviainen

TAIMISTO- JA RIUKUVAIHEEN MÄNNIKÖN HARVENNUS

Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase

ODC 242:236.2:181.65
ISBN 951-40-0332-2
ISBN 0015-5543

PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.

Tutkimuksessa tarkasteltiin taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennusta metsänhoidolliselta ja puuntuotannolliselta kannalta. Koeaineisto koostui viidestä pysyvästä koealasta, joilla kaikilla koejärjestelynä oli täydellisesti arvottu koe. Tulokset koskivat tilannetta, kun harvennuksesta oli kulunut 14. . .20 vuotta.

Harventamisella ei ollut vaikutusta vallitsevien puiden pituuskasvuun. Vallitsevien puiden paksuuskasvu lisääntyi harvennuksen johdosta.

Harvennuksen voimakkuuden valinta riippuu sovellettavasta käyttöpuun minimimitasta. Jos minimi asetettiin alhaiseksi ($\geq 6,5$ cm rinnankorkeudelta), käsittelemätön ja normaalisti harvennettu puusto olivat tuottaneet likimain samansuuruisen käyttöpuumäärän, mutta käyttöpuun läpimittaluokkakautuma oli muuttunut normaalisti harvennetussa puustossa (2 400. . .2 000 kpl/ha) selvästi edullisemmaksi. Harvennetuissa puustoissa yleensä kaikki rungot olivat ylittäneet 6,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta. Voimakas harvennus asetoon 1 100. . .1 000 kpl/ha aiheutti sitä vastoin käyttöpuun tuotostappiota, jonka suuruus oli 13. . .41 % käsittelemättömään tai lievästi harvennettuun puustoon verrattuna. Jos minimi asetettiin 10,5 cm:iin rinnankorkeudelta, käyttöpuumäärä oli harvennetuissa puustoissa käsittelemättömää suurempi, mutta erot normaalin ja voimakkaan harvennuksen välillä olivat vähäisiä.

Puiden runkomuoto (solakkuus) heikkeni selvästi harvennuksen johdosta.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, die Durchforstung des Kiefernbestandes in der Jungwuchs- und Stangenholzphase aus der Sicht von Waldbau und Ertragskunde zu erforschen. Das Material umfasste fünf permanente Versuchsflächen, bei denen die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung war. Die Ergebnisse betreffen die Entwicklung der Bestände im Zeitraum 14. . .20 Jahre nach der ersten Durchforstung.

Die Durchforstung beeinflusste nicht den Höhenzuwachs der herrschenden Bäume. Das Durchmesserwachstum der herrschenden Bäume nahm durch die Durchforstung zu.

Die Wahl der Stärke des Pflegeeingriffs hängt von dem Mindestbrusthöhdurchmesser des verwertbaren Holzes ab. Bei einem Brusthöhdurchmesser von $\geq 6,5$ cm hatte die unbehandelte und normal durchforstete Bestockung ca. dasselbe Volumen produziert, aber die Verteilung der Produktion des verwertbaren Holzes auf Brusthöhdurchmesserklassen war bei normaler Durchforstung (2 400. . .2 000 Stck./ha) deutlich besser geworden. In den durchforsteten Bestockungen hatten im allgemeinen alle Stämme den Brusthöhdurchmesser von 6,5 cm erlangt. Bei starker Durchforstung (1 100. . .1 000 Stck./ha) war dagegen ein Produktionsverlust zu verzeichnen, dessen Höhe im Vergleich mit den unbehandelten oder schwach durchforsteten Beständen 13. . .41 % war. War der Mindestbrusthöhdurchmesser 10,5 cm, so war das Volumen des verwertbaren Holzes in den durchforsteten Bestockungen grösser als in den unbehandelten Beständen. Die Unterschiede zwischen der normalen und starken Durchforstung waren jedoch gering.

Die Stammform der Bäume (die Schlankheit) verschlechterte sich wesentlich infolge der Durchforstung.

ALKUSANAT

Käsillä oleva tutkimus perustuu Metsän-tutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimus-osaston edesmenneen professori Risto Sarvaksen († 8. 4. 1974) 1950-luvulla alullepanemiin, taimisto- ja riukuvaiheessa olevien metsiköiden harvennuskokeisiin. Tämä tutkimus esittelee ensimmäiset tulokset mäntykoealoilta.

Kokeiden perustamiseen sekä vuosien varrella niiden hoitoon ja mittauksiin ovat osallistuneet lukuisat sekä metsänhoidon tutkimusosaston että kokeilualue toimiston henkilöt. Erityisesti on mainittava edesmennyt metsänhoitaja Olavi Helenius († 1. 6. 1976) ja metsäteknikko Veikko Silander, joiden käytännöllinen panos kokeiden mittauksessa ja hoidossa on ollut ratkaiseva. Allekirjoittanut on vastannut viimeisistä, vuosien 1975, -76 mittauksista ja eri mitauskertojen tulosten laskennasta sekä on laatinut tutkimuksen käsikirjoituksen.

Viimeisten mittausten suunnitteluvaiheessa allekirjoittaneelle neuvoja ovat antaneet professorit Aarne Nyysönen ja Yrjö

Vuokila sekä maat, ja metsät, tri Matti Leikola. He ovat lukeneet myös käsikirjoituksen. Heidän lisäksi käsikirjoituksen ovat lukeneet työn eri vaiheissa professorit Gustaf Sirén ja Paavo Yli-Vakkuri sekä tri Pentti Roiko-Jokela. Kaikki käsikirjoitusta koskevat huomautukset on otettu kiitollisena vastaan.

Keskustelut maat, ja metsät, kand. Antti Isomäen kanssa ovat avartaneet näkemystä pysyvien koealojen käyttöön liittyvissä asioissa. Vuosien 1975, -76 mittauksissa maastotyöryhmän johtajana on toiminut mtj. Hannu Koivunen. Hän on piirtänyt myös tutkimukseen sisältyvät kuvat. Tietokonelaskennassa on avustanut maisteri Risto Häkkinen. Konekirjoituksesta ovat huolehtineet toimistos sihteeri Kaarina Niskanen ja apulaiskanslisti Hilikka Rytth. Käännöksen suomesta saksaan on tarkastanut Dipl. Forstw. Anemone Lessel.

Kaikille tutkimuksen läpiviemiseen osallistuneille lausun parhaat kiitokseni.

Suonenjoella, lokakuussa 1977

Jari Parviainen

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO	6
21. Koealojen yleiskuva	6
22. Puuston mittaus	6
23. Puustotunnusten laskenta	10
24. Tilastolliset testaukset	10
3. PUUSTO KOKEIDEN PERUSTAMISHETKELLÄ	11
31. Puusto ennen harvennusta	11
32. Puuston käsittely	13
4. PUUSTON KASVU JA KEHITYS HARVENNUKSEN JÄLKEEN	15
41. Valtapituus	15
42. Keski- ja valtaläpimitta	16
43. Pohjapinta-ala	17
44. Käyttörunkojen lukumäärä	21
45. Käyttöpuun kuutiomäärä	23
46. Käyttörungon keskikoko	27
47. Runkomuoto	27
48. Latvussuhde	30
5. TULOSTEN TARKASTELU	32
6. YHDISTELMÄ	35
7. KIRJALLISUUSLUETTELO	37
REFERAT	39

1. JOHDANTO

Selväpiirteisen ja laajamittaisen metsien uudistamistoiminnan myötä taimistojen hoitotarve on jatkuvasti lisääntynyt. Vuonna 1975 taimistoja ja ns. riukuvaiheen metsiä perattiin ja harvennettiin yhteensä 510 000 hehtaaria (Metsätilastollinen vuosikirja 1975).

Taimiston ja riukuvaiheen metsikön käsittelyn lähtökohtana on sen metsänhoidollinen ja puuntuotannollis-taloudellinen tausta. Lopullinen puuston käsittely tapahtuu kuitenkin aina vallitsevien teknologisten ja työvoimapolitiittisten näkökohtien mukaan. Käsitteet sovellettavista ohjeista muuttuvat myös ajan mukana. Teollisuuden lisääntynyt kiinnostus pienpuun hyväksikäyttömahdollisuuksia (Hakkila ym. 1975) ja korjuuta (Harstela ja Tervo 1977) kohtaan on asettanut taimiston ja riukuvaiheen metsikön käsittelyn osoittain uuteen valoon. Mikäli nyt käsittelystä koituvat metsänhoitokustannukset voidaan korvata pienpuun korjuusta saatavalla hyödyllä, taimiston ja riukuvaiheen metsikön käsittelyn taloudellinen perusta muuttuu, ja vaikuttaa sovellettaviin käsittelyohjeisiin (vrt. Eskelinen ym. 1976). Tästä syystä harvennuskokeista saatavalla ajanmukaisella biologisella ja puuntuotannollisella tiedolla on entistä suurempi merkitys.

Suomessa taimistojen käsittelyä puuntuotannolliselta kannalta on viimeksi tarkasteltu laajaan ja perusteelliseen kirjallisuuskatsaukseen nojautuen (Vuokila 1972). Samalla on esitetty tuloksia maksimaalisesta käyttörunkojen lukumäärästä, joka metsikössä voi kasvaa sen ensiharvennusvaiheessa (vrt. myös Nyysönen 1968). Lisäksi on tehty tutkimuksia nuoren männikön ja kuusikon ensiharvennuskertymästä sekä kuusikon ensiharvennuksesta (Vuokila 1975, 1976). Männyn kylvötaimistojen taimittapaiden käsittelyä on tarkastellut Siren (1956). Sitä vastoin toistaiseksi ei ole julkaistu tutkimustuloksia, jotka koskisivat nimenomaan taimiston tai riukuvaiheen metsikön harvennusta. Myös taimiston käsittelyyn lä-

heisesti liittyvät metsikön perustamistiheyttä koskevat kotimaiset selvitykset puuttuvat (vrt. Yli-Vakkuri 1968, Yli-Vakkuri ym. 1969), joskin havaintoja Olli Heikinheimon 1930-luvulla perustamista Turvan tilän kuusen istutusvälikokeista on olemassa (Liljeroos 1976).

Lähinnä Suomen metsällisiä olosuhteita vastaavia taimiston käsittelytutkimuksia on julkaistu Ruotsissa (Andersson 1968, 1971 a, b, 1975, Walfridsson 1976) ja Norjassa (Vestjordet 1959, 1971). Männikön perustamistiheyttä koskevia tuloksia ovat julkaisseet Ruotsissa Eklund (1956), Andersson (1962), Carbonnier (1964) ja Elfving (1975) sekä kuusikon Carbonnier (1954, 1964) Andersson (1960) ja Wiksten (1965). Norjalaisista kuusikon perustamistiheyttä selvittävistä tutkimuksista on ennen muuta mainittava Braathen (1952), ja Braastadin (1970) työt. Tanskassa Sjolte-Jørgensen (1967) on koonnut laajan kirjallisuuskatsauksen metsikön perustamistiheydestä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia muutoksia metsikön taimisto- tai riukuvaiheessa suoritettu harvennus aiheuttaa puuston kasvuun ja kehitykseen.

Tutkimus koskee mäntyä ja se perustuu pysyviin koeloihin. Taimistolla tarkoitetaan metsikön kehitysvaihetta, joka alkaa, kun uusi puusukupolvi on syntynyt joko luontaisesti tai metsänviljelyllä, ja päättyy, kun puusto on varttunut niin kookkaaksi, että sen latvusto on jo sulkeutunut. Tämän ns. vakiintuneen taimiston alarajana on siten taimisto, jonka keskipituus on vähintään 1,3 m, ja ylärajana taimisto, jossa rinnankorkeuden ylittävien puiden keskipituus on 2...3 metriä ja valtapituus 5...6 metriä. Puustoon ei sisälly sanottavasti käyttöpuuta (rinnankorkeudelta vähintään 6,5 cm:ä). Riukumetsävaihe alkaa taimistovaiheen päättyessä, ja jatkuu aina siihen asti, kun harvennuspuusta aletaan saada myyntituloja.

Harventamisella tarkoitetaan pääpuulajin tiheyden säätelyä. Puuston käsittely ymmärretään laajempänä käsitteenä, johon voi si-

sältyä harvennuksen ohella myös perkausta. Perkaus tarkoittaa pääpuulajia haittaavan vieraan puulajin poistamista.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

21. Koealojen yleiskuva

Yleispiirteet tutkimuksen koealoista ja niiden rakenteesta on esitetty taulukossa 1. Kaikkiaan koealoja on viisi ja ne sijaitsevat kolmessa Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueessa.

Ruotsinkylän ja Punkaharjun koealat sijoittuvat Etelä-Suomen metsänkasvualueeseen. Kivalon koeala sijaitsee Pohjanmaa—Kainuun ja Peräpohjan metsänkasvualueiden rajavyöhykkeellä (vrt. Koivisto 1970).

Koealojen kasvupaikka ja topografia on yleensä verraten yhtenäinen koko koealalla. Suurin kasvupaikkavaihtelu on Punkaharjun Muuraissaaren koealalla, jossa metsätyyppi vaihtelee käenkaali-mustikkatyyppin kankaasta (OMT) hyvälaatuiseen puolukkatyyppin (VT) kankaaseen. Lisäksi kahdella koeruudulla kivisyys heikentää maan tuotokkyä. Suurin osa koeruuduista on kuitenkin kasvupaikaltaan tuore kangas (MT). Ruotsinkylän kokeilualueessa Mätäkivenmäen koealan I kasvupaikka edustaa keskinkertaista hieman heikompa puolukkatyyppin kangasta, kun taas koealan II kasvupaikka sijoittuu metsätyyppiasteikossa hyvälaatuiseen puolukkatyyppin kankaaseen.

Metsikön syntytyyppi on ollut luontainen kaikilla muilla koealoilla paitsi Punkaharjun Muuraissaarella, jossa metsikkö on perustettu istuttamalla. Muuraissaaren alue hakattiin paljaaksi talvella 1940—41, ja taimet istutettiin keväällä (25. 5.—6. 6.) 1942. Taimet olivat istutushetkellä keskimäärin viiden cm:n pituisia 1 + 1 -vuotisia paljasjuurisia taimia. Istutusväli oli noin 1,5 x 1,5 metriä, mikä vastaa 4 400 tainta hehtaarilla. Ensimmäisenä istutuksen jälkeisenä kesänä taimia kuoli runsaasti, jonka johdosta keväällä 1943 alueella tehtiin täydennysistutus saman alkuperän 1 + 2 -vuotisilla taimilla. Myöhemmin vuosina 1946, -48 ja -51 taimistoa on raivattu ja perattu.

Luontaisesti syntyneiden koealametsikköiden alkukehityksestä ei ole yksityiskohtaisia tietoja saatavilla. Koska on kuitenkin kysymys pysyvistä koealoista, luontaiseen uudistamiseen tähtäävät hakkuut ja siemenpuiden poisto sekä siihen liittyvät raivaustyöt ovat yleensä tapahtuneet vallinneen hyvän metsänhoitokäytännön mukaisesti. Ruotsinkylän Mätäkivenmäen koealalta I siemenpuut on poistettu v. 1945 ja Punkaharjun kansakoulun koealalta v. 1951. Sainkivalon koealalla aikaisemmin kasvanut männikkö oli hakattu siemenpuusentoon v. 1924. Tällöin alalle oli jätetty n. 19 metrin pituisia mäntyjä 36 kpl/ha.

Kokeet on perustettu metsiköihin 1950-luvun puolivälissä tai myöhemmin, kaikki kuitenkin viiden vuoden sisällä. Koealat on pyritty rajaamaan metsikköön siten, että koealueen ympärille on muodostunut samanikäinen ja keskimmäistä käsittelyastetta vastaava puustosta koostuva vaippa-alue. Poikkeuksen muodostaa Ruotsinkylän Mätäkivenmäen koeala II, jonka yksi lai-

ta on jouduttu rajoittamaan suoraan maantiehen. Punkaharjun kansakoulun koealan yksi laita rajoittuu kapeaan aukkoon ja vanhempaan ympäröivään puustoon.

Jokainen koeala on ruudutettu, ja koeruudut on erotettu toisistaan maastoon kapean hakatun linjan sekä nurkkiin pystytettyjen sementti- tai puupaalujen avulla. Puuston eri käsittelyasteet on sijoitettu koeruutuihin täydellisesti arvotun kokeen kaaviota noudattaen. Punkaharjun kansakoulun koealalla käsittelyasteita a ja c on toistettu neljä kertaa ja käsittelyastetta b viisi kertaa.

Ruotsinkylän Mätäkivenmäen koealalla I oli esiintynyt lieviä ytimennävertäjätuhoja 1960-luvun loppupuolella. Tuhot olivat heikentäneet puuston kasvua muutamissa koeruuduissa koealan laidalla. Muilla koealoilla tuhoja ei ole todettu.

Kuvassa 1 on esitetty tutkimuksen Etelä-Suomen koealoilta eri käsittelyasteita edustavat esimerkkivalkuvat vuodelta 1975.

22. Puuston mittaus

Koealoilla suoritettujen mittausten ajankohdat käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta.

	Puuston mittauskerta			
	1.	2.	3.	4.
	Mittausvuosi			
Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki I	1955	1962	1968	1975
Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki II	1955	1968	1975	
Punkaharju, Muuraissaari	1959	1970	1975	
Punkaharju, Kansakoulu	1956	1970	1975	
Kivalo, Sainkivalo	—	1970	1975	

Mittaukset on tehty yleensä syksyllä, kun puiden puituus- ja paksuuskaasu ovat olleet ohi (kasvun päättymisen vrt. esim. Herz 1929, Leikola 1969).

Kokeiden perustamisvaiheessa ensimmäisellä mittauskerralla oli selvitetty kunkin koeruudun puuston runkolukusarja. Rinnankorkeusläpimitta oli mitattu kaikista rinnankorkeuden (1,3 m maanpinnasta) ylittävistä puista 1 cm:n tarkkuudella eteensattuvalta puolelta tasaavaa luokitusta käyttäen. Koepuita oli poimittu koko runkolukusarjan laajuudelta painottaen eri läpimittaluokkien osuutta puiden lukumäärällä. Koska kuitenkin puiden määrä pienissä läpimittaluokissa (1..3 cm) oli ollut suuri verrattuna muihin läpimittaluokkiin, näistä luokista oli valittu vain muutamia puuta koepuiksi. Yleensä oli mitattu 20..40 koepuuta koeruutua kohti. Koepuista oli selvitetty puun pituus 25 cm:n tarkkuudella sekä rinnankorkeusläpimitta ja läpimitat 3,5 tai 6 metrin korkeudelta.

Myöhemmillä mittauseroilla puiden luvussa otettiin huomioon koeruudun kaikki rinnankorkeuden ylittävät elävät ja kuolleet puut. Käytännössä puut luettiin kaistojen avulla. Näin haluttiin vähentää puiden luvussa syntyviä virheitä. Koeruudun jonkin sivun suunnassa rajattiin narujen avulla kerrallaan 2..4 metrin levy-

Taulukko 1. Yleistietoja koealoista.
Tabelle 1. Allgemeine Angaben über die Probestellen.

