

ACTA FORESTALIA FENNICA

209

KARI LEINONEN, MATTI LEIKOLA, ANTTI PELTONEN &
PENTTI K. RÄSÄNEN

KUUSEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN
PIRKKA-HÄMEEN METSÄLAUTAKUNNASSA

NATURAL REGENERATION OF NORWAY
SPRUCE IN PIRKKA-HÄME FORESTRY
BOARD DISTRICT, SOUTHERN FINLAND

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

ACTA FORESTALIA FENNICA

Acta Forestalia Fennica was established in 1913 by the Society of Forestry in Finland. It was published by the Society alone until 1989, when it was merged with Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, started in 1919 by the Finnish Forest Research Institute. In the merger, the Society and the Forest Research Institute became co-publishers of Acta Forestalia Fennica.

Prior to the merger, 204 volumes had appeared in Acta Forestalia Fennica, and 145 volumes in Communicationes (numbers 1-99, 101-146).

EDITORS — TOIMITUS

Editors-in-chief Markku Kanninen, the Society of Forestry in Finland
Vastaavat toimittajat Jari Parviainen, the Finnish Forest Research Institute
Editors — Toimittajat Tommi Salonen & Seppo Oja

EDITORIAL BOARD — TOIMITUSKUNTA

The Society of Forestry in Finland
Juhani Päivänen, Matti Keltikangas, Antti Korpilahti, Paavo Pelkonen, and Tuija Sievänen.

The Finnish Forest Research Institute
Eljas Pohtila, Erkki Annala, Ari Ferm, Tapio Korpela, Kari Mielikäinen, Tero Oksa, Jari Parviainen, and Aarne Reunala.

PUBLISHERS — JULKAISIJAT

The Society of Forestry in Finland
Suomen Metsätieteellinen Seura r.y.
Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki
Tel. +358-0-658 707 Fax: +358-0-1917 619
Telex: 125181 hyfor sf

The Finnish Forest Research Institute
Metsäntutkimuslaitos
Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki
Tel. +358-0-857 051 Fax: +358-0-625 308
Telex: 121286 metla sf

AIM AND SCOPE — TAVOITTEET JA TARKOITUS

Acta Forestalia Fennica publishes dissertations and other monographs. The series accepts papers with a theoretical approach and/or of international interest. The series covers all fields of forest research.

Acta Forestalia Fennicassa julkaistaan väitöskirjoja ja muita monografiatyyppejä kirjoituksia. Kirjoitusten tulee olla luonteeltaan teoreettisia ja/tai kansainvälisesti merkittäviä. Sarja kattaa metsäntutkimuksen kaikki osa-alueet.

SUBSCRIPTIONS AND EXCHANGE — TILAUKSET

Subscriptions and orders for back issues should be addressed to Academic Bookstore, P.O.Box 128, SF-00101 Helsinki, Finland. Subscription price is FIM 60 per volume. Exchange inquiries should be addressed to the Society of Forestry in Finland.

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Suomen Metsätieteelliselle Seuralle. Tilaushinta Suomeen on 40 mk/numero. Seuran jäsenille sarja lähetetään jäsenmaksua vastaan.

KUUSEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN PIRKKA-HÄMEEN METSÄLAUTAKUNNASSA

Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme
Forestry Board District, southern Finland

Kari Leinonen, Matti Leikola, Antti Peltonen &
Pentti K. Räsänen

Approved on 25.10.1989

The Society of Forestry in Finland — The Finnish Forest Research Institute

Helsinki 1989

Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. Acta Forestalia Fennica 209. 53 p.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten kuusen suojuspuumenetelmää käytetään yksityismetsätaloudessa ja miten sitä voisi kehittää. Aineisto kerättiin linjoittaisella ympyräkoela-arvioinnilla, jossa koelat merkittiin maastoon pysyviksi. Yhteensä mitattiin 40 uudistusalaa. Tutkimus sisältää tulokset kolmesta peräkkäisestä inventoinnista: ennen suojuspuuhakkuuta, kesällä hakkuun jälkeen ja toisena kesänä hakkuun jälkeen. Taimettumiseen ja taimikon laatuun vaikuttaneita tunnuksia tarkasteltiin regressio- ja logistisella regressioanalyysillä. Puuston tilavuus ennen suojuspuuhakkuuta oli keskimäärin 236 m³/ha (vaihdellen välillä 80 – 428 m³/ha) ja hakkuun jälkeen 120 m³/ha (39 – 220 m³/ha). Puuston keskimääräinen runkoluku pieneni hakkuussa 435:stä 186:een kpl/ha. Ennen hakkuuta 22 % taimikoista oli vähintään tyydyttäviä. Ensimmäisenä ja toisena kesänä hakkuun jälkeen vastavat osuudet olivat 6 % ja 29 %. Ennen hakkuuta kasvatuskelpoisia taimia oli keskimäärin 1 440 kpl/ha, hakkuun jälkeen 1 308 kpl/ha ja vuotta myöhemmin 1 546 kpl/ha. Uudistettaviin metsiköihin syntyneiden taimien määrä ja taimikon aukkoisuus ei riippunut selvästi metsikkötunnuksista. Taimimäärän ja aukkoisuuden muutos inventointien välillä riippui taimikon piteudesta, hakkuutähteiden määrästä ja ennen hakkuuta metsikössä olleesta taimiainemäärästä. Epäonnistumisen riski oli suurin huonosti taimettuneilla liian harvaan asentoon hakatuilla aloilla, jotka heinittyivät nopeasti.

The aim of the present study is to evaluate and develop the use of natural regeneration of Norway spruce in private forestry. The study was carried out using a line-plot survey with permanent circular sample plots. In total, 40 regeneration sites were measured. The study includes results from three successive inventories: prior to the shelterwood cutting, in the summer after the cutting, and one year after the cutting. Regression and logistic regression analyses were used to construct models describing the effect of various factors on the restocking of the stands. The standing volume prior to the shelterwood cutting was on average 236 m³/ha (ranging from 80 to 428 m³/ha) and after the cutting 120 m³/ha (39 – 220 m³/ha). The average number of stems per hectare decreased from 435 to 186. Prior to the shelterwood cutting 22 per cent of the stands were satisfactorily restocked. After the cutting and one year later these percentages were 6 and 29, respectively. Prior to the shelterwood cutting the number of acceptable seedlings was 1 440/ha, in the summer after the cutting and one year later it was 1 308/ha and 1 546/ha, respectively. Prior to the shelterwood cutting the characteristics of the mother stands did not correlate well with the number of seedlings. The change in the number of seedlings during the initial stage of shelterwood method depended on height of the seedling stand, amount of logging waste and number of germlings prior to the cutting. The risk to fail in regeneration was highest in the poorly restocked, sparse shelterwood stands, where a fast expansion of grass vegetation took place.

Keywords: *Picea abies*, natural regeneration, shelterwood method, restocking. ODC 291 + 221.2 + 174.7 *Picea abies*

Correspondence: University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland.

ISBN 951-651-086-8
ISSN 0001-5636

Mänttä 1989. Mäntän Kirjapaino Oy

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSAINEISTO- JA MENETELMÄT	6
21. Aineisto	6
22. Otanta ja tutkimuksen kulku	7
23. Inventointimenetelmä	8
24. Aineiston käsittely	9
3. TULOKSET	11
31. Yleistä	11
32. Puusto ja puuston käsittely	11
321. Puuston ja hakkuupoistuman määrä	11
322. Puuston laatu ja tuhot	13
323. Käpymäärät ja siemensato	15
324. Hakkuutähteiden määrä ja ajouratiheys	15
33. Taimikkotunnuksat	16
331. Taimimäärät ja taimikon aukkoisuus	16
332. Taimien laatu	22
333. Taimikon piteus ja piteuskasvu	23
34. Pohja- ja kenttäkerroksen laatu	24
35. Taimikon laatua ja laadun muutosta selittävät tunnuksat	25
351. Ennen suojuspuuhakkuuta	25
352. Ensimmäisenä kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen	30
353. Toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen	31
4. TULOSTEN TARKASTELU	36
KIRJALLISUUS	40
SUMMARY	43
LIITTEET	45

ESIPUHE

Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa laadittiin 1980-luvun alussa kirjallisuustutkimus, jossa selvitettiin metsien luontaista uudistamista koskeva tutkimustieto, sen taso ja ne kysymykset, jotka kipeimmin tarvitsisivat konkreettista tutkimustoimintaa (Kotisaari 1982). Kuusen luontainen uudistaminen, erityisesti suojuspuuhakkuun käyttö, osoittautui yhdeksi kipeästi tutkimustoimintaa kaipaavaksi ongelmaksi.

Tämä tutkimushanke on pyritty toteuttamaan mahdollisimman hyvässä yhteistyössä sen ammattihenkilöstön kanssa, joka tekee käytännön uudistamispäätökset ja antaa suosituksen. Aiheen tärkeydestä annettujen myönteisten lausuntojen perusteella Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö myönsi hankkeelle kolmivuotisen rahoituksen. Tutkimuksen valmistelu aloitettiin syksyllä 1984. Tutkimuksen suunnittelusta ja koordinoinnista on vastannut prof. Matti Leikolan johtama tutkijaryhmä, jossa muina jäseninä toimivat apul.prof. Pentti K. Räsänen, metsänhoitopäällikkö Antti Peltonen Pirkka-Hämeen metsälautakunnasta ja MMK Kari Leinonen syksystä 1985 lähtien.

Tutkimuksen kenttäinventoinnit toteutettiin vuosina 1985–1987. MMK Merja Leinonen vastasi kesän 1985 ja MMK Kari Leinonen vuosien 1986 ja 1987 kenttätöiden toteutuksesta. Kari Leinonen on tehnyt tutkimusaineiston käsittelyyn liittyvät atk-ajot, huolehtinut kuvituksesta ja laatinut käsikirjoituksen, joka yhteistyössä tutkijaryhmän muiden jäsenten – Leikola, Peltonen ja Räsänen – kanssa on muokattu julkaistavaan muotoon.

Tämä työ on tehty Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön ja Helsingin yliopiston rahoituksella. Pirkka-Hämeen metsälautakunta on tukenut hanketta maksamalla osan tutkimusapulaisten palkoista ja matkakustannuksista. Tutkimusryhmä kiittää em. yhteisöjä saamastaan tuesta. Tutkimuksen tekijät haluavat myös kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat auttaneet tutkimushankkeen valmistumista. Erityisen lämpimästi tutkimuksen tekijät haluavat muistaa edesmennyttä Pirkka-Hämeen metsälautakunnan johtajaa, ylimetsänhoitaja Simo Karppelinia häneltä saamistaan arvokkaista tiedoista ja neuvoista.

1. JOHDANTO

Heikinheimon (1931) ja Tertin (1937) kuvassa monivaiheisessa kuusen luontaisen uudistamisen menetelmässä kuusentaimet tuli hankkia tiheään päälyyspuuston alle. Puustoa vähitellen poistamalla joudutetaan taimien kasvua, kunnes taimikko on riittävän kookasta vapautettavaksi. Kuusen luontainen uudistaminen on yksityismetsätalouden edistämisyjärjestöjen ohjeissa kuvattu edellä esitetyn kaltaisena metsiköihin syntyneen alikasvoksen vapauttamisena, ns. passiivisena luontaisena uudistamisena.

Keskusmetsälautakunta Tapion vuonna 1974 julkaisemien metsien käsittelyohjeiden mukaan suojuspuuhakkuuta voitiin käyttää kuusen luontaiseen uudistamiseen mustikkatyypin mailla (MT) ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla. Uudistamisen tuli alkaa täystiheästä metsästä ja kasvatuskelpoisten taimien verrattain runsas esiintyminen oli uudistamisen ehdoton edellytys. Taimien avulla pyrittiin varmistamaan maan taimettumiskunnosta. Raivauksen merkitystä painotettiin. Maanpinnan käsittelyä ei maannouseman (*Heterobasidion annosum*) lisääntymisen vuoksi suositeltu. Suojuspuustoksi tuli jättää 150–250 valtapuuta hehtaarille ja siemen-nyskykyisiä mäntyjä kehoitettiin säästämään. Suojuspuut tuli poistaa kerralla lähinnä korjuuteknisten syiden vuoksi (Metsien käsittelyohjeet 1974). Vuonna 1981 yksityismetsätalouden käsittelyohjeita tarkistettiin. Suojuspuuston määräksi asetettiin 80–150 kpl/ha ja metsiköissä tuli olla runsaasti kasvatuskelpoisia taimia. Vähintään neljänneksen suojuspuustosta tuli olla mäntyä ja/tai koivua. Vajaatuottoisten ja viallisten metsien uudistaminen luontaisesti nähtiin yksityismetsäasetuksen vastaiseksi toiminnaksi (Etelä-Suomen... 1981).

Kuusen luontainen uudistaminen on voimakkaasti lisääntynyt Pirkka-Hämeen metsälautakunnan alueella 1980-luvulla. Pääosa kuusen luontaisesta uudistamisesta toteutetaan suojuspuumenetelmää käyttäen. Menetelmän käyttöön liittyy kuitenkin joukko ongelmia (mm. Leikola 1985). Varsinkin puh-

taan kuusikon luontainen uudistaminen on onnistunut huonosti; 1960-luvun suojuspuu-aloja on merkittävässä määrin jouduttu myöhemmin viljelemään (Karppelin 1984).

Metsänhoidon oppikirjoissa ja artikkeleissa on kuvattu monenlaisia kuusen luontaisen uudistamisen toimenpidemalleja (Cajander 1910, Heikinheimo 1931, Tertti 1937, Kalela 1945, 1948a, Mikola 1956, Mayer 1976, 1977, Vuokila 1984, Leikola 1986, 1987a, b). Inventointitutkimuksin (Hänninen ym. 1972, Tynys 1977, Räsänen ym. 1985, Malmberg 1985, Peltonen 1986) on todettu, että kuusen luontaista uudistamista on käytännössä harjoitettu monilla, ohjeista usein paljonkin poikkeavilla menetelmillä. Ennen varsinaista suojuspuuhakkuuta syntyneillä kuusentaimilla on todettu olevan suuri merkitys uudistamisen onnistumisen kannalta (Sarvas 1944, Tirén 1949, Hagner 1962, Hänninen ym. 1972, Räsänen ym. 1985, Peltonen 1986).

Tutkimuksen yleisenä tarkoituksena on ollut saada entistä tarkempaa tietoa suojuspuumenetelmän valintaa koskevan päätöksenteon tueksi. Tutkimuksessa keskityttiin kuusivaltaisiin metsiköihin. Mänty- ja koivuvaltaisten metsiköiden kuusettuminen (ks. Pöntynen 1929, Mikola 1966) rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Tutkimuksessa seurattiin kuusen luontaisen uudistamisen toimenpidesarjaa alkaen uudistamispäätöksen teosta ja päättyen tilanteeseen vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen samoissa metsiköissä pysyviksi merkityillä koelaloilla. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia luontaisen uudistamisen kohteiksi valitut metsät ovat, miten suojuspuuhakkuuta toteutetaan yksityismetsissä, ja millaisia alat ovat hakkuun jälkeen. Tutkimuksessa etsittiin ennen hakkuuta syntyneen taimikon laatuun vaikuttavia ekologisia tunnuksia sekä tarkasteltiin taimien syntyedellytyksiä välittömästi hakkuun jälkeen. Lisäksi tutkittiin tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta taimikon laatuun. Metsiköiden seuranta on tarkoitus jatkaa tulevaisuudessa, jotta uudistamisen tuloksellisuudesta saataisiin nykyistä parempi kuva.

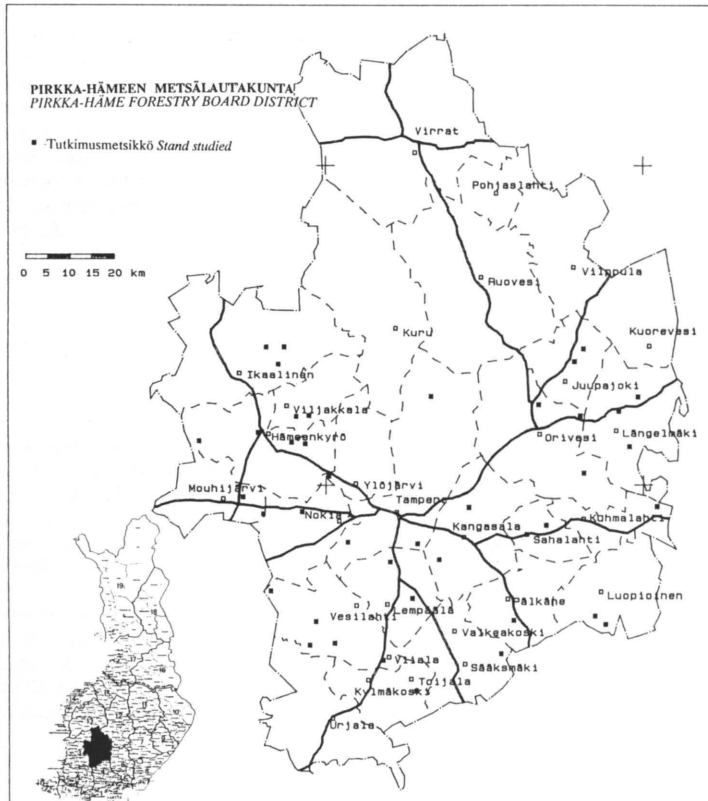
2. TUTKIMUSAINEISTO- JA MENETELMÄT

21. Aineisto

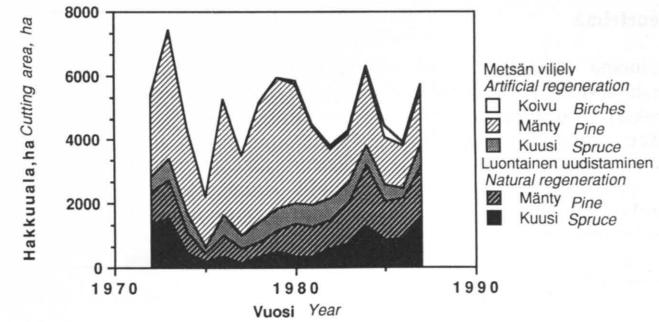
Tutkimuksen kohteena olivat Pirkka-Hämeen metsälautakunnan alueelle vuosina 1983–1986 suunnitellut kuusen luontaisen uudistamisen alat. Tutkimusalue käsittää metsälautakunnan itäisen ja läntisen metsänhoitajapiirin (kuva 1). Kasvukauden lämpösumman pitkäaikaiset keskiarvot vaihtelevat tutkimusalueella välillä 1 200–1 350 d.d. (kynnyslämpötila + 5 °C). Pohjoinen metsänhoitajapiiri rajattiin tutkimuksen ulko-

puolelle. Suomenselän eteläpää vaikuttaa siellä selvästi kasvulosuhteisiin. Keskimääräiset lämpösummat ovat pienempiä (1 100–1 200 d.d.) ja kasvupaikat karumpia kuin metsälautakunnan muissa osissa, joten kuusen luontaisen uudistamisen käyttömahdollisuudet ovat vähäisemmät.

Pirkka-Hämeen metsälautakunnan alueella on metsämaata 777 000 ha, josta yksityiset metsänomistajat omistavat 80 %. Metsämaat ovat suhteellisen viljavia. Lehtoja (Lh) ja käenkaali- mustikkatyyppin maita (OMT) on 35



Kuva 1. Tutkimusalue.
Figure 1. Study area.



Kuva 2. Luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn määrien kehitys Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa.
Figure 2. The development of the amounts of natural and artificial regeneration of forests in Pirkka-Häme Forestry Board District.

% ja mustikkatyyppin maita (MT) 42 % pinta-alasta. Puolukkatyyppin (VT) ja kanervatyyppin (CT) maiden yhteenlaskettu osuus on 23 %. Kaudella 1972–1987 tilastoitu vuosittainen uudistushakkuiden kokonaismäärä on ollut Pirkka-Hämeessä keskimäärin 4 878 ha. Kuusen luontaisen uudistamisen suhteellinen osuus on vaihdellut 5–26 %:iin uudistushakkuista. Alhaisimmillaan se oli vuosina 1975–1981 alle 10 %. Vuosina 1985–1987 kuusen luontaisen uudistamisen osuus on ollut noin neljännes uudistushakkuista (kuva 2).

22. Otanta ja tutkimuksen kulku

Otos kerättiin yksinkertaisella satunnaisotannalla niiden metsiköiden joukosta, joihin oli tehty kuusen luontaisen uudistamisen suunnitelma vuosina 1983–86. Otokseen hyväksytyn metsikön tuli olla kuusivaltainen ja viljavuudeltaan vähintään mustikkatyyppiä. Turvemaat rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle. Maastotyöt käynnistyivät kesällä 1985. Tuolloin inventoitiin 29 metsikköä, jotka oli päätetty uudistaa luontaisesti, mutta joissa hakkuu oli vielä tekemättä. Kesällä 1986 metsiköiden kokonaismäärä lisättiin 40:een. Näistä 40:stä metsiköstä 17 hakattiin suojuvuasuuntoon hakkuukaudella 1985–86 ja 18 kaudella 1986–1987. Aineisto käsittää siten kahden inventoinnin sarjan 35 metsiköstä ja kolmen inventoinnin sarjan 17 metsiköstä.

Ennen suojuvuuhakkuuta tutkittiin, millaisia luontaisen uudistamisen kohteiksi valitut metsiköt olivat päätöksentekovaiheessa.

Metsiköistä inventoitiin kasvupaikka sekä puusto- ja taimitunnukset, jotta päätöksentekotilanne metsikkötunnusten osalta saatiin riittävän tarkoin kuvatuksi. Aineiston avulla pyrittiin selittämään, miten puusto ja kasvupaikkatunnukset vaikuttavat alikasvosten esiintymiseen.

Toinen inventointi tehtiin ensimmäisenä kasvukautena suojuvuuhakkuun jälkeen. Siinä tutkittiin, miten suojuvuuhakkuuta toteutettiin ja millaisia suojuvuasuunnot olivat. Inventoinnissa selvitettiin suojuvuuloilla olevien yli 10 cm:n pituisten taimien määrä ja taimikon aukkoisuus sekä suojuvuuston laatu. Mitattujen tunnusten avulla voitiin arvioida hakkuun onnistumista ja ennen hakkuuta syntyneiden taimien merkitystä uudistamisen onnistumisen kannalta. Lisäksi tutkittiin taimikon laadun muutoksiin vaikuttavia tekijöitä.