Koealan kuvaustunnus Merkmal der Versuchsfläche	Kokeilualue		Versuchsgebiet		Kivalo
	Ruotsinkylä		Punkaharju		
	Mätäkivermäki I	Koealan nimi II	Muuraisaari	Kansakoulu	
Pohjoinen leveys <i>Nördlicher Breitengrad</i>	60°22'	60°22'	61°46'	61°46'	66°17'
Itäinen pituus <i>Westlicher Längengrad</i>	24°57'	24°57'	29°18'	29°18'	26°40'
Korkeus merenpinnasta, m <i>Höhe ü. NN.</i>	60	60	80	80	170
Lämpösumma-alue, Σää <i>Wärmesumme (über + 5°C)Σää</i>	1350	1350	1250	1250	900
Metsätyyppi <i>Waldtyp</i>	VT	VT	MT	VT	MCCIT
Maalaji (xx) <i>Bodenart</i>	Htk	HHk	Htk	Htk	htHHk
Metsikön synty <i>Entstehung des Bestandes</i>	luontainen <i>Naturverjüngung</i>	luontainen <i>Naturverjüngung</i>	istutus v. 1942 <i>Pflanzung im Jahre 1942</i>	luontainen <i>Naturverjüngung</i>	luontainen <i>Naturverjüngung</i>
Kokeen perustamisvuosi <i>Beginn des Versuchs</i>	1955	1955	1959	1956	1955
Koeruudu koko, m <i>Größe einer Teilfläche (m)</i>	25 x 25	25 x 25	40 x 40	30 x 30	40 x 40
Koeruujuja kaikkiaan, kpl <i>Teilflächen insgesamt</i>	18	18	12	13	27
Toistoja/käsittelyaste <i>Wiederholungen/</i> <i>Eingriffsstärke</i>	6	6	4	4 (5)	9
Käsittelyasteet <i>Eingriffsstärken</i>	a = luonnontilainen a = im Naturzustand b = normaali harvennus b = normale Durchforstung c = voimakas harvennus c = starke Durchforstung	a = luonnontilainen a = im Naturzustand b = normaali harvennus b = normale Durchforstung c = voimakas harvennus c = starke Durchforstung	a = ei käsitelty a = ohne Behandlung b = normaali harvennus b = normale Durchforstung c = erittäin voimakas harvennus c = sehr starke Durchforstung	a = lievää harvennus a = schwache Durchforstung b = normaali harvennus b = normale Durchforstung c = voimakas harvennus c = starke Durchforstung	a = luonnontilainen a = im Naturzustand b = normaali harvennus b = normale Durchforstung c = voimakas harvennus c = starke Durchforstung

x) MT = Myrttiliustyyppi, VT = Vacciniumtyyppi, MCCIT = Myrttilus-Galluna-Cladinatyyppi
xx) Htk = Grobsandmoräne, HHk = Fein-Grobsand, Htk = Feinsandmoräne, htHHk = feiner Grobsand



Kuva 1. Esimerkkivalokuvat Etelä-Suomen koealojen eri käsittelyasteiden puustoista vuodelta 1975. Käsittelyvoimakkuus kasvaa ylhäältä alaspäin (selitykset ks. taulukko 1, kuvat J. Parviainen.)

Abb. 1. Beispielhafte Aufnahmen der verschiedenen Eingriffsstärken auf den Versuchsflächen Süd-Finnlands im Jahre 1975. Von oben nach unten nimmt die Durchforstungsstärke zu (Erläuterungen zu den Eingriffsstärken s. Tabelle 1, Fotos J. Parviainen).

PUNKAHARJU, MUURAISSAARI



PUNKAHARJU, KANSAKOULU



nen kaista, jolle osuvat puut luettiin mittasaksilla eteenasattuvalta suunnalta 1 cm:n tarkkuudella.

Koepuut valittiin puiden luvun yhteydessä. Arvioitua keskiläpimittaa suuremmista puista koepuita otettiin 2/3 (joka k:s puu) ja keskiläpimittaa pienemmistä 1/3 (joka k/2:s puu) kaikkien koepuiden määrästä. Varsinaista koepuiden valintaa täydennettiin vielä ottamalla jokaiselta koeruudulta automaattisesti viisi paksuinta puuta koepuiksi. Samoin tarkattiin, että jokaiseen läpimittaluokkaan tuli vähintään yksi koepuu. Koepuita poimittiin vähintään 20 kpl koeruutua kohti, useimmin 30. .40 kpl riippuen koeruudun puuston harvennusasteesta ja puumäärästä.

Koepuista selvitettiin Ilvessalon (1948) kuutiomistaulukoiden edellyttämät tunnuksat ts. puun pituus, rinnankorkeusläpimitta ja kapeneminen. Rungon läpimitat mitattiin yhden cm:n ja pituus 0,5 metrin tarkkuudella. Pituus selvitettiin kahdeksan metriä lyhyemmistä puista mittaustangon avulla. Tätä pitempien puiden pituus mitattiin Suunto-hypsometrillä.

Vuoden 1975 mittauksessa edellisten tunnusten lisäksi koepuista tehtiin tarkempia havaintoja. Tällöin mitattiin puiden läpimitat 1 cm:n tarkkuudella suhteellisilta osakorkeuksilta, jotka olivat 2,5 10, 30 ja 50 % puun kokonaispituudesta. Edelleen selvitettiin mittaustangon avulla kustakin koepuusta elävän latvuksen alaraja maanpinnan tasosta 1 dm:n tarkkuudella. Ikämäärikyksiä varten kairattiin lastu keskimäärin 8 puusta/koeruutu. Kairattavat puut valittiin satunnaisesti siten, että ne edustivat koko runkosarjaa pääpainon ollessa kuitenkin järeimmissä läpimittaluokissa. Kairanlastut talletettiin, ja puiden ikä määritettiin myöhemmin sisätyönä lustomikroskoopin avulla.

23. Puustotunnusten laskenta

Puustotunnukset laskettiin aluksi koeruutua koskeviksi, josta ne muunnettiin koeruudun koosta johtuvalla kertoimella hehtaarikohtaisiksi. Tunnusten laskenta perustui regressioestimaattoreihin. Pituus- ja kapenemiskäyrät tasoitettiin graafisesti. Apuna käytettiin käyriäviivainta, ja usein aineistosta laskettiin osakeskiarvoja käyrän sijoittamisen varmentamiseksi. Ensimmäisten mittausten tuloslaskennassa eri läpimittaluokkien yksikkökuutiot otettiin Ilvessalon (1948) pystypuiden kuutiomis- ja kasvunlaskentataulukosta. Mikäli ruuduissa oli muita puulajeja kuin mänty, tunnuksat laskettiin kullekin puulajille erikseen. Kuitenkin samaan käsittelyasteeseen kuuluvat eri koeruutujen koepuut yhdistettiin, koska yhdeltä koeruudulta mitattiin vieraista puulajeista vain muutama koepuu.

Vuoden 1975 mittaukset suunniteltiin sellaisiksi, että yksikkökuutio voitiin laskea kullekin koepuulle erikseen. Puun kuutiomäärä saatiin maat. ja metsät.lis. Laasenaon (1976) laatimilla puun pituuteen ja suhteellisilta osakorkeuksilta mitattaviin läpimittoihin perustuvilla yhtälöillä. Yhtälöillä lasketut yksikkökuutiot tasoitettiin graafisesti läpimitan funktiona. Lopullinen yksikkökuutio otettiin käyriä erikseen kullekin läpimittaluokalle.

Valtapituus (h_{dom}) ja valtaläpimitta (d_{dom}) laskettiin hehtaaria kohden 100 paksuimman puun aritmeettisena keskiarvona. Keskipituus (\bar{h}) ja keskiläpimitta (\bar{d}) laskettiin runkoluvulla painottaen.

24. Tilastolliset testaukset

Kaikkien koalojen koerjäjestelynä oli täydellisesti arvottu koe. Tällöin tulokset analysoidaan yhden tekijän varianssianalyysillä. Testaukseen käytettiin kiinteää

lineaarista, additiivista varianssianalyysimallia (vrt. esim. Mattila 1973).

Koeryhmät eroavat toisistaan sitä merkitsevämmiin, mitä pienempi on sisäinen varianssi ja mitä suurempi on luokkien välinen varianssi. Täydellisesti arvotussa kokeessa jäännöseliösumma muodostuu suureksi, jos koeyskikköjoukko on heterogeeninen.

Koska Suomen olosuhteissa metsäkuviot ovat yleensä pieniä, tämän tapaisissa kokeissa, joissa koeruutu jo sinänsä on suuri ja puusto luontaisesti syntynyttä, on usein vaikeuksia löytää riittävän homogeenisia olosuhteita. Lohkojen muodostamisella pyritään vähentämään luokkien sisäistä vaihtelua, joka saattaa peittää tutkitavista menetelmistä aiheutuvan vaihtelun (luokkien välinen vaihtelu). Koska aineistossa on otettu huomioon koesuunnittelun tärkeimmät periaatteet (satunnaistaminen ja toistaminen), kokeet täyttävät hyvin tilastolliset vaatimukset, vaikkakaan analysoinnissa jäännöseliösummaa ei voida jakaa tehokkaimmalla tavalla.

On myös otettava huomioon, että kokeet on suunniteltu 1950-luvun puolivälissä, jolloin tämän tapaisten tilastollisten menetelmien käyttö oli vielä vähäistä pysyvien koalojen perustamisessa.

Usein käsiteltävien vertailun tarkkuutta on pyritty parantamaan kovarianssin avulla, jolla on voitu pienentää koevirhettä (vrt. esim. Cox 1959, Snedecor ja Cochran 1967). Kovarianssianalyysin käyttöä tässä aineistossa rajoittaa kuitenkin se, että harvennuksessa käsitellyt itse asiassa on kohdistunut perusjoukon rakenteeseen ja siten ennen harvennusta syntyneet puustotunnusten erot eivät ole syynä harvennuksen jälkeisen kasvun vaihtelulle. Ts. harvennuksen jälkeisen tunnuksen kasvun ja ennen harvennusta vallinneen tilanteen välillä voi olla korrelaatiota (yhteinen syy), mutta se ei ole enää välttämättä kausaalista, koska harvennuksen jälkeen on kysymys samalla paikalla peräkkäin esiintyvistä kahdesta eri populaatiosta. Jos käsittely on perusjoukon ulkopuolinen (esim. lannoitus), kovarianssin käyttö on perustellumpaa. Harvennuksen vaikutusta tutkittaessa kovarianssi voi vääristää tuloksia, koska se korjaa harvennuksen jälkeiset kasvuluvut samaan ennen käsittelyä vallinneeseen tilanteeseen ja poistaa siten eri käsittelyille kuuluvat ominaispiirteet (vrt. Snedecor ja Cochran 1967 s. 427). Sitä vastoin testaus perustettiin pääasiassa puhtaiden erotusten vertailuun, jolloin myös alkutilanteessa olevat erot tasoituvat. Absoluuttisten erojen tarkastelu on lisäksi yksinkertaisesti helpompi. Koaloittain tarkasteltiin tunnuksien muutoksia kokeen perustamishetken harvennuksen jälkeisen tilanteen ja myöhempien mittausten välillä.

Kovarianssianalyysiä käytettiin kuitenkin mahdollisen kasvupaikkaeroista johtuvan vaihtelun eliminoimiseen. Regressiomuuttujaksi (concomitant observation, Cox 1959 s. 49—69, Snedecor ja Cochran 1967 s. 421) kovarianssianalyysimalliin otettiin tässä tarkoituksessa koeruudun puuston valtapituus (ennen harvennusta), johon metsikön alkukehityksen erojen voidaan olettaa vaikuttavan vähiten. Kovarianssianalyysimalliin regressiokertoimen merkitsevyys testattiin t-testin avulla laskemalla keskivirhe s_b . Kovarianssilla korjattujen keskiarvojen vertailu perustui F-testiin.

Erojen tilastollinen merkitsevyys on esitetty seuraavasti:

- 0 = ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($P > 0,05$)
- * = ero on tilastollisesti merkitsevä ($P = 0,05$)
- ** = ero on tilastollisesti hyvin merkitsevä ($P = 0,01$)
- *** = ero on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($P = 0,001$)

3. PUUSTO KOKEIDEN PERUSTAMISHETKELLÄ

31. Puusto ennen harvennusta

Ruotsinkylän ja Punkaharjun koalojen puustotunnukset ennen harvennusta on esitetty taulukossa 2. Harvennusajankohdan tietoja Sainkivalon koalan puustosta ei ollut saatavilla.

Luontaisesti syntyneiden metsiköiden puuston ikä saatiin kaikilla Etelä-Suomen koaloilla lisäämällä rinnankorkeusikään 12 vuotta (vrt. I l v e s s a l o 1965, s. 101). Ikä määritettiin luonnontilaisilta koeruuduilta, koska kairaukset tehtiin vasta vuoden 1975 mittauksen yhteydessä. Harvennettujen koeruutujen puiden perusteella ei voida arvioida täsmällisesti metsikön ikää ennen harvennusta, koska harvennus on kohdistunut tietyllä tavalla valittuihin puihin. Ikä laskettiin kairattujen koepuiden aritmeettisena keskiarvona. Kivalossa puuston ikä on ollut harvennushetkellä v. 1955 34 vuotta (rinnankorkeusikään lisätty 18 v).

Valtapiuus koalojen eri koeruuduissa on ollut verraten yhtenäinen. Molemmilla Punkaharjun koaloilla valtapiuusarvojen vaihtelu on alle $\pm 1,0$ m koko koalan keskiarvosta. Ruotsinkylän koaloilla vaihtelu on suurempi, mutta täälläkin eri koeruutujen valtapiuusarvot jäävät $\pm 1,5$ metrin vaihtelualueelle koko koalan keskiarvosta. Keskipituuden vaihtelu koalojen keskiarvon ympärillä on likimain samansuuruinen. Näiltä osin koalat täyttävät hyvin myös varttuneemman puuston harvennuskokeille yleisesti esitetyt yhteneväisyysvaatimukset (vrt. V u o k i l a 1975). Pohjoismaissa on pidetty lohkon kuuluvien koeruutujen suurimpana sallittuna valtapiuuden vaihteluna ± 1 metriä ja eri lohkojen välillä ± 2 metriä.

Koeruutujen muiden puustotunnusten vaihtelu koaloittain koko kokeen keskiarvon molemmin puolin on suhteellisesti laskettuna suurempi kuin pituustunnuksien. Toisaalta luontaisesti syntyneissä metsiköissä puusto on tunnetusti epätasaista ja usein myös ryhmittäistä. Runkoluvun suuri vaihtelu aiheutuu osaksi siitä, että puiden luvussa on otettu huomioon kaikki rinnankorkeuden

ylittävät puut. Luonnonmetsiköissä puiden välinen ikävaihtelu lisää vielä omalta osaltaan epätasaisuutta. Tärkeimpänä tämäntapaissa luontaisesti syntyneen nuoren metsikön käsittelykokeissa voitaneen pitää, että puuston pituusvaihtelu ei ylitä tiettyjä rajoja, ja että käsittelyasteiden sisäinen vaihtelu harvennuksen jälkeen on pieni.

Eniten huomiota kiinnitettiin eri koeruutujen puuston ikävaihteluun. Kunkin käsittelyasteen koeruutujen puuston ikiä verrattiin koko käsittelyasteen keskiarvoon. Vertailun perusteella Punkaharjun Kansakoulun koalan yksi b ja c käsittelyasteen koeruutu jätettiin pois tulosten lopullisesta laskennasta. Näissä koeruuduissa puuston keski-ikä oli n. 10 vuotta suurempi kuin keskimäärin koko käsittelyasteessa. Lisäksi puuston valtapiuus, valtaläpimitta ja pohjapinta-ala olivat muiden koeruutujen puustojen lukuarvoja selvästi suurempia. Molemmat hylätyt koeruudut sijaitsevat koalan yhdellä reunalla, ja niiden puustoon sisältyi vanhempia laitametsän ikäisiä puita.

Puuston harvennushetken keski- ja valtapiuusarvojen perusteella tutkimukseen sisältyvät metsiköt on luettava taimistokäsittelyn ylärajan kuuluviksi (vrt. V u o k i l a 1972). Mikäli taimiston ylärajana pidetään metsikköä, jonka keskipituus on 2...3 metriä, tai jonka valtapiuus ei ylitä 5...6 metriä, perustamishetkellä tarkasteltavista puustoista varsinainen taimisto on Punkaharjun Kansakoulun koalalla. Muiden koalojen puustot ovat olleet harvennushetkellä ns. riukuvaiheen metsiköitä.

Vaikka ensimmäinen käsittely on lykääntynyt koaloilla myöhäiseksi, puustot eivät ole olleet Ruotsinkylän koaloilla ylitiheyttä. Punkaharjun Kansakoulun koalan puusto on ollut tiheydensä puolesta kiireisen käsittelyn tarpeessa. Muuraisaareissa harvennuksen ohella myös perkaus on ollut välttämätön lehtipuiden runsaan esiintymisen takia. Kaikkiaan koalojen harvennushetken puusto vastaa usein normaalia tilannetta käytännön taimisto- tai riukuvaiheen metsikön käsittelyssä.

Taulukko 2. Puustotumukset ja niiden vaihtelut eri koeruduissa kokeiden perustamisketkellä ennen harvennusta.
 Tabelle 2. Bestandsmerkmale einschliesslich ihrer Rahmenwerte auf verschiedenen Teilflächen vor der Durchforstung bei der Anlage
 des Versuches.

Kokeilualue/ Koeala Versuchsgebiet/ Versuchsfläche	Puuston ikä, v Alter in Jahren	Valtapi- tuus, h, m dom, m Oberhöhe (m)	Keskipi- tuus, h, m Mittelhöhe (m)	Runkoluku, kpl/ha		Valtaläpi- mitta, cm dom, cm Durchmesser der 100 stärkesten Stämme (cm)	Keskiläpi- mitta, d, cm Mittlerer Durchmesser (cm)	Kytömiäärä m ² /ha Volumen (m ³ /ha)	Pohjapinta- ala m ² /ha Bestandes Grundfläche (m ² /ha)
				Mänty Kiefer	Kuusi ja lehtipuut Fichte und Laub- holz				
Ruotsinkylä/ Mätäkivermäki I keskimäärin im Durchschnitt vaihteluväli Variationsbreite	29	8,0 6,5...8,9	4,5 3,4...6,0	4510 3300...5550	290 16...1970	10,6 9,0...12,2	5,0 3,9...5,8	39 23...45	10,8 7,1...12,5
Mätäkivermäki II keskimäärin im Durchschnitt vaihteluväli Variationsbreite	27	8,7 7,3...9,8	5,9 4,2...7,1	2800 2380...3310	75 0...240	11,1 8,7...13,3	6,3 4,2...7,9	40 19...65	10,1 5,3...14,7
Punkaharju/ Muuraisaari keskimäärin im Durchschnitt vaihteluväli Variationsbreite	19	6,6 6,0...7,4	4,3 3,6...5,0	4045 1980...6920	4413 1130...7830	11,3 10,3...12,9	5,4 4,3...6,6	38 32...47	12,5 10,3...14,9
Kansakoulu keskimäärin im Durchschnitt vaihteluväli Variationsbreite	21	6,0 5,2...6,6	3,0 2,7...3,5	9020 5440...13040	- -	7,6 6,2...8,9	2,7 2,1...3,3	23 8...31	6,9 2,5...9,3

32. Puuston käsittely

Harvennusperiaatteena oli valikoiva harvennus (Keski-Euroopasta peräisin oleva Auslesedurchforstung), jossa metsikköön jätettävien puiden valinnassa lähtökohtana on ns. peruspuuston määrittäminen (vrt. S a r v a s 1948, 1955). Tällä ymmärretään hakkuukypsän metsikön puita metsikön aikaisemmissa kehitysvaiheissa. Harvennuksessa valittiin jätettäväksi metsikön parhaimpina pidettäviä puita 500..700 kpl/ha.

Käsittelyt tehtiin peruspuiden hyväksi, sillä näiden ajateltiin muodostavan metsikön arvokkaimman osan, joka säilyy uudistushakkuisiin saakka. Selvästi erottuvat ylispuut tai susipuut poistettiin, mutta taimistoja ei tasattu.

Taulukossa 3 on esitetty koaloittain puuston eri käsittelyasteet runkoluvun, kuutiomäärän ja käyttöpuun suhteen. Jotta puuston käsittelyasteista saataisiin koaloittain yhtenäinen ja vertailukelpoinen kuva, käsittelyvoimakkuuden mittana käytetään harvennuksen jälkeen koéalalle jätettyä runkolukua. Taulukon luvut koskevat vain mäntyä. Jäljelle jäänyt runkoluku on pyöristetty lähimpään sataan. Lehtipuut tai kuusi on poistettu harvennetuista puustoista, mutta luonnontilaista puustoa sisältäviin koeruutuihin ei ole koskettu. Samoin Punkaharjun Muuraissaaren koelan käsittelemättömällä koeruuduilla esiintyvä lehtipuu on jätetty.

Kaikkiaan tutkimukseen sisältyvien käsittelyasteiden vaihtelualue on laaja. Lievin käsittelyaste esiintyy Punkaharjun Kansakoulun koéalalla, jossa puustoa on käsitelty vain lievästi alhaalta päin, ja taimistoon on jäänyt 5 800 puuta/ha. Voimakkain käsittelyaste sisältyy Muuraissaaren kokeeseen, jossa puita on jätetty tiettyihin koeruutuihin vain 400 kpl/ha. Käytännön kannalta näin voimakas käsittely ei tule tällä hetkellä kysymykseen, mutta se omaa mielenkiintoa tavanomaisista todella poikkeavana harvennusasteena.

Kivalon koéalalla käsittelyaste normaali

harvennus tarkoittaa runkolukua 1 400 kpl/ha ja käsittelyaste voimakas harvennus runkolukua 700 kpl/ha.

Ruotsinkylän koaloilla keskimmäisen käsittelyasteen puustoa harvennettiin uudelleen vuonna 1970. Koéalalta I puita poistettiin 800 kpl/ha, jolloin käsittelyasteeseen jäi jäljelle 1 700 kpl/ha. Vastaavasti koéalalta II puita poistettiin 700 kpl/ha, ja jäljelle jäi 1 300 kpl/ha. Harvennus oli molemmilla koaloilla alaharvennuksen luonteinen ja lievä, prosentteina pohjapinta-alasta koéalalla I 19 % ja koéalalla II 18 %.

Taulukosta 3 havaitaan myös, että voimakkaimmissa käsittelyasteissa on poistettu jo vähän käyttöpuuta (rinnankorkeudelta yli 6,5 cm). Yleisesti ottaen koko tuotetusta runkoluvusta tai kuutiomäärästä eri koaloilla on ollut seuraavat määrät käyttöpuuta:

	Käyttöpuuta koko koelan keskimääräisestä	
	runkoluvusta	kuutiomäärästä
Ruotsinkylä, Mätäkiivenmäki I	25 %	59 %
Ruotsinkylä, Mätäkiivenmäki II	45 %	75 %
Punkaharju, Muuraissaari	30 %	60 %
Punkaharju Kansakoulu	2 %	13 %

Kaikkiaan käytörunkojen keskikoko on ollut pieni, suurin se on Ruotsinkylän koéalalla II (21 litraa), ja pienin Punkaharjun Kansakoulun koéalalla (16 litraa).

Voimakkaimmissa käsittelyasteissa kertymän kokonaiskuutiomäärä muodostaa raaka-ainevaran, jolla jo voi olla merkitystä pienpuun hyväksikäytön ja taloudellisen korjuun kannalta (vrt. H a r s t e l a ja T e r v o 1977). Sitä vastoin käytörunkoina mitaten kyseisten käsittelyasteiden poistetun puuston kertymä on pieni.

Ruotsinkylän koelan II kuutio- ja käyttöpuumääristä havaitaan, että keskimmäisen ja voimakkaimman käsittelyasteen puuston määrä on ollut alunperin suurempi kuin käsittelemättömän. Vaikka harvennuksessa osa puustosta on poistettu, harvennettuihin koeruutuihin on jäänyt silti jäljelle järeää puustoa enemmän kuin luonnontilaisiin.

Taulukko 3. Jäljelle jäänyt ja poistettu keskimääräinen puumäärä (luvut koskevat vain mäntyä).
 Tabelle 3. Das Volumen des verbleibenden Bestandes und das Volumen der entnommenen Bestockung (nur bezüglich Kiefer).

Kokeilualue/ Koela Versuchsgebiet/ Versuchsfläche	Käsittely- aste Eingriffsstärke	Runkoluku, kpl/ha Stammsahl (Stck./ha)		Kuutiomäärä, m ³ /ha Volumen (m ³ /ha)		Käyttöpuu (= 6,5 cm rinnankorkeudelta) Volumen des verwertbaren Holzes (= 6,5 cm BHD)			
		jäljellä verbleibend	poistettu entnommen	jäljellä verbleibend	poistettu entnommen	kpl/ha Stck./ha	m ³ /ha m ³ /ha	poistettu entnommen	
Ruotsinkylä/ Mätäkiivenmäki I	a	4200	-	38	-	1250	-	24	-
	b	2800	2250	28	10	900	100	18	2
	c	1100	3200	19	20	750	450	17	8
Mätäkiivenmäki II	a	2800	-	32	-	1050	-	22	-
	b	2000	750	32	8	1050	200	26	5
	c	1000	1750	26	21	800	700	24	14
Punkaharju/ Muuraisaari	a	4300	-	36	-	1350	-	23	-
	b	2000	2400	25	16	1000	250	19	7
	c	400	3100	6	30	300	750	5	14
Kansakoulu	a	5800	3450	20	6	250	20	4	0,4
	b	2400	6800	11	12	130	50	2	0,7
	c	1100	7300	5	15	70	30	1	0,9

4. PUUSTON KASVU JA KEHITYS HARVENNUKSEN JÄLKEEN

41. Valtapitusus

Taulukosta 4 nähdään, että vallitsevan puuston pituuskasvu on ollut kaikilla koe-

loilla likimain samansuuruinen riippumatta siitä kuinka voimakkaasti puustoa on käsitelty. Millään koealalla eri käsittelyasteiden puustojen valtapitusarvojen muutosten vä-

Taulukko 4. Valtapitusus v. 1975 sekä valtapituiden muutos harvennusajankohdan ja v. 1975 mittausten välillä. Pystyviiva = lukujen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($P = 0,05$).

Tabelle 4. Die Oberhöhe im Jahre 1975 und die Veränderung der Oberhöhe in der Zeit zwischen Durchforstung und den erneuten Messungen im Jahre 1975. Senkrechter Strich = der Unterschied zwischen den Zahlen ist nicht statistisch signifikant ($P = 0,05$).

Käsittelyasteet Eingriffsstärken	Valtapitusus v. 1975 Oberhöhe im Jahre 1975	Muutos, m Veränderung (m)	Testisuureet Testgrößen
Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki I			
a = luonnont. a = im Naturzustand	13,5 ± 0,33	5,6	$F(2,15) = \frac{0,07}{0,33} = 0,21^{\circ}$ HSD = 0,86
b = 1700(2800) kpl/ha b = 1700(2800)Stek./ha	13,0 ± 0,20	5,4	
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stk./ha	13,7 ± 0,43	5,5	
Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki II			
a = luonnont. a = im Naturzustand	15,3 ± 0,63	7,0	$F(2,15) = \frac{0,93}{1,24} = 0,75^{\circ}$ HSD = 1,67
b = 1300(2000) kpl/ha b = 1300(2000)Stek./ha	16,2 ± 0,62	7,5	
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stk./ha	15,9 ± 0,68	6,8	
Punkaharju, Muraissaari			
a = ei käs. a = ohne Behandlung	12,8 ± 0,58	6,4	$F(2,9) = \frac{0,15}{1,17} = 0,13^{\circ}$ HSD = 2,14
b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stk./ha	13,2 ± 0,44	6,8	
c = 400 kpl/ha c = 400 Stk./ha	12,6 ± 0,40	6,7	
Punkaharju, Kansakoulu			
a = 5800 kpl/ha a = 5800 Stk./ha	12,9 ± 0,33	6,7	$F(2,8) = \frac{0,55}{0,17} = 3,24^{\circ}$ HSD _{ac, bc} = 0,89 HSD _{ab} = 0,82
b = 2400 kpl/ha b = 2400 Stk./ha	12,0 ± 0,24	5,9	
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stk./ha	11,9 ± 0,53	6,1	
Kivalo, Sainkivalo			
a = luonnont. a = im Naturzustand	10,5 ± 0,33		
b = 1400 kpl/ha b = 1400 Stk./ha	11,0 ± 0,16	-	
c = 700 kpl/ha c = 700 Stk./ha	11,0 ± 0,35		

lillä ei todettu tilastollisia eroja. Kivalon koelalalta tilastollisia testejä ei voitu tehdä, koska perustamisvaiheen tietoja ei ollut saatavilla. Huomattava on, että erittäin voimakkaankaan käsittelyn johdosta — Punkaharjun Muuraissaaren käsittelyaste 400 kpl/ha — puuston pituuskehitys ei ole jäänyt jälkeen muiden käsittelyasteiden arvoista. Toisaalta Muuraissaaren käsittelemättömässä puustossa on ollut lehtipuita, jotka ovat saattaneet heikentää mäntyjen pituuskasvua, ja vaikeuttavat siten päätelmien tekoa.

Mahdollisten kasvupaikkaerojen vaikutusta tarkasteltiin kovarianssianalyysillä, jossa pituustunnuksien muutoksien vaihtelua selittävänä muuttujana (concomitant observation) oli valtapituus ennen harvennusta. Tulokset on esitetty seuraavassa asetelmassa:

	Regressio- kerroin	t-arvo	Korjattujen keskiarvojen välisen eron merkitsevyys, F-arvo
Ruotsinkylä			
Mätäkiivenmäki I	—0,251	0,928°	0,374°
Mätäkiivenmäki II	1,391	3,679**	5,168*
Punkaharju			
Muuraissaari	—0,729	0,761°	0,287°
Kansakoulu	0,207	0,511°	2,064°

Jäännösvaihtelusta laskettu regressiokerroin oli tilastollisesti merkitsevä vain Ruotsinkylän koelalalla II, jossa myös F-arvojen merkitsevyys varianssianalyysin tuloksiin nähden muuttui. Korjatut valtapituusarvot olivat luonnontilaisesta voimakkaimpaan käsittelyasteeseen 7,6, 7,6 ja 6,1 metriä. Tukeyn testin perusteella voimakkain käsittelyaste erosi merkitsevästi muista. Huomattava on kuitenkin, että luonnontilaisten koeruu-
tujen puusto oli selvästi muiden koalojen vastaavaa käsittelyastetta harvempi, vastaten kokeen perustamishetkellä esim. Ruotsinkylän koelalan I keskimmäisen käsittelyasteen puuston tiheyttä.

Muilla koaloilla alkuperäisten pituustun-
nusten korjaus on epävarmaa, sillä regressiokerroin ei ole merkitsevä, ja lisäksi se on Ruotsinkylän koelalalla I ja Muuraissaarassa negatiivinen. Graafinen tarkastelu osoitti, ettei selvää johdonmukaista riippuvuutta ollut myöskään erikseen tietyn käsittelyasteen sisällä. Varianssianalyysin tulokset ovat siten sovellutuskelpoisempia.

Saadut tulokset tukevat ruotsalaisten tutkijain käsitystä, ettei männikön normaali harvennus vaikuta vallitsevan puuston pituuskehitykseen (Pettersson 1954, Vuokila 1972). Toisaalta Eriksson 1965 (ref. Vuokila 1972) on todennut, että männikön vallitsevien puiden pituuskasvu paranee erittäin voimakkaan ja harvoin toistuvan harvennuksen johdosta. Jackin (1971) ja Vestjordetin (1971) tulosten mukaan pituuskasvu heikkenee voimakkaan käsittelyn johdosta muutamiksi vuosiksi harvennuksen jälkeen, mutta palaa myöhemmin normaaliin tasoon.

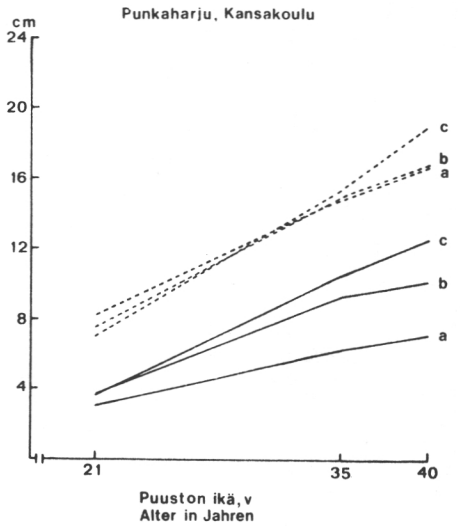
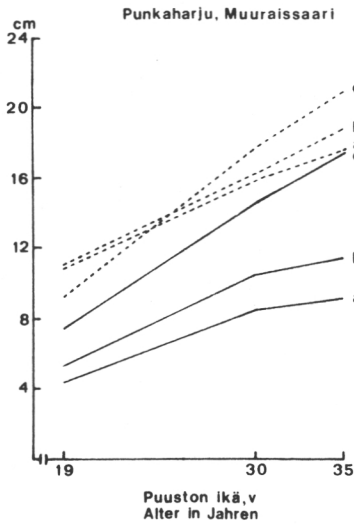
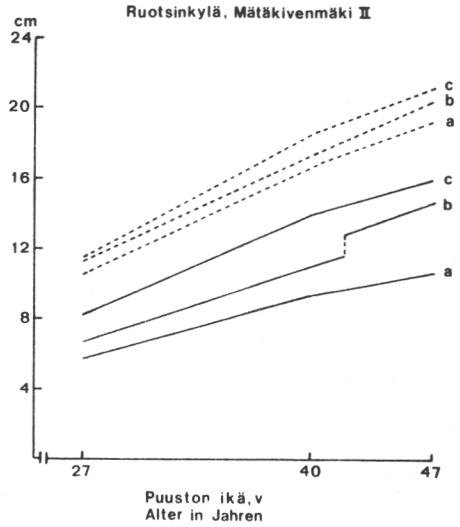
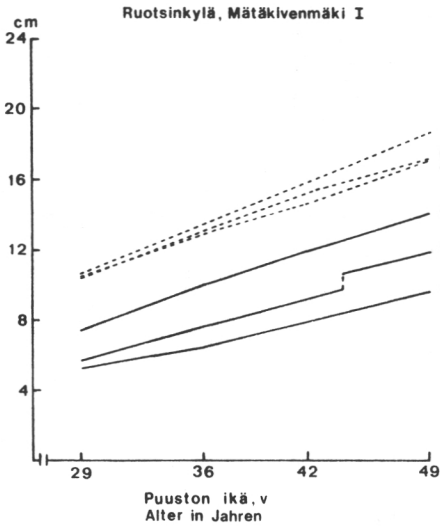
42. Keski- ja valtaläpimitta

Keski- ja valtaläpimitan kehitys koelait-
tain on esitetty kuvassa 2 ja vastaava tun-
nuksien muutos harvennusajankohdan ja
vuoden 1975 mittausten välillä taulukossa 5. Ruotsinkylän koaloilla otettiin huomioon keskimmäisessä käsittelyasteessa puuston keskiläpimitan nousu v. 1970 harvennuksen johdosta. Valtaläpimittaa harvennus ei muuttanut.

Harvennuksen ansiosta sekä keskimääräinen että vallitsevien puiden paksuuskasvu ovat yleisesti ottaen lisääntyneet. Erityisen selvästi puiden keskimääräinen paksuuskasvu on lisääntynyt voimakkaan harvennuksen jälkeen. Suurin keski- ja valtaläpimitan muutos on tapahtunut Punkaharjun Muuraissaaren koelalan erittäin voimakkaan käsittelyasteen puustossa.

Käsittelyasteiden välillä keskiläpimitan muutoksissa todettavat erot ovat kauttaaltaan tilastollisesti merkitseviä. Ainoastaan Punkaharjun Muuraissaaren koelalan käsittelemättömän ja käsittelyasteen 2 000 kpl/ha puuston keskiläpimitan muutokset eivät eroa tilastollisesti toisistaan. Muuraissaarassa vertailua haittaa kuitenkin käsittelemättömässä ja keskimmäisen käsittelyasteen puustossa esiintyvä lehtipuu.

Valtaläpimitan muutoksista päätellen kaikilla koaloilla vallitsevien puiden paksuuskasvu on lisääntynyt vasta voimakkaimman puuston käsittelyn johdosta tilastollisesti merkitsevästi luonnontilaiseen tai käsittelemättömään puustoon verrattuna. Voimakas harvennus eroaa tilastollisesti merkitsevästi myös keskimmäisestä käsittelyasteesta muilla koaloilla paitsi Ruotsinkylän koelalalla II.



Kuva 2. Keski- (—) ja valtaläpimitan (---) kehitys koaloittain (käsitteysteiden selitykset ks. taulukko 5).
 Abb. 2. Die Entwicklung des mittleren Durchmessers (—) und des Durchmessers der 100 stärksten Stämme (---) bei verschiedenen Versuchsflächen (Erläuterungen zu den Eingriffsstärken s. Tabelle 5).

Kivalossa eri käsitteysteiden puustojen keskiläpimita ja valtaläpimita olivat v. 1975 seuraavat:

	keskiläpimita	valtaläpimita
a (luonnontilainen)	4,1 ± 0,11 cm	14,9 ± 0,47 cm
b (1 400 kpl/ha)	10,3 ± 0,16 cm	16,2 ± 0,29 cm
c (700 kpl/ha)	12,3 ± 0,37 cm	17,4 ± 0,44 cm

Ilmeistä on, vaikka tilastollisesti ei voitu osoittaa, että myös täällä keskimääräinen ja vallitsevien puiden läpimita ovat lisääntyneet sitä enemmän mitä voimakkaammin

puustoa on harvennettu. Luonnontilaisten puustojen keskiläpimitasta kuvastuu voimakkaasti runsas pieniläpimittaisten puiden määrä.