Toisena kesänä suojuvuuhakkuun jälkeen tehdyssä inventoinnissa tutkittiin, millaiseen tulokseen tehdyt toimenpiteet olivat johtaneet. Inventoinnissa selvitettiin yli 10 cm:n pituisten taimien määrän ja taimikon aukkoisuuden muutos. Lisäksi tutkittiin miten taimien synty ja taimikon vakiintuminen riippuvat suojuvuuston määrästä ja laadusta, hakkuutahteiden määrästä, itämisalustan laadusta, kenttäkerroksen kasvillisuudesta sekä ennen hakkuuta mitatun taimiaineksen määrästä.

23. Inventointimenetelmä

Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoela-arviointia. Luontaisesti syntyneet alikasvokset ovat yleensä ryhmittäisiä. Ryhmittäisen taimikon tarkastelussa linjoittainen koela-arviointi johtaa samalla koelamäärällä ryväsotantaa parempaan tarkuuteen (Pohtila 1977). Metsiköittäinen koelamäärä pyrittiin mitoittamaan kohtuullisen työmäärän puitteissa mahdollisimman suureksi (keskimäärin yli 40 koelaa/ha), jota tyhjen koalojen sadanneksen keskivirhe saataisiin pieneksi; tavoitteena pidettiin korkeintaan 10 prosentin keskivirhettä (Pohtila 1977).

Taimet laskettiin 10 m²:n koaloilta ja linja- ja koelavali määrättiin riippuvaksi uudistusalan koosta seuraavasti:

- 0,2–0,5 ha 12 m
- 0,6–2,0 ha 15 m
- 2,1–3,0 ha 20 m
- 3,1–5,0 ha 25 m

Linjat suunnattiin yleensä kohtisuoraan uudistusalan leveintä sivua vastaan paitsi rinteissä, joissa ne sijoitettiin kohtisuoraan maaston korkeutta vastaan. Linjoita ja koelaverkosta tehtiin peitepiirros millimetripaperille ja linjaverkosto kiinnitettiin pysyviin maamerkkeihin kuten kiviin, rajapyykkeihin jne. Linjojen alkupisteet paalutettiin muovipaaluilla ennen suojuspuuhakkuuta ja koalojen keskipisteet suojuspuuhakkuun jälkeen.

Puuston pohjapinta-ala ja keskipituus mitattiin ensimmäisessä inventoinnissa joka kymmenenneltä ja molemmissa suojuspuuhakkuun jälkeen tehdyissä inventoinneissa joka viidenneltä koelalta. Puuston tilavuus määritettiin pohjapinta-alan ja keskipituiden avulla (ks. Nyssönen 1986). Puuston runkoluku ja kannot luettiin 150 m²:n ympyräkoelalta. Jokaisesta koelalle sattuneesta puusta määritettiin pituus, latvusraja sekä kanto- ja rinnankorkeuslöpimitta. Lisäksi määritettiin tuhot ja niiden vaikutus puun elinvoimaan (ks. liite 1) sekä arvioitiin käpymäärä kiikarin avulla. Kannoista mitattiin löpimitat ja tutkittiin, esiintykö niissä maanouseman (*Heterobasidion annosum*) aiheuttamaa sydänlahoa. Vallitsevan latvuserroksen ikä kairattiin jokaiselta koelalta pohjapinta-alan keskipuusta.

Tuulituhojen määrän selvittämiseksi jokai-

sesta kaatuneesta suojuspuusta mitattiin kanto- ja rinnankorkeuslöpimitta sekä rungon pituus. Kaatuneiden suojuspuuiden tilavuus laskettiin mitattujen tunnusten avulla. Korjattujen tuulenkaatojen tilavuus laskettiin kantalöpimittain ja metsiköistä suojuspuuhakkuun jälkeen mitattujen koepuutietojen avulla. Kolmannessa inventoinnissa tutkittiin lisäksi suojuspuuston vaikutusta pintakasvillisuuden suksessioon ja taimettumiseen mitaamalla jokaisen pohjakerrosruudun etäisyys lähimpään suojuspuuhun, josta mitattiin rinnankorkeuslöpimitta.

Humuksen paksuus ja maan kivisyys mitattiin jokaisen koelan keskipisteestä. Kasvupaikan kivisyysindeksi (Viro 1958) saatiin vähentämällä kivisyyspuikon painumasta humuserroksen paksuus. Itämisalustana toimivan pohjakerroksen laatu määritettiin 1 m²:n ruudulta koalojen keskipisteen ympäriltä. Ensimmäisessä inventoinnissa kenttäeroksen kasvillisuutta ei katsottu tarpeelliseksi käsitellä erillisenä, vaan sillä tarkennettiin pohjakerroksen luokitusta. Kolmannessa inventoinnissa kasvipeite kuvattiin aiempaa tarkemmin, sillä haluttiin kiinnittää erityistä huomiota pintakasvillisuuden suksessioon ja taimiaineksen syntyyn vaikuttaviin tekijöihin. Ruuduilta määritettiin pohja- ja kenttäeroksen laatu sekä vallitseva kasvilaji ja kenttäeroksen peittävyys. Kuvaukset käytetyistä luokista on esitetty liitteessä 2. Hakkuutahneiden peittävyys ja niiden keskimääräinen paksuus sekä ajouran alle jäänyt osuus koelan pinta-alasta määritettiin suojuspuuhakkuun jälkeen jokaiselta koelalta.

Taimet jaettiin pituuden perusteella kahden luokkaan:

1. yli 10 cm:n pituisiin vakiintuneisiin taimiin, ja
2. alle 10 cm:n pituiseen vaihtuvaan taimiainekseen.

Kokonaistaimimäärä laskettiin 10 m²:n koaloilta puulaajeittain. Kasvatuskelpoisten taimien määrän selvittämiseksi määritettiin ennen suojuspuuhakkuuta kustakin metsiköstä osa-alueittain se taimien pituusluokka, jonka hyväksi tulevat toimenpiteet tuli tehdä (vrt. Hänninen ym. 1972). Kaikki kehitettävää taimiluokkaa pitemmät ja lyhyemmät taimet luettiin kasvatuskelvottomiksi. Kasvatuskelpoisten taimien tuli olla elpymiskykyisiä ja niillä tuli olla riittävästi kasvutilaa. Kasvutilan tarve määritettiin siten, että kasvatuskel-

poinen taimi keskipisteenä piirretyllä 1 m²:n ympyrällä sai olla vain yksi muu kasvatuskelpoinen taimi, ja taimien välisen etäisyyden tuli olla vähintään 60 cm. Kasvatuskelpoisia taimia sai olla 10 m²:n koelalla korkeintaan kuusi kpl. Toimenpide rajaa taimien hehtaariohtaisen enimmäismäärän 6 000:een ja pienentää keskihajontaa (vrt. Valtakunnan... 1978). Ennen suojuspuuhakkuuta taimien kasvatuskelpoisuus luokitettiin joka kolmannelta ja suojuspuuhakkuun jälkeen jokaiselta koelalta.

Taimikon laadun arviointia tarkennettiin toisessa ja kolmannessa inventoinnissa joka kolmannelta koelalta tehdyllä luokituksella, jossa taimet jaettiin kolmeen luokkaan: kehityskelpoisiin, kasvatuskelpoisiin ja kasvatuskelvottomiin. Taimi oli kehityskelpoinen, jos sen arvioitiin pystyvän elpymään ilman toimenpiteitä: raivausta, perkausta, taimikon harvennusta tms. Muut kasvatuskelpoiset taimet tarvitsivat elpymään jonkin edellä mainituista toimenpiteistä. Loput taimet olivat kasvatuskelvottomia (Valtakunnan... 1978). Taimien kehityskelvottomuuden syy arvioitiin liitteessä 2 esitetyn luokituksen mukaisesti. Taimista määritettiin lisäksi synty tapa, pituus, kolmen edellisen vuoden pituuskasvut ja tuhot. Tuhoista kuvattiin niiden ilmeneminen ja määritettiin aiheuttaja sekä tuhon vaikutus taimen elinvoimaan (liite 2) (vrt. Valtakunnan... 1978).

24. Aineiston käsittely

Aineiston käsittely jakautui koela- ja metsikkötason analyysiin. Taimimääräjakauma koaloilla oli voimakkaasti oikealle vino, sillä tyhjen koalojen suhteellinen osuus oli korkea ja taimien maksimimäärät suuria. Varianssianalyysi ei jakaumien muodon vuoksi sovelnutun käytettäväksi koelatasen tarkastelussa.

Taimettumisen arvioinnissa käytettiin tyhjen koalojen sadannesta taimikon aukkoisuuden kuvaajana (vrt. Braathe 1953, 1966, 1976, Pohtila 1977, 1980, Räsänen ym. 1985, Peltonen 1986). Taimimäärien ja aukkoisuuden vaikutusta tutkittiin ns. nollaruutudiagrammin avulla, jossa taimimääriä ja tyhjen koalojen sadannesta verrattiin Poissonin jakauman mukaiseen tilajärjestykseen (Pohtila 1977, 1980, Räsänen ym. 1985, Peltonen 1986).

Tyhjen koalojen sadannekseen vaikutta-

neiden tekijöiden tarkastelu tehtiin logististen mallien avulla. Tarkastelussa koela oli joko taimettunut tai tyhjä. Tarkastelun kohteena olivat siis taimien esiintymisen kannalta suotuisat ja epäsuotuisat koalat (vrt. Kotisaari 1982). Binäärinen aineisto tiivistettiin suhteellisiksi osuuksiksi, prosentteiksi. Binäärisen vastemuuttujan varianssi ei muuttujien eri arvoilla ole vakio varsinkaan silloin, kun arvot lähestyvät nollaa tai yhtä. Logistiset mallit on kehitetty binäärisen vastemuuttujan analysointiin ja ne soveltuvat yleistetyin lineaarisen mallin teoriaa (Cox 1969, Dobson 1982, BMDP... 1983, Afifi ja Clark 1984, SAS... 1985, Häkkinen ja Linnilä 1987, Rita 1989).

Dobsonin (1982) mukaan todennäköisyydet π_i oletetaan parametriverktorin β lineaarikombinaatioiksi seuraavasti:

$$g(\pi_i) = x_i^T \beta \quad (1)$$

missä g on linkkifunktio ja x selittävien muuttujien joukko. Yleisin tapaus yleistettyä lineaarisesta mallista on lineaarinen malli. Binäärimuuttujien tarkastelussa lineaarisella mallilla on haittapuolensa, sillä π_i arvoja ei ole rajoitettu välille $[0,1]$. Jotta π olisi tämä ominaisuus, se usein mallitetaan kumulatiivisen todennäköisyysfunktion avulla seuraavasti:

$$\pi = g^{-1}(x_i^T \beta) = \int_{-\infty}^z f(z) dz, f(z) \geq 0, \quad (2)$$

missä $\int_{-\infty}^z f(z) dz = 1$.

Koska $0 \leq \pi \leq 1$ ja π on t :n suhteen kasvava funktio, missä t on suhteessa $x_i^T \beta$. Logistisissa malleissa käytetty todennäköisyyden tiheysfunktio on muotoa (Dobson 1982, s. 76):

$$f(z) = \frac{e^{-(z-\mu)/k}}{k[1+e^{-(z-\mu)/k}]^2} \quad (3)$$

Linkkifunktiona (logit) käytetään vedonlyöntisuhteen $\pi_i/1-\pi_i$ (odds) logaritmia

$$x_i^T \beta = \log \left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i} \right) \quad (4)$$

ja todennäköisyys on muotoa

$$\pi_i = \frac{e^{-(t-\mu)/k}}{1+e^{-(t-\mu)/k}} = \frac{e^{x_i^T \beta}}{1+e^{x_i^T \beta}} \quad (5)$$

Mallin vapausasteet df saadaan vähentämällä erillisten solujen lukumäärästä sovitettujen

parametrien lukumäärä. Yhteensopivuustestien (test of goodness of fit) avulla voidaan selvittää, onko otoksena saatu havaintoaineisto peräisin populaatiosta, jonka jakauma tunnetaan ennalta. Logistisissa malleissa ja havaintoaineiston yhteensopivuutta nollahypoteesin mukaisen jakauman kanssa testattiin log-likelihood-testisuureen G^2 ja X^2 -testisuureen avulla (ks. Ranta ym. 1989)

$$G^2 = 2 \sum_{i=1}^k o_i \ln \frac{o_i}{e_i}, \text{ ja} \quad (6)$$

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}, \quad (7)$$

missä o_i on havaittu frekvenssi ja e_i ennustettu frekvenssi. X^2 -testisuureen otosjakauma on likimain χ^2 -jakauma. Tämä tarkoittaa sitä, että vasta kun otoksen koko n kasvaa rajatta, testisuure noudattaa χ^2 -jakaumaa. Yleisesti χ^2 -aprossimaatiota voidaan pitää hyvänä, kun otoskoko on niin suuri, että korkeintaan 20 prosenttia odotetuista frekvensseistä on pienempiä kuin 5 ja kaikki odotetut frekvenssit ovat suurempia kuin 1. Tavallisesti X^2 ja G^2 antavat suunnilleen saman lopputuloksen. Kun eroa on, pidetään G^2 -suureeseen perustuvaa testiä luotettavampana (Ranta ym. 1989).

Koela-aineiston analyysissä käytettiin CATMOD-ohjelmistoa (SAS...1985). Analyysissä selitettiin taimettomien koelajojen esiintymistodennäköisyyttä. Selittäjinä olivat erilaiset koelajoilta tehdyt mittaukset ja luo-

kitukset. Parametrien estimoinnissa ohjelma käytti maximum likelihood-menetelmää. Muuttujat saivat olla tyyppiltään jatkuvia tai diskreettejä. Ohjelma tulosti varianssianalyysitulaulun, jossa vaikutuksien merkitsevyys oli testattu G^2 -testillä. Lisäksi tulosteena saatiin yksittäisten parametrien analyysitulaulu, jossa oli mallin parametrien (design parameter) arvot keskiarvoineen.

Taimimäärien ja metsikkötunnusten välisiä riippuvuuksia tarkasteltiin korrelaatio- ja regressioanalyysien avulla. Taimikon aukkoisuuteen vaikuttavien tekijöiden tarkastelussa käytettiin logistista regressioanalyysia, jonka parametrien estimoinnissa käytettiin LR-ohjelmaa (BMDP... 1983). Ohjelma oli askelta-va ja se laski maximum-likelihood estimaatit parametreille. Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuutta testattiin G^2 -testillä. Jatkuvien selittävien muuttujien tapauksessa mallin ja aineiston yhteensopivuuden testaamiseen ei ole olemassa kiistattomia testejä (Rita 1989). Esim. G^2 -testi voi antaa harhaanjohtavia tuloksia silloin kun erillisten solujen määrä on liian pieni tai suuri. Vaihtoehtona G^2 -testille LR-ohjelma laskee Hosmer-Lemeshown X^2 -testin. Hosmer-Lemeshown testi on hyvä vaihtoehto silloin, kun havainnot ja luokissa vähän. Siinä mallin lasketun todennäköisyyksien vaihteluväli jaetaan 10-luokkaan siten, että niissä on suunnilleen sama määrä havainnot. Näin saadusta taulukosta lasketaan X^2 -testisuure (BMDP... 1983, Afifi ja Clark 1984, Häkkinen ja Linnilä 1987).

3. TULOKSET

3.1. Yleistä

Tutkimusalue oli loivasti kumpuilevaa ns. kankaremaata. Metsikön korkeus vaihteli välillä 63–140 m merenpinnan yläpuolella. Alavat alueet sijaitsivat yleensä vesistöjen – Näsijärven, Pyhäjärven, Kyrösjärven, Roiheen ja Längelmäveden – rannoilla. Yli puolet (55 %) metsiköistä oli käenkaali-mustikkatyyppiä (OMT) ja 45 % mustikkatyyppiä (MT). MT-metsiköt sijaitsivat keskimäärin 16 metriä OMT-metsiköitä korkeammalla. Uudistusalojen keskikoko oli vajaat kaksi hehtaaria (taulukko 1). Maalajina oli lajittumaton hienojakoinen moreeni 55 %:ssa ja lajittunut hietta, hiesu ja savi 45 %:ssa tapauksista. Metsiköiden kivisyttä mitattiin kivisyysindeksillä (ks. luku 23). Kivisyyspuikon painuma oli MT:llä keskimäärin 10 cm ja OMT:llä 17 cm. Erittäin kivisiä metsiköitä oli MT:llä 78 % ja OMT:llä 23 %. Kiviseksi luokitettiin viidennes MT- ja 45 % OMT-metsiköistä. Noin viidennes OMT-metsiköistä oli vähäkivisiä.

Humuksen paksuus oli MT:llä keskimäärin 4,1 cm ja OMT:llä 3,4 cm. Noin puolet mustikkatyyppiin metsiköistä oli humuksen paksuudeltaan luokassa 3–6 cm. Uudistamisen kannalta haitallista heikosti maatonutta

raakahumusta esiintyi MT:llä selvästi yleisemmin kuin OMT:llä. Noin 60 % OMT- ja 33 % MT-metsiköistä oli ohuthumuksisia. Paksuhumuksisia, yleensä lievästi soistuneita metsiköitä oli noin 10 %. Humuksen laatu vaihteli kontinuumina karujen paikkojen raakahumuksesta lehtomaisten kankaiden mullakseen ja korpipainanteiden maatonutukseen rahkatuopeeseen.

3.2. Puusto ja puuston käsittely

321. Puuston ja hakkuupoistuman määrä

Puuston ikä uudistamis päätöstä tehtäessä vaihteli välillä 45–110 vuotta ollen keskimäärin 89 vuotta (taulukko 2). Joka kolmannessa MT- ja joka neljännessä OMT-metsikössä uudistaminen oli aloitettu ennen metsänhoito-ohjeiden (Etelä-Suomen... 1981) suositteleman uudistuskypsyyksiän saavuttamista. Iän alitukset olivat kuitenkin pieniä, yleensä alle 10 vuotta. Nuorimmat metsiköt olivat yleensä eri-ikäisrakenteisia tai kaksijaksoisia.

Ennen uudistamishakkuita puuston tilavuus oli keskimäärin 236 m³/ha. Kuusen luontaisen uudistamisen hakkuita suunnitel-

Taulukko 1. Taustatietoja metsiköistä.
Table 1. Background information of the stands.

Muuttuja Variable	\bar{x}	T-testi T-test	s	r
Pinta-ala, ha – Area, ha	1,90		1,18	0,2–5,0
– MT – Myrtillus type	1,52	t = 1,90	0,92	0,3–3,8
– OMT – Oxalis-Myrtillus type	2,21		1,31	0,2–5,0
Korkeus merenpinnasta, m				
Elevation, above sea level, m	113		15	63–140
– MT – Myrtillus type	122	t = 4,02***	8	110–140
– OMT – Oxalis-Myrtillus type	106		16	63–135
Kivisyysindeksi, cm				
Stoniness index, cm	14,1		6,4	3,2–27,0
– MT – Myrtillus type	10,1	t = 4,30***	3,8	3,2–18,3
– OMT – Oxalis-Myrtillus type	17,4		6,2	8,0–27,0
Humuksen paksuus, cm				
Thickness of humus layer, cm	3,7		2,2	1,2–11,4
– MT – Myrtillus type	4,1	t = 1,07	2,1	2,4–11,1
– OMT – Oxalis-Myrtillus type	3,4		2,3	1,2–11,4

Taulukko 2. Puustotunnukset.
Table 2. Tree characteristics.

Muuttuja Variable	Ennen suojuispuuhakkuuta Prior to shelterwood cutting (n = 40)			Suojuispuuhakkuun jälkeen After shelterwood cutting (n = 35)		
	\bar{x}	s	r	\bar{x}	s	r
Tilavuus, m ³ /ha Volume, m ³ /ha	236	61	80–428	120	43	39–220
% tilavuudesta Per cent of volume						
– Kuusi – Spruce	74,2	18,7	11,7–96,4	64,8	27,6	5,1–95,8
– Mänty – Pine	18,6	17,2	0,0–88,3	27,1	25,8	0,0–94,8
– Koivu – Birch	7,1	7,2	0,0–25,8	8,0	10,5	0,0–42,3
Runkoluku, kpl/ha Number of stems/ha	435	126	200–739	186	80	33–392
– Kuusi – Spruce	324	106	141–618	128	79	0–375
– Mänty – Pine	65	75	0–400	35	36	0–140
– Koivu – Birch	45	52	0–167	23	31	0–122
– Yli 18 cm – – Over 18 cm	–	–	–	160	58	33–262
% runkoluvusta Per cent of stems						
– Kuusi – Spruce	75,8	16,6	33,3–100,0	63,4	29,7	0,0–100,0
– Mänty – Pine	14,1	14,3	0,0–66,7	24,8	29,6	0,0–100,0
– Koivu – Birch	10,1	11,3	0,0–39,2	11,8	15,7	0,0–59,7
Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, m ² /ha	22,8	5,4	11,5–40,3	11,0	3,5	1,5–16,9
% pohjapinta-alasta Per cent of basal area						
– Kuusi – Spruce	73,8	18,4	19,5–96,1	62,4	27,5	0,0–94,9
– Mänty – Pine	17,7	16,5	0,0–80,4	28,3	26,5	0,0–94,7
– Koivu – Birch	8,5	9,1	0,0–34,8	9,2	11,9	0,0–41,2
Keskiläpimitä, cm Mean diameter, cm	–	–	–	32,7	3,8	24,4–45,4
– Kuusi – Spruce	(26,4	4,6	15,6–34,4	28,6	4,1	19,9–38,0)*
– Mänty – Pine	(26,3	6,2	12,7–38,3	27,2	4,6	16,0–35,0)*
– Koivu – Birch	–	–	–	33,6	6,8	23,0–55,0
– Yli 18 cm – – Over 18 cm	–	–	–	(32,4	6,8	23,0–55,0)*
– Koivu – Birch	–	–	–	26,5	6,0	16,5–39,5
– Yli 18 cm – – Over 18 cm	–	–	–	(24,0	6,1	16,0–37,0)*
Ikä, vuotta Age, years	89	14	45–110	–	–	–

* aritmeettinen keskiarvo – arithmetical mean

tiin hyvin erityyppisiin metsiköihin. Puuston tilavuus vaihteli välillä 80–428 m³/ha. Kuusen osuus tilavuudesta oli keskimäärin 74 %, männyn 19 % ja koivun 7 %. Hakkuupoistuma oli keskimäärin 118 m³/ha, vaihdellen välillä 49–242 m³/ha. Kuusen osuus hakkuupoistuman tilavuudesta oli 84 %, männyn 10 % ja koivun 6 %. Hakkuun jälkeen puuston tilavuus oli keskimäärin 120 m³/ha. Suojuispuuhakkuussa kuusen suhteellinen osuus tilavuudesta pieneni ja männyn kasvoi. Koivun osuuden muutokset olivat vähäisiä. Puuston keskimääräinen pohjapinta-ala pie-

neni suojuispuuhakkuussa 23:sta 11:een m²:iin/ha. Ennen hakkuuta puustojen pohjapinta-ala vaihtelivat välillä 12–40 m²/ha ja hakkuun jälkeen välillä 2–17 m²/ha (taulukot 2 ja 3).