43. Pohjapinta-ala

Vaikka taimisto- ja riukuvaiheen metsikön harvennusta ei yleensä tehdä pohjapinta-alan mukaan, tämä tunnus otettiin tarkasteltavaksi, jotta saataisiin kuva missä kehitysvaiheessa koalojen puustot olivat vii-

Taulukko 5. Keski- ja valtaläpimitan muutos harvennusajankohdan ja vuoden 1975 mittausten välillä. Pystyviiva = lukujen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä (P = 0,05).
 Tabelle 5. Die Veränderung des mittleren Durchmesser und des Durchmesser der 100 stärksten Stämme in der Zeit zwischen der Durchforstung und den erneuten Messung im Jahre 1975.
 Senkrechter Strich = Der Unterschied zwischen den Zahlen ist nicht statistisch signifikant (P = 0,05).

Käsittelyasteet Eingriffsstärke	Keskiläpimita Mittlerer Durchmesser		Valtaläpimita Durchmesser der 100 stärksten Stämme			
	Muutos, cm Veränderung (cm)	Testisuureet Testgrößen	Muutos, cm Veränderung (cm)	Testisuureet Testgrößen		
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I					
a=luonnont. a=im Naturzustand b=1700(2800) kpl/ha b=1700(2800) Stck./ha c=1100 kpl/ha c=1100 Stck./ha	4,4	$F(2,15) = \frac{8,06}{0,33} = 24,42$ ^{xxx}	6,5	$F(2,15) = \frac{4,73}{0,34} = 13,91$ ^{xxx}		
	5,3		6,8			
	6,7		HSD=0,86		8,1	HSD=0,87
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II					
a=luonnont. a=im Naturzustand b=1300(2000) kpl/ha b=1300(2000) Stck./ha c=1000 kpl/ha c=1000 Stck./ha	5,0	$F(2,15) = \frac{12,89}{0,43} = 29,98$ ^{xxx}	8,7	$F(2,15) = \frac{1,40}{0,28} = 5,00$ *		
	6,8		9,2			
	7,8		HSD=0,98		9,7	HSD=0,79
	Punkaharju, Muuraissaari					
a=ei käs. a=ohne Behandlung b=2000 kpl/ha b=2000 Stck./ha c=400 kpl/ha c=400 Stck./ha	3,8	$F(2,9) = \frac{44,42}{0,86} = 51,65$ ^{xxx}	6,6	$F(2,9) = \frac{30,77}{1,79} = 17,19$ ^{xxx}		
	4,8		7,7			
	10,0		HSD=1,83		11,8	HSD=2,64
	Punkaharju, Kansakoulu					
a=5800 kpl/ha a=5800 Stck./ha b=2400 kpl/ha b=2400 Stck./ha c=1100 kpl/ha c=1100 Stck./ha	4,0	$F(2,8) = \frac{20,24}{0,47} = 43,06$ ^{xxx}	8,6	$F(2,8) = \frac{4,76}{0,21} = 22,67$ ^{xxx}		
	6,5		HSDac, bc=1,48		9,4	HSDac, bc=0,98
	8,9		HSDac =1,37		11,0	HSDab =0,91

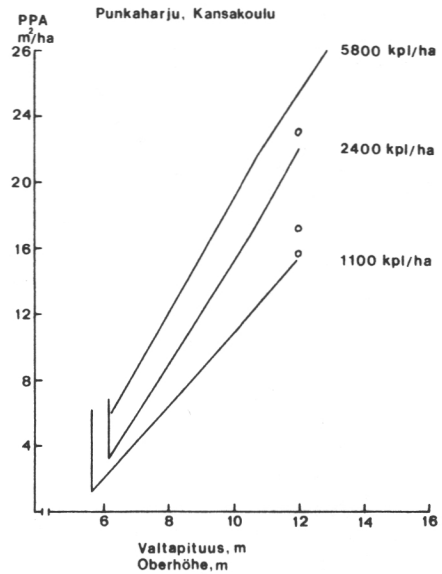
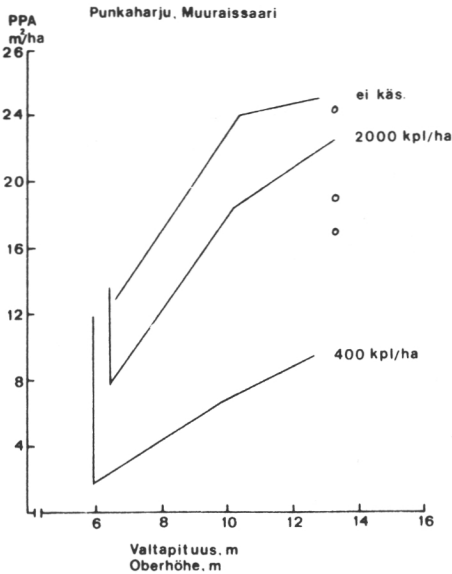
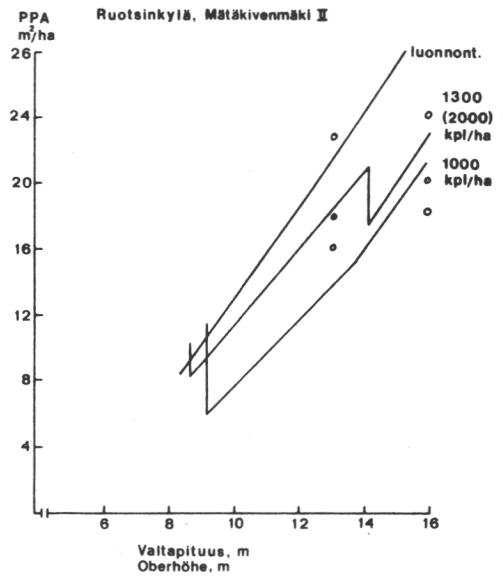
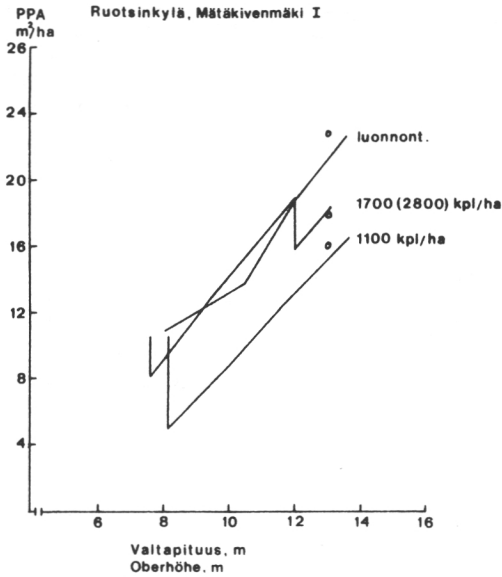
meisellä mittauskerralla v. 1975. Näin koealojen puustoa voidaan verrata yleisiin puuston pohjapinta-alaan perustuviin metsänkäsittelyohjeisiin, joitten piiriin nuoret kasvatusmetsät jo kuuluvat.

Kuvassa 3 on esitetty koealoittain pohjapinta-alan kehitys harvennuksen jälkeen. Kuvaan on piirretty pienillä ympyröillä rajat, joiden välissä pohjapinta-ala voi vaihdella, kun metsikön kasvatuksessa pyritään taloudellisesti edulliseen tulokseen. Esitetyt pohjapinta-alaluvut otettiin Keskusmetsälautakunta Tapion toimesta v. 1974 laadituista Etelä-Suomen luontaisesti syntyneitä kasvatusmetsiä koskevista harvennusmalleista (Tapion Taskukirja 1975 s. 130—131).

Pohjapinta-ala on kaikilla koealoilla normaalisti tai voimakkaasti harvennetuissa puustoissa vielä alle leimausrajan, kun taas luonnontilaisten ja käsittelemättömien puustojen pohjapinta-ala ylittää sen. Kiireisen ensiharvennuksen tarpeessa on Ruotsinkylän koealan II luonnontilainen ja Punkaharjun Kansakoulun koealan lievästi harvennettu puusto.

Näin määritetty ensiharvennuksen raja käy yksiin myös Vuokilan (1972 s. 28) esittämien valtapituusarvojen kanssa.

Vaikka pohjapinta-alan perusteella harvennettuja puustoja ei vielä viimeisellä tarkasteluhetkellä v. 1975 ole ollut tarpeen harventaa uudelleen, harvennus tulee kuitenkin



Kuva 3. Pohjapinta-alan kehitys koaloittain. Ympyrät tarkoittavat Etelä-Suomen männiköiden harvennusmalleissa käytettäviä puuston kasvatusrajoja. Ylin ympyrä = leimausraja, keskimäinen ympyrä = minimi leimauksen jälkeen ja alin ympyrä = minimi korjuun jälkeen.

Abb. 3. Die Entwicklung der Grundfläche bei verschiedenen Versuchsflächen. Die Kreise bedeuten die Pflegegrenzen, die man bei den Durchforstungshilfen für Kiefernbeständen in Süd-Finnland verwendet. Der oberste Kreis = Auszeichnungsgrenz, der mittlere Kreis = Mindestgrundfläche nach der Auszeichnung, der unterste Kreis = Mindestgrundfläche nach der Ernte.

ajankohtaiseksi normaalin harvennuksen puustoissa jo lähivuosina muilla koaloilla paitsi Ruotsinkylän koalalla I. Siten esitettävät käyttöpuun tuotosta kuvaavat luvut antavat likimääräisen käsityksen siitä, millainen normaalin harvennuksen puusto on

ensimmäisen varsinaisen harvennuksen hetkellä. Punkaharjun Muuraissaarella pohjapinta-alan kehityksen hidastuminen viimeisinä vuosina käsittelemättömässä sekä käsitelyasteen 2 000 kpl/ha puustossa johtuneet lehtipuista, jotka ovat haitanneet mäntyjen

Taulukko 6. Pohjapinta-ala v. 1975 ja pohjapinta-alan kasvu harvennuksen jälkeen vuoden 1975 mittauksiin mennessä. Pystyviiva = lukujen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä (P = 0,05).

Tabelle 6. Die Grundfläche im Jahre 1975 und der Grundflächenzuwachs nach der Durchforstung bis zum Zeitpunkt der Messungen im Jahre 1975. Senkrechter Strich = Der Unterschied zwischen den Zahlen ist nicht statistisch signifikant (P = 0,05)

Käsittelyasteet Eingriffsstärken	Pohjapinta-ala v. 1975, m ² /ha Grundfläche im Jahre 1975 (m ² /ha)	Pohjapinta-alan kasvu m ² /ha Grundflächen- zuwachs (m ² /ha)	Testisuureet Testgrößen
Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I			
a = luonnont. a = im Naturzustand	22,6 ± 1,4	11,9	F(2,15) = $\frac{7,94}{4,85} = 1,64^{\circ}$ HSD = 3,29
b = 1700(2800) kpl/ha b = 1700(2800) Stk./ha	18,3 ± 0,9	13,8	
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stk./ha	16,6 ± 0,4	11,7	
Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II			
a = luonnont. a = im Naturzustand	26,0 ± 1,2	17,7	F(2,15) = $\frac{14,20}{2,20} = 6,45^{***}$ HSD = 2,22
b = 1300(2000) kpl/ha b = 1300(2000) Stk./ha	23,1 ± 0,6	18,4	
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stk./ha	21,3 ± 1,3	15,4	
Punkaharju, Muuraissaari			
a = ei käs. a = ohne Behandlung	24,8 ± 0,9	12,6	F(2,9) = $\frac{52,01}{2,92} = 17,81^{***}$ HSD = 3,37
b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stk./ha	22,6 ± 1,8	14,9	
c = 400 kpl/ha c = 400 Stk./ha	9,5 ± 0,5	7,8	
Punkaharju, Kansakoulu			
a = 5800 kpl/ha a = 5800 Stk./ha	26,0 ± 1,5	20,0	F(2,8) = $\frac{34,51}{3,05} = 11,39^{***}$ HSD _{ac, bc} = 3,80 HSD _{ab} = 3,50
b = 2400 kpl/ha b = 2400 Stk./ha	22,0 ± 0,8	18,8	
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stk./ha	15,3 ± 0,8	13,9	
Kivalo, Sainkivalo			
a = luonnont. a = im Naturzustand	19,2 ± 1,2	-	-
b = 1400 kpl/ha b = 1400 Stk./ha	13,2 ± 0,7	-	-
c = 700 kpl/ha c = 700 Stk./ha	9,1 ± 0,3	-	-

kasvu.

Ruotsinkylässä v. 1970 toteutettu keskimäisten käsittelyasteiden puustojen toinen harvennus pysyy vielä käytännön ohjeiston puitteissa, joskin sen alarajalla. Koska harvennuskertymä on ollut tällöin pieni, koealalla I 15 m³/ha (PPA 3,1 m²/ha) ja koealalla II 22 m³/ha (PPA 3,8 m²/ha), on ilmeistä, että näin lievää harvennusta ei olisi

voitu käytännössä taloudellisesti toteuttaa.

Pohjapinta-ala v. 1975 ja pohjapinta-alan kasvu harvennusajankohdan ja 1975 mitausten välillä on esitetty taulukossa 6. Yleensä voimakkaimmin harvennetun puuston pohjapinta-alan kasvu harvennuksen jälkeen on ollut tilastollisesti merkitsevästi muita käsittelyasteita heikompi. Erityisen selvästi muita heikompi pohjapinta-alan

Taulukko 7. Käyttörunkojen (havupuut) lukumäärät ja niiden vaihtelut Ruotsinkylän koealoilla v. 1968 sekä Punkaharjun ja Kivalon koealoilla v. 1975.

Tabelle 7. Die Stammzahlen des verwertbaren Holzes einschliesslich der Rahmenwerte bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1968 und bei Punkaharju und Kivalo im Jahre 1975.

Käsittelyasteet Eingriffsstärken	Minimiläpimitta rinnankorkeudelta, cm Mindest-BHD (cm)		
	6,5	10,5	14,5
	kpl/ha (vaihteluväli) Stek./ha (Variationsbreite)		
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I		
a = luonnont.	2170 (1660...2770)	660 (480...720)	40 (20...100)
a = im Naturzustand			
b = 2800 kpl/ha	1980 (1840...2300)	680 (460...1136)	90 (20...250)
b = 2800 Stek./ha			
c = 1100 kpl/ha	1010 (910...1150)	780 (580... 880)	170 (80...240)
c = 1100 Stek./ha			
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II		
a = luonnont.	1990 (1720...2220)	900 (620...1120)	180 (80...240)
a = im Naturzustand			
b = 2000 kpl/ha	1700 (1570...1860)	1030 (820...1180)	300 (30...560)
b = 2000 Stek./ha			
c = 1000 kpl/ha	950 (880...1060)	870 (800... 960)	430 (220...700)
c = 1000 Stek./ha			
	Punkaharju, Muuraissaari		
a = ei käs.	2460 (2180...2880)	1100 (700...1370)	260 (130...440)
a = ohne Behandlung			
b = 2000 kpl/ha	1900 (1620...2280)	1190 (930...1320)	380 (230...550)
b = 2000 Stek./ha			
c = 400 kpl/ha	400 (360... 430)	390 (360... 430)	320 (290...340)
c = 400 Stek./ha			
	Punkaharju, Kansakoulu		
a = 5800 kpl/ha	2740 (2280...2930)	890 (740...1050)	150 (140...150)
a = 5800 Stek./ha			
b = 2400 kpl/ha	2250 (2200...2290)	1120 (980...1270)	220 (120...270)
b = 2400 Stek./ha			
c = 1100 kpl/ha	1100 (1080...1190)	900 (870... 910)	280 (210...380)
c = 1100 Stek./ha			
	Kivalo, Sainkivalo		
a = luonnont.	1770 (1300...2020)	430 (210...660)	80 (30...180)
a = im Naturzustand			
b = 1400 kpl/ha	1380 (750...1600)	650 (480...880)	120 (40...190)
b = 1400 Stek./ha			
c = 700 kpl/ha	650 (590... 700)	520 (490...570)	180 (80...340)
c = 700 Stek./ha			

kasvu on ollut Punkaharjun Muuraissaaren koealan erittäin voimakkaan harvennuksen puustossa. Toisaalta keskimmäisen käsittelyasteen puuston pohjapinta-alan kasvu on ollut muualla paitsi Punkaharjun Kansakoulun koealalla hieman suurempi kuin käsittlemättömien puustojen. Ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

44. Käyttörunkojen lukumäärä

Taulukosta 7 käy ilmi käyttörunkojen lukumäärä Ruotsinkylän koealoilla v. 1968 ja muilla koealoilla v. 1975. Ruotsinkylän koealoilla tarkastellaan aluksi tilannetta ennen keskimmäisen käsittelyasteen puustojen toista harvennusta.

Taulukko 8. Käyttörunkojen lukumäärät ja niiden vaihtelut Ruotsinkylän koealoilla v. 1975.

Tabelle 8. Die Stammaahlen des verwertbaren Holzes einschliesslich der Rahmenwerte bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1975.

Käsittelyasteet Eingriffstärken	Minimiläpimita rinnankorkeudelta, cm Mindest-BHD (cm)		
	6,5	10,5	14,5
	kpl/ha (vaihteluväli) Stck./ha (Variationsbreite)		
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I		
a = luonnont. a = im Naturzustand	2190 (1620...2660)	1100 (940...1230)	200 (80...320)
b = 1700(2800) kpl/ha b = 1700(2800) Stck./ha	1570 (1380...1800)	1030 (820...1200)	280 (190...370)
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	1100 (960...1140)	910 (850... 990)	500 (420...580)
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II		
a = luonnont. a = im Naturzustand	2110 (1760...2400)	1300 (1136...1480)	470 (290...750)
b = 1300(2000) kpl/ha b = 1300(2000) Stck./ha	1300 (1100...1520)	1190 (1090...1280)	680 (450...800)
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stck./ha	1000 (930...1060)	950 (910...1020)	700 (510...860)

Jos minimi asetetaan 6,5 cm:iin rinnankorkeudelta kaikilla koealoilla eniten käyttörunkoja sisältyy käsittlemättömään puustoon. Minimien ollessa 10,5 cm, yleensä koealojen keskimmäisen käsittelyasteen puuston käyttörunkojen luku on suurin. Erot eri käsittelyasteiden välillä ovat kuitenkin pieniä muualla paitsi Punkaharjun Muuraisaassa. Voimakkaimman käsittelyn aiheuttama puuston järetyminen tulee esille muita käsittelyasteita suurempana käyttörunkojen lukumääränä selvästi vasta kun minimi on asetettu 14,5 cm:iin.

Harvennettujen puustojen käyttörunkojen lukumäärissä on merkillepantavaa, että Punkaharjun ja Kivalon koealoilla miltei kaikki puut ovat v. 1975 mittauksiin mennessä ylittäneet alimman sovelletun vähimmäisrajan. Voimakkaimmin käsitellyissä puustoissa kaikki puut ylittävät 6,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta, ja vain vähäinen määrä puita jää alle 10,5 cm:n. Muuraisaaren erittäin voimakkaan käsittelyn kaikki puut ovat käytännössä yli 10,5 cm:ä rinnankorkeudelta.

Myöhempää tilannetta käyttörunkojen lukumäärän kehityksessä Ruotsinkylän koealoilla on kuvattu taulukossa 8. Luvut esittävät tilannetta, kun keskimmäisen käsittely-

asteen toisesta harvennuksesta on kulunut 5 vuotta. Koealalla II kaikki puut harvenneissa koeruuduissa ovat ylittäneet 6,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta. Myös koealalla I voimakkaimman käsittelyasteen kaikki puut ylittävät alimman sovelletun rajan ja keskimmäisessäkin käsittelyasteessa vain vähäinen määrä (n. 130 puuta/ha) puista jää mainitun rajan alle. Käyttörunkojen lukumäärien erot käsittelyasteiden välillä ovat samansuuntaisia kuin vuonna 1968.

Taulukoiden 7 ja 8 lukemien perusteella voidaan tehdä lisäksi päätelmiä maksimaalisesta käyttörunkojen lukumäärästä, joka koskemattomassa tai lievästi käsitellyssä puustossa on voitu saavuttaa ensiharvennusaikavaiheeseen mennessä. Nyssösen (1968) tutkimuksien perusteella voidaan päätellä, että tässä ikävaiheessa olevien luontaisten männiköiden pieniläpimitaisten käyttörunkojen lukumäärä ei enää sanottavasti lisääny metsikön vanhetessa.

Ruotsinkylän koealalla I luonnontilaisessa puustossa 6,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta saavutti likimain 2 200 runkoa ja 8,5 cm:n rajan n. 1 800 runkoa hehtaarilla. Kiireisen ensiharvennuksen tarpeessa olevissa puustoissa vastaavan rajan saavutti Ruotsinkylän koealalla II n. 2 100 ja 1 700 sekä Punka-

harjun Kansakoulun koelalla n. 2 700 ja 1 700 runkoa/ha. Muuraissaassa vastaavat luvut olivat n. 2 500 ja 1 700 ja Kivalossa n. 1 800 ja 900 runkoa. Runkolukumäärät ovat likimain samansuuruisia kuin mitä N y y s s ö n e n (1968) ja V u o k i l a (1972) ovat aiemmin esittäneet. Vain Punkaharjun Kansakoulun koelalan lievän käsittelyasteen puuston vähintään 6,5 cm:n paksuisten käyttörunkojen lukumäärä poikkeaa aiemmin esitetystä ollen niitä suurempi.

Toisaalta käsittelemättömissä puustoissa on otettava huomioon, että osa puista jää kokonaan alle myyntikelpoisen rungon vähimmäismitan. V. 1975 alle 6,5 cm:n paksuisia mäntyrunkoja oli Ruotsinkylän koelalla I n. 800 kpl/ha, koelalla II n. 500 kpl/ha, Punkaharjun Kansakoulun koelalla n. 2 800 kpl/ha, Muuraissaassa n. 1 000 kpl/ha ja Kivalossa n. 7 800 kpl/ha. Siten käsittelemättömässä tai vain lievästi harvennetussa puustossa on huomattava määrä hukkapuuta, jota puolestaan harvennetuissa puustoissa samanaikaisesti on ollut vähän tai ei lainkaan. Ruotsinkylän koelalla I havaitaan muista poikkeavana, että v. 1968 myös käsittelyasteen 2 800 kpl/ha puustossa on ollut n. 800 puuta/ha alle käyttöpuun minimimitan. Ilmeisesti näin lievä käsittely ei ole pystynyt parantamaan merkitsevästi puuston järeyskehitystä luonnontilaiseen verrattuna. Käsittely ei eroa paljon luonnontilaisesta myöskään minimiläpimitan ollessa 10,5 tai 14,5 cm:ä.

45. Käyttöpuun kuutiomäärä

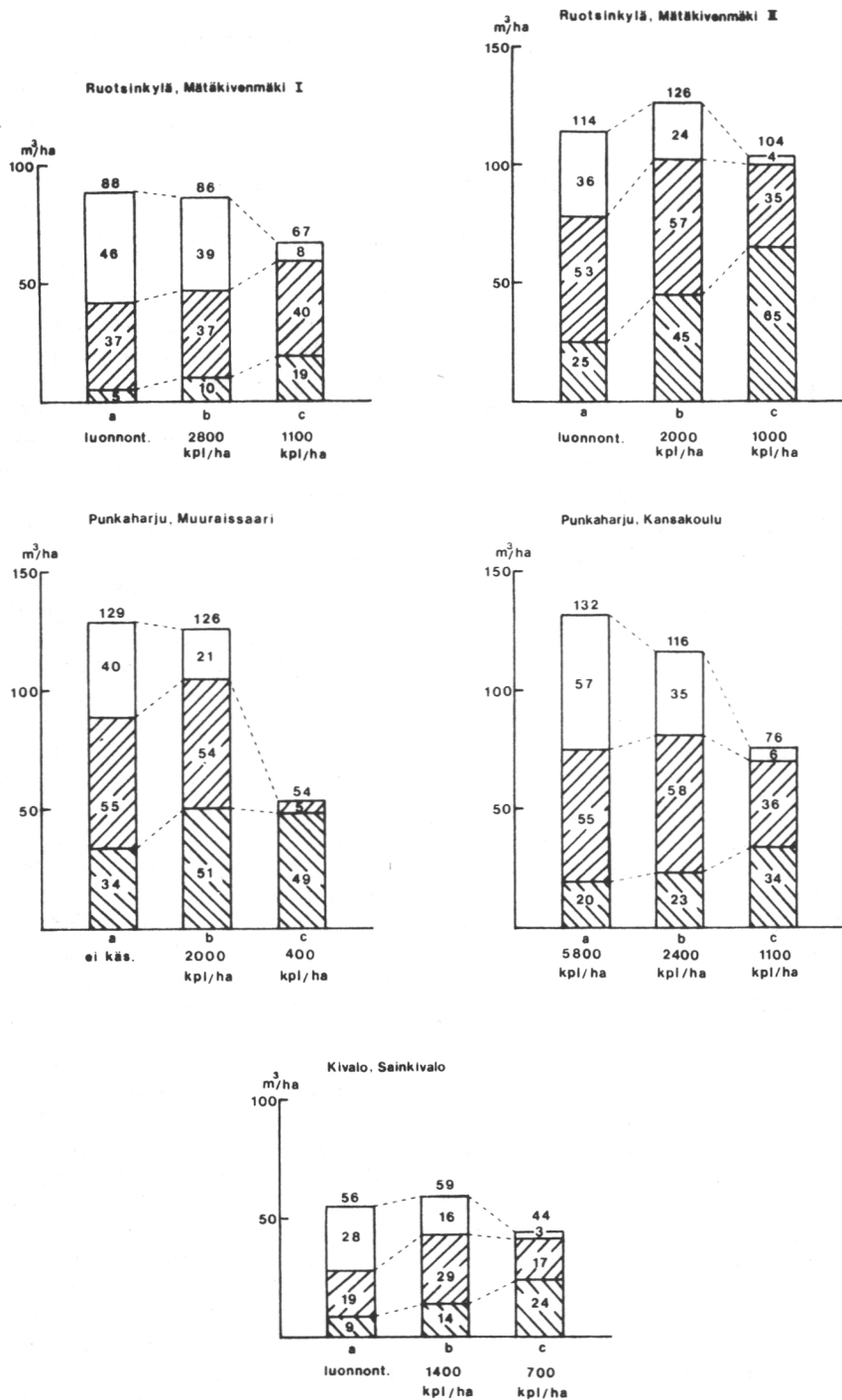
Kuvasta 4 ja taulukosta 9 ilmenee käyttöpuun kuutiomäärä ja sen jakautuminen kolmeen eri järeysluokkaan Ruotsinkylän koelaloilla v. 1968 ja muualla v. 1975. Perustamisvaiheen harvennuksessa poistettua käyttöpuuta ei ole lukuihin lisätty, koska tässä on oletettu, ettei sillä ole ollut taloudellista merkitystä, mutta harvennus tehtäisiin joka tapauksessa. Poistetun käyttöpuun määrä oli keskimmaisissa käsittelyasteissa vähäinen, ja suurimmillaankin voimakkaimmassa harvennuksessa Ruotsinkylän koelalla II ja Punkaharjun Muuraissaassa se oli 14 m³/ha. Näin tarkastellen lukemat ilmaisevat eri käsittelyasteiden puustojen järeyskehityksen eroja tietyinä ajankohtana. Koska yli 14,5 cm:n paksuisia puita ei ollut kokeiden perustamisvaiheessa yhtään, ja järeys-

luokassakin 10,5..14,4 cm vain vähäinen määrä, esitetyt luvut koskevat näiden käyttöpuumäärien osalta myös kuutiotuotosta.

Yleisesti Etelä-Suomen koelaloilla Ruotsinkylän koelaa II lukuunottamatta käsittelemättömään tai lievästi harvennettuun puustoon sisältyy eniten käyttöpuuta, jos minimi on alhainen (6,5 cm:ä). Ero keskimäiseen käsittelyasteeseen on kuitenkin pieni. Ruotsinkylän koelalla II eniten käyttöpuuta on käsittelyasteen 2000 kpl/ha puustossa, mutta on huomattava, että jo perustamisvaiheessa harvennettujen puustojen kuutiomäärä oli selvästi luonnontilaisista suurempi. Mikäli harvennuksessa poistettua puumäärää ei lueta käsittelyn hyväksi, rinnankorkeudelta yli 6,5 cm:n paksuisten puiden käyttöpuumäärä on yleensä vähentynyt voimakkaan harvennuksen johdosta, eniten Punkaharjun koelaloilla.

Käsittelemättömän ja keskimmäisen käsittelyasteen puuston suurempi alimman sovelletun vähimmäisrajan käyttöpuumäärä voimakkaimpaan harvennukseseen nähden johtuu ensi sijassa rinnankorkeudelta 6,5..10,4 cm:n paksuisista puista. Voimakkaimman käsittelyasteen puustossa tähän järeysluokkaan kuuluu tarkasteluhetkellä vain vähäinen määrä puita. Ilmeistä on, että muutaman vuosien kuluessa kaikki puut ylittävät 10,5 cm:n rajan. Käyttöpuun kokonaiskuutiomäärästä oli järeysluokassa 6,5..10,4 cm Ruotsinkylän koelalla I 12, %, koelalla II 4 % ja Punkaharjun Kansakoulun koelalla 8 %. Muuraissaaren koelalla kaikki erittäin voimakkaan käsittelyasteen puut ylittivät rinnankorkeudelta 10,5 cm:n rajan ja kokonaiskuutiomäärästä järeysluokassa 10,5..14,4 cm oli 9 %.

Jos minimiraja on 10,5 tai 14,5 cm:ä, harvennukselta johtuva puuston järeytyminen tulee esille käyttöpuun kuutiomäärissä samaan tapaan kuin käyttörunkojen lukumäärissä. Vähimmäismitan ollessa 10,5 cm kaikilla muilla koelaloilla paitsi Ruotsinkylän koelalla I eniten käyttöpuuta sisältyy keskimmäisen käsittelyasteen puustoon, josta erot harvimpiin käsittelyasteisiin verrattuna eivät ole suuria. Keskimmäisen käsittelyasteen puusto on tuottanut Ruotsinkylän koelalla II 31 %, Punkaharjun Muuraissaassa 18 % ja Kansakoulun koelalla 8 % enemmän rinnankorkeudelta vähintään 10,5 cm:n paksuisia käyttöpuuta kuin käsittelemätön tai lievästi harvennettu. Erot eivät



Kuva 4. Käyttöpuun kuutiomäärä Ruotsinkylän koaloilla v. 1968 sekä Punkaharjun ja Kivalon koaloilla v. 1975. □ = kuutiomäärä järeysluokassa 6,5...10,4 cm, ▨ = kuutiomäärä järeysluokassa 10,5...14,4 cm ja ▩ = yli 14,5 cm:n paksuisten puiden kuutiomäärä.

Abb. 4. Das Volumen des verwertbaren Holzes bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1968 und bei Punkaharju und Kivalo im Jahre 1975. □ = Volumen in Durchmesserklasse 6,5...10,4 cm, ▨ = Volumen in Durchmesserklasse 10,5...14,4 cm, ▩ = Volumen der Bäume über 14,5 cm BHD.

Taulukko 9. Käyttöpuun kuutiomäärä Ruotsinkylän koealoilla v. 1968 ja Punkaharjun sekä Kivalon koealoilla v. 1975.

Tabelle 9. Das Volumen des verwertbaren Holzes bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1968 und bei Punkaharju und Kivalo im Jahre 1975.

Käsittelyasteet Eingriffsstärke	Minimiläpimitta rinnankorkeudelta, cm Mindest-BHD (cm)		
	6,5	10,5	14,5
	m ³ /ha (% a-käsittelyasteesta) m ³ /ha (in % von Eingriffsstärke a)		
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I		
a = luonnont. a = im Naturzustand	88 (100)	42 (100)	5 (100)
b = 2800 kpl/ha b = 2800 Stck./ha	86 (98)	47 (112)	10 (200)
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	67 (76)	59 (140)	19 (380)
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II		
a = luonnont. a = im Naturzustand	114 (100)	78 (100)	25 (100)
b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stck./ha	126 (111)	102 (131)	45 (180)
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stck./ha	104 (91)	100 (128)	65 (260)
	Punkaharju, Muuraissaari		
a = ei käs. a = ohne Behandlung	129 (100)	89 (100)	34 (100)
b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stck./ha	126 (98)	105 (118)	51 (150)
c = 400 kpl/ha c = 400 Stck./ha	54 (42)	54 (61)	49 (144)
	Punkaharju, Kansakoulu		
a = 5800 kpl/ha a = 5800 Stck./ha	132 (100)	75 (100)	20 (100)
b = 2400 kpl/ha b = 2400 Stck./ha	116 (88)	81 (108)	23 (115)
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	76 (58)	70 (93)	34 (170)
	Kivalo, Sainkivalo		
a = luonnont. a = im Naturzustand	56 (100)	28 (100)	9 (100)
b = 1400 kpl/ha b = 1400 Stck./ha	59 (105)	43 (154)	14 (156)
c = 700 kpl/ha c = 700 Stck./ha	44 (79)	41 (146)	24 (267)

ole kuitenkin tilastollisesti merkitseviä.

Mikäli rajana on rinnankorkeudelta 14,5 cm, kaikilla koealoilla Muuraissaarta lukuunottamatta harvimpaan puustoon sisältyy tarkasteluajankohtaan mennessä eniten käyttöpuuta.

Toisaalta Etelä-Suomen koealoilta lasket-

tiin kuinka suuri on ollut alimman sovelletun minimirajan (6,5 cm) käyttöpuun tuotos ko. tarkastelujaksena. Seuraavassa asetelmassa esitetyt luvut on saatu vähentämällä perustamisvaiheessa harvennuksen jälkeen jäänyt käyttöpuu Ruotsinkylässä v. 1968 ja Punkaharjulla v. 1975 käyttöpuumääristä.

Käsittelyasteet	Ruotsinkylä Mätäkivenmäki I	Ruotsinkylä Mätäkivenmäki II	Punkaharju Muurais-saari	Kansakoulu
a	64 ± 3 (100)	92 ± 8 (100)	106 ± 6 (100)	128 ± 9 (100)
b	68 ± 5 (106)	100 ± 7 (109)	107 ± 12 (101)	114 ± 5 (89)
c	50 ± 2 (78)	80 ± 8 (87)	49 ± 4 (46)	75 ± 7 (59)

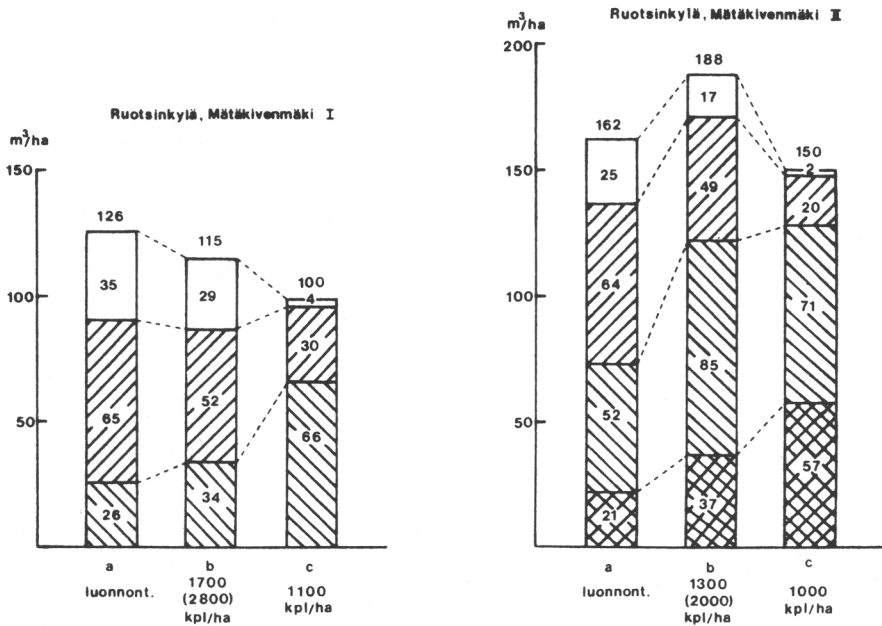
Luvut tuovat korostuneesti esille, ettei koaloilla toteutetusta normaalista harvennuksesta ole yleensä aiheutunut käyttöpuun tuotostappioita, jos minimi on alhainen. Vain Punkaharjun Kansakoulun koalalla käsittelyasteen 2 400 kpl/ha käyttöpuun tuotos on ollut 19 vuoden kuluttua harvennuksesta 11 % pienempi kuin käsittelyasteen 5 800 kpl/ha.

Sitä vastoin voimakas käsittely asentoon 1 100...1 000 kpl/ha on aiheuttanut kaikilla koaloilla käyttöpuun tuotostappioita. Ero käsittelemättömään tai lievästi harvennettuun puustoon nähden on tilastollisesti merkitsevä muualla paitsi Ruotsinkylän koalalla II.

Etelä-Suomen koaloja vastaten myös Kivalossa harvennus on jouduttanut selvästi puuston järeystymistä. Erona on se, että eniten alimman minimimitan käyttöpuuta si-

sältyy käsittelyasteen 1 400 kpl/ha puustoon. Luonnontilaisessa puustossa vastaavaa käyttöpuuta on 3 m³/ha vähemmän. Jos minimi on 10,5 cm, käsittelyasteiden 1 400 kpl/ha ja 700 kpl/ha puustot ovat tuottaneet käyttöpuuta likimain yhtä paljon. Minimiolessa 14,5 cm, käsittelyasteen 700 kpl/ha puustoon sisältyy käyttöpuuta 2,5 kertaa enemmän kuin luonnontilaiseen ja 1,5 kertaa enemmän kuin käsittelyasteen 1 400 kpl/ha puustoon. Voimakkaimman käsittelyasteen käyttöpuun kuutiomäärästä on järeysluokassa 6,5...10,4 cm 7 %.