Suojuispuuhakkuussa puuston hehtaarikohtainen runkoluku pieneni keskimäärin 435:stä 186:een. Hakkuupoistuma oli keskimäärin 234 kpl/ha. Rinnankorkeudelta yli 18 cm:n paksuisia suojuispuita oli hakkuun jälkeen 160 kpl/ha. Ennen hakkuuta puuston runkoluku vaihteli välillä 200–739 kpl/ha ja hakkuun jälkeen välillä 33–392. Toimenpi-

teiden yhteydessä oli pyritty metsänhoito-ohjeiden mukaisesti suosimaan mäntyä ja koivua. Kuusen prosenttiosuus runkoluvusta pieneni 76:sta 63:een (taulukot 2 ja 3).

Mikola (1956) on ehdottanut luontaiseen uudistamiseen tähtäävissä hakkuissa käytettäväksi seuraavaa runkolukuihin perustuvaa luokitusta:

Uudistusasetus	Runkoluku, kpl/ha	Pohjapinta-ala, m ² /ha
Harva siemenpuuasento	10...50	... 2,9
Tiheä siemenpuuasento	51...100	3,0... 5,9
Harva suojuispuuasento	101...200	6,0...11,9
Tiheä suojuispuuasento	201...300	12,0...17,9
Väljennys I. valmiusasento	300...500	18,0...

Koska metsikön runkoluku ei puuston vaihtelevan järeiden vuoksi kerro riittävästi suojuispuualojen todellisesta tiheydestä, puustot luokitettiin myös pohjapinta-alan perusteella. Pohjapinta-alaluokat saatiin muuttamalla runkoluvut pohjapinta-aloiksi käyttäen apuna uudistuskypsin metsiköiden keskiläpimitä 27,5 cm (Kuusela ja Salminen 1980) ja olettamalla keskiläpimitan keskihajonta nollassi (ks. Leikola ja Leinonen 1989).

Ennen suojuispuuhakkuuta 17,5 % metsiköistä oli pohjapinta-alaluokassa alle 18 m²/ha. Kuitenkin vain kolmasosa näistä oli runkoluvun perusteella arvioiden selvästi uudistusasetuksen, joten niissä oli tehty uudistamista valmistavia taimettamishakkuuta. Vähäpuustoiset metsiköt olivat yleensä monijakoisia. Niissä mänty tai koivu muodosti ylemmän jakson ja kuusi alemman. Puolet metsiköistä oli melko säännöllisin harvennushakkuin käsiteltyjä. Niissä puuston pohjapinta-ala oli yli 18 m²/ha ja runkoluku vaihteli välillä 300–500 kpl/ha. Pitkään käsittelemättöminä olleita tiheitä kuusikoita oli noin neljännes tapauksista (taulukko 4).

Suojuispuuhakkuun jälkeen vajaa kymmenesosa uudistusaloista oli siemenpuuasennossa. Näillä aloilla puuston pohjapinta-ala oli alle 6 m²/ha ja runkoluku alle 100 kpl/ha. Pohjapinta-alaluokassa 6,0–11,9 m²/ha puuston runkoluku vaihteli voimakkaasti järeistä siemenpuuasennosta monijakoisiin eri-ikäisrakenteisiin uudistusaloihin. Noin viidennes tapauksista oli normaaleita harvoja suojuispuuasentoja, joissa pohjapinta-ala oli välillä 6,0–11,9 m²/ha ja runkoluku välillä 100–200 kpl/ha. Pohjapinta-alaluokassa 12,0–17,9 m²/ha puuston runkoluku oli yleensä välillä 201–300 kpl/ha; noin kolmannes aloista oli kuitenkin selvästi keski-

Taulukko 3. Hakkuupoistuma.
Table 3. The removal in the shelterwood cutting.

Hakkuupoistuma Removal	\bar{x}	s	r
Tilavuus, m ³ /ha Volume, m ³ /ha	118	50	49–242
% tilavuudesta Per cent of volume			
– Kuusi – Spruce	84,0	14,8	46,0–100,0
– Mänty – Pine	9,9	10,9	0,0–35,2
– Koivu – Birch	6,0	9,2	0,0–38,8
Runkoluku, kpl/ha Number of stems/ha	234	105	89–518
% runkoluvusta Per cent of stems			
– Kuusi – Spruce	86,7	11,4	55,9–100,0
– Mänty – Pine	7,4	8,9	0,0–35,2
– Koivu – Birch	6,5	8,7	0,0–38,8
Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, m ² /ha	11,6	5,0	1,5–23,7
% pohjapinta-alasta Per cent of basal area			
– Kuusi – Spruce	86,2	14,8	48,0–100,0
– Mänty – Pine	7,1	11,4	0,0–37,5
– Koivu – Birch	7,0	9,4	0,0–28,8

määräistä järeämpiä. Niissä runkoluku oli alle 200 kpl/ha (taulukko 4).

Jos alle 18 cm:n paksuiset puut jätetään tarkastelun ulkopuolelle, 20 % aloista oli runkoluvultaan siemenpuuasennossa, 31 % harvassa suojuispuuasennossa ja 42 % tiheässä suojuispuuasennossa. Metsänhoito-ohjeita (Etelä-Suomen... 1981) harvempaan asentoon hakattuja metsiköitä oli 14 prosenttia. Puusto oli ohjeen (80–150 kpl/ha) mukainen 31 %:ssa ja sitä tiheämpi 42 %:ssa tapauksista.

322. Puuston laatu ja tuhot

Ennen suojuispuuhakkuuta puustojen aritmeettinen keskiläpimitä vaihteli välillä 16–34 cm. Ennen hakkuuta keskiläpimitä laskettiin runkoluvun ja pohjapinta-alan avulla. Hakkuun jälkeen ilmoitetut luvut perustuvat koepuuaineistoon. Suojuispuuhakkuussa puuston aritmeettinen keskiläpimitä nousi kolmella cm:llä 29 cm:iin. Pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitä oli suojuispuualoilla 33 cm, vaihdellen välillä 24–45 cm. Männyn

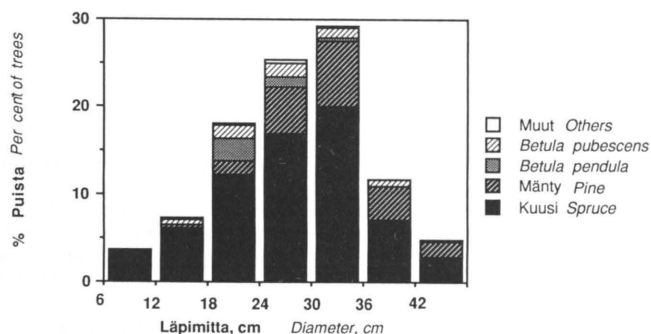
Taulukko 4. Metsiköiden luokittelu pohjapinta-alan ja runkoluvun perusteella.
Table 4. The percentage of the stands according to the basal area and the number of stems.

	Runkoluku, kpl/ha Number of stems/ha	Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, m ² /ha				Yhteensä Total
		3,0–5,9	6,0–11,9	12,0–17,9	18,0–	
		% metsikoistä (metsiköitä kpl) Per cent of stands (number of stands)				
Ennen	51–100	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
suojuspuu-	101–200	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
hakuuta	201–300	0,0 (0)	0,0 (0)	5,0 (2)	7,5 (3)	12,5 (5)
Prior to	301–500	0,0 (0)	0,0 (0)	7,5 (3)	50,0 (20)	57,5 (23)
shelterwood	501–	0,0 (0)	2,5 (1)	2,5 (1)	25,0 (10)	30,0 (12)
cutting	Yhteensä – Total	0,0 (0)	2,5 (1)	15,0 (6)	82,5 (30)	100,0 (40)
Suojuspuu-	10–50	5,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,7 (2)
hakuun	51–100	2,9 (1)	11,4 (4)	0,0 (0)	0,0 (0)	14,3 (5)
jälkeen	101–200	0,0 (0)	20,0 (7)	11,4 (4)	0,0 (0)	31,4 (11)
After shelter-	201–300	0,0 (0)	11,4 (4)	31,4 (11)	0,0 (0)	42,9 (15)
wood cutting	301–500	0,0 (0)	5,7 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,7 (2)
	Yhteensä – Total	8,6 (3)	48,5 (17)	42,9 (15)	0,0 (0)	100,0 (35)

ja kuuset olivat selvästi järeämpiä kuin koi-
vut (taulukko 2).

Suojuspuualoille jätetyn kuusi- ja mänty-
puuston runkoluvun frekvenssi oli suurin lä-
pimittaluokassa 30–35 cm (kuva 3). Tähän
luokkaan sattuiivat myös molempien puula-
jien pohjapinta-alalla painotetut keskiläpimi-
tät. Kuusen osalta jakauma painottui pie-
nempään läpimittaluokkiin kuin männyllä.
Koivujen frekvenssi oli suurin läpimittalu-
kassa 18–23 cm. Rauduskoivut olivat selväs-
ti hieskoivuja järeämpiä. Suojuspuualoille jä-
tetyt pieniläpimittaiset päällyspuut olivat val-
taosaltaan kuusia. Alle 18 cm:n paksuisten
puiden osuus oli noin 10 % runkoluvusta.

Suojuspuualoille jätetylle puustolle hak-
kuun yhteydessä aiheutuneet vauriot olivat
vähäisiä. Kuusista oli vaurioitunut 5 %, män-
nystä 4 % ja koivuista 2 %. Kolme neljäs-
osaa tuhoista oli hakkuun ja puunkorjuun
aiheuttamia. Kirjanpainaja (*Ips typographus*)
oli hyönteistuhojen aiheuttajista merkittävin.
Sen vioittamia oli 15 % vaurioita kärsineistä
puista. Tuulituhojen osuus oli ensimmäisenä
kesänä suojuspuuhakuun jälkeen 10 %.
Hakkuuvauriot olivat yleensä oksien karsiu-
mia tai monitoimikoneen tekemiä kuorivau-
rioita. Muutamissa metsiköissä kesäaikainen
puunkorjuu oli uurtanut syviä raiteita ja ai-
heuttanut juuristovaurioita, jotka lisäävät la-



Kuva 3. Suojuspuuston läpimittaluokkajakauma.
Figure 3. The diameter distribution of mother trees in the shelterwood stands.

horiskää. Maannousemasiemen aiheuttamaa
sydänlahoa (*Heterobasidion annosum*) esi-
ntyi vain 5 %:ssa kaadettujen puiden kannoi-
sta, joten ennen hakkuuta puustot olivat ter-
veitä.

Syksyn 1989 voimakkaat tuulet väljensivät
useiden tutkimusmetsiköiden suojuspuusto-
ja, vaikka varsinaisia myrskyjä alueella ei
esiintynytäkään. Kesällä 1987 kolmanteen
kertaan inventoituissa metsiköissä hehtaari-
kohtainen tuulituhojen määrä vaihteli välillä
0–35 m³/ha ja 0–38 kpl/ha, ollen keskimää-
rin viisi m³/ha ja seitsemän kpl/ha. Suurin
osa (92 %) kaatuneista puista oli kuusia.
Tuulenkaatojen tilavuudesta oli kuusta
88 %, mäntyä 9 % ja koivua 3 %. Kaatuneis-
ta suojuspuista 85 % oli inventointihetken
mennessä korjattu talteen.

323. Käpymäärät ja siemensato

Tulevaa siemensatoa arvioitiin laskemalla
koeputtain käpymäärät. Menetelmällä on
mahdollista saada karkea kuva siemensadon
suuruudesta. Kesällä 1986 kuusen käpyjä oli
keskimäärin noin 7 000 kpl/ha. Määrä vaih-
teli hyvin vähäisestä 30 000 kpl:een/ha.
Vuonna 1987 kuusen käpyjä oli selvästi vä-
hemmän ($t = 2,21^*$); keskimäärin noin
2 300 kpl/ha. Sarvaksen (1970) mukaan kuu-
sen kävyissä on keskimäärin 234 siementä.
Tätä siemenmäärää käyttäen laskettiin po-
tentiaalinen siemensato neliometriä kohti.
Keväällä 1987 varisevien siemenien määräksi

neliometriä kohti saatiin keskimäärin 170 ja
vuotta myöhemmin 50 kappaletta. Männyn
käpyjä oli vuonna 1986 keskimäärin 2 670
kpl/ha ja vuotta myöhemmin 2 640 kpl/ha.
Sarvaksen 1970 mukaan männyllä on keski-
määrin 28,7 hedelmöitynyttä siemenaihetta
käpyä kohti. Tätä tietoa apuna käyttäen las-
kettu männyn potentiaalinen siemensato neli-
ometriä kohti vaihteli metsiköittäin välillä
0–50 kpl ollen keskimäärin 8 kpl.

324. Hakkuutähteiden määrä ja ajouratiheys

Suojuspuuhakuun jälkeen hakkuutähteet
peittivät allensa 29 % metsiköiden maanpin-
nasta. Koneellisesti hakatuissa leimikoissa
hakkuutähteet olivat kasoissa, joten niiden
peittävä pinta-ala oli 9 prosenttiyksikköä
pienempi kuin manuaalisesti hakatuissa lei-
mikoissa. Hakkuutähtekerroksen peittävyys
vaihteli metsiköittäin välillä 15–49 %. Hak-
kuutähtekerroksen paksuus oli keskimäärin
vajaa 10 cm. Koneellisesti ja manuaalisesti
hakatut leimikot eivät poikenneet hakkuu-
tähtekerroksen paksuuden suhteen tois-
taan (taulukko 5).

Keskimäärin 24 % metsiköiden pinta-alas-
ta oli jäänyt ajourien alle. Ajourien peittä-
vyys vaihtelivat metsiköittäin välillä 8–
47 % pinta-alasta. Harvesterilla tai prosesso-
rilla hakatuissa leimikoissa ajourien peittä-
vyys oli keskimäärin 33 %, kun taas metsurin
hakkaamissa leimikoissa se oli 23 % (tauluk-
ko 5). Ero oli tilastollisesti merkitsevä ($t =$

Taulukko 5. Hakkuutähtekerroksen peittävyys ja paksuus sekä ajourien alle
jäänyt osuus metsikön pinta-alasta koneellisesti (MOTO) ja manuaalisesti
(MANU) hakatuilla suojuspuualoilla.
Table 5. The coverage and thickness of logging waste and the proportion of stand
surface area covered by extraction tracks for multi-function machine logged
(MOTO) and manually logged (MANU) shelterwood stands.

Muuttuja Variable	\bar{x}	T-testi T-test	s	r
Peittävyys, % – Coverage, %	29,1		7,8	15–49
– MANU	30,3	$t = 2,49$	4,4	17–49
– MOTO	21,6		7,6	15–26
Paksuus, cm – Thickness, cm	9,9		2,0	7–14
– MANU	9,8	$t = 0,66$	1,8	7–14
– MOTO	10,4		2,9	7–14
Ajourat – Extraction tracks				
Peittävyys, % – Coverage %	24,1		7,7	8–47
– MANU	22,6	$t = 3,17^{**}$	6,5	8–39
– MOTO	33,0		8,6	25–47

3,17**). Noin 14 % aineistosta oli hakattu koneellisesti. Ajourien sijainnista piirretyistä peitepiirroksista kävi, että ajourat oli suunniteltu puunkorjuun tarpeita painottaen ja taimikon säilyttäminen oli vain muutamissa tapauksissa otettu riittävästi huomioon. Harvesterilla hakatuissa metsiköissä ajourasto oli sekavin.

33. Taimikkotunnukset

33.1. Taimimäärät ja taimikon aukkoisuus

Ennen suojuspuuhakkuuta yli 10 cm:n pituisten kuusentaimien määrät vaihtelivat metsiköittäin välillä 1 197–6 708 kpl/ha (taulukko 6). Osa kuusentaimista oli kasvatuskelvottomia huonon kuntonsa, kasvutilan puutteen tms. syyn perusteella. Riittävän kasvutilan omaavien kasvatuskelvoisten taimien määrät vaihtelivat välillä 194–3 627 kpl/ha. Lisäksi metsiköissä oli alle 10 cm:n pituisia vaihtu-

va taimiainesta, jonka määrät vaihtelivat välillä 490–43 500:aan. Vaihtuva taimiaines muodosti eräänlaisen taimipankin, jonka turvin vakiintuneiden taimien määrä myöhemmin lisääntyi. Ennen hakkuuta kuusentaimia oli keskimäärin 2 802 kpl/ha, kasvatuskelvoisia taimia 1 442 kpl/ha ja vaihtuvaa taimiainesta 9 633 kpl/ha.

Suojuspuuhakkuun jälkeen yli 10 cm:n pituisia kuusentaimia oli keskimäärin 3 041 kpl/ha ja kasvatuskelvoisten taimia 1 308 kpl/ha. Enimmillään kuusentaimimäärä oli yli 10 000 kpl/ha. Suurin mitattu kasvatuskelvoisten taimien määrä oli 2 239 kpl/ha. Alle 10 cm:n pituisia taimiainesta ei suojuspuuhakkuun jälkeen tehdystä inventoinnista mitattu.

Osa metsiköistä (17 kpl) mitattiin myös toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen. Yli 10 cm:n pituisia kuusentaimia oli keskimäärin 3 339 kpl/ha, kasvatuskelvoisia taimia 1 546 kpl/ha ja alle 10 cm:n pituisia taimiainesta oli 8 964 kpl/ha. Kuusentaimien

määrät vaihtelivat välillä 545–7 234 kpl/ha ja kasvatuskelvoisten taimien määrät välillä 416–2 639 kpl/ha. Vaihtuvaa taimiainesta oli enimmillään yli 38 000 kpl/ha (taulukko 6).

Männynntaimia oli tutkituissa kuusikoissa vähän. Koivuntaimia oli ennen hakkuuta keskimäärin 906 kpl/ha, hakkuun jälkeen 588 kpl/ha ja vuotta myöhemmin 1 797 kpl/ha. Uudistuskypsiin metsiköihin syntyneet koivut olivat pääasiassa vesasyntyisiä ja huonokuntoisia. Suojuspuuhakkuun jälkeen muutamille suojuspuualoilille oli syntynyt runsaasti siemensyntyistä koivua, josta merkittävä osa oli raudusta. Muiden lehtipuiden taimia oli ennen hakkuuta noin 1 600 kpl/ha ja hakkuun jälkeen 1 500 kpl/ha. Kasvutilan lisääntyä myös vesottuminen lisääntyi. Toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen muiden lehtipuiden taimia oli keskimäärin jo yli 2 000 kpl/ha (taulukko 6).

Taimikon aukkoisuutta kuvattiin tyhjen koealojen sadanneksen avulla. Ennen hakkuuta 47 %, hakkuun jälkeen 50 % ja vuotta myöhemmin 42 % koealoista oli taimettomia, jos tarkastelu rajataan kasvatuskelvoisiin taimiin. Kaikkien kuusentaimien osalta sadannekset olivat pienempiä. Taimikon aukkoisuus vaihteli voimakkaasti metsiköittäin. Alle 10 cm:n pituiset taimet luettiin 1 m²:n ruudulta, joten tyhjen ruutujen sadannekset ovat tästä syystä korkeampia kuin kaikkien taimien tarkastelussa. Ennen hakkuuta taimettomia ruutuja oli 77 % ja toisena kesänä hakkuun jälkeen 72 %.

Pohtilan (1977) mukaan hyväksyttävän minimimetyksen tilajärjestysmalliksi taimikkovaiheessa näyttäisi hyvin sopivan Poissonin satunnaisjakauma tyypistettynä ryhmittäisimmästä päästä siten, että taimille asetetaan tietty minimietäisyysvaatimus. Tätä mallia onkin käytetty mm. valtakunnan metsänuudistamisen inventoinnissa (VMUI) (Räsänen ym. 1985, Peltonen 1986). Tässä tutkimuksessa suojuspuualoilte syntyneet taimikot luokitettiin taimien määrän ja aukkoisuuden perusteella seuraaviin neljään luokkaan:

Taimia, kpl/ha	Tyhjiä koealoja, %
1 801...	...16,6 (Täystiheä)
1 301...1 800	16,7...27,3 (Tyydyttävä)
701...1 300	27,4...49,6 (Aukkoinen)
... 700	49,7... (Erittäin aukkoinen)

Aukkoisuutta kuvattiin tyhjen koealojen sadanneksella, jota verrattiin Poissonin satunnaisjakauman edellyttämään arvoon. Milloin

sadannes oli satunnaisjakauman edellyttämää arvoa suurempi, sen katsottiin alentavan taimikon laatua.