Käyttöpuun kuutiomäärä Ruotsinkylän koaloilla v. 1975 on esitetty kuvassa 5 ja taulukossa 10. Vuonna 1970 poistettu käyttöpuumäärä lisättiin esitettyihin lukuihin. Käsittelyasteiden välinen käyttöpuumäärien ero on myös nyt likipitään samansuuntainen kuin v. 1968. Koalalla II keskimäinen käsittelyaste erottuu entistä selvemmin muista. Erityisesti yli 14,5 cm:ä paksimpien puiden kuutiomäärä on lisääntynyt, ja se on tarkasteluhetkellä lähes samalla tasolla kuin voimakkaimman harvennuksen puustossa. Ilmeisesti käsittelyasteessa toteutettu toinen



Kuva 5. Käyttöpuun kuutiomäärä Ruotsinkylän koaloilla v. 1975. □ = kuutiomäärä järeysluokassa 6,5...10,4 cm, ▨ = kuutiomäärä järeysluokassa 10,5...14,4 cm ▩ = kuutiomäärä järeysluokassa 14,5...18,4 cm ja ▧ = yli 18,5 cm:n paksuisten puiden kuutiomäärä.

Abb. 5. Das Volumen des verwertbaren Holzes bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1975. □ = Volumen in Durchmesserklasse 6,5...10,4 cm, ▨ = Volumen in Durchmesserklasse 10,5...14,4 cm, ▩ = Volumen in Durchmesserklasse 14,5...18,4 cm, ▧ = Volumen der Bäume über 18,5 cm BHD.

Taulukko 10. Käyttöpuun kuutiomäärä Ruotsinkylän koealoilla v. 1975. Keskimmäisen käsittelyasteen lukuihin on lisätty v. 1970 poistettu käyttöpuu.

Tabelle 10. Das volumen des verwertbaren Holzes bei den Versuchsflächen Ruotsinkylä im Jahre 1975. Die im Jahre 1970 entnommen Massen sind in den Zahlen der mittleren Eingriffsstärke enthalten.

Käsittelyasteet Eingriffsstärke	Minimiläpimitta rinnankorkeudelta, cm Mindest-BHD (cm)		
	6,5	10,5	14,5
	m ³ /ha (% luonnontilaisesta) m ³ /ha (in % der natürlichen Bestockung)		
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki I		
a = luonnont. a = im Naturzustand	126 (100)	91 (100)	26 (100)
b = 1700(2800) kpl/ha b = 1700(2800) Stek./ha	115 (91)	86 (95)	34 (131)
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stek./ha	100 (79)	96 (105)	66 (254)
	Ruotsinkylä, Mätäkivermäki II		
a = luonnont. a = im Naturzustand	162 (100)	137 (100)	73 (100)
b = 1300(2000) kpl/ha b = 1300 Stek./ha	188 (116)	171 (125)	122 (167)
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stek./ha	150 (93)	148 (108)	128 (175)

harvennus on ollut voimakkuudeltaan ja ajoitukseltaan onnistunut. Tukkivuorunkoja (rinnankorkeudelta $\geq 18,5$ cm) sisältyy kuitenkin selvästi eniten voimakkaimman harvennuksen puustoon, jossa myös miltei kaikki puut ovat yli 10,5 cm rinnankorkeudelta. Koealalla I puuston reaktio avartuneeseen kasvutilaan on ollut hitaampaa, eikä järeyskehitys suhteessa luonnontilaiseen puustoon ole juuri muuttunut.

Käsittelemättömissä puustoissa v. 1975 alle 6,5 cm:n paksuisten puiden kuutiomäärä oli Ruotsinkylän koealalla I 5 m³/ha, koealalla II 3 m³/ha, Muuraissaassa 6 m³/ha ja Kivalossa 23 m³/ha. Vastaavat luvut prosentteina kokonaiskuutiomäärästä olivat koealoittain 4, 2, 4 ja 29. Punkaharjun Kansakoulun koealan lievästi harvennetussa puustossa vastaava kuutiomäärä oli 17 m³/ha ja prosenttiluku 11. Siten erityisesti Kivalossa ja Punkaharjun Kansakoulun koealalla huomattava osa käsittelemättömän puuston kuutiomäärästä sisältyy puihin, joilla ei ole myyntiarvoa.

46. Käyttörungon keskikoko

Käyttörungon keskikoko v. 1975 eri koealoilla käy ilmi taulukosta 11. Myös tässä havaitaan selvästi puiden järeyskehityksen paraneminen harvennuksen ansiosta. Kuitenkin jos minimi on 14,5 cm:ä rinnankorkeudelta, Ruotsinkylän koealalla I, Punkaharjun Kansakoulun koealalla ja Kivalossa käyttörungon keskikoko on kaikkien käsittelyasteiden puustoissa lähes samansuuruinen.

47. Runkomuoto

Puun runkomuotoa tarkastellaan seuraavassa solakkuuden avulla, jota kuvataan rinnankorkeudelta tietyn paksuisen puun pituutena. Koealoittain laskettiin vuoden 1975 mittaushavainnoista eri käsittelyasteiden puustojen pituuskäyrä kaikkien käsittelyyn sisältyvien koepuiden perusteella. Laskennassa käytettiin N ä s l u n d i n (1936) pituuskäyrää, jonka yhtälö on:

Taulukko 11. Käyttörungon keskikoko koaloittain v. 1975.

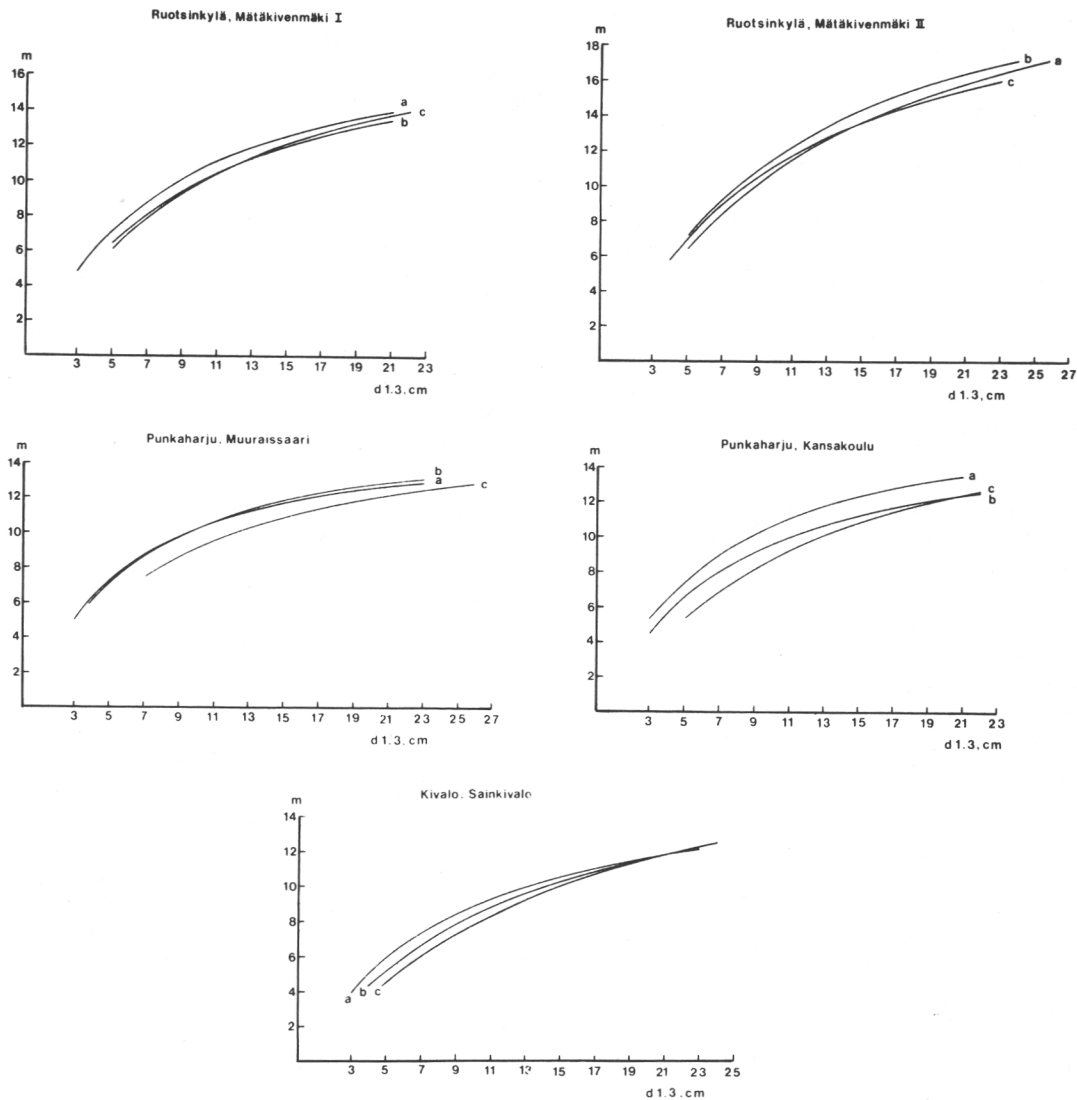
Tabelle 11. Das durchschnittliche Volumen eines verwertbaren Stammes bei verschiedenen Versuchsflächen im Jahre 1975.

Käsittelyasteet Eingriffsstärken	Minimiläpimita rinnankorkeudelta, cm Mindest - BHD (cm)		
	6,5	10,5	14,5
	litraa Inhalt (l)		
	Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki I		
a = luonnont. a = im Naturzustand	57	83	133
b = 1700 (2800) kpl/ha b = 1700 (2800) Stck./ha	67	83	122
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	98	105	132
	Ruotsinkylä, Mätäkivenmäki II		
a = luonnont. a = im Naturzustand	77	105	157
b = 1300 (2000) kpl/ha b = 1300 (2000) Stck./ha	127	136	176
c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stck./ha	150	155	183
	Punkaharju, Muuraissaari		
a = ei käs. a = ohne Behandlung	52	81	130
b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stck./ha	66	88	134
c = 400 kpl/ha c = 400 Stck./ha	135	138	152
	Punkaharju, Kansakoulu		
a = 5800 kpl/ha a = 5800 Stck./ha	48	84	135
b = 2400 kpl/ha b = 2400 Stck./ha	51	73	106
c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	67	78	121
	Kivalo, Sainkivalo		
a = luonnont. a = im Naturzustand	32	65	117
b = 1400 kpl/ha b = 1400 Stck./ha	44	66	113
c = 700 kpl/ha c = 700 Stck./ha	68	79	129

$$h = 1,3 + \frac{d^2}{(a + bd)^2} \quad (1)$$

jossa

h = pituuskäyrältä saatava puun pituus, m
d = rinnankorkeusläpimita, cm
a, b = pituuskäyrän parametrit



Kuva 6. Eri käsittelyasteiden pituuskäyrä koaloittain v. 1975 (käsittelyasteiden selitykset ks. taulukko 12).

Abb. 6. Die Höhenkurve bei unterschiedlichen Eingriffsstärken bei den Versuchsflächen im Jahre 1975 (Erläuterungen zu den Eingriffsstärken s. Tabelle 12).

Pituuskäyrän parametrit saadaan käyttämällä apumuuttujaa $Z = d/\sqrt{h - 1,3}$, ja ratkaisemalla normaaliyhtälöt.

Tasoitettua pituuskäyrä on esitetty kuvassa 6 ja vastaavat pituuskäyrän parametrien arvot taulukossa 12. Käytetty malli selitti käsittelemättömissä puustoissa kaikilla koaloilla vähintään n. 80 % puiden pituuden kokonaisvaihtelusta. Heikko selitysaste todettiin Punkaharjun Muuraissaaren erittäin voimakkaan käsittelyasteen puuston käyrälle. Yleensä havaittiin, että selitysaste heikkeni, jos puustoa oli harvennettu.

Havaitaan yleisesti, että pituuskäyrä kulkee akselistossa sitä ylempänä mitä tiheämpi puusto on. Suuremmissa läpimittaluokissa pituuskäyrät yhtyvät Kivalon ja Ruotsinkylän (koeala II) koaloilla. Voidaan päätellä, että puiden solakkuus on heikentynyt harvennuksen johdosta. Eniten se on heikentynyt runkolukusarjan keskimmaisissa ja pienissä puissa. Jos otetaan huomioon, että eri käsittelyasteiden puustojen valtapituudet ovat samansuuruisia, todettu puuston järeytyminen on itse asiassa tapahtunut pituuden kustannuksella. Ts. puiden pituuskasvu ei

ole lisääntynyt samassa suhteessa kuin paksuuskasvu (vrt. Nyysönen 1954). Puun solakkuuden heikkeneminen merkitsee myös, että tietyn läpimittaluokan yksikkökuutio on käsitellyissä puustoissa pienempi kuin käsittelemättömässä. Ilmeistä on, että esim. Ruotsinkylän koealalla I eri käsittelyasteiden puustossa havaittu likimain samansuuruinen käyttörungon keskikoko järeimmässä tarkastellussa käyttöpuuluokassa johtuu osittain puiden yksikkökuution pienemisestä harvennuksen seurauksena.

Taulukossa 12 on esitetty lisäksi koealoitain kaikkien käsittelyasteiden puustojen yhteistä keskiläpimittaa vastaava pituus. Yhteinen keskiläpimitta laskettiin koealan kaikkien koeruutujen aritmeettisena keskiarvona käsittelyvoimakkuudesta välittämättä. Tätä keskiläpimittaa vastaava puun pituus kuvaa siten kaikissa käsittelyasteissa samanpaksuisen puun pituutta. Pituudet otettiin koeruudittain graafisesti tasoiteuilta käyriltä. Havaitaan, että pituuskäyrät ovat mainitulla kohdalla tilastollisesti merkitsevästi ylempänä tiheimmissä puustoissa kuin harvemmissä. Ainoastaan Ruotsinkylän koealalla II ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

48. Latvussuhde

Seuraavasta asetelmasta ilmenee koealoitain eri käsittelyasteiden puustojen keskimääräinen latvussuhde ja sen vaihtelu eri koeruuduissa v. 1975. Latvussuhde tarkoittaa elävän latvuksen osuutta prosentteina puun koko pituudesta. Keskiarvot laskettiin koeruudittain koepuuhavainnoista aritmeettisena keskiarvona.

Koeala/käsittelyaste latvussuhde
(vaihteluväli)

Ruotsinkylä, Mätäkipenmäki I

a = luonnontilainen	39 (36. . .44)
b = 1 700 (2 800) kpl/ha	47 (45. . .50)
c = 1 100 kpl/ha	51 (49. . .55)
Ruotsinkylä, Mätäkipenmäki II	
a = luonnontilainen	41 (30. . .50)
b = 1 300 (2 000) kpl/ha	42 (39. . .46)
c = 1 000 kpl/ha	44 (38. . .50)
Punkaharju, Muuraissaari	
a = ei käsittely	41 (37. . .44)
b = 2 000 kpl/ha	45 (44. . .46)
c = 400 kpl/ha	64 (58. . .67)
Punkaharju, Kansakoulu	
a = 5 800 kpl/ha	47 (46. . .48)
b = 2 400 kpl/ha	53 (49. . .57)
c = 1 100 kpl/ha	61 (60. . .61)
Kivalo, Sainkivalo	
a = luonnontilainen	51 (42. . .74)
b = 1 400 kpl/ha	60 (55. . .69)
c = 700 kpl/ha	68 (63. . .73)

Keskimääräinen latvussuhde on ollut yleisesti sitä suurempi mitä voimakkaammin puustoa on harvennettu. Selvimmin latvus on muuttunut harvennuksen johdosta Punkaharjun Muuraissaarella, jossa erittäin voimakkaan harvennuksen ja käsittelemättömän puuston latvussuhteiden välinen ero on 23 %-yksikköä. Pienin vaihtelu eri käsittelyasteiden välillä on Ruotsinkylän koealalla II.

Vuokilan (1968) karsimiskokeiden mukaan männyllä maksimaaliseen kasvuun riittää jo 40 %:n suuruinen latvussuhde. Keskimääräinen latvussuhde ylittää tähän rajaan kaikilla koealoilla ja kaikkien käsittelyasteiden puustoissa. Vaihteluvälin perusteella käy kuitenkin ilmi, että tietyissä käsittelemättömien puustojen koeruuduissa latvussuhde jää alle tämän rajan. Harvennetuissa puustoissa yleensä mainittu raja ylittyy. Kivalossa keskimääräinen latvussuhde on tasoitetaan Etelä-Suomen koealoja suurempi.

Taulukko 12. Näslundin pituuskäyrän parametriä, selitysaste, regressioestimaatin keskiarvo sekä kaikkien käsittelyasteiden yhteinen keskilämpömitta ja sitä vastaava puun pituus. Pystyviiva = lukujen erot eivätkä ole tilastollisesti merkittäviä (P = 0,05).
 Taulukko 12. Die Parameter der Höhenkurve Näslunds, das Bestimmtheitsmass, die Bestimmungsgleichung des mittleren Wertes und der mittleren Durchmesser aller Eingriffsstärken mit entsprechenden Baumhöhen. Senkrechter Strich = Der Unterschied zwischen den Zahlen ist nicht statistisch signifikant (P = 0,05).

Käsittelyasteet Eingriffsstärken	Näslundin pituuskäyrän parametriä Parameter der Höhenkurve Näslunds		r ²	S _{yx} m S _{ya} (m)	Käsittelyasteiden puustojen yhteisen keskilämpömitta, cm Mittlerer Durchmesser aller Eingriffsstärken (cm)	Yhteistä keskilämpömittaa vastaava pituus, m Baumhöhe entsprechend dem mittleren Durchmesser	Testisuureet Testgrößen
	a	b					
a = luonnont. a = im Naturzustand b = 1700 (2800) kpl/ha b = 1700 (2800) Stck./ha c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	0,87855 1,01442 1,13205	0,23888 0,23780 0,22830	0,793 0,749 0,670	+0,94 +0,85 +1,06	11,9	11,5 10,8 10,7	F(2,15) = $\frac{1,09}{0,23} = 4,74^*$ HSD = 0,72
a = luonnont. a = im Naturzustand b = 1300 (2000) kpl/ha b = 1300 (2000) Stck./ha c = 1000 kpl/ha c = 1000 Stck./ha	1,01642 1,02528 1,19084	0,21617 0,20803 0,20458	0,795 0,651 0,651	+1,24 +1,42 +1,28	13,8	13,3 13,8 13,1	F(2,15) = $\frac{0,76}{1,01} = 0,75^0$ HSD = 1,51
a = ei käs. a = ohne Behandlung b = 2000 kpl/ha b = 2000 Stck./ha c = 400 kpl/ha c = 400 Stck./ha	0,73338 0,76324 1,02801	0,26122 0,25721 0,25472	0,818 0,446 0,252	+0,88 +1,50 +1,21	12,6	11,1 11,0 9,6	F(2,9) = $\frac{2,80}{0,25} = 11,20^{***}$ HSD = 0,99
a = 5800 kpl/ha a = 5800 Stck./ha b = 2400 kpl/ha b = 2400 Stck./ha c = 1100 kpl/ha c = 1100 Stck./ha	0,77500 0,88584 1,28982	0,24939 0,25765 0,23807	0,823 0,827 0,769	+0,91 +0,77 +1,12	10,0	10,6 9,6 8,6	F(2,8) = $\frac{3,44}{0,13} = 26,46^{****}$ HSDac, bc = 0,79 HSDab = 0,73
a = luonnont. a = im Naturzustand b = 1400 kpl/ha b = 1400 Stck./ha c = 700 kpl/ha c = 700 Stck./ha	1,06589 1,31724 1,62187	0,25688 0,24420 0,22963	0,898 0,817 0,823	+0,77 +0,89 +0,95	8,3	8,1 7,7 7,2	F(2,24) = $\frac{2,01}{0,25} = 8,04^{***}$ HSD = 0,60

5. TULOSTEN TARKASTELU

Tuloksia tarkasteltaessa on muistettava, että perustamisvaiheen harvennus tehtiin koaloilla myöhään, 6,0..8,7 metrin valtapituusvaiheessa. Tulosten soveltamiskelpoisuus rajoittuu siten luontaisiin taimistoihin, joiden käsittely on jostain syystä viivästynyt, ja nuoriin riukuvaiheen metsiköihin, joita käsitellään metsänhoidollisesti puuntuotannonlisten odotusten valossa.

Tulosten tarkkuutta heikentää se, että mittaus- ja laskentamenetelmät ovat muuttuneet kokeen kuluessa (pysyvien koalojen haitoista ks. esim. Vuokila 1965 s. 24—30). Koska puita ei ole numeroitu pysyvästi maastoon, koepuiden otannassa on aina jouduttu valitsemaan uudet puuyksilöt. Toisaalta on huomattava, että koepuiden valinnasta johtuva otantavirhe tulee ilmi vain puiden pituus- ja kuutiomäärätunnuksissa. Runkolukusarjaan pohjautuviin tunnuksiin koepuuvalinta ei luonnollisestikaan vaikuta.

Tälle tutkimukselle ominainen piirre oli, että kaikkien koalojen koeruudut oli erotettu maastoon ilman vaippa-alueita. Eri käsittelyasteiden puustot rajoittuivat suoraan toinen toisiinsa. Erillisessä selvityksessä havaittiin kuitenkin, että eri käsittelyasteiden puustojen vaikutus toisiinsa oli pieni ja se ilmeni tarkastelluista tunnuksista (keskipituus, keskiläpimitta, latvussuhde) selvästi vain keskiläpimitassa (vrt. Parvainen 1977). Vaippa-alueen puuttumisesta aiheutui puuston keskiläpimitaan luonnontilaisilla koeruuduilla yliarviota ja voimakkaimmin harvennetuissa puustoissa aliarviota. Tästä johtuen läpimittatunnuksien ero eri käsittelyasteiden puustojen välillä ei ole ainakaan suurentunut vaippa-alueen puutteen takia. On päinvastoin otaksuttavaa, että havaitut läpimittatunnuksien erot eivät ole tulleet täysin esille, ja tuloksien merkittävyys todellisuudessa on tältä osin hieman suurempi kuin mitä testit ovat osoittaneet.

Suomessa kullekin kasvupaikalle sopivaa kasvatuustiheyttä on tarkasteltu mm. maksimaalisen käyttörunkojen lukumäärän avulla. Tällöin on määritetty suurin mahdollinen

tiettyä rinnankorkeusläpimittaa paksumpien puiden lukumäärä, mikä metsikössä voi kasvaa sen ensiharvennusvaiheessa (vrt. Nyysönen 1968, Vuokila 1972). Näiden havaintojen mukaan tuoreen ja kuivahkon kankaan männikössä 6..7 cm:n rajan rinnankorkeudelta saavuttaa 2 600..2 300 runkoa. Koalojen käsittelemättömien puustojen ensiharvennusvaiheen alimman sovelletun rajan ($\geq 6,5$ cm) käyttörunkojen lukumäärät vastasivat lähes kauttaaltaan aiemmin todettuja.

Toisaalta havaittiin, että puuston harvennaminen hieman maksimaalista käyttörunkojen lukumäärää väljempisiin asentoihin (2 400..2 000 kpl/ha) ei aiheuttanut rinnankorkeudelta yli 6,5 cm:n käyttöpuun kuutiotuotoksessa mainittavia eroja käsittelemättömään puustoon verrattuna. Sitä vastoin jo viimeiseen mittaukseen mennessä miltei kaikki puut olivat ylittäneet käyttöpuun rajan, kun taas puuston käsittelemättä jättäminen tulee merkitsemään huomattavaa hukkapuuntuotosta. Hukkapuun määrä, ts. puiden, joilla ei ole toistaiseksi myyntiarvoa (rinnankorkeudelta alle 6,5 cm), oli suurimmillaan Etelä-Suomen koaloilla 17 m³/ha. Ilmeistä on, että taloudellisesti ei kannata kasvattaa hukkapuuta, koska se samalla merkitsee koko puuston elinehtojen heikentymistä. On pääteltävissä, että tiheydellä 2 400..2 000 kpl/ha voidaan saavuttaa samansuuruinen käyttöpuun kuutiotuotos, kuin käsittelemättömässä puustossa, jos minimi on alhainen, mutta järeyskehitys paranee samalla selvästi puuntuotannollisesti edullisempaan suuntaan. Käytännössä omaksuttu yleisohje taimiston käsittelyssä (2 000 kpl/ha) on näiden tulosten valossa vielä onnistunut ratkaisu.

Ruotsalaisten tulosten mukaan (Andersson 1971 a, ref. Vuokila 1972) laaja tiheysasteikko (2 700..1 400 kpl/ha) tuottaa saman kuutiomäärän, jos käyttöpuun minimi on alhainen. Tämän aineiston perusteella ei voida tarkkaan päätellä, olisiko puuston harventaminen vähän alle 2 000

kpl/ha tuottanut samansuuruisen käyttöpuumäärän kuin käsittelemätön tai normaalin käsittelyn vaihtoehto. Sitä vastoin todettiin, että voimakas harvennus tiheysasentoon 1 100...1 000 kpl/ha aiheutti käyttöpuun tuotostappiota, kun minimi oli 6,5 cm rinnankorkeudelta. Vastaavanlaisia havaintoja on tehty Norjassa, jossa Vestjordenin (1971) mukaan 10 metrin valtapituusvaiheeseen mennessä tiheysasento 1 600 kpl/ha on tuottanut 75 % käsittelemättömän taimiston kuutiomäärän arvosta, jos minimi on 6 cm. Yleisesti Vestjorden on päätelty, että rinnankorkeudelta yli 6 cm:n paksuisten puiden kokonaiskuutiotuotos pienenee 25...30 m³/ha jokaista alkutiheyden 1 000 kpl/ha kohti. Tämän suuruista tappiota hän ei kuitenkaan pidä suurena.

Edellä esitetty koskee puuston käsittelyä, jos käyttörungon minimi voidaan pitää alhaisena, 6...7 cm:nä rinnankorkeudelta. Mikäli minimi on suurempi, puuston käsittelyn voimistaminen tulee puuntuotannolliselta kannalta entistä selvemmin esille. Jos minimi asetetaan 10,5 cm:iin rinnankorkeudelta, tulosten perusteella voidaan päätellä, että tiheysaste 2 400...2 000 kpl/ha tulee merkitsemään huomattavaa pieniläpimitaisten runkojen hukkatuotosta ensiharvennusvaiheeseen mennessä. Voimakas harvennus puolestaan osoitti, että kaikki rungot tulevat ylittämään 10,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta ennen varsinaista harvennushakkuuta. Toisaalta on oletettavissa, että tiheämmässäkin asennossa kuin 1 100...1 000 kpl/ha kaikki rungot pystyvät kasvamaan yli 10,5 cm rajan. Ilmeistä on, että pyrittäessä kasvattamaan suurin rinnankorkeudelta vähintään 10,5 cm:n paksuisten puiden käyttöpuumäärä, optimaalinen tiheys on välillä 2 000...1 100 kpl/ha. Vuokilan (1972) mukaan luonnontaimiston varhainen voimakas harvennus asentoon 1 600...1 400 kpl/ha, ei aiheuta 10...8 cm:ä paksumpien käyttörunkojen kuutiomäärän pienenemistä.

Oman kysymyksensä muodostaa harvennusajankohta. Yleensä suositellaan varhais-taimiston käsittelyä (esim. Vestjorden 1959, Andersson 1968, 1975, Vuokila 1972), viimeistään valtapituusvaiheessa 5...6 metriä. Metsänhoidolliselta kannalta harvennus on usein käytännössä järkevintä yhdistää perkauksen kanssa samaksi käsittelytoimeksi. Käytännön ohjeiden mukaan perkaus tehdäänkin metsikön

aikaisessa kehitysvaiheessa, ja se on toimi, jota ei voida jättää suorittamatta. Äskettäin julkaistujen ruotsalaisten tulosten mukaan (Walfridsson 1976) tiheän lehtipuuston vaivaaman havupuutaimiston keskiläpimitta voi olla vain 30...40 % samanikäisen vapaasti kasvaneen taimiston keskiläpimitasta. Lisäksi lehtipuut aiheuttavat havupuulle mekaanisia vaurioita. Varhaista käsittelyä puoltavat myös metsänsuojelulliset seikat. On osoitettu, että ytimennävertäjät pääsevät lisääntymään kaadetussa puutavarassa, jos sen kantoläpimitta on 6...7 cm tai sitä suurempi (vrt. esim. Bergman 1971). Osittain ytimennävertäjätuhoja voidaan välttää ajoittamalla hakkuut sopivasti.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että myöhäinenkin, valtapituusvaiheessa 6...8 metriä, toteutettu normaali ja voimakas harvennus merkitsivät puuston järeyskehityksen nopeutumisen kautta huomattavaa puuntuotannollista etua. Puun talteenoton kannalta näin myöhäinen harvennus on sikäli rajatapaus, että sitä ei vielä voida lukea varsinaiseen ensiharvennukseen, mutta toisaalta siinä saadaan jo vähän käyttöpuuta. Jos harvennus metsikön ollessa riukuvaiheessa on voimakkuudeltaan normaali (2 400...2 000 kpl/ha), siinä ei välttämättä jouduta poistamaan käyttöpuuta, mutta käsittelyn ansiosta kaikki puut tulevat olemaan myöhemmin ensiharvennusvaiheessa yli 6,5 cm rinnankorkeudelta. Normaalin tai lievän käsittelyn saanut puusto ei ole myöskään niin altis myrsky-, lumi- tms. tuhoille kuin voimakkaasti käsitelty. Metsikköön joudutaan palaamaan normaalin harvennuksen jälkeen uudelleen noin 16...20 vuoden kuluttua. Voimakkaassa harvennuksessa (1 100...1 000 kpl/ha) joudutaan sitä vastoin poistamaan käyttöpuuta 10...15 m³/ha, joskin toisaalta varsinaista ensiharvennusta voidaan siirtää myöhäiseksi, jolloin kaikki puut ovat vähintään 10,5 cm rinnankorkeudelta.

Vaikka riukuvaiheen metsikön harvennuksessa poistettua puuta ei voitaisi käyttää tai korjata taloudellisesti talteen (vrt. Eskelinen ym. 1976, Harstela ja Tervo 1977), on odotettavissa, että puuston parantunut järeyskehitys tulee myöhemmin korvaamaan kalliitkin hakkuu- tai korjuukustannukset. Metsikön varhainen käsittely luo välttämättä myös kannattavamman koneellisen ensiharvennuksen edellytykset.

Kun harvennus toimitetaan ennen metsikön riukuvaihetta, pienpuuongelmaa ei ole.

Päätelmiä käsittelyn lykkäämisestä nyt tarkasteltavien kokeiden perustamishetken puustojen kehitysvaihetta myöhemmäksi varsinaiseen ensiharvennusvaiheeseen, ei tämän aineiston perusteella voida tehdä. Harvennuskertymän osalta viimeisenä tarkasteluajankohtana v. 1975 koealojen käsittelemättömät puustot vastasivat Vuokilan (1976) ensiharvennuskertymää koskevan tutkimuksen tuloksia. Metsänhoidolliselta kannalta on kuitenkin ilmeistä, että käsittelemättömissä puustoissa puiden kasvukyky säilyi latvussuhteen perusteella päätellen harvennuksen jälkeen, jos siinä valitaan jääviksi elinvoimaisia puita. On kuitenkin huomattava, että koealojen käsittelemättömät puustot Punkaharjun Kansakoulun koealaa lukuunottamatta eivät olleet erityisen tiheitä.

Yhtenä kysymyksenä harvennusta ja sen voimakkuutta harkittaessa on puuston tekninen laatu. Aikaisempien kotimaisten tulosten (Nyysönen 1954, Vuokila 1960) mukaisesti tutkimuksessa todettiin, että puiden runkomuoto heikkeni harvennuksen johdosta. Tarkasteltu eri käsittelyasteiden läpimittaluokittainen pituus osoitti, että suurimmillaan Punkaharjun Kansakoulun koealan voimakkaasti harvennetussa puustossa (1 100 kpl/ha) tietyn paksuisen puun pituus oli n. kaksi metriä lyhyempi kuin lievästi harvennetussa puustossa (5 800 kpl/

ha). Joskin puiden solakkuuden heikkeneminen on voimakkaan harvennuksen johdosta selvä, näin aikaisessa metsikön kehitysvaiheessa ei voida vielä kuitenkaan ennustaa sen taloudellista merkitystä koko kiertoaika ajatellen (vrt. Jack 1971). Yleisesti harvennuksen on myös pelätty aiheuttavan oksikkuuden lisääntymistä (esim. Andersson 1971, Uusvaara 1974, Persson 1976).

Esitettyjen näkökohtien rinnalla harvennuksen suotuisa vaikutus riippuu luonnollisesti siitä, millaisia puita valitaan jätettäväksi metsikköön. Valinnan onnistumisella on sitä tärkeämpi merkitys mitä voimakkaammin puustoa käsitellään. Varsinaisesti tässä tutkimuksessa ei näihin kysymyksiin ole puututtu, mutta jätettävät puut valittiin kokeiden perustamisvaiheessa ns. peruspuuajatuksen (esim. Sarvas 1948, 1955) mukaan. Peruspuiksi valittiin metsikön parhaimpia puita, joiden ajateltiin säilyvän puuston arvokkaimpana osana koko kiertoajan. Taimistoa ei tasattu. Läpimittakasvun pohjalta saatiin viitteitä, että voimakas harvennus jouduttaa myös vallitsevien puiden paksuuskasvua. Ilmeistä on, että ainakin suurin osa aikaisin valituista metsikön parhaista puista on pystynyt käyttämään hyväkseen niille asetetun kasvutilan. Mielenkiintoista olisi seurata, säilyttävätkö valitut peruspuut asemansa koko kiertoajan, ja miten niiden kehitys poikkeaa muusta puustosta koko kasvatusajan puitteissa.

6. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkasteltiin harvennuksen vaikutusta taimisto- ja riukuvaiheen männikön kasvuun ja kehitykseen. Tutkimus perustuu viiteen pysyvään koealaan, jotka sijaitsevat Metsäntutkimuslaitoksen kolmessa eri kokeilualueessa. Ruotsinkylän ja Punkaharjun koealat edustavat Etelä-Suomen ja Kivalon koeala Peräpohjolan metsänkasvualueita. Metsiköt ovat luontaisesti syntyneitä muualla paitsi Punkaharjun Muuraissaareissa, jossa metsikkö on perustettu istuttamalla. Muuraissaaren koealalla kasvupaikka on keskimäärin tuore kangas (MT), muilla Etelä-Suomen koealoilla keskimäärin kuivahko kangas (VT) ja Kivalossa keskimäärin kuiva kangas (MCCIT). Kaikki koealat koelajit on täydellisesti arvottu koe. Erilaisia puuston käsittelyasteita on kullakin koealalla kolme, ja niitä on toistettu 4. . . 9 kertaa koealasta riippuen.

Puusto käsiteltiin Etelä-Suomen koealoilla 6,0. . . 8,7 metrin valtapituusvaiheessa. Harvennustapa oli valikoiva harvennus (Auslesedurchforstung), jossa metsikköön jätettäväksi valittiin ns. peruspuita. Käsittelyasteet kokeiden perustamishetkellä olivat seuraavat:

Ruotsinkylä, Koeala I: luonnontilainen, 2 800 kpl/ha ja 1 100 kpl/ha,

Ruotsinkylä, Koeala II: luonnontilainen, 2 000 kpl/ha ja 1 000 kpl/ha

Punkaharju, Muuraissaari: käsittelemätön, 2 000 kpl/ha ja 400 kpl/ha,

Punkaharju, Kansakoulu: 5 800 kpl/ha, 2 400 kpl/ha ja 1 100 kpl/ha,

Kivalo: luonnontilainen, 1 400 kpl/ha ja 700 kpl/ha.

Molempien Ruotsinkylän koealojen keskimmäistä käsittelyastetta harvennettiin uudelleen v. 1970, jolloin koealalla I käsitteilyyn jäi keskimäärin 1 700 kpl/ha ja koealalla II 1 300 kpl/ha.

Tulokset koskevat puustojen kehitystä 14. . . 20 vuoden aikana ensimmäisen harvennuksen jälkeen. Päätulokset olivat seuraavat:

— Harvennuksella ei ollut vaikutusta vallit-

sevien puiden pituuskasvuun.

— Vallitsevien puiden paksuuskasvu lisääntyi harvennuksen johdosta, mutta tilastollisesti merkitsevästi vasta voimakkaan (1 100. . . 1 000 kpl/ha) puuston harvennuksen jälkeen käsittelemättömään tai normaalin (2 400. . . 2 000 kpl/ha) harvennuksen puustoon verrattuna.

— Pohjapinta-alan ja valtapituuden avulla pääteltiin, että koealojen käsittelemättömät puustot olivat saavuttaneet viimeiseen tarkasteluajankohtaan mennessä varsinaisen ensiharvennusvaiheen. Normaalisti harvennetuissa puustoissa varsinaisen ensiharvennus tulisi olemaan tarpeellinen 16. . . 20 vuoden kuluttua taimisto- tai riukuvaiheen käsittelystä. Voimakkaasti harvennetuissa puustoissa uusi harvennus ei ollut vielä viimeisellä mittaushetkellä ajankohtainen.

— Ensiharvennusvaiheessa Ruotsinkylän koealojen luonnontilaisissa puustoissa rinnankorkeudelta vähintään 6,5 cm:n rajan oli saavuttanut 2 100. . . 2 200 runkoa. Punkaharjun Muuraissaareissa vastaava runkolukumäärä käsittelemättömässä puustossa oli n. 2 400 kpl/ha ja Kansakoulun koealan lievästi harvennetussa puustossa (5 800 kpl/ha) n. 2 700 kpl/ha. Kivalon koealan luonnontilaisessa puustossa käyttörunkoja oli n. 1 600 kpl/ha.

Harvennetuissa puustoissa lukuunottamatta Ruotsinkylän koealan I harvennusastetta 2 800 kpl/ha käytännöllisesti katsoen kaikki puut ylittivät 6,5 cm:n rajan rinnankorkeudelta. Jos vähimmäisraja asetettiin suuremmaksi (10,5 tai 14,5 cm), tuotettujen käyttörunkojen lukumäärä lisääntyi selvästi harvennuksen ansiosta.