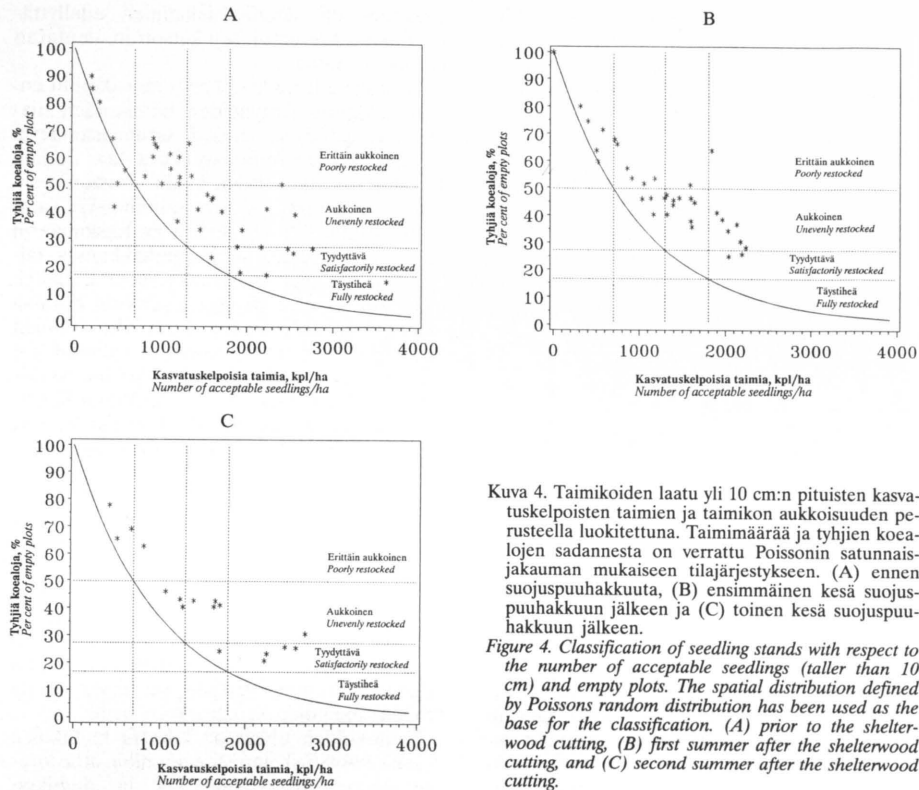
Luontaisesti uudistettaviin metsiköihin ennen hakkuuta syntyneiden taimikoiden tilajärjestys poikkesi selvästi satunnaisuudesta ryhmittäisyyden suuntaan (kuva 4a). Tyhjen koealojen sadanneksen avulla Poissonin satunnaisjakaumasta saadut taimimäärät vaihtelivat välillä 110–1 940 kpl/ha. Keskimäärin se oli 840 kpl/ha. Suojuspuuhakkuussa taimien määrä pieneni ja aukkoisuus lisääntyi. Taimikoita kuvaavat pisteet siirtyivät kuvassa vasemmalle ja ylöspäin (kuva 4b). Tyhjen koealojen sadannesta vastaavat taimimäärät oli vaihtelivat välillä 0–1 390 kpl/ha. Keskiarvo oli 748 kpl/ha. Toiseen hakkuun jälkeeseen kesään mennessä taimikon tilajärjestys oli lähestynyt selvästi Poissonin satunnaisjakauman mukaista, mutta edelleen taimikot olivat ryhmittäisiä (kuva 4c). Tyhjen ruutujen sadannesta vastaavat taimimäärät vaihtelivat välillä 250–1 570 kpl/ha keskiarvon ollessa 920 kpl/ha. Luontaisen uudistamisen alkuvaiheissa yksinomaan kokonaistaimimäärien perusteella tehty arvio antaa taimettumisesta liian optimistisen kuvan. Jos luontaisesti syntyneitä taimikoita halutaan verrata viljelytaimiköihin, vertailu on syytä tehdä tyhjen koealojen sadanneksen avulla.

Taimikoiden tiheys on kuvattu taulukossa 7 sekä kasvatuskelvoisten taimien että kuusentaimien kokonaismäärien ja taimikon aukkoisuuden avulla. Noin neljäsnes taimikoista oli ennen suojuspuuhakkuuta laadultaan vähintään tyydyttäviä. Suojuspuuhakkuun jälkeen vähintään tyydyttävien taimikoiden osuus oli vähäinen (6 %) ja taimikot olivat yleensä aukkoisia tai erittäin aukkoisia. Vaihtuvan taimiaineksen vakiintuessa taimikoiden tila parani useissa metsiköissä nopeasti. Jo toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen vähintään tyydyttävien vakiintuneiden taimikoiden osuus oli 29 prosenttia. Jos luokittelu olisi tehty pelkästään kasvatuskelvoisten taimien määrän perusteella, vähintään tyydyttäviä taimikoita olisi ollut ennen hakkuuta 52 %, hakkuun jälkeen 54 % ja vuosi hakkuun jälkeen 59 %. Kaikkien yli 10 cm:n pituisten kuusentaimien hyväksyminen kasvatettavaksi niiden laatuun katsomatta olisi antanut tilanteesta selvästi valoisamman kuvan. Aukkopaikoissa on etukasvusten ja vioittuneiden, kasvatuskelvottomaksi luokitettujen taimien kasvattaminen perusteltua, jos etukasvuiset ja huonolaatui-

Taulukko 6. Yli 10 cm:n pituisten taimien ja alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen määrät sekä tyhjen koealojen sadannekset.

Table 6. The number of seedlings (taller than 10 cm) and germlings (shorter than 10 cm) and the percentage of empty plots.

Muuttuja Variable	Ennen suojuspuuhakkuuta Prior to shelterwood cutting (n = 40)			Suojuspuuhakkuun jälkeen After shelterwood cutting (n = 35)			Vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen One year after shelterwood cutting (n = 17)		
	\bar{x}	s	r	\bar{x}	s	r	\bar{x}	s	r
	kpl/ha – no/ha								
Kuusentaimet Spruce seedlings	2 802	1 249	1 197–6 708	3 041	2 082	0–10 730	3 339	1 867	545–7 234
Männynntaimet Pine seedlings	126	255	0–1 250	63	143	0–711	25	36	0–139
Koivuntaimet Birch seedlings	906	792	148–4 114	588	423	97–2 106	1 797	1 575	575–6 145
Muut lehtipuut Other deciduous sp.	1 646	1 310	90–6 118	1 535	1 227	237–6 216	2 158	1 256	319–5 054
Kasvatuskelvoiset taimet Acceptable seedlings	1 442	780	194–3 627	1 308	592	0–2 239	1 546	701	416–2 693
Taimiaines (< 10 cm) Germlings (< 10 cm)	9 633	9 381	491–43 562	–	–	–	8 964	9 194	833–38 463
	Tyhjiä koealoja, % – Per cent empty plots								
Kuusentaimet Spruce seedlings	31,2	13,9	7,7–60,8	40,9	16,7	17,4–100,0	34,1	16,1	11,5–66,7
Kasvatuskelvoiset taimet Acceptable seedlings	46,9	18,1	14,2–89,5	49,7	16,0	25,0–100,0	42,4	16,8	20,8–77,8
Taimiaines (1 m ²) Germlings (1 m ²)	77,2	15,2	36,4–98,4	–	–	–	72,2	17,4	34,6–94,4



Kuva 4. Taimikoiden laatu yli 10 cm:n pituisten kasvatuskelpoisten taimien ja taimikon aukkoisuuden perusteella luokitettuna. Taimimäärää ja tyhjien koealojen sadannesta on verrattu Poissonin satunnaisjakauman mukaiseen tilajärjestykseen. (A) ennen suojuspuuhakkuuta, (B) ensimmäinen kesä suojuspuuhakkuun jälkeen ja (C) toinen kesä suojuspuuhakkuun jälkeen.

Figure 4. Classification of seedling stands with respect to the number of acceptable seedlings (taller than 10 cm) and empty plots. The spatial distribution defined by Poisson's random distribution has been used as the base for the classification. (A) prior to the shelterwood cutting, (B) first summer after the shelterwood cutting, and (C) second summer after the shelterwood cutting.

set puut eivät liiksi haittaa hyvälaatuisten taimien kasvua tai uuden taimiaineksen syntyä. Käytännön metsätaloudessa huonokuntoiset taimet jäävät yleensä raivaamatta, joten perkausta ajatellen kaikkiin taimiin perustuva luokitus kuvaa tilannetta hyvin.

Uudistettavat metsiköt ja uudistusalat luokitettiin neljään ryhmään käyttäen perustena kuusen vaihtuvan taimiaineoksen määrää ja taimettumattomia ruutujen sadanneksia (taulukko 8). Käytetyt luokat ja Poissonin satunnaisjakaumasta saadut tyhjien ruutujen sadannekset olivat seuraavat:

Taimiaines, kpl/ha	Tyhjiä ruutuja, %
5 001...	...60,7
3 501...5 000	60,8...70,4
2 001...3 500	70,5...81,9
...2 000	82,0...

Ennen suojuspuuhakkuuta alle 10 cm:n pituisen taimiaineoksen määrä oli yli 3 500

kpl/ha 67 %:ssa ja vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen 71 %:ssa tapauksista. Vaihtuva taimiaines esiintyi erittäin ryhmittäisenä. Noin 35 % metsiköistä kuului ennen hakkuuta tyhjien ruutujen sadanneksen luokkaan alle 70,5 (yli 3 500 kpl/ha). Suojuspuuhakkuun jälkeen tällaisia metsiköitä oli 41 % (taulukko 8).

Ennen suojuspuuhakkuuta tiheydeltään vähintään tyydyttävien taimikoiden osuus oli suurin päällyspuuston pohjapinta-alaluokassa 18–23 m²/ha (kuva 5). Pohjapinta-alan kasvaessa erittäin aukkoisten taimikoiden suhteellinen osuus lisääntyi. Niissä metsiköissä, joissa puuston pohjapinta-ala oli alle 18 neliometriä, taimikot olivat yleensä aukkoisia tai erittäin aukkoisia. Näissä metsiköissä puuston runkoluku oli usein suuri ja puuston keskikoko pieni (taulukko 4). Runkoluvun kasvaessa ei havaittu samanlaista erittäin aukkoisten taimikoiden suhteellisen

Taulukko 7. Taimikon laatu yli 10 cm:n pituisten taimien määrän ja aukkoisuuden perusteella luokitettuna. Table 7. The quality of seedling stands according to the number of seedlings taller than 10 cm and the percentage of empty plots.

	Tyhjiä koealoja, % Empty plots, %		Kasvatuskelpoisia taimia, kpl/ha Acceptable seedlings, no/ha			Yhteensä Total
	-700	701-1300	1301-1800	1801-		
Per cent of stands (number of stands)						
Ennen suojuspuuhakkuuta Prior to shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	2,5 (1)	2,5 (1)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	2,5 (1)	17,5 (7)	20,0 (8)
	28-49	2,5 (1)	2,5 (1)	15,0 (6)	7,5 (3)	27,5 (11)
	50-	15,0 (6)	27,5 (11)	5,0 (2)	2,5 (1)	50,0 (20)
	Yhteensä -	17,5 (7)	30,0 (12)	22,5 (9)	30,0 (12)	100,0 (40)
Suojuspuuhakkuun jälkeen After shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,7 (2)	5,7 (2)
	28-49	0,0 (0)	11,4 (4)	25,7 (9)	17,1 (6)	54,3 (19)
	50-	17,1 (6)	17,1 (6)	2,9 (1)	2,9 (1)	40,0 (14)
	Yhteensä -	17,1 (6)	28,6 (10)	28,6 (10)	25,7 (9)	100,0 (35)
Vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen One year after shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	5,9 (1)	23,5 (4)	29,4 (5)
	28-49	0,0 (0)	17,7 (3)	23,5 (4)	5,9 (1)	47,1 (8)
	50-	17,6 (3)	5,9 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,5 (4)
	Yhteensä -	17,6 (3)	23,6 (4)	29,4 (5)	29,4 (5)	100,0 (17)
Ennen suojuspuuhakkuuta Prior to shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,0 (4)	10,0 (4)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	2,5 (1)	25,0 (10)	27,5 (11)
	28-49	0,0 (0)	0,0 (0)	7,5 (3)	37,5 (15)	45,0 (18)
	50-	0,0 (0)	5,0 (2)	5,0 (2)	7,5 (3)	17,5 (7)
	Yhteensä -	0,0 (0)	5,0 (2)	15,0 (6)	80,0 (32)	100,0 (40)
Suojuspuuhakkuun jälkeen After shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	22,9 (8)	22,9 (8)
	28-49	0,0 (0)	0,0 (0)	8,5 (3)	42,9 (15)	51,4 (18)
	50-	5,7 (2)	14,3 (5)	2,9 (1)	2,8 (1)	25,7 (9)
	Yhteensä -	5,7 (2)	14,3 (5)	11,4 (4)	68,6 (24)	100,0 (35)
Vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen One year after shelterwood cutting	-16	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	17,6 (3)	17,6 (3)
	17-27	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	17,6 (3)	17,6 (3)
	28-49	0,0 (0)	0,0 (0)	5,9 (1)	41,2 (7)	47,1 (8)
	50-	11,8 (2)	0,0 (0)	5,9 (1)	0,0 (0)	17,7 (3)
	Yhteensä -	11,8 (2)	0,0 (0)	11,8 (2)	76,4 (13)	100,0 (17)

osuuden kasvua kuin pohjapinta-alan kasvaessa. Tämä johtui siitä, että pienikokoisen puuston suhteellinen osuus ja puuston järeyt vaihtelivat voimakkaasti metsiköittäin.

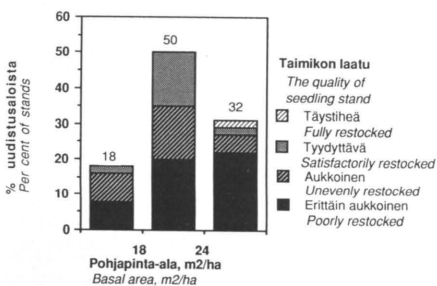
Ennen hakkuuta siemenpuuasentoon (0–100 kpl/ha) hakatuilla aloilla noin neljäsosa taimikoista oli ollut laadultaan vähintään tyydyttäviä. Harvoilla suojuspuualoilla

(100–200 kpl/ha) tyydyttävien taimikoiden osuus oli ollut noin viidesosa ja tiheillä suojuspuualoilla (200–300 kpl/ha) noin kymmenesosa (kuva 6 a). Ennen hakkuuta metsiköissä ollut taimimäärä ei ollut selvästi vaikuttanut hakkuun voimakkuuteen.

Ensimmäisenä kesänä hakkuun jälkeen taimikoiden aukkoisuus oli kaikissa runkolu-

Taulukko 8. Alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen määrä ja ryhmittäisyys.
Table 8. The number of germings (shorter than 10 cm) and its spatial distribution.

	Tyhjiä ruutuja, % Empty plots, %	Kuusen taimiaines, kpl/ha Germings, no/ha				Yhteensä Total
		–2000	20001–3500 % taimikoista (taimikoita kpl) Per cent of stands (number of stands)	3501–5000	50001–	
Ennen suojustuuhakkuuta	–60	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,0 (6)	15,0 (6)
61–70	61–70	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	20,0 (8)	20,0 (8)
Prior to shelterwood cutting	71–81	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	17,5 (7)	17,5 (7)
82–	82–	20,0 (0)	12,5 (5)	7,5 (3)	7,5 (3)	47,5 (19)
Yhteensä Total	–	20,0 (0)	12,5 (5)	7,5 (3)	60,0 (24)	100,0 (40)
Vuosi suojustuuhakkuun jälkeen	–60	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	23,6 (4)	23,6 (4)
61–70	61–70	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	17,6 (3)	17,6 (3)
One year after shelterwood cutting	71–81	0,0 (0)	5,9 (1)	5,9 (1)	17,6 (3)	29,4 (5)
82–	82–	5,9 (1)	17,6 (3)	5,9 (1)	0,0 (0)	29,4 (5)
Yhteensä Total	–	5,9 (1)	23,5 (4)	11,8 (2)	58,8 (10)	100,0 (17)



Kuva 5. Taimikoiden laatu pohjapinta-alan perusteella luokitettuna ennen suojustuuhakkuuta.

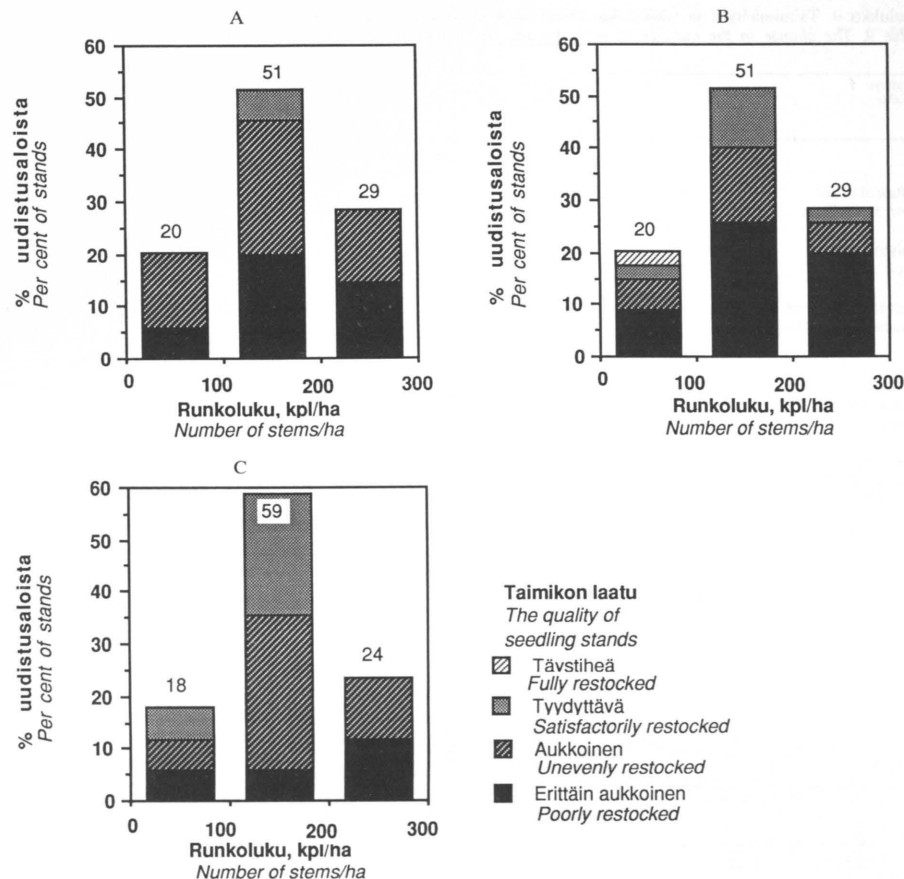
Figure 5. The quality of seedling stands with respect to the basal area prior to the shelterwood cutting.

kuukaudissa suurta. Laadultaan parhaat taimikot mitattiin suojustuualoilla, joissa runkoluku oli välillä 100–200 kpl/ha. Erittäin aukkoisten taimikoiden suhteellinen osuus oli suurin tiheillä suojustuualoilla (kuva 6b). Seuraavan vuoden kuluessa taimikoiden laatu parani vaihtuvan taimiaineksen ylittäessä luokituskriteerinä käytetyn 10 cm:n pituusrajan. Nopeinta taimikon laadun paranemista oli harvoilla suojustuualoilla (100–200 kpl/ha), joilla jo runsas kolmannes taimikoista oli tyydyttäviä ja vain noin kymmenesosa erittäin aukkoisia (kuva 6c). Siemenpuusentoon hakatuilla aloilla voimakas heinittymisen hidasti taimikon laadun paranemista. Myös tiheillä suojustuualoilla taimikon täydentyminen oli hidasta, sillä niillä oli yleensä vähän vakiintumassa olevaa taimiainesta.

Ensimmäisen ja toisen inventoinnin välillä yli 10 cm:n pituisten kasvatuskelpoisten taimien määrä väheni enimmillään 1 450 kpl:lla/ha ja lisääntyi enimmillään 1 100 kpl:lla/ha. Keskimääräinen taimimäärä oli hakkuun jälkeen hieman suurempi kuin ennen hakkuuta. Yli 10 cm:n pituisten kuusentaimien määrä nousi keskimäärin noin 300 kpl/ha. Koivuntaimien määrä sen sijaan väheni keskimäärin 250 kpl/ha (taulukko 9). Toisen ja kolmannen inventointikerran välillä kasvatuskelpoisten taimien määrä lisääntyi miltei kaikissa metsiköissä. Keskimääräinen lisäys oli 400 kpl/ha ja se oli enimmillään 1 188 kpl/ha. Kuusentaimien määrä lisääntyi keskimäärin 1 232:lla kpl/ha ja koivuntaimien noin 1 126:lla kpl/ha (taulukko 9).

Kasvatuskelpoisten taimien osalta tyhjen koalojen sadanneksien muutokset vaihtelivat välillä –25– +32 prosenttiyksikköä. Keskimääräinen muutos oli pieni. Kuusentaimien tyhjen koalojen sadannes kasvoi keskimäärin 7 prosenttiyksikköä. Toisen ja kolmannen inventoinnin välillä kasvatuskelpoisten taimikon aukkoisuus pieneni keskimäärin 11 prosenttiyksikköä. Vain muutamissa metsiköissä taimikon aukkoisuus lisääntyi lievästi. Enimmillään sadannes pieneni 33 prosenttiyksikköä. Näin voimakas kehitys on mahdollista aloilla, joilla oli ennen hakkuuta syntynyt alle 10 cm:n pituinen taimiaines oli säästynyt hakkuussa. Kaikkien kuusentaimien osalta tyhjen koalojen sadannes pieneni 12 prosenttiyksikköä (taulukko 9).

Kuvassa 7a on tarkasteltu kasvatuskelpoisten taimien määrän kehitystä niiden 17 met-



Kuva 6. Taimikoiden laatu suojustuuston runkoluvun perusteella luokitettuna. Taimikon laatu ennen suojustuuhakkuuta (A), ensimmäisenä kesänä suojustuuhakkuun jälkeen (B) ja toisena kesänä suojustuuhakkuun jälkeen (C).

Figure 6. The quality of seedling stands with respect to the density of the stands. The quality of seedling stands prior to the shelterwood cutting (A), first summer after the shelterwood cutting (B), and second summer after the shelterwood cutting (C).

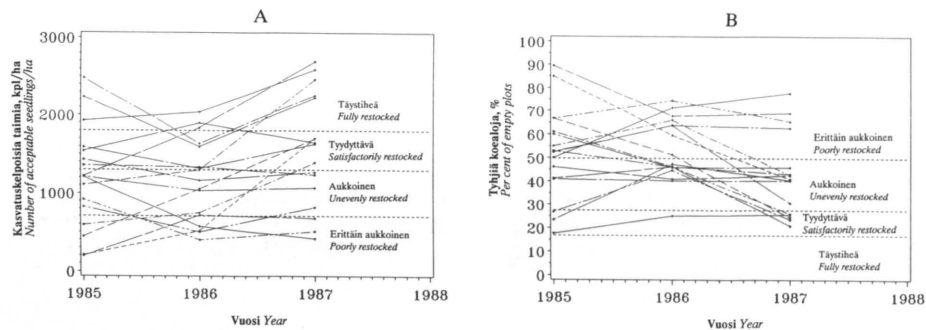
sikön perusteella, joista saatiin kerättyä mitausarja kolmelta peräkkäiseltä vuodelta. Ennen suojustuuhakkuuta yli 10 cm:n pituisia taimia oli keskimäärin 1 200 kappaletta hehtaarilla, hakkuun jälkeen niitä oli 1 140 ja vuotta myöhemmin 1 546 kappaletta. Suojustuuhakkuun yhteydessä laskussa olleet taimimäärät kääntyivät nousuun useimmissa metsiköissä. Tässä osatoksessa taimimäärän hehtaarikohtainen keskiarvo ennen hakkuuta ja hakkuun jälkeen oli noin 200 kpl/ha

kaikkien metsiköiden keskiarvoa pienempi.

Suojustuuhakkuun ja puutavaran ajon yhteydessä tyhjen koalojen sadanneksen hajoitus pieneni selvästi. Niissä metsiköissä, joissa jo ennen hakkuuta oli tyydyttävä taimikko, aukkoisuus yleensä lisääntyi ja niissä, joissa taimikko oli ennen hakkuuta aukkoisen, taimikon tilajärjestys tasoittui vaihtuvan taimiaineksen vakiintuessa. Tästä syystä keskimääräinen aukkoisuus ei juurikaan muuttunut. Vuosi suojustuuhakkuun jälkeen auk-

Taulukko 9. Taimimäärien ja tyhjien koealojen sadanneksen muutos peräkkäisten inventointien välillä.
Table 9. The change in the number of seedlings and the proportion of empty plots between successive inventories.

Muuttuja Variable	Suojuspuuhakkuu Shelterwood cutting (n = 35)			Suojuspuuhakkuun jälkeen After shelterwood cutting (n = 17)		
	\bar{x}	s	r	\bar{x}	s	r
	kpl/ha – no/ha					
Kuusentaimet Spruce seedlings	+ 304	1 403	-1 491 – +4 031	+ 1 232	1 200	-328 – + 3 957
Koivuntaimet Birch seedlings	-251	663	-2 685 – +723	+ 1 126	1 549	+ 77 – + 5 702
Kasvatuskelpoiset taimet Acceptable seedlings	+ 79	588	-1 453 – +1 134	+ 402	433	-247 – + 1 188
	Tyhjiä koealoja, % – Per cent empty plots					
Kuusentaimet Spruce seedlings	+ 7,2	13,5	-24,5 – + 32,4	-11,8	9,4	-27,0 – + 3,6
Kasvatuskelpoiset taimet Acceptable seedlings	-0,1	15,1	-26,7 – + 24,5	-10,6	12,6	-33,3 – + 6,4



Kuva 7. Yli 10 cm:n pituisten taimien määrän (A) ja tyhjien koealojen sadanneksen (B) muutos vuosina 1985–1987 tehtyjen inventointien välillä.

Figure 7. The changes in the numbers seedlings (taller than 10 cm) (A) and in the percentage of empty plots (B) between inventories made in the years 1985–1987.

kaisuuden keskihajonta oli jälleen lisääntynyt, sillä osassa metsiköitä taimikon aukkoisuus alkoi pienentyä nopeasti. Osassa metsiköitä taimikon laatu ei vaihtuvan taimiaineksen puuttuessa juuri muuttunut. Näissä metsiköissä taimikon täydentyminen jää suojuspuuhakkuun jälkeen syntyvien taimien varaan (kuva 7b). Taimikon aukkoisuus oli tutkitussa osaotoksessa ennen hakkuuta keskimäärin 5 ja hakkuun jälkeen keskimäärin 3 prosenttiyksikköä suurempi kuin koko aineistossa.

332. Taimien laatu

Taimien laatua tutkittiin joka kolmannella ns. erikoiskoealalla. Suojuspuuhakkuun jälkeen yli puolet (54 %) tutkituista männyn- ja kuusentaimista oli kehityskelpoisia, eli niiden katsottiin voivan elpyä ilman raivausta, perkausta tms. toimenpiteitä (ks. luku 23.). Neljännes (25 %) kuusentaimista oli kunnoltaan kohtalaisia, mutta niillä ei ollut riittävästi kasvutilaa ilman em. toimenpiteitä. Kasvatuskelvottomiksi luokitettiin 21 % tai-

mista. Kasvutilan puute (49 %) ja huono kunto (46 %) olivat selvästi yleisimmät taimien kehityskelvottomuuden syyt.

Toisen ja kolmannen inventoinnin välillä kehityskelpoisten taimien suhteellinen osuus pieniäni 60:stä 46:een %:iin, kun tarkasteltiin samoja (17 kpl) metsiköitä. Kasvatuskelpoisten taimien osuus lisääntyi 17 yksikköllä 20:stä 37:een %:iin. Kehityskelvottomien taimien osuus pieniäni vähän. Taimien kehityskelvottomuuden syistä kasvutilan puute oli lisännyt osuuttaan 38:sta 65:een %:iin. Tiheissä taimiryhmissä kasvutilan puute alkaa nopeasti heikentää taimien kuntoa, jos harvennusta ei tehdä ajoissa. Varsinkin huonokuntoisten ja etukasvuisten taimien poisto oli useissa metsiköissä tärkeä pienten taimien kasvatuksen edellytys. Huonon kuntosuun vuoksi kasvatuskelvottomien taimien osuus oli pienentynyt 48:sta 35:een %:iin.

Ensimmäisenä kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen inventoiduista kuusentaimista 23 % oli vioittuneita. Yleisin (31 %) tuhojen ilmenemismuoto oli oksien karsiutumisen. Neljännes vaurioituneista kuusentaimista oli niin pahoin kallistuneita, että niiden kasvataminen ei ollut järkevää. Lievästi kallistuneita taimia oli 16 %. Noin 10 % tuhoista oli latvan katkeamisia. Taimen latva oli katkenut yleensä siten, että enemmän kuin kaksi vuosikasvainta puuttui. Tukkimiehen tai (*Hylobius abietis*) aiheutti 6 % tuhoista. Taimille aiheutuneet tuhot olivat yleensä vakavia. Noin 73 % vaurioituneista taimista oli kituvia tai kuolleita. Yleisimmin (65 %) tai-

met olivat vioittuneet puiden kaadon yhteydessä. Puutavaran ajo oli aiheuttanut 19 % taimien vioista (taulukko 10). Useissa tapauksissa taimien vian aiheutti sekä metsäkuljetus että hakkuu yhdessä, joten primääristä syytä oli vaikea määrittää.

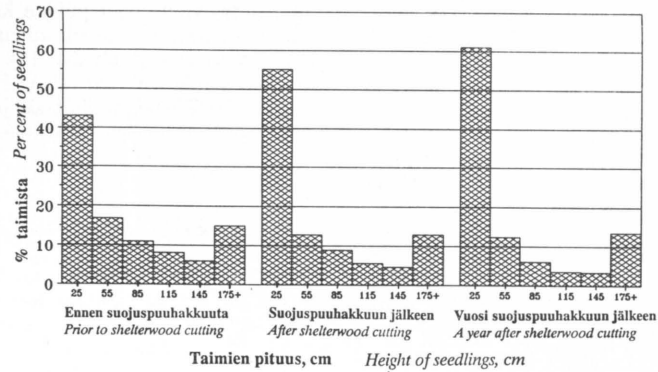
333. Taimikon pituus ja pituuskasvu

Taimikon keski- ja mediaanipituudet laskettiin siten, että huonon kuntosuun ja sopimatoman kokonsa (muttei kasvutilan puutteen) vuoksi kasvatuskelvottomat taimet rajattiin tarkastelun ulkopuolelle. Ennen suojuspuuhakkuuta taimikoiden keskipituudet vaihtelivat välillä 13–141 cm ja mediaanipituudet välillä 13–131 cm. Keskimääräinen taimikko oli keskipituudeltaan 74 cm ja mediaanipituudeltaan 58 cm. Suojuspuuhakkuun jälkeen taimikoiden keskipituus oli 84 (20–237) cm ja mediaanipituus 50 (13–225) cm. Vuotta myöhemmin vastaavat arvot olivat 74 (22–162) cm ja 46 (15–154) cm.

Taimikoiden pituusluokkajakaumat olivat oikealle vinoja, sillä keskipituus oli suurempi kuin mediaanipituus. Jakaumien vinouden vuoksi mediaanipituus kuvasi taimikon kokoa yleensä paremmin kuin keskipituus, joka painotti liikaa harvalukuisia suurikokoisia taimia. Pituusluokassa 10–40 cm oli ennen suojuspuuhakkuuta 43 % taimista. Suojuspuuhakkuun jälkeen tähän luokkaan kuului 55 % ja vuotta myöhemmin 61 % taimista

Taulukko 10. Kuusentaimille aiheutuneet viat ja niiden arvioidut aiheuttajat.
Table 10. The estimated causes of different kinds of defects in the spruce plants.

Vian ilmeneminen Appearance of defect	Hakkuu Felling	Ajo Driving	Hakkuutähteet Logging waste	<i>Hylobius abietis</i>	Muu Other	Yhteensä Total
% ilmenemistapauksista – Per cent of defects found						
Kallistuma (lievä) Tilted (slight)	12,3	3,2	0,2	0,0	0,8	16,5
Kallistuma (vakava) Tilted (serious)	17,0	7,7	0,3	0,0	0,3	25,3
Karsiuma Pruning	23,7	6,6	0,0	0,0	0,8	31,1
Latva katkennut (lievä) Broken top (slight)	1,4	0,2	0,3	0,0	0,0	1,9
Latva katkennut (vakava) Broken top (serious)	9,1	0,2	0,0	0,0	0,0	9,3
Kolouma Peeling	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	6,3
Muu Other	1,9	0,8	0,3	0,0	6,6	9,6
Yhteensä – Total	65,4	18,7	1,1	6,3	8,5	100,0



Kuva 8. Kuusentaimien pituusluokkajakaumat.
Figure 8. The height distribution of spruce seedlings.

(kuva 8). Pienikokoisten taimien suhteellisen osuuden lisääntyminen selittyi vaihtuvan taimiaineoksen vakiintumisella (ks. taulukko 7).

Kasvatuskelpottomat taimet olivat yleensä pitempiä kuin kasvatuskelpoiset taimet. Koivun ja muiden lehtipuiden taimet olivat kuusentaimiin verrattuna selvästi etukasvuissa. Taimikon pituuskasvua on usein käytetty taimien kunnon ja fysiologisen tilan mittarina. Ennen suojuspuuhakkuuta taimien keskimääräinen pituuskasvu vaihteli metsiköittäin 1,8 cm:stä 8,1 cm:iin.

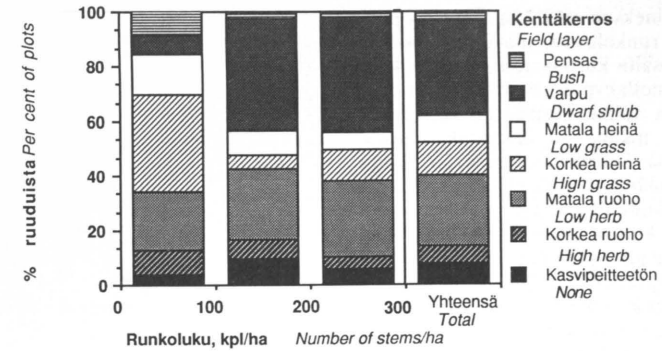
34. Pohja- ja kenttäkerroksen laatu

Pohjakerroksen laatu luokitettiin ennen suojuspuuhakkuuta kolmeen päluokkaan. Tätä jakoa tarkennettiin käyttäen lisämääränä kenttäkerroksen laatua (vrt. Terti 1932, Hänninen ym. 1972). Luokkien kuvaukset on esitetty liitteessä 2. Tutkimuksessa inventoitiin yhteensä 1 949 ruudua, joista 1 086 (56 %) oli käenkaali-mustikkatyyppiin ja 863 (44 %) mustikkatyyppiin mailla. Ohutsammaleista pohjakerrosta oli molemmilla metsätyypeillä yhtä paljon: 39 % ruuduista. Ohutsammaleisia ruutuja, joissa varpukasvillisuus oli voimakasta, oli MT:llä selvästi enemmän kuin OMT:llä. Paksusammaleisia ruutuja oli MT:llä 37 % ja OMT:llä 21 %. Vajaa neljännes MT-metsiköistä ja runsas kolmannes OMT-metsiköistä oli karikepohjaisia. Varsinkin OMT:llä useilla karikepohjaisilla ruuduilla esiintyi varjoruohoja ja heiniä, mutta yleensä kenttäkerroksen peittävyys oli niillä

vähäinen. Voimakkaasti heinittyneet ja ruohottuneet koelat erotettiin omaksi ryhmäkseen. Niiden osuus oli MT:llä pieni ja OMT:llä niitä oli noin 5 %.

Toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen pohja- ja kenttäkerroksen laatu määritettiin erikseen jokaiselta koeruudulta. Tutkituista pohjakerroksruuduista 51 % oli karikepohjaisia, 28 % ohutsammaleisia, 12 % paksusammaleisia ja 9 % humuspohjaisia. Hakkuutähteistä varisset neulaset peittivät maanpintaa paikoin paksuna kerroksena. Varsinkin ajourilta sammalpeite oli kulunut pois. Ajourilla karike- tai humuspohjat olivat yleisiä ja ne olivat usein pintaosiltaan rikkoutuneita. Sammalpeitteen osuus oli ennen hakkuuta vallinneeseen tilanteeseen verrattuna pienentynyt. Kosteissa notkoissa karhunsammalen (*Polytrichum commune*) peittävyys oli kuitenkin vastoin yleistä sammalpeitteen taantuvaa kehitystä lisääntynyt.

Noin neljäsosa tutkituista ruuduista oli matalien ruohojen vallitsemia (kuva 9). Tähän luokkaan luettiin kuuluvaksi matalia leveälehtisiä kasveja, kuten oravanmarja (*Maianthemum bifolium*), käenkaali (*Oxalis acetosella*), lillukka (*Rubus saxatilis*) ja metsäimare (*Dryopteris carthusiana*). Varsinkin lillukan peittävyys oli lisääntynyt huomattavasti. Korkeita ruohoja esim. maitohorsmaa (*Epilobium angustifolium*), mesiangeroa (*Filipendula ulmaria*) sekä suuria saniaisia esiintyi vallitsevana noin kuudella prosentilla ruuduista. Korkeiden heinien luokkaan kuuluivat runsaimpina kastikat (*Calamagrostis* sp.). Noin 12 % ruuduista oli korkeiden hei-



Kuva 9. Kenttäkerroksen laatu toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen puuston runkoluvun perusteella luokitettuna.
Figure 9. The quality of the field layer in the second summer after the shelterwood cutting with respect to the number of shelter trees.

nien vallitsemia. Matalien heinien kuten metsälauha (*Deschampsia flexuosa*), nuokkuhalmikkä (*Melica nutans*) yms. vallitsemia ruutuja oli vajaa 10 %. Varpukenttäkerroksen osuus oli 35 % ja pensaiden 4 %. Toisena hakkuun jälkeisenä kesänä vielä noin 8 % ruuduista oli kasvipeitteettömiä.

Suojuspuuston runkoluvulla oli selvä vaikutus kenttäkerroksen kasvillisuuden sukkusioon. Harvaan ja tiheään siemenpuuasetoon (alle 100 kpl/ha) hakatut metsiköt olivat selvästi voimakkaammin heinittyneitä ja ruohottuneita kuin harvaan ja tiheään suojuspuuasetoon hakatut alat, joilla varpujen vallitsemat ja kasvipeitteettömät ruudut olivat yleisiä (kuva 9). Kenttäkerroksen keskimääräinen peittävyys lisääntyi 22:sta 37:een %:iin, kun ruutua lähimmän suojuspuun etäisyys kasvoi yhdestä kahdeksaan metriin. Keskimääräinen kenttäkerroksen peittävyys korreloi positiivisesti ennen suojuspuuhakkuuta mitatun koivun pohjapinta-alan kanssa ($r = 0,5644^*$) ja negatiivisesti kuusipäällyspuuston runkoluvun kanssa ($r = -0,4749^*$). Ennen hakkuuta metsikössä vallinneilla olosuhteilla oli siis vaikutusta kenttäkerroksen elpymisnopeuteen.

35. Taimikon laatua ja laadun muutosta selittävät tunnuksat

35.1. Ennen suojuspuuhakkuuta

Taimien määrän riippuvuutta kasvupaikan viljavuudesta tarkasteltiin varianssianalyysin

avulla. Nollahypoteesin mukaan kasvupaikan laadulla ei ollut vaikutusta vakiintuneiden (yli 10 cm) kuusentaimien kokonaismäärään, riittävän kasvutilan omaavien kasvatuskelpoisten taimien määrään eikä alle 10 cm:n pituisen taimiaineoksen määrään. Kasvatuskelpoisia taimia oli MT:llä keskimäärin 611 kpl/ha enemmän kuin OMT:llä. Keskiarvojen ero oli merkitsevä ($F = 8,05^{**}$). Kuusentaimien osalta keskiarvojen ero 645 kpl/ha ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($F = 2,69$), sillä kuten aikaisemmin todettiin keskijajonta oli suuri. Vaihtuvan taimiaineoksen määrä oli molemmilla metsätyypeillä samaa suuruusluokkaa ($F = 0,09$).

Metsikön korkeus merenpinnan yläpuolella korreloi positiivisesti kuusentaimien määrän kanssa ($r = 0,369^*$). Korrelaatiota tulkittaessa on muistettava, että MT-metsiköt sijaitsivat keskimäärin 16 m korkeammalla merenpinnasta kuin OMT-metsiköt, joten korkeuden lisääntyessä kasvupaikan keskimääräinen viljavuus heikkeni. Kasvatuskelpoisten taimien ja vaihtuvan taimiaineoksen osalta vastaavaa riippuvuutta ei havaittu. Järvien välisillä vedenjakajilla sijaitsevat karuhkot mustikkatyyppiin metsiköt olivat kuusettuneet hyvin; tosin alikasvoksen käyttökelpoisuus lähinnä iän, koon ja kunnon vuoksi oli usein huono (liite 3).

Puustotunnusten ja taimimäärien välisiä riippuvuuksia tarkasteltiin korrelaatio- ja regressioanalyysin avulla. Nollahypoteesin mukaan puustotunnukset eivät vaikuttaneet yli 10 cm:n pituisen kuusentaimien, kasvatuskelpoisten taimien eikä alle 10 cm:n pi-

tuisen taimiaineksen määrään. Puuston pohjapinta-alan, runkoluvun, tilavuuden ja keskilämpötilan osalta korrelaatiot olivat heikkoja, joten em. nollahypoteesi jäi voimaan (liite 3). Taimi- ja taimiainemäärät korreloivat negatiivisesti mänty- ja koivusekapuuston määrän kanssa. Sekapuuston määrän lisäyksessä taimimäärät yleensä vähenivät. Korrelaatiot olivat kuitenkin heikkoja, joten niiden perusteella ei kuitenkaan ole syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon mediaanipituuden välillä oli negatiivinen korrelaatio ($r = -0,504^{***}$) (liite 3, kuva 10). Niissä metsiköissä, joissa taimikko oli isokokoista, kasvatuskelpoisten taimien määrä jäi keskimääräistä pienemmäksi. Myös vaihtuvan taimiaineksen määrä korreloi negatiivisesti yli 10 cm pituisen vakiintuneen taimikon mediaanipituuden kanssa ($r = -0,458^{**}$).

Tyhjien koealojen esiintymistodennäköisyyttä tutkittiin logististen mallien avulla sekä koeala- että metsikkötasolla. Tarkastelu tehtiin erikseen yli 10 cm:n pituisille taimille ja vaihtuvalle taimiaineksellemme. Selitettävänä muuttujina olivat taimettumattomien koealojen sadannes. Koealatason analysissä selitettävänä muuttujina olivat luokkamuuttajat metsätyyppi ja pohjakerroksen laatu sekä intervallisteikolla mitatut humuksen paksuus ja kivisyys. Nollahypoteesin mukaan mitatut

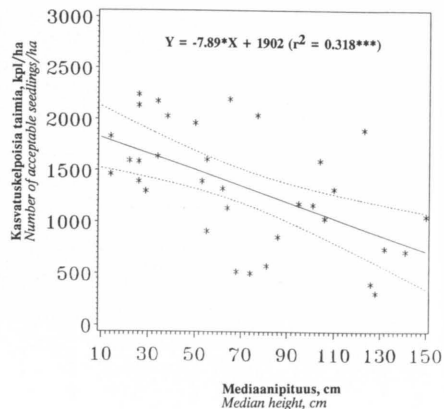
Taulukko 11. Taimettomien koealojen sadannesta selittävät logistiset regressiomallit.

Table 11. Logistic models which explain the percentage of the empty sample plots.

Vaihtelun lähde Source	df	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 1 – MODEL 1			
Vakio – Intercept	1	219,98	0,0001
Pohjakerros – Ground layer	2	14,40	0,0007
Metsätyyppi – Forest site type	1	13,14	0,0003
Mallin sopivuus – Goodness of fit (G ²)	2	0,08	0,9600

Yksittäisten parametrien analyysi – Analysis of individual parameters

Vaihtelun lähde Source	Estimaatti Estimate	Keskivirhe Standard err.	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 1 – MODEL 1				
Vakio – Intercept	-0,7596	0,0512	219,98	0,0001
Pohjakerros – Ground layer				
– Ohut sammal – Thin moss	-0,1184	0,0684	3,00	0,0834
– Paksu sammal – Thick moss	-0,1439	0,0790	3,32	0,0686
– Karike – Litter	(+0,2623)			
Metsätyyppi – Forest type				
– MT – Myrtillus type	+0,1847	0,0509	13,14	0,0003
– OMT – Oxalis-Myrtillus type	(-0,1847)			



Kuva 10. Kasvatuskelpoisten taimien määrän ja taimikon mediaanipituuden välinen riippuvuus.

Figure 10. The dependency of the number of acceptable spruce seedlings on the median height of the seedling stands.

tunnukset eivät vaikuta tyhjien koealojen esiintymistodennäköisyyteen.

Pohjakerroksen laatu ja metsätyyppi paransivat merkittävästi mallin G²-arvoa. Humuskerroksen paksuuden ja kivisyyden osalta nollahypoteesi jäi voimaan. Yhdysvaikutusten lisääminen ei parantanut mallin sopivutta. Taimettomien koealojen esiintymistä

kuvasi hyvin malli, jossa on selittäjinä olivat pohjakerroksen laatu ja metsätyyppi (taulukko 11, malli 1). Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuus oli G²-testisuureen pienen arvon perusteella hyvä. OMT:llä tyhjien koealojen sadannes oli noin 10 prosenttiyksikköä suurempi kuin MT:llä. Sammal pohjilla taimettomia koealoja oli sammal kerroksen paksuudesta riippumatta MT:llä 25 % ja OMT:llä 34 %. Karike pohjaisista koealoista oli tyhjiä MT:llä 35 % ja OMT:llä 42 %.

Pohjakerroksen laatu vaikutti selvimminkin alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen tyhjien ruutujen esiintymistodennäköisyyteen. Humuskerroksen paksuuden vaikutus oli suuntaa antava ($p < 0,1$). Metsätyyppin ja kivisyyden osalta nollahypoteesi jäi voimaan. Taimiaineksen puuttumista kuvasi hyvin logistinen malli, jossa selittäjinä olivat pohjakerroksen laatu ja humuskerroksen paksuus sekä niiden yhdysvaikutus (taulukko 12, malli

2). Taimettomien ruutujen esiintymistodennäköisyys oli pienin ohutsammal pohjilla (runsas 60 % ruuduista oli tyhjiä). Paksusammaleiset ja karike pohjaiset koealat olivat taimien synnyn ja alkukehityksen kannalta selvästi heikompia. Niillä tyhjien ruutujen osuus oli yli 80 %. Paksusammal- ja karike pohjilla taimettomien ruutujen todennäköisyys kasvoi lievästi humuksen paksuuden lisääntymisessä; ohutsammal pohjilla kasvua ei sen sijaan havaittu (kuva 11).

Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuus oli G²-testin mukaan hyvä. Residuaalitarastelussa (kuva 11) havaittiin, että sammal pohjilla mallin antama sadannes oli liian suuri humuksen paksuuden ollessa 6–8 cm ja paksuhumuksisilla koealoilla liian pieni. Humuskerroksen haitallinen vaikutus näytti siten ilmenevän vasta kun humuksen paksuus ylitti 8 cm. Paksuhumuksisia koealoja tutkittaessa aineistossa oli kuitenkin vähän.

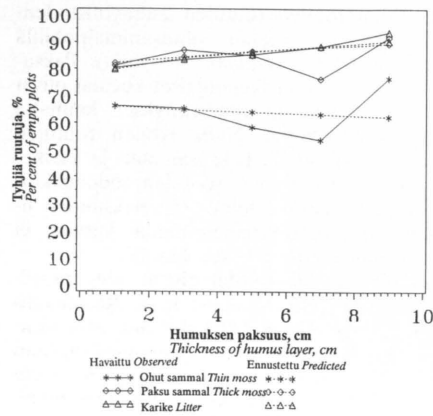
Taulukko 12. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen) sadannesta selittävät logistiset mallit.

Table 12. Logistic models which explain the percentage of the empty sample plots (germlings shorter than 10 cm).

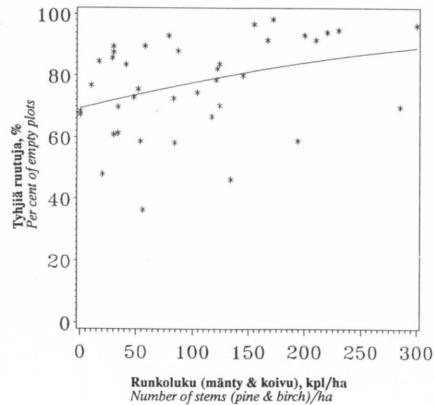
Vaihtelun lähde Source	df	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 2 – MODEL 2			
Vakio – Intercept	1	197,87	0,0001
Pohjakerros – Ground layer	2	26,02	0,0001
Humuskerros – Humus layer	1	4,11	0,0425
Humuskerros * pohjakerros Humus layer * ground layer	2	4,86	0,0881
Mallin sopivuus – Goodness of fit (G ²)	9	7,13	0,6240
MALLI 3 – MODEL 3			
Vakio – Intercept	1	3,47	0,0625
Keskipituus – Mean height	1	34,89	0,0001
Mallin sopivuus – Goodness of fit (G ²)	5	5,35	0,3715

Yksittäisten parametrien analyysi – Analysis of individual parameters

Vaihtelun lähde Source	Estimaatti Estimate	Keskivirhe Standard err.	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 2 – MODEL 2				
Vakio – Intercept	1,1893	0,0845	197,87	0,0001
Pohjakerros – Ground layer				
– Ohut sammal – Thin moss	-0,5215	0,1026	25,84	0,0001
– Paksu sammal – Thick moss	+0,3361	0,1367	6,05	0,0139
– Karike – Litter	(-0,1854)			
Humuskerros – Humus layer	0,0493	0,0243	4,11	0,0425
Yhdysvaikutukset – Interactions				
	-0,0679	0,0316	4,62	0,9316
	+0,0199	0,0360	0,31	0,5797
	(-0,0480)			
MALLI 3 – MODEL 3				
Vakio – Intercept	+0,3277	0,1759	3,47	0,0625
Keskipituus – Mean height	+0,0147	0,0025	34,89	0,0001



Kuva 11. Taimettomien pohjakerrosruutujen (alle 10 cm:n pituinen vaihtuva taimiaines) sadanneksen riippuvuus pohjakerroksen laadusta ja humuksen paksuudesta ennen suojuspuuhakkua.
Figure 11. The dependency of empty sample plots (spruce germings shorter than 10 cm) on the quality of the ground layer and the thickness of the humus layer.



Kuva 12. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaines) sadanneksen riippuvuus mänty- ja koivusekapuuston runkoluvusta kuusikoissa.
Figure 12. The dependency of the percentage of empty sample plots (spruce germings shorter than 10 cm) on the number of admixed pine and birch in the spruce stand.

Metsikkötunnusten vaikutusten tarkastelu tehtiin erikseen yli 10 cm:n pituisten kuusentaimien, kasvatuskelpoisten taimien ja alle 10 cm:n pituisella taimiaineksella. Nollahypoteesin mukaan metsikkötunnuksilla ei ole vaikutusta taimikon aukkoisuuteen. Kuusentaimien tyhjien koealojen sadannes oli OMT:llä keskimäärin 10 prosenttiyksikköä korkeampia kuin MT:llä ($F = 6,55^*$). Kasvatuskelpoisilla taimilla keskiarvojen ero oli 12 prosenttiyksikköä ($F = 4,54^*$). OMT:llä taimikot olivat siis aukkoisempia kuin MT:llä. Keskiarvojen ero oli melkein merkitsevä, joten metsätyyppien sisäinen vaihtelu oli kohtalaisen suurta. Vaihtuvan taimiaineksen tyhjien ruutujen sadanneksen osalta nollahypoteesi jäi voimaan ($F = 0,14$).

Metsikkötunnusten vaikutusta taimettomien koealojen esiintymistodennäköisyyteen tarkasteltiin logististen regressiomallien avulla. Puuston pohjapinta-alan, tilavuuden, runkoluvun tai keskiläpimitan lisääminen ei parantanut tilastollisesti merkitsevästi mallin G^2 -arvoa, joten niiden osalta nollahypoteesit jäivät voimaan.

Kuusentaimien ja kasvatuskelpoisten kuusentaimien osalta logistisen mallin G^2 -arvo parani selvästi, kun päällyspuuston puustotunnuksia käsiteltiin puulajeittain. Kuusentaimilla metsätyyppi ja kuusipäällyspuuston

pohjapinta-ala paransivat mallin G^2 -arvoa eniten (taulukko 13, malli 4). Taimikon aukkoisuus lisääntyi kuusipäällyspuuston pohjapinta-alan kasvaessa molemmilla metsätyypeillä, joiden välillä oli selvä tasoero. Kasvatuskelpoisten taimien osalta koivupäällyspuuston pohjapinta-ala paransi eniten mallin G^2 -arvoa (taulukko 13, malli 5). Koivun pohjapinta-alan lisääntyessä taimikon aukkoisuus lisääntyi. Kuusi-koivusekametsät olivat mänty-kuusisekametsiä ja puhtaita kuusikoita viljavampia. Tästä syystä metsätyyppin lisääminen malliin ei parantanut merkitsevästi G^2 -arvoa. Viljavissa kuusi-koivusekametsissä kasvatuskelpoiset taimet kasvoivat ryhmittäisesti. Molempien edellä mainittujen mallien ja havaintoaineiston yhteensopivuus jäi kuitenkin testien perusteella huonoksi.

Mänty- ja koivusekapuuston runkoluku tutkituissa kuusikoissa selitti merkitsevästi alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen tyhjien ruutujen esiintymistodennäköisyyttä (taulukko 13, malli 6). Myös sekapuuston pohjapinta-alan selitysoisuus oli miltei yhtä hyvä. Sekapuuston määrän kasvaessa tyhjien ruutujen suhteellinen frekvenssi lisääntyi. Mallin sopivuutta testaavan Hosmer-Lemeshow-testin arvo oli 0,508. G^2 -testin arvo oli sen sijaan merkitsevä. Kuvassa 12 on tarkasteltu metsiköittäin havaittuja ja ennustettuja tyh-

Taulukko 13. Taimettomien koealojen sadannesta selittävät logistiset regressiomallit.
Table 13. Logistic regression models which explains the percentage of empty sample plots.

Askel Step	Vaihtelun lähde Source	df	G^2	P_{hav} P_{enn}
MALLI 4 (Kuusentaimet, tyhjt koealat)				
MODEL 4 (Spruce seedlings, empty plots)				
1	Metsätyyppi – Forest site type	1	18,64	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	38	139,48	0,000
2	Pohjapinta-ala (ku) – Basal area (spruce)	1	7,49	0,006
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	37	131,99	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (H&L)	8	30,59	0,000
MALLI 5 (Kasvatuskelpoiset taimet, tyhjt koealat)				
MODEL 5 (Acceptable seedlings, empty plots)				
1	Pohjapinta-ala (ko) – Basal area (birch)	1	15,86	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	38	71,87	0,001
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (H&L)	7	20,17	0,005
MALLI 6 (Vaihtuva taimiaines, tyhjt ruudut)				
MODEL 6 (Germings (shorter than 10 cm), empty plots)				
1	Runkoluku (mänty & koivu) Number of stems (pine & birch)	1	37,28	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	38	209,63	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (H&L)	8	7,27	0,508
MALLI 7 (Vaihtuva taimiaines, tyhjt ruudut)				
MODEL 7 (Germings (shorter than 10 cm), empty plots)				
1	Taimikon mediaanipituus Median height of the seedling stands	1	76,96	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	38	169,96	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (H&L)	8	45,32	0,002

Mallien kertoimet – Coefficients of the models

Vaihtelun lähde Source	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Standard err.	Kerroin/keskiv. Coeff./S.e.
MALLI 4 – MODEL 4			
Vakio – Intercept	-1,1568	0,1602	-7,221
Metsätyyppi – Forest type	+0,1804	0,0504	+3,574
Pohjapinta-ala (kuusi) Basal area (spruce)	+0,0238	0,0087	+2,734
MALLI 5 – MODEL 5			
Vakio – Intercept	-0,3569	0,1091	-3,270
Pohjapinta-ala (koivu) Basal area (birch)	+0,1559	0,0399	+3,270
MALLI 6 – MODEL 6			
Vakio – Intercept	+0,8162	0,0834	+9,785
Runkoluku (mänty & koivu) Number of stems (pine & birch)	+0,0043	0,0007	+5,785
MALLI 7 – MODEL 7			
Vakio – Intercept	+0,3833	0,1066	+3,597
Mediaanipituus – Median height	+0,0127	0,0015	+8,405

jien ruutujen sadanneksia. Mallin avulla ei pystytty kovin hyvin ennustamaan tyhjien koealojen sadannesta yksittäisessä metsikössä. Hosmer-Lemeshow-testissä vierekkäiset metsiköt yhdistetään kymmeneksi ryhmäksi ja tutkitaan näiden ryhmien poikkeamista ennusteesta. Näin muodostettujen ryhmien ja ennusteen välinen yhteensopivuus oli koh-

talaisen hyvä. Sekametsissä oli alle 10 cm:n pituisia taimia keskimääräistä vähemmän ja ryhmittäisemmin kuin puhtaissa kuusikoissa.

Vakiintuneen taimikon mediaanipituus selitti myös tilastollisesti merkitsevästi vaihtuvan taimiaineksen tyhjien ruutujen sadanneksen esiintymistodennäköisyyttä (taulukko 13, malli 7). Mallin ja havaintoaineiston yh-

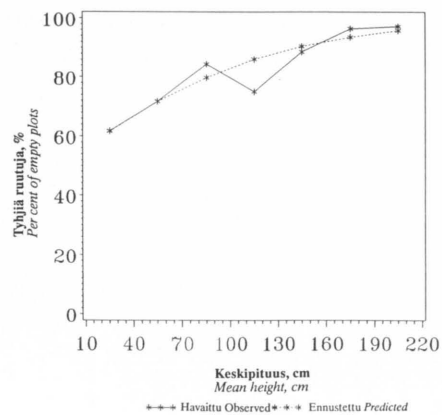
teensopivuus oli kuitenkin huonompi kuin mallissa 6. Sekapuuston pohjapinta-ala korreloi voimakkaasti taimien mediaanipituuden kanssa, joten molempien muuttujien lisääminen malliin ei parantanut yhteensopivuutta. Sekametsissä, joissa taimikko oli etukasvuista, vaihtuvaa taimiainesta oli vähän ja ryhmittäin.

Erikoiskoeala-aineiston (636) avulla tarkasteltiin koealatasolla, millä tavoin isokoiset taimet vaikuttivat alle 10 cm:n pituisen vaihtuvan taimiaineksen esiintymiseen. Nollahypoteesin mukaan vaihtuvan taimiaineksen esiintymistodennäköisyys 1 m²:n ruudulla ei riipu sitä ympäröivällä 10 m²:n koealalla olevien vakiintuneiden taimien määrästä tai keskipituudesta. Koeala-aineisto jaettiin kuusentaimien määrän perusteella kuuteen ja keskipituuden perusteella seitsemään 30 cm:n pituusluokkaan. Taimien pituuden osalta nollahypoteesi hylättiin, sillä taimien keskipituuden kasvu lisäsi selvästi tyhjien ruutujen esiintymistodennäköisyyttä. Taimimäärän vaikutus ei sen sijaan ollut merkitsevää (taulukko 12, malli 3).

Vakiintuneiden kuusentaimien (yli 10 cm) keskipituuden kasvaessa ennustettu (alle 10 cm) tyhjien ruutujen sadanekse kasvoi 60:stä sataan. Samalla koealalla ei voinut kasvaa rinnan iso- ja pienikokoisia taimia. Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuus oli hyvä, sillä G²-testin arvo oli merkitsevää. Havaitut tyhjien koealojen frekvenssit noudattivat melko hyvin ennustettuja frekvenssejä (kuva 13). Suurin poikkeama havaittiin luokassa 100–130 cm, jossa havaittu frekvenssi oli selvästi ennustettua pienempi. Suojuspuuhakkuuta suunniteltaessa tulisi etukasvuiset tiheät taimiryhmät pyrkiä säästämään, sillä tällaisessa ryhmässä ei ole pienikokoista vaihtuvaa taimiainesta, joka täydentäisi hakkuussa syntyvät aukot.

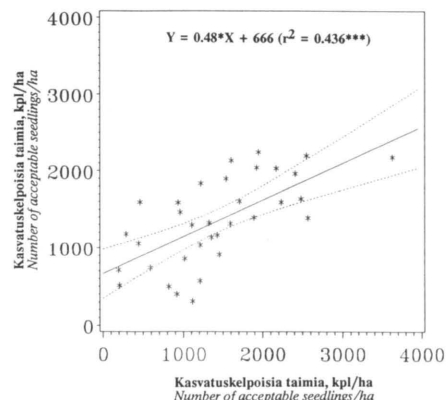
352. Ensimmäisenä kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen

Ennen hakkuuta mitattu kasvatuskelpoisten taimien määrä selitti 44 prosenttia hakkuun jälkeen mitatun vastaavan taimimäärän vaihtelusta (kuva 14). Regressiokertoimen arvo oli 0,48. Niissä metsiköissä, joissa ennen hakkuuta oli vain vähän kasvatuskelpoisia taimia, keskimääräiset taimimäärät yleensä lisääntyivät ja niissä metsiköissä, joissa taimia oli paljon, kehitys oli päinvastainen.



Kuva 13. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaineksen) sadaneksen riippuvuus samalla koealalla olevien vakiintuneiden taimien keskipituudesta.

Figure 13. The dependency of the percentage of empty sample plots (spruce seedlings shorter than 10 cm) on the mean height of seedling (taller than 10 cm) in the same sample plots.



Kuva 14. Suojuspuuhakkuun jälkeen mitatun kasvatuskelpoisten taimien määrän riippuvuus ennen hakkuuta mitatusta taimimäärästä.

Figure 14. The dependency of the number of acceptable seedlings measured in the first summer after the shelterwood cutting on the number of acceptable seedlings measured prior to the cutting.

Kaikkien kuusentaimien osalta selitysaste oli 55 prosenttia ($r^2 = 0,553$) ja regressiokertoimen arvo 1,15.

Yli 10 cm:n pituisien taimien määrän muutosta tutkittiin puustotunnusten muutosten

ten, hakkuutähteiden määrän, ajourien peittävyden sekä ennen hakkuuta mitatun taimikon pituuden ja alle 10 cm:n pituisen taimiaineksen määrän avulla. Nollahypoteesin mukaan tunnuksilla ei ole vaikutusta taimien määrän muutokseen. Kasvatuskelpoisten taimien määrä korreloi negatiivisesti hakkuupoistuman tilavuuden ja runkoluvun kanssa. Poistettu tilavuus pystyi kuitenkin selittämään vain 16 prosenttia taimien määrän muutoksen vaihtelusta. Muiden puustotunnusten osalta nollahypoteesi jäi voimaan (liite 4). Ennen hakkuuta mitattu taimikon mediaanipituus selitti merkitsevästi yli 10 cm:n pituisien kuusentaimien määrän muutosta (kuva 15). Taimikon ollessa $\frac{1}{2}$ itkää hakkuussa tuhoutuneiden taimien määrä oli suuri. Ennen hakkuuta mitattu taimiainemäärä korreloi negatiivisesti taimikon mediaanipituuden kanssa (ks. luku 351). Taimikon ollessa pienikokoista taimimäärät lisääntyivät, sillä hakkuussa tuhoutuneiden taimien määrä oli pienempi kuin 10 cm:n pituusrajan ylittäneiden taimien määrä.

Kuusentaimien määrän muutosta selitti hyvin lineaarinen kahden muuttujan regressiomalli, jossa selittäjinä olivat taimikon mediaanipituus ja hakkuutähteiden peittävyys. Mallin yhtälö oli seuraava:

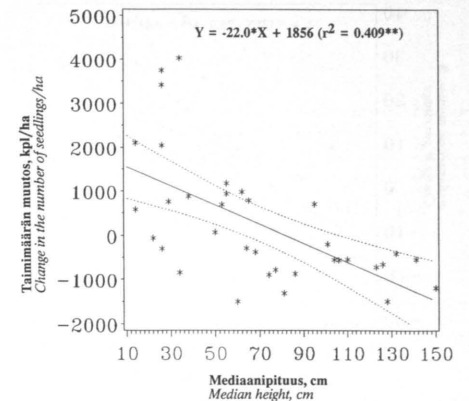
$$MU = -16,6 * ME - 57,8 * HP + 915 \quad (r^2 = 0,527***)$$

(MALLI 8)
(MODEL 8)

MU = Kuusentaimien määrän muutos, kpl/ha
Change in the number of spruce seedlings
ME = Taimien mediaanipituus ennen hakkuuta, cm
The median height of the spruce seedlings prior to the shelterwood cutting
HP = Hakkuutähteiden peittävyys, %
The coverage of logging waste

Yhtälö selitti 53 prosenttia taimimäärän muutoksen vaihtelusta. Kuusentaimien määrä väheni taimikon mediaanipituuden ja hakkuutähteiden peittävyksen kasvaessa. Kasvatuskelpoisten taimien määrän muutoksen selittämisessä korrelaatiot olivat heikompia, sillä taimien kasvatuskelpoisuus määritettiin ennen hakkuuta vain joka kolmannelta koealalta, mikä lisäsi satunnaisvirhettä.

Ennen hakkuuta mitattu kasvatuskelpoisten taimien tyhjien koealojen sadanekse selitti 36 prosenttia hakkuun jälkeen mitatun vastaavan sadaneksen vaihtelusta. Kaikkien kuusentaimien osalta selitysaste oli 29 prosenttia ($r^2 = 0,295$). Regressiokertoimien arvot olivat 0,45 ja 0,51. Taimikon aukkoisuus lisääntyi siis voimakkaammin sellaisissa met-



Kuva 15. Kuusentaimien määrän muutoksen riippuvuus ennen hakkuuta mitatusta taimikon mediaanipituudesta.

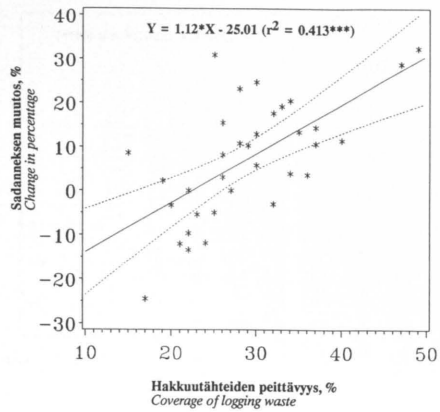
Figure 15. The dependence of the change in the number of spruce seedlings on the median height of the seedlings stands measured prior to the shelterwood cutting.

siköissä, joissa oli ennen hakkuuta tiheydeltään tyydyttävä taimikko. Taimikon ollessa ennen hakkuuta erittäin aukkoisen, hakkuu ei yleensä huonontanut tilannetta, vaan aukkoisuus pieneni vaihtuvan taimiaineksen vaikiutuessa.

Hakkuutähteiden peittävyys selitti merkitsevästi kuusentaimien aukkoisuuden muutosta suojuspuuhakkuun yhteydessä. Hakkuutähtekerroksen peittäessä alle neljänneksen metsämaan pinnasta sadaneksen muutos oli negatiivinen eli aukkoisuus pieneni hakkuuta edeltäneeseen tilanteeseen verrattuna. Niissä metsiköissä, joissa hakkuutähteiden peittävyys oli suuri, taimikon aukkoisuus yleensä lisääntyi (kuva 16). Kasvatuskelpoisten taimien osalta korrelaatiot olivat heikompia. Vain hakkuupoistuman tilavuus korreloi tilastollisesti merkitsevästi kasvatuskelpoisten taimien sadaneksen muutoksen kanssa.

353. Toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen

Ensimmäisenä kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen mitattu yli 10 cm:n pituisien kuusentaimien määrä selitti 62 prosenttia ($r^2 = 0,617***$) seuraavana vuonna mitatusta kuusentaimien määrän vaihtelusta. Kasvatuskelpoisille taimille em. selitysaste oli 65 % ($r^2 = 0,647***$). Regressiosuorien kulma-



Kuva 16. Taimettomien koalojen sadanuksen muutoksen riippuvuus hakkuutähdekerroksen peittäväydestä.

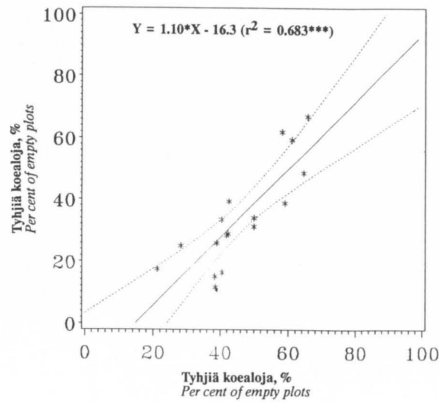
Figure 16. The dependence of the change in the percentage of empty plots on the coverage of the logging waste.

kertoimet olivat vähän yhtä suurempia (1,108 ja 1,110). Hyvin taimettuneissa metsiköissä taimimäärät lisääntyivät vain vähän keskimääräistä nopeammin.

Hakkuutähdekerroksen peittävyys selitti 43 prosenttia ($r^2 = 0,430^{**}$) kasvatuskelpoisten taimien ja 25 prosenttia ($r^2 = 0,253^*$) kuusentaimien määrän muutoksen vaihtelusta. Niissä metsiköissä, joissa maanpintaa peitti paksu hakkuutähdekerros, vaihtuva taimiaines oli yleensä tuhoutunut, joten taimikon täydentyminen jäi suurelta osin hakkuun jälkeen saatavan siemensadon ja suojuvuudella vallitsevien taimettumisedellytysten varaan.

Suojuvuuhakkuun jälkeen, kesällä 1986 mitattu kuusentaimien tyhjien koalojen sadannes selitti 68 % seuraavana kesänä mitatun sadanuksen vaihtelusta (kuva 17). Regressiokertoimen arvo oli 1,10. Kasvatuskelpoisille taimille selitysaste oli 48 % ($r^2 = 0,477^{**}$) ja regressiokerroin oli vähän alle yhden (0,89). Aukkoisuuden pieneminen oli melkein yhtä suurta edellisenä vuonna mitatusta aukkoisuudesta riippumatta.

Kasvatuskelpoisten taimien osalta taimikon täydentyminen riippui ennen hakkuuta mitatun vaihtuvan taimiaineksen määrästä ($r^2 = -0,466^{**}$). Toinen sadanuksen muutokseen voimakkaasti vaikuttanut tekijä oli



Kuva 17. Toisena kesänä suojuvuuhakkuun jälkeen mitatun taimettomien koalojen sadanuksen riippuvuus vuotta aikaisemmin mitatusta sadanneksesta.

Figure 17. The dependence of the percentage of empty plots measured in the second summer after shelterwood cutting on the percentage of empty plots measured one year before.

hakkuutähdekerroksen peittävyys ($r^2 = 0,338^*$) (liite 5). Taimikon aukkoisuuden pieneminen oli nopeinta sellaisissa metsiköissä, joissa ennen hakkuuta oli runsaasti vakiintumiskykyistä vaihtuvaa taimiainesta ja joissa hakkuutähteitä oli vähän tai ne olivat tiiviissä pienialaisissa kasoissa.

Toisena hakkuun jälkeisenä kesänä mitattu vaihtuva taimiaines koostui valtaosaltaan samana tai edellisenä kesänä syntyneistä sirkkataimista. Kuusisuojuvuuston tilavuus selitti tilastollisesti merkitsevästi suojuvuualoille syntyneen taimiaineksen määrää ($r^2 = 0,378$). Eniten uusia taimia oli syntynyt runsaan kuusivaltaisen suojuvuuston alle (liite 5).

Taimettumattomien ruutujen esiintymistodennäköisyyteen vaikuttavien tekijöiden tarkastelu logististen mallien avulla jaettiin kolmeen osaan:

1. Itämisalustan laadun ja kenttäkerroksen kasvillisuuden tarkasteluun.
2. Hakkuutähteiden ja ajouraverkoston tarkasteluun.
3. Suojuvuuden vaikutusten tarkasteluun.

Itämisalustan laatua kuvattiin pohjakerroksen laadulla ja humuskerroksen paksuudella. Kenttäkerroksen laatua kuvattiin kasvipeite-

Taulukko 14. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaines) sadanesta selittävät logistiset regressiomallit.

Table 14. Logistic models which explain the percentage of the empty sample plots (germlings shorter than 10 cm).

Vaihtelun lähde Source	df	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 9 – MODEL 9			
Vakio – Intercept	1	18,77	0,0001
Pohjakerros – Ground layer	2	20,85	0,0001
Peittävyys – Coverage	1	8,13	0,0043
Humuskerros – Humus layer	1	5,20	0,0226
Mallin sopivuus – Goodness of fit (G ²)	60	71,64	0,1443
MALLI 10 – MODEL 10			
Vakio – Intercept	1	9,26	0,0023
Puulaji – Tree species	1	8,58	0,0034
Läpimitta – Diameter	1	1,10	0,2951
Etäisyys – Distance	1	7,60	0,0058
Puulaji*läpimitta Tree species*diameter	1	15,30	0,0001
Mallin sopivuus – Goodness of fit (G ²)	46	46,84	0,4380

Yksittäisten parametrien analyysi – Analysis of individual parameters

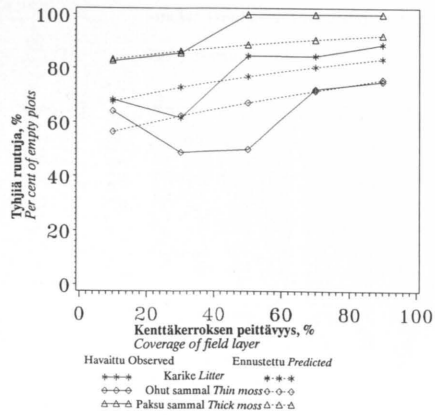
Vaihtelun lähde Source	Estimaatti Estimate	Keskivirhe Standard err.	G ²	P _{hav} P _{obs}
MALLI 9 – MODEL 9				
Vakio – Intercept	0,6989	0,1613	18,77	0,0001
Pohjakerros – Ground layer				
– Karike – Litter	-0,0318	0,1207	0,07	0,7917
– Ohut sammal – Thin moss	-0,5897	0,1296	20,70	0,0001
– Paksu sammal – Thick moss	(0,6215)			
Peittävyys – Coverage	0,0088	0,0031	8,13	0,0043
Humuskerros – Humus layer	0,0634	0,0278	5,20	0,0226
MALLI 10 – MODEL 10				
Vakio – Intercept	1,0576	0,3476	9,20	0,0023
Puulaji – Tree species	-1,0146	0,3464	8,58	0,0034
Läpimitta – Diameter	-0,0136	0,0130	1,10	0,2951
Etäisyys – Distance	0,0939	0,0340	7,60	0,0058
Puulaji*läpimitta Tree species*diameter	0,0496	0,0127	15,30	0,0001

luokkien ja kenttäkerroksen peittävyuden avulla. Nollahypoteesin mukaan itämisalustalla ja pintakasvillisuudella ei ole vaikutusta taimettomien ruutujen esiintymiseen.

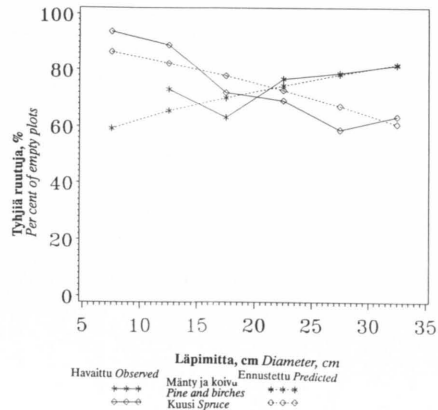
Pohjakerroksen laatu ja kenttäkerroksen peittävyys vaikuttivat tilastollisesti merkitsevästi taimettomien ruutujen esiintymistodennäköisyyteen (taulukko 14, malli 9). Humuskerroksen vaikutus oli suuntaa antava. Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuutta testaavan G²-testin arvo oli merkitsevä, joten malli sopi hyvin yhteen havaintoaineiston kanssa. Kenttäkerroksen laadun sisällyttämisen malliin paransi myös G²-arvoa merkitsevästi. Moniluokkaisen luokkamutuajan tulokinta mallissa on kuitenkin ongelmallista. Lisäksi kovarianssimatriisin laskennassa ilmeni ongelmia, sillä havaintojen määrä ei ollut

kaikissa luokissa riittävä (ks. luku 23). Tästä syystä kenttäkerroksen laatua ei otettu mukaan lopulliseen malliin.

Ohutsammaleiset ruudut olivat hakkuun jälkeen taimettuneet parhaiten. Niillä taimettumattomien ruutujen sadannes oli keskimäärin 10 prosenttiyksikköä pienempi kuin paksusammaleisilla ruuduilla. Huonommin olivat taimettuneet karikepohjaiset ruudut. Niillä tyhjien koalojen sadannes oli noin 20 prosenttiyksikköä suurempi kuin ohutsammaleisilla ruuduilla. Kenttäkerroksen peittävyuden kasvaessa nollasta sataan taimettumattomien ruutujen sadannes lisääntyi kaikissa luokissa noin 10 prosenttiyksikköllä. Residuaaleja tarkasteltaessa havaittiin, että havaitut tyhjien koalojen sadannekset olivat sammalpeitteisissä luokissa ennustettuja pie-



Kuva 18. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaines) riippuvuus pohjakerroksen laadusta ja kenttäkerroksen peittävydestä.
Figure 18. The dependency of empty sample plots (spruce germlings shorter than 10 cm) on the quality of ground layer and the coverage of field layer.



Kuva 19. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaines) riippuvuus suojuspuulajista ja sen keskiläpimitasta.
Figure 19. The dependency of empty sample plots (spruce germlings shorter than 10 cm) on the diameter of the nearest shelter tree and its species.

nempä silloin, kun kenttäkerroksen peittävyys oli 20–40 prosenttia. Täysin kasvipeitteettömät ja voimakkaasti rehevöityneet ruudut olivat taimettuneet ennustettua huomomin (kuva 18). Humuskerroksen paksuuden kasvaessa yhdestä kymmeneen cm:iin keskimääräinen tyhjien koalojen sadannes lisääntyi noin kahdeksalla prosenttiyksiköllä.

Hakkuutähteiden ja ajourien peittävyysprosentin sekä hakkuutähdkerroksen vaiku-

tusta taimettumiseen tarkasteltiin myös logististen mallien avulla. Nollahypoteesin mukaan edellä mainituilla muuttujilla ei ole vaikutusta taimettumisedellytyksiin. Nollahypoteesi jäi voimaan, sillä havaitut riippuvuudet olivat heikkoja ja mallin sopivuus jäi huonoksi.

Suojuspuuston vaikutuksia taimien syntyedellytyksiin tarkasteltiin siten, että ruudusta mitattiin etäisyys lähimpään puuhun, josta

mitattiin rinnankorkeusläpimitta. Suojuspuut luokitettiin puulajin perusteella kahteen ryhmään: kuusiin ja muihin puulajeihin, josta suurin osa oli mäntyjä ja koivuja. Nollahypoteesin mukaan suojuspuun laadulla ja etäisyydellä ei ole vaikutusta taimettumisedellytyksiin.

Ruudun ja lähimmän puun välisen etäisyyden ja puulajin vaikutus tyhjien koalojen esiintymistodennäköisyyteen oli tilastollisesti merkitsevä, joten näiden osalta nollahypoteesi hylättiin. Taimettomien ruutujen sadannes oli kuusten juurella keskimäärin runsaat 10 prosenttiyksikköä pienempi kuin mäntyjen tai koivujen juurella. Kun etäisyys lähimpään suojuspuuhun kasvoi, taimettumattomien ruutujen osuus lisääntyi. Suojuspuun puulajilla ja rinnankorkeusläpimitalla oli erittäin merkitsevä yhdysvaikutus (taulukko 14, malli 10). Pieniläpimitaisten kuusi-suojuspuiden lähellä olevat ruudut olivat huonosti taimettuneita. Kuusien läpimitan kasvaessa tyhjien koalojen sadannes pieneni 90:stä 60:een (kuva 19). Mänty- ja koivusuo-

juspuilla suuntaus oli päinvastainen. Taimettomien ruutujen sadannes oli pienin pienikokoisten mäntyjen ja lehtipuiden lähellä ja se lisääntyi läpimitan kasvaessa. Mallin ja havaintoaineiston sopivuutta mittaavan G^2 -testin arvo oli merkitsevä, joten yhteensopivuus oli hyvä. Ennustettujen ja havaittujen arvojen väliset poikkeamat olivat suurimmat pieniläpimitaisen sekapuuston kohdalla, sillä niitä oli havaintoaineistossa vähän.

Logistisen regressiomallin avulla tarkasteltiin, miten metsiköittäin mitatut puustotunnukset vaikuttivat tyhjien koalojen sadanneksiin. Nollahypoteesinä oli, että vaikutusta ei ole. Suojuspuuston pohjapinta-alan, tilavuuden ja runkoluvun vaikutus oli melko heikko. Taimettumattomien ruutujen sadannesta selitti kuusi-suojuspuuston pohjapinta-ala (taulukko 15). Mallin ja havaintoaineiston yhteensopivuus jäi mallin sopivuutta testaavien G^2 - ja Hosmer-Lemeshow testien merkitsevien arvojen perusteella huonoksi. Nollahypoteesin hylkäämiseen sisältyi siis huomattava riski.

Taulukko 15. Taimettomien ruutujen (alle 10 cm:n pituinen taimiaines) sadannesta selittävät logistiset regressiomallit.
Table 15. Logistic regression models which explains the percentage of empty sample plots (germlings, shorter than 10 cm).

Askel Step	Vaihtelun lähde Source	df	G^2	P_{hav} P_{obs}
MALLI 11 (Kuusen taimiaines, tyhjat koalat) MODEL 11 (Germlings (shorter than 10 cm), empty plots)				
1	Pohjapinta-ala (ku) – Basal area (spruce)	1	86,01	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (G^2)	15	48,46	0,000
	Mallin sopivuus – Goodness of fit (H&L)	8	20,03	0,010

Mallien kertoimet – Coefficients of the models

Vaihtelun lähde Source	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Standard err.	Kerroin/keskiv. Coeff./S.E
MALLI 11 – MODEL 11			
Vakio – Intercept	+2,4727	0,2005	+12,33
Pohjapinta-ala (kuusi) Basal area (spruce)	-0,2247	0,0257	-8,73

4. TULOSTEN TARKASTELU

Hännisen ym. (1972) tutkimukseen verrattuna nyt tutkitut metsiköt olivat pinta-alaltaan suurempia ja selväpiirteisempiä. Puuston tilavuus ennen uudistushakkuuta oli keskimäärin 30 m³/ha suurempi kuin Pirkka-Hämeen uudistuskypsissä kuusikoissa keskimäärin (Kuusela ja Salminen 1980). Alaharvennuk-silla käsiteltyjen metsiköiden määrän lisäksi ja puuston keskitilavuuden kasvu (Uusitalo 1989) ovat muuttaneet päätehakkuuleimikoiden rakennetta viimeisten vuosikymmenten aikana. Esimerkiksi Hännisen ym. (1972) aineiston verrattuna puuston keskitilavuus oli noussut yli 50 m³/ha ja runkoluku pienentynyt yli 300:lla kpl/ha. Yli puolet tutkituista metsiköistä oli jo ennen suojuspuuhakkuuta väljennys- I. valmiasenossa (Mikola 1956a). Normaalein harvennushakkuun käsiteltyjen metsiköiden lisäksi aineistoon kuului pitkään käsittelemättömänä olleita metsiköitä ja epäonnistuneen luontaisen uudistamisen (Hänninen ym. 1972, Tynys ym. 1977, Räsänen ym. 1985), harsinnan luonteisten hakkuiden (Sarvas 1944) ja metsän laiduntamisen (Jäntti 1945) seurauksena aluperin vajaapuustoisia sekametsiköitä, jotka olivat kuitenkin vähitellen muuttuneet kuusivaltaisiksi (vrt. Mielikäinen 1985). Näissä metsiköissä puuston keskijäreys oli pieni ja läpimittaluokkajakauma laaja. Yli puolet metsiköistä jäi puuston vähäisen määrän vuoksi harvennusmallien (Etelä-Suomen... 1981) "minimi korjuun jälkeen" -käyrän alle. Noin 7 % aloista oli vähäpuustoisuuden vuoksi voitu luokitella vajaatuottoisiksi.

Suojuspuuhakkuu toteutettiin tutkituissa metsiköissä voimakkaana. Poistettu puusto oli tilavuudeltaan keskimäärin 120 m³/ha. Hakkuupoistuma oli MT:llä keskimäärin 47 m³/ha ja OMT:llä 61 m³/ha suurempi kuin Hännisen ym. (1972) mittaama. Hännisen ym. (1972) aineistossa suojuspuuston tilavuus oli samaa suuruusluokkaa kuin tässä aineistossa, mutta runkoluku oli kaksinkertainen. Suojuspuuston runkoluku on siis pienentynyt ja järeys kasvanut 1960-luvun lopun tilanteeseen verrattuna.

Puuston keskijäreys vaihteli tutkituilla aloilla paljon. Lisäksi suojuspuualoille oli jätetty pienikokoista puustoa, jonka osuus oli kuitenkin selvästi pienempi kuin Hännisen

ym. (1972) ja Tynyksen (1977) aineistossa. Suojuspuuston ja suojuspuualoille jätetyn pienikokoisen puuston välisen eron määrittäminen ei ollut yksiselitteistä eri-ikäisrakenteissa ja ryhmittäin käsitellyissä metsiköissä. Puuston runkoluku ei ole hyvä tunnus uudistusasetojen tiheyden mittarina silloin, kun puuston järeys poikkeaa keskimääräisestä. Pohjapinta-alan käyttö runkoluvun tukena olisi suositeltavaa, varsinkin silloin kun jätettävän puusto määrä on suuri. Koska myös harvennusmallit perustuvat pohjapinta-alaan, voitaisiin luontainen uudistaminen täten nähdä nykyistä selvemmin jatkona kasvatushakkuille. Viimeisen harvennushakkuun yhteyteen voitaisiin sisällyttää taimettamista edistäviä toimenpiteitä niissä metsiköissä, joissa on tarkoitus pyrkiä kuusen luontaiseen uudistamiseen (vrt. Leikola ja Leinonen 1989).

Hakkuun ja puutavaran ajon vaurioittamien puiden määrä ja runkovaurioiden merkitys jäi selvästi pienemmäksi kuin Kärkkäisen (1971) aineistossa, jossa puuston runkoluku oli selvästi suurempi. Tuulituhoja esiintyi eniten voimakkaasti käsitellyissä, harvaan asentoon hakatuissa metsiköissä (Hagner 1962a). Pirkka-Hämeen alueella on runsaasti tiiviitä savimaita ja erittäin kivisiä maita, joissa puiden juuristojen pinnallisuus lisää tuulituhojen riskiä (Tertti 1932, Hagner 1962a). Roudattoman maan aikana tehty puutavaran metsäkuljetus oli aiheuttanut juuristovaurioita, joilla on maannosematuhoja lisäävä vaikutus (Kärkkäinen 1969, 1970 ja 1971).

Professorilla tai harvesterilla hakattujen metsiköiden osuus oli jo nyt huomattava (15 prosenttia) ja kustannuspaineiden vuoksi koneiden käyttö tullee lisääntymään (Imponen ym. 1985). Ajourien suhteellinen osuus metsikön pinta-alasta oli nyt tutkituissa metsiköissä selvästi suurempi kuin Pohjolan (1985) metsähallituksen kasvatushakkuuleimikoissa samaa osuus (16 prosenttia). Jos hakkuun tarkoituksena on alikasvoksen syntymien taimien vapauttaminen, tulisi hakkuussa pyrkiä harvaan ajouraverkkoon, sillä taimien vaurioitumisriski on ajourien lähellä suuri (Maukonen 1987). Ajourat tulisi tällöin suunnitella huolella ja merkitä maastoon, sil-

lä suojuspuuasenoissa puuston tiheys ei rajoita ajamista toisin kuin on laita kasvatusmetsiköissä.

Käpymäärien perusteella lasketut siemensadot olivat selvästi Sarvaksen (1970) esittämiä keskimääräislukuja pienempiä. Koska kuusen siemensadon määrä riippuu puiden valtapituuden lisäksi runkoluvusta (Koski ja Tallqvist 1974), jää kuusen siemensato suojuspuualoilla aina pienemmäksi kuin täystiheissä metsiköissä. Skoklefaldin (1989) aineistossa tämä ero oli kuitenkin pieni. Koska pölytyt Sarvaksen (1962 ja 1970) mukaan on nimimietäjä sekä männyn että kuusen kohdalla, siemenaiheiden pölytyt voi harvoissa suojuspuuasenoissa jäädä vajaaksi ja siemensato tästä syystä vähäiseksi. Skoklefald (1989) ei havainnut tyhjäsienemadsadon kasvavan siirryttäessä käsittelemättömästä metsästä suojuspuualalla, jonka runkoluku oli 225 kpl/ha ja tilavuus 162 m³/ha. Muutamien mäntysiemenpuiden jättö kuusisuojuspuustoon ei ole siementuotannon kannalta perusteltua; sen sijaan koivusiemenpuiden jättämisellä voi olla siementuotannon kannalta merkitystä (Sarvas 1956).

Pohtilan (1977) mukaan systemaattisen otannan otantavirheen suuruuteen vaikuttavat taimien lukumäärä, tilajärjestys, koealan koko ja luonnollisesti myös koealojen lukumäärä. Otantavirheen suuruus on mahdollista laskea, jos tilajärjestys noudattaa jotain eksaktia määritettävissä olevaa jakaumaa (Pohtila 1977). Tutkituissa metsiköissä tilajärjestys poikkesi selvästi Poissonin satunnaisjakauksen mukaisesta satunnaisuudesta ryhmittäisyyden suuntaan, joten otantavirheen suuruutta ei voitu tarkoin laskea.

Taimien kasvatuskelpoisuuden luokitteluun sisältyi aina inventoijasta riippuvaa subjektiivisuutta (Pohtila 1977, Räsänen ym. 1979). Tämä subjektiivisuus vaikeuttaa kasvatuskelpoisten taimien määrässä ja taimikon aukkoisuudessa tapahtuneen muutoksen tarkastelua, sillä se lisää satunnaisvaihtelua. Kasvatuskelpoisten taimien luokituksessa käytettiin taimien välistä 0,6 m:n minimietäisyyttä (Räsänen ym. 1985, Peltonen 1986). Valittu minimietäisyys mahdollistaa vielä verrattain heterogeenisen tilajärjestyksen (Persson 1964, Cox 1971, Pohtila 1977, 1980).

Räsänen ym. (1985) aineistossa 61 % kuusentaimista oli syntynyt ennen suojuspuuhakkuuta. Ennen suojuspuuhakkuuta mitattu kasvatuskelpoisten taimien määrä (1 442

kpl/ha) oli vähän suurempi kuin Räsänen ym. (1985) tutkimissa kiireesti uudistettavissa kuusikoissa (1 200 kpl/ha). Räsänen ym. (1985) arvioivat, että kuuden eteläisimmän metsälautakunnan alueella kuusen luontainen uudistaminen olisi ollut mahdollista joka toisessa uudistuskypsässä kuusikossa. Väli-tömmästi suojuspuuhakkuun jälkeen mitattu taimimäärä oli selvästi pienempi kuin Räsänen ym. (1985) tutkimuksessa luontaisesti syntyneissä taimikoissa, mutta ero heidän siemen- ja suojuspuuasentoihinsa nähden oli pieni. Toisena hakkuun jälkeisenä vuonna yli 10 cm:n pituisten kasvatuskelpoisten taimien määrä oli jo ylittänyt Räsänen ym. (1985) siemen- ja suojuspuualoilta mittaaman arvon, mutta oli vielä noin 300 kpl/ha pienempi kuin heidän luontaisesti taimettuneilta uudistusaloilta mittaamansa taimien lukumäärä. Muut suomalaiset luontaisesti syntyneiden kuusentaimikoiden inventoinnit (esim. Hänninen ym. 1972, Tynys 1977, Malmberg 1985) on yleensä tehty suojuspuuiden poiston jälkeen. Näissä inventoinneissa mitatut keskimääräiset taimimäärät ovat olleet suurempia kuin tässä työssä havaitut. Tosin käytettyjen inventointimenetelmien erilaisuus vaikeuttaa tulosten vertailua.

Nyt tutkituissa metsiköissä uudistumisen kannalta tärkein taimiluokka oli 10–40 cm:n pituiset taimet. Vakiintuneiden taimien määrä väheni eniten niissä metsiköissä, joissa kasvatettava taimiluokka oli suurikokoista. Ennen hakkuuta mitatusta alle 10 cm:n pituisesta taimiaineksesta vain pieni osa selvisi elossa hakkuusta ja siirtyi hakkuun jälkeen vakiintuneiden taimien luokkaan. Pienikokoisten taimien kuolleisuus on yleensä suurta (Yli-Vakkuri 1961, Skoklefald 1989). Runsas hakkuutaiteiden määrä ja voimakas olosuhteiden muutos lisäävät varsinkin pienikokoisten taimiaineksen kuolleisuutta (Skoklefald 1989).

Tutkimusmetsiköiden seuranta on tarkoitus jatkaa, jotta saataisiin selville, millaiseen tulokseen käytetyt hakkuutavat johtavat ja kuinka pitkäksi kuusikon uudistumisaika muodostuu. Räsänen ym. (1985) aineistossa oli epäonnistuneita luontaisen uudistamisen yrityksiä noin 16 prosenttia. He eivät kuitenkaan selvittäneet kuinka paljon oli epäonnistumisia, jotka oli ehditty viljellä. Tynyksen (1977) tutkimuksessa tällaisten alojen osuuden arvioitiin olevan 10 %. Räsänen ym. (1985) aineistossa 73 % luontaisesti syntyneistä kuusen taimikoista oli vähintään tyydyttäviä.

Taimettumisen ennustaminen puustotut-
nusten avulla onnistui huonosti. Kuusenta-
mien synty ja clossa säilyminen näyttää ole-
van mahdollista hyvinkin laajoissa puuston
tiheysrajoissa, jos taimettumisedellytykset
muutoin ovat kunnossa. Myöskään Räsänen
ym. (1985) eivät havainneet päälysmetsän ti-
heyden ja taimien kokonaisuutensa välillä
selvää riippuvuutta. Sekä tässä että Sieväsen
(1986) työssä havaittiin, että taimia oli keski-
määräistä enemmän runsaspuustoisissa, puhtaissa
kuusikoissa, lähinnä siksi, että taimet
olivat niissä pienempiä kuin sekametsissä.
Toisaalta taimet esiintyivät puhtaissa kuusi-
koissa ryhmittäin, joten taimikoiden aukkoisuus
oli keskimääräistä suurempi. Räsänen
ym. (1979) havaitsivat eniten taimia suhteellisen
runsaspuustoisissa (15–20 m²/ha) met-
siköissä. Kuusentaimiten iän ja koon vaihtelu
vaikeutti tarkastelua kaikissa edellä maini-
tuissa tutkimuksissa. Skoklefaldin (1989)
koealoilla kuusentaimitä syntyi suoju-
spuualalle (runkoluku 225 kpl/ha) vain vähän
enemmän kuin käsittelemättömään metsään
(480 kpl/ha), mutta selvästi enemmän kuin
avohakkuualalle (vrt. Hagner 1962a).

Kuusialuspuilla ja varttuneella alikasvok-
sella oli sekä ennen suoju-
spuuhakkuuta että sen jälkeen taimiaineksen syntyä estävä vai-
kut. Pienikokoisten kuusten alla säteily- ja
kosteusolot ovat epäsuotuisat sekä juuristo-
kilpailu voimakasta (Sarvas 1944, Kalela
1948, Sirén 1950, Mikola 1953, Yli-Vakkuri
1961). Siemen- ja suoju-
spuiden vaikutusta siementymiseen, taimien
syntyyn ja kasvuun ovat tarkastelleet mm.
Hagner (1962a), Kotisaari (1982), Kellomäki
ym. (1987), Pukkala (1987) ja Kellomäki
(1988).

Koneellinen hakkuu lisää ajouraverkoston
peittävyttä, mutta toisaalta hakkuutähteet
ovat harvesterilla hakatuissa metsiköissä ti-
viissä kasoissa, jolloin hakkuutähdkerroksen
peittävyys on pienempi kuin manuaalisesti
hakatuissa leimikoissa. Tiivistä pienialaisia
hakkuutähdekasoista on hyötyä silloin kun
metsiköissä on ennen hakkuuta paljon pieni-
kokoista taimiainesta, joka tuhoutuu helpos-
ti hakkuutähteiden alle. Jos metsikkö on en-
nen hakkuuta vajaan taimettunut ja hak-
kuun tarkoituksena on taimettaminen, tihe-
ästä ajouraverkosta voi olla hyötyä, sillä sam-
malpeite kuluu ajourilta pois ja humuspeite
rikkoutuu kevyesti, millä on lyhytaikainen
taimettamista edistävä vaikutus (Hagner
1962a).

Metsänhoito-ohjeissa (Etelä-Suomen...

1981) edellytettiin, että metsikössä täytyy ol-
la runsaasti kasvatuskelpoisia taimia ennen
kuin ne hakataan ohjeiden mukaiseen har-
vaan (80–150 kpl/ha) suoju-
spuustontoon. Jos taimia ei ole riittävästi ja puusto haka-
taan liian harvaan asentoon, epäonnistumi-
sen riski kasvaa, sillä ala heinittyy nopeasti
ja harvan suoju-
spuuston tuottama siemensato on yleensä riittämätön alan kunnolliseen
taimettamiseen varsinkin kun kuusen siem-
satsat kertautuvat harvoin. Taimettamis-
vaiheessa puuston tiheyden tulisikin olla
suuri (Heikinheimo 1931, Tertti 1937). Sään-
nöllisin harvennushakkuin käsitellyissä etelä-
suomalaisissa kuusikoissa taimien puuttumi-
nen on yleisemmin merkki maan huonosta
taimettumiskunnosta kuin liiallisesta pääly-
spuustosta.

Suoju-
spuuhakkuun tarkoituksena on syn-
tyneiden taimien kasvun jouduttaminen ja
pintakasvillisuuden kiilpailun hillitseminen.
Suoju-
spuuhakkuussa pyritään toisaalta sääte-
lemään maanpinnalle tulevan säteilyn määrä
ja emopuuston juuristokilpailu kuusenta-
mien kasvuedellytysten kannalta optimaali-
seksi ja toisaalta hankkimaan aukkoipaikoi-
hin täydentäviä taimia.

Greis ja Kellomäki (1981) ovat todenneet,
että kasvatuskelpoisten taimien pituus- ja
paksuskasvu riippuvat voimakkaasti suoju-
spuuston alla vallitsevista säteilyolosuhteista.
Suoju-
spuuston alla vallitsevat säteilyolosuhteet
puolestaan riippuvat voimakkaasti emopu-
uston pohjapinta-alasta. Kuusen kasvu
korreloi vain hajasäteilyn (diffuusisäteilyn)
määrän kanssa. Ilmeisesti hajasäteily muo-
dostaa säteilyn perusosan, johon kuusenta-
imet ovat sopeutuneet (Kellomäki 1988). Lat-
vuksen alle tuleva suora säteily edustaa kes-
tooltaan lyhytaikaisia pulseja. Näiden irradi-
anssi sattuu fotosynteesin saturaatioalueelle,
jolloin se on fotosynteesin kannalta hyödy-
töntä (Larcher 1985). Maanpintaan tulevan
säteilyn määrä riippuu puuston määrän li-
säksi maanpinnan kaltevuudesta ja ekpositi-
osta (Mayer 1976, Satterlund 1983).

Skoklefaldin (1989) kokeessa 11 vuotta
vanhat luontaisesti laikkuihin syntyneet tai-
met olivat aukealla keskimäärin 42 cm:n,
suoju-
spuualalla (225 kpl/ha) 17 cm:n ja kä-
sittelemättömällä ruudulla (480 kpl/ha) 8
cm:n pituisia. Humuspohjilla taimien pituus-
kasvu oli vähän heikompi. Tutkituilla aloilla
taimien keskimääräinen pituuskasvu ennen
hakkuuta vaihteli 1,8:sta 8,1 cm:iin. Voimak-
kaassa varjossa taimien latvukset muotoutu-

vat sateenvarjomaisiksi oksien kasvaessa pää-
versoa enemmän pituutta (Pöntynen 1929,
Sirén 1950, Hagner 1962b, Greis ja Kellomä-
ki 1981). Liian voimakkaan harvennuksen
seurauksena varjossa kituneet pienikokoiset
taimet eivät pysty kilpailemaan voimistuvan
pintakasvillisuuden kanssa ja isokokoisem-
mat taimet kärsivät voimakkaasta säteilyn
määrän muutoksesta (Kalela 1934, Sarvas
1944, Skoklefald 1967, 1989).

Sekametsiköissä taimien kasvuedellytykset
vaihtelivat voimakkaasti päälysmetsän laa-
dun mukaan. Tästä syystä taimien pituus
vaihteli voimakkaammin kuin puhtaissa kuusi-
koissa. Näissä metsiköissä puuston käsittely
oli usein ryhmittäistä ja se muistutti vanhaa
schwarzwaldilaista lohkoaharsintaa (Ilvessalo
1925, Kalela 1961, Mayer 1976, 1977, Leiko-
la 1986, 1987b). Taimiryhmien säästäminen
olisi näillä aloilla tärkeää, koska puuston
määrä hakkuun jälkeen oli taimettamista
ajatellen vähäinen ja pintakasvillisuus elpyy
nopeasti. Aikaisemmin tämän kaltaiset kuusen
luontaisen uudistamisen hakkuut olivat
yleisiä (Hänninen ym. 1972, Tynys ym. 1977,
Räsänen ym. 1985). Hakkuutyön koneistues-
sa tällaisten pienipiirteisten hakkuiden to-
teuttaminen vaikeutuneet.

Kaikki tutkitut metsiköt sijaitsivat alle 140
metrin korkeudella merenpinnasta. Pohjois-
esta sijainnista ja korkeusasemasta johtuvat
ilmastolliset ongelmat kuten siemensadon
pieneneminen ja maan kunnantuminen oli-
vat selvästi vähäisempiä kuin Skandinavian
pohjoisosissa tai vuoristossa (Tirén 1949, Si-
rén 1955, Hager 1962a, Mayer 1976, Ritari ja
Lähde 1978, Skoklefald 1989). Vajaa puolet
tutkituista metsiköistä oli mustikkatyypin
mailla, joista suurin osa oli erittäin kivisiä.
Tällaisten kivisten tai laihojen moreenimai-
den MT-kuusikoiden uudistamista uudelleen
kuusikoksi ei ole varsinkaan Pohjois-Suo-
messa suositeltu, vaan näillä MT:n ja VT:n
välimuodoilla tulisi mieluummin harjoittaa
puulajikiertoa siten, että mänty ja kuusi tuli-
sivat kyllä molemmat kysymykseen pääpuu-
lajina, mutta kuusta kannattaisi kasvattaa
vain yhden puusukupolven kerrallaan (Miko-
la 1953, 1954, Sirén 1955, Keltikangas 1959,

Manninen ja Lähde 1981, Leikola 1982).

Sammalpeitteen on yleensä todettu hidastavan
siementen itämistä ja taimien syntyä
(Tertti 1932, Sirén 1950, Vaartaja 1954, Yli-
Vakkuri 1961, Hagner 1962a, Skoklefald
1989). Paksusammaleiset tutkimusmetsiköt
olivat yleensä lievästi soistuneita ja ne muistuttivat
usein turvekankaita. Riittävä kosteus on
taimien säilyminen ja vakiintumisen kannalta
tärkeää (Kellomäki 1988). Suomaiden
uudistumiskyky heikkenee niiden muuttuessa
ojikoista turvekankaiksi (Kaunisto ja Päivä-
nen 1985, Peltonen 1986). Paksusammaleisissa
metsiköissä hakkuu voi aiheuttaa pohjave-
denpinnan nousua siinä määrin, että rahkasam-
malten peittävyys alkaa kasvaa ja korpi-
maisiet piirteet lisääntyvät. Tällä voi olla tai-
mattumista edistävä vaikutus. Toisaalta run-
sas kosteus voi aiheuttaa karhunsammalten
(*Polytrichum commune*) lisääntymistä, millä
on taimettumista estävä vaikutus (Tertti
1932, Sarvas 1944, Hagner 1962a).

Maan taimettumiskunto oli humuskerroksen
paksuuden puolesta Pirkka-Hämeessä
yleensä hyvä. Vain MT-mailla heikosti maatun-
nut raakahumuskerros saattoi rajoittaa tai-
mien syntyä (vrt. Tirén 1949, Sirén 1955,
Hagner 1962a ja b, Skoklefald 1965, 1989).
Humuskerroksen biologisella aktiivisuudella,
maatuneisuudella, kosteudella, kasvilajikoos-
tumuksella ja happamuudella on kerroksen
paksuuden lisäksi merkitystä humusyyppin ja
taimettumisen edellytysten kannalta (Heikinhei-
mo 1920, Aaltonen 1937, Mikola 1953 ja
1954, Sirén 1955, Mikola 1956b, Richards
1985).

Hakkuukypsässä metsikössä syntyy run-
saasti kariketta sekä puista (ks. Viro 1955)
että pintakasvillisuudesta (Aaltonen 1937,
Mikola 1954). Karikkeen laadulla on tärkeä
merkitys taimien ravinteiden saannin (Miko-
la 1953, 1954, 1959) ja itämisalustan kosteu-
den säätelyn kannalta (Oinonen 1955). Li-
säksi se toimii mekaanisena elementtinä, joka
estää sammalpeitteen kasvua ja hautaa
alleen sirkkataimia (Tertti 1932). Toisaalta
paksu maatumaton kariketerros on merkki
epäsuotuisista lämpö-, säteily- ja kosteusolo-
suhteista maan pinnassa.

KIRJALLISUUS

- Aaltonen, V.T. 1938. Maa ja metsän uudistuminen. *Silva Fennica* 46(4): 25–42.
- Affii, A.A. & Clark, V. 1984. Computer-aided multivariate analysis. University of California, Los Angeles. 458 s.
- BMDP statistical software. 1983. University of California Press, Berkeley. 733 s.
- Braathe, P. 1953. Undersøkelser over utviklingen av glisen gjenvekst av gran. Summary: Investigations concerning the development of Norway spruce regeneration which is irregularly spaced and varying density. Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen 12: 209–301.
- 1966. Registrering av gjenvekst 1962–64. Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen 21: 81–170.
- 1976. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran. 2. Nulruteprosentens stabilitet. Summary: Investigations concerning the development of Norway spruce regeneration which is irregularly spaced and of varying density. 2. The stability of the zero square percentage. Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning 32(15):505–520.
- Cajander, A. K. 1910. Metsiemme uudistushakkuut toisiinsa verrattuna. *Maahenki* 2: 548–635.
- Cox, D. R. 1969. The analysis of binary data. Department of Mathematics, Imperial College, London.
- Cox, F. 1971. Dichtbestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe von Abstandsmessungen. Ein Beitrag zur methodischen Weiterentwicklung von Verfahren für Verjüngungsinventuren. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Reinbeck bei Hamburg 87: 1–184.
- Dobson, A. J. 1982. Introduction to statistical modelling. University of Newcastle, Australia. 125 s.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981. Keskusmetsälautakunta Tapio 3/1981.
- Greis, I. & Kellomäki, S. 1981. Crown structure and stem growth of Norway spruce undergrowth under varying shading. Seloste: Varjostuksen vaikutus alikasvoksen latvuksen rakenteeseen ja rangan kasvuun. *Silva Fennica* 15(3): 306–322.
- Hagner, S. 1962a. Naturlig förnyring under skärm. En analys av förnyringens metod, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrlandskt skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentialities and limitations in forest management in middle North Sweden. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 52(4): 263 s.
- 1962b. Ett exempel på beståndstätthetens betydelse för naturliga förnyringens uppkomst och utveckling på god granmark i Skåne. *Skogen* 1962(2): 50–52.
- Heikinheimo, O. 1920. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. Referat: Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 2(3): 35 s.
- 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirja 22. 90 s.
- 1948. Suomen oloihin sopivat uudistushakkuumenetelmät. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 65(11): 317–319.
- Häkkinen, R. & Linnilä, K. 1987. Logistiset ja loglineaariset mallit ja niiden ratkaiseminen BMDP-ohjelmistolla. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 279. 47 s.
- Hänninen, T., Räsänen, P. K. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 7. 96 s.
- Ilvessalo, L. 1925. Schwarzwaldilainen lohkoharsinta ja sen soveltaminen Suomen metsiin. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 42(3): 131–140.
- Imponen, V., Korpilampi, A., Peltonen, J. & Pohjola, Y. 1985. Puunkorjuun kehittämisvaihtoehdot vuosina 1985–1990. Summary: Development alternatives of timber harvesting in 1985–1990. Metsätehon tiedotus. Metsäteho report 394. 20 s.
- Jääntti, A. 1945. Suomen laidunolot. Referat: Die Weidewerhältnisse in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 53(2): 255 s.
- Kalela (Cajander), E. K. 1934. Kuusen taimistojen vauvuttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 19(5): 101 s.
- 1945. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita. WSOY. Porvoo-Helsinki. 368 s.
- 1948 a. Luonnonmukainen metsien käsittely. *Silva Fennica* 64: 16–32.
- 1948 b. Juuristikopailun merkityksestä kuusen uudistamisessa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 65(11): 320–322.
- 1961. Metsiköiden kunnostaminen. Kirjayhtymä. Helsinki. 58 s.
- Karppelin, S. 1984. Kuusen luontainen uudistaminen on edelleen ongelma – menetelmän käyttömahdollisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. *Metsä ja Puu* 1984(9): 20–21.
- Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemailla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. *Folia Forestalia* 625. 75 s.
- Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. *Silva Carelica* 8. 403 s.
- Hänninen, H., Kolström, T., Kotisaari, A. & Pukkala, T. 1987. A tentative model for describing the effects of some regenerative processes on the properties of natural seedling stands. Tiivistelmä: Alustava malli siementymisen, taimien synnyn ja kasvun vaikutuksesta luontaisen taimikon rakenteeseen. *Silva Fennica* 21(1):1–10.
- Keltikangas, V. 1959. Suomalaisista seinäsammaltyppeistä ja niiden asemasta Cajanderin luokitusjärjestelmässä. Summary: Finnish feather-moss types and their position in Cajander's forest site classification. *Acta Forestalia Fennica* 69(2): 266 s.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1974. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quality of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 60 s.
- Kotisaari, A. 1982. Metsän luontaisen uudistamisen tutkiminen. Esitutkimusraportti. Summary: The problems associated with research of forests natural regeneration. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 38. 131 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977–1979. Summary: Forest resources in the province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977–1979. *Folia Forestalia* 446. 90 s.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979–82 sekä koko Etelä-Suomessa 1977–1982. Summary: Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland. *Folia Forestalia* 568. 79 s.
- Kärkkäinen, M. 1969. Metsän vaurioituminen kesäaikaisessa puunkorjuussa. Summary: The amount of injuries caused by timber transportation in the summer. *Acta Forestalia Fennica* 100. 35 s.
- 1970. Hakkuutaiteiden merkityksestä puuston vaurioitumisen ja raiteen muodostuksen kannalta harvennustöissä. Summary: On the significance of waste in thinnings as to scars and tracks. *Silva Fennica* 4(2): 105–170.
- 1971. Lahon leviäminen puunkorjuun aiheuttamista kuusen runko- ja juurivaurioista. Summary: Decay following logging injury in stems and roots of Norway spruce. *Silva Fennica* 5(3): 226–233.
- Larcher, W. 1975. Physiological plant ecology. Springer-Verlag, Berlin. 252 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia mäntymetsien luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soil of southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 60(2): 102 s.
- Leikola, M. 1982. Tarvitsemme uuden metsätyyppin – seinäsammaltypin. *Metsä ja Puu* 1982(12): 4–6.
- 1985. Kuusen luontainen uudistaminen on edelleen ongelma. *Metsä ja Puu* 1985(4): 12–13.
- 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa I. Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830–1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 201 s.
- 1987a. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948–1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.
- 1987b. Mistä nykyiset metsänuudistusmenetelmät ovat peräisin. *Metsä ja Puu* 1987(4): 11–13.
- & Leinonen, K. 1989. Luontaisen uudistamisen käsitteet yhtenäisiksi. *Metsä ja Puu* 1989(6):17–19.
- Metsämuuronen, M., Räsänen, P.K. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimiköiden kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967–1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967–1975. *Folia Forestalia