— Minimien ollessa 6,5 cm rinnankorkeudelta, käsittelemättömien ja normaalisti harvennettujen puustojen käyttöpuun kuutiomäärät olivat likimain yhtä suuria. Voimakkaasta harvennuksesta oli sitä vastoin aiheutunut käyttöpuun tuotos-

tappiota, jonka suuruus oli Ruotsinkylän koealalla I 22 %, koealalla II 13 % ja Kivalossa 21 % luonnontilaiseen puustoon verrattuna. Punkaharjun Kansakoulun koealalla vastaava tuotostappio oli 41 % käsittelyasteeseen 5 800 kpl/ha verrattuna.

Jos minimi asetettiin rinnankorkeudelta 10,5 cm:iin, käyttöpuun kuutiomäärän todettiin lisääntyneen harvennuksen ansiosta kaikilla koealoilla, mutta erot normaalin ja voimakkaan harvennuksen välillä olivat vähäisiä. Vähimmäisrajan ollessa 14,5 cm:ä käyttöpuun kuutiomäärä oli yleensä suurin voimakkaimmin harvennetuissa puustoissa.

Normaalissa harvennuksessa huomattava osa käyttöpuun kuutiomäärästä oli vielä järeysluokassa 6,5. . .10,4 cm. Voimakkaan harvennuksen käyttöpuun ko-

konaiskuutiomäärästä järeysluokassa 6,5. . .10,4 cm oli enää Ruotsinkylän koealalla I 12 %, koealalla II 4 %, Punkaharjun Kansakoulun koealalla 8 % ja Kivalossa 7 %. Muuraisaaren koealalla kaikki erittäin voimakkaan harvennuksen puut ylittivät rinnankorkeudelta 10,5 cm:n rajan ja kokonaiskuutiomäärästä järeysluokassa 10,5. . .14,4 cm oli vain 9 %.

- Puiden runkomuoto (solakkuus) heikkeni yleensä sitä enemmän mitä voimakkaammin puustoa oli harvennettu. Eniten runkomuoto heikkeni Punkaharjun Kansakoulun koealalla, jossa saman paksuisen puun pituus voimakkaasti harvennetussa puustossa oli n. kaksi metriä lyhyempi kuin lievästi harvennetussa.

7. KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDERSSON, S.-O. 1960. Förbandförsök med gran. Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion till Jämtland 28. och 29. Juni 1960. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr. 4:389—492.
- ANDERSSON, S.-O. 1962. Produktionstabeller för norrländska tallplanteringar. Yield tables for plantations of Scots pine in Northern Sweden. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 51(3):1—337.
- ANDERSSON, S.-O. 1968. Røj för mer virke. Skogshögsk. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsförnygr. 13:1—4.
- ANDERSSON, S.-O. 1971 a. Yield of merchantable wood in Swedish experiments with cleaning in young stands of Scots pine. IUFRO:n XV kongressin esitelmämoniste, Gainesville, Florida. (Ref. Vuokila Y. 1972).
- ANDERSSON, S.-O. 1971 b. Sörlandsexkursionen 15—16 sept. 1970. Diskussion. Sveriges Skogsv. Förb. Tidskrift. (2):118—121.
- ANDERSSON, S.-O. 1975. Røjning och virkesproduktion. Skogen 62(3):116—117.
- BERGMAN, F. 1971. Förebygg skador efter ungskogsrøjning. Skogen 58(2):48—49.
- BRAASTAD, H. 1970. Et forbandsforsøk med gran. A spacing experiment with *Picea abies*. Medd. Norske Skogforsøksv. 28(5):300—329.
- BRAATHE, P. 1952. Planteavstandens virkning på bestandsutvikling og masseproduktion i granskog. Medd. Norske Skogforsøksv. 11:425—469.
- CARBONNIER, Ch. 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. Yield Studies in planted spruce stand in Southern Sweden. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 44(5):1—59.
- CARBONNIER, Ch. 1964. Aktuella synpunkter på förnygringsfrågorna speciellt med tanke på förbandets inflytande på kvantitets- och kvalitetsproduktionen. Skogshögsk. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. 6:1—15.
- COX, D., R. 1959. Planning of Experiments. 308 s. New York. John Wiley & Sons.
- EKLUND, B. 1956. Ett förbandförsök i tallskog — An experiment in sowing and planting pine with different spacing. Medd. Stat. Skogs. Inst. 46(10):1—98.
- ELFVING, B. 1975. Volym och struktur i ogallrade tallbestånd. Volume and structure in unthinned stands of Scots pine. Skogshögsk. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. 35:1—128.
- ERIKSSON, H. 1965. Studier över höjdtillväxten hos tall och gran i södra Sverige. Licenciatavhandling i skogsuppskattning, Skogshögsk. Stockholm. (Ref. Vuokila, Y. 1972).
- ESKELINEN, A., MELKKO, M. ja VESIKALLIO, H. 1976. Kokopuuna korjuun taloudellisuus. Economicalness of harvesting of whole trees. Metsätehon tiedotus 341:1—39.
- HAKKILA, P., KALAJA, H. ja MÄKELÄ, M. 1975. Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Summary: Full tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. Folia For. 240:1—78.
- HARSTELA, P. ja TERVO, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Kaato ja kasaus käsityövälillä ja kokopuuhaketus. Summary: Work output and ergonomical aspect in harvesting of uncommercial thinning-trees (Scots pine). Manual felling and bunching and whole-tree chipping. Folia For. 294:1—23.
- HERZ, M. 1929. Huomiota männyn ja kuusen pituuskehityksen "vuotuisesta" ja vuorokautisesta jaksosta. Referat: Beobachtungen über die "jährlichen" und täglichen Perioden im Längenwachstum der Kiefer und Fichte. Acta For. Fenn. 34(18):1—28.
- ILVESSALO, Y. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentaulukot. 148 s. Helsinki. Keskusmetsäseura Tapio.
- ILVESSALO, Y. 1965. Metsänarvioiminen. 400 s. Porvoo. Werner Söderström Osakeyhtiö.
- JACK, W., H. 1971. The influence of tree spacing on Sitka spruce growth. Irish For. 28(1):13—33.
- KOIVISTO, P. 1970. Regionality of forest growth in Finland. Tiivistelmä: Metsän kasvun alueellisuus Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 71(2):1—76.
- LAASASNAHO, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuutioimisytälöt. 89 s. Konekirj. Helsingin Yliop. metsänarvioimist. laitos.
- LEIKOLA, M. 1969. The Influence of Environmental Factors on the Diameter Growth of Forest Trees. Auxanometric Study. Acta For. Fenn. 92:1—144.
- LILJEROOS, H. 1976. Kuusen istutusvälikoe Turvan tilalla. Metsä ja Puu 4:21—22.
- MATTILA, S. 1973. Tilastotiede II. 174 s. Helsinki. Gaudeamus.
- Metsätalastollinen vuosikirja. 1975. Yearbook of Forest Statistics. Folia For. 255:1—217.
- NYSSÖNEN, A. 1954. Hakkauksilla käsitellyjen 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.
- NYSSÖNEN, A. 1968. Käyttöpuun tuotoksesta ensimmäisillä harvennushakkuilla käsitellyissä metsiköissä. Konekirj. Helsingin Yliop. metsänarvioimist. laitos.
- NÄSLUND, M. 1963. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Zusammenfassung: Die Durchforstungsversuche der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kieferwald. Medd. Stat. Skogsf. anst. 29:1—120.
- PARVIAINEN, J. 1977. Harvennuksen vaikutus männyn taimisto- ja riukuvaiheen metsikön kasvuun ja kehitykseen. 114 s. Konekirj. Helsingin Yliop. metsänhoitot. laitos.
- PERSOON, A. 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmerkvalitet. The influence of spacing on the quality of sawn timber from Scots pine. Skogshögsk. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. 42:1—122.
- PETTERSSON, H. 1954. Barrskogens volymproduktion. Die Massenproduktion des Nadelwaldes.

- Medd. Stat. Skogsf. anst. Band. 45(1A):1—391.
- SARVAS, R. 1948. Harvennushakkuista. Metsät. Aikakausl. 65(12):363—367.
- SARVAS, R. 1955. Nykyhetken ajatuksia harvennushakkuista. Metsätal. Aikakausl. 72(10):315—319.
- SIRÉN, G. 1956. Männyn taimistojen käsittelystä. Metsätal. Aikakausl. 73(1):5—11.
- SIOLTE-JØRGENSEN, J. 1967. The influence of spacing on the growth and development of coniferous plantations. Kirjassa: Int. Rev. Forest. Res. 2, Academic Press. s. 43—94.
- SNEDECOR, G., W. ja COCHRAN, W.G. 1967. Statistical methods. 593 s. Iowa. Ames.
- Tapion Taskukirja. 1975. 591 s. Helsinki. Kirjayhtymä.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2):1—105.
- WALFRIDSSON, E. 1976. Lövets konkurrens i barrkulturen. Skogen 63(15):631—633.
- VESTJORDET, E. 1959. Avstandsregulering. Tidsskr. Skogbr. 67(2):59—82.
- VESTJORDET, E. 1971. Avstandsregulering på foryngelsesfelter. Norsk Skogbr. 6:152—153.
- WIKSTEN, Å. 1965. Ett förbandsförsök med planterad gran. A spacing experiment with planted Norway spruce. (*Picea Abies*). Skogshögsk. Rapp. Uppsats. Inst. Skogsprod. 7:1—87.
- VUOKILA, Y. 1960. Männyn kasvusta ja sen vaihteiluista 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.
- VUOKILA, Y. 1965. Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. Lyhennelmä: Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten. Commun. Inst. For. Fenn. 60(4):1—86.
- VUOKILA, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. Commun. Inst. For. Fenn. 66(5):1—61.
- VUOKILA, Y. 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. Folia For. 141:1—36.
- VUOKILA, Y. 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia For. 247:1—24.
- VUOKILA, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. Folia For. 264:1—12.
- YLI-VAKKURI, P. 1968. Taimiston perustamistiheys. Metsätal. Aikakausl. 85(2):55—56.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P.K. ja SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin Yliop. metsänhoitot. laitos. Tiedonant. 2:1—92.

REFERAT

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, den Einfluss der Durchforstung auf Zuwachs und Entwicklung von Kiefernbeständen in der Jungwuchs- und Stangenholzphase zu erforschen. Die Untersuchungen gründen sich auf fünf permanente Versuchsflächen, die in drei verschiedenen Versuchsgebieten der Finnischen Forstlichen Forschungsanstalt liegen. Die Versuchsflächen in Ruotsinkylä und in Punkaharju repräsentieren das Wuchsgebiet Süd-Finnland und die Versuchsfläche in Kivalo repräsentiert das Wuchsgebiet von Peräpohjola. Die Bestände sind durch Naturverjüngung entstanden, ausgenommen die Versuchsfläche Punkaharju Muuraisaari, wo der Bestand durch Pflanzung begründet wurde. Bei der Versuchsfläche Muuraisaari handelt es sich um relativ frischen Waldboden (Myrtillustyp), bei anderen Versuchsflächen Süd-Finnlands um ziemlich trockene Heide (Vacciniumtyp) und bei der Versuchsfläche Kivalos um trockene Heide (Myrtillus-Calluna-Cladina-typ). Bei allen Versuchsflächen ist die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung. Bei allen Versuchsflächen wurden drei verschiedene Eingriffsstärken erprobt, die je nach Versuchsfläche 4. . . 9 mal wiederholt wurden.

Die Behandlungen wurden bei den Versuchsflächen in Süd-Finnland bei Oberhöhe von 6,0. . . 8,7 m durchgeführt. Es handelte sich um die Auslesedurchforstung. Die Eingriffsstärken bei Anlage der Versuche waren folgende:

Ruotsinkylä, Versuchsfläche I: Im Naturzustand, 2 800 Stck./ha und 1 100 Stck./ha

Ruotsinkylä, Versuchsfläche II: Im Naturzustand, 2 000 Stck./ha und 1 000 Stck./ha

Punkaharju, Muuraisaari: Ohne Behandlung, 2 000 Stck./ha und 400 Stck./ha

Punkaharju, Kansakoulu: 5 800 Stck./ha, 2 400 Stck./ha und 1 100 Stck./ha

Kivalo, Sainkivalo: Im Naturzustand, 1 400 Stck./ha und 700 Stck./ha

Bei der Versuchsflächen Ruotsinkylä wurde die mittlere Behandlungsstärke im Jahre 1970 wieder durchforstet. Dabei umfasste der verbleibende Bestand bei Versuchsfläche I 1 700 Stck./ha und bei Versuchsfläche II 1 300 Stck./ha.

Die Ergebnisse betreffen die Entwicklung der Bestände im Zeitraum 14. . . 20 Jahre nach der ersten Durchforstung. Die wichtigsten Ergebnisse waren folgende:

— Der Höhenzuwachs der herrschenden Bäume blieb unverändert, unabhängig davon wie stark die Durchforstung war.

— Das Durchmesserwachstum der herrschenden Bäume nahm durch die Durchforstung zu, aber statistisch signifikant erst nach starker Durchforstung (1 100. . . 1 000 Stck./ha) im Vergleich mit dem unbehandelten Bestand oder der normalen Durchforstung (2 400. . . 2 000 Stck./ha).

— Mit Hilfe von Grundfläche und Oberhöhe wurde gefolgert, dass die unbehandelten Bestockungen der Versuchsflächen bis zum letzten Messungszeitpunkt die erste eigentliche Durchforstungsphase erreicht hatten. Bei normaler Durchforstung wird die erste eigentliche Durchforstung 16. . . 20 Jahre nach dem ersten Eingriff nötig. Bei starker Durchforstung war eine erneute Durchforstung beim letzten Messungszeitpunkt noch nicht aktuell.

— Bis zur ersten eigentlichen Durchforstungsphase hatten 2 100. . . 2 000 Stämme in natürlichen Bestockungen der Versuchsflächen in Ruotsinkylä den BHD 6,5 cm erlangt. Die entsprechenden Stammzahlen lagen in dem unbehandelten Bestand bei Versuchsfläche Punkaharju Muuraisaari bei ca. 2 400 Stck./ha, in der schwach durchforsteten Bestockung (5 800 Stck./ha) bei Kansakoulu bei ca. 2 700 Stck./ha und in dem unbehandelten Bestand bei Kivalo bei ca. 1 600 Stck./ha.

In den durchforsteten Bestockungen

— ausgenommen die Eingriffsstärke 2 800 Stck./ha bei Versuchsfläche I Ruotsinkylä — hatten nahezu alle Bäume den BHD 6,5 cm erlangt. War der Mindest BHD grösser als 6,5 cm, nahm die Anzahl der verwertbaren Stämme durch die Durchforstung deutlich zu.

- Bei BHD 6,5 cm waren die Volumina des verwertbaren Holzes in den unbehandelten und normal durchforsteten Bestockungen nahezu gleich gross. Dagegen war bei starker Durchforstung ein Produktionsverlust entstanden, dessen Höhe bei Versuchsfläche I in Ruotsinkylä 22 %, bei Versuchsfläche II 13 % und bei Kivalo 21 % im Vergleich mit dem natürlichen Bestand war. Bei Versuchsfläche Punkaharju Kansakoulu war der entsprechende Produktionsverlust 41 % im Vergleich mit der Eingriffsstärke von 5 800 Stck./ha.

Bei BHD 10,5 cm wurde bei allen Versuchsflächen festgestellt, dass das Volumen des verwertbaren Holzes durch die Durchforstung zugenommen hatte, jedoch waren die Unterschiede zwischen der normalen und starken Durchfor-

stung gering. Bei BHD 14,5 cm war das Volumen im allgemeinen in stark durchforsteten Bestockungen am grössten.

Bei normaler Durchforstung war ein bedeutender Anteil des Volumen des verwertbaren Holzes in der Durchmesserklasse 6,5–10,4 cm. Bei starker Durchforstung entfiel auf die Durchmesserklasse 6,5–10,4 cm bei Versuchsfläche I in Ruotsinkylä 12 %, bei Versuchsfläche II 4 %, bei Punkaharju Kansakoulu 8 % und bei Kivalo 7 %. Bei Muraissaari überschritten alle Bäume bei der sehr starken Durchforstung den Brusthöhendurchmesser 10,5 cm und der Anteil an der Durchmesserklasse 10,5–14,4 cm betrug nur 9 %.

- Die Stammform der Bäume (die Schlankheit) wurde im allgemeinen umso schlechter je stärker die Durchforstung war. Am schlechtesten war die Stammform aufgrund der Durchforstung bei der Versuchsfläche Punkaharju Kansakoulu, wo ein Baum des stark durchforsteten Bestandes um 2 m kürzer war wie ein Baum mit entsprechenden BHD in dem schwach durchforsteten Bestand.

ODC 242:236.2:181.65
ISBN 951-40-0332-2
ISSN 0015-5543

PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, die Durchforstung des Kiefernbestandes in der Jungwuchs- und Stangenholzphase aus der Sicht von Waldbau und Ertragskunde zu erforschen. Das Material umfasste fünf permanente Versuchsflächen, bei denen die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung war. Es sollten die Unterschiede verschieden starker Pflegeeingriffe bezüglich des Volumenzuwachses des verwertbaren Holzes untersucht werden.

Adresse des Verfassers: Die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 242:236.2:181.65
ISBN 951-40-0332-2
ISSN 0015-5543

PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, die Durchforstung des Kiefernbestandes in der Jungwuchs- und Stangenholzphase aus der Sicht von Waldbau und Ertragskunde zu erforschen. Das Material umfasste fünf permanente Versuchsflächen, bei denen die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung war. Es sollten die Unterschiede verschieden starker Pflegeeingriffe bezüglich des Volumenzuwachses des verwertbaren Holzes untersucht werden.

Adresse des Verfassers: Die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 242:236.2:181.65
ISBN 951-40-0332-2
ISSN 0015-5543

PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, die Durchforstung des Kiefernbestandes in der Jungwuchs- und Stangenholzphase aus der Sicht von Waldbau und Ertragskunde zu erforschen. Das Material umfasste fünf permanente Versuchsflächen, bei denen die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung war. Es sollten die Unterschiede verschieden starker Pflegeeingriffe bezüglich des Volumenzuwachses des verwertbaren Holzes untersucht werden.

Adresse des Verfassers: Die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

ODC 242:236.2:181.65
ISBN 951-40-0332-2
ISSN 0015-5543

PARVIAINEN, J. 1978. Taimisto- ja riukuvaiheen männikön harvennus. Referat: Durchforstung im Kiefernbestand in der Jungwuchs- und Stangenholzphase. Folia For. 346:1—40.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, die Durchforstung des Kiefernbestandes in der Jungwuchs- und Stangenholzphase aus der Sicht von Waldbau und Ertragskunde zu erforschen. Das Material umfasste fünf permanente Versuchsflächen, bei denen die Versuchsanlage eine vollständig randomisierte Anordnung war. Es sollten die Unterschiede verschieden starker Pflegeeingriffe bezüglich des Volumenzuwachses des verwertbaren Holzes untersucht werden.

Adresse des Verfassers: Die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17.

- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.
Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Hurtunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävytydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätoissa.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiuhonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalsstalla.
Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa.
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.

- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.
Finnish volume increment functions
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.
Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- 1978 No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mielipiteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimiesten käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- 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: Välivarastoinnin 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 polttoaineksi.
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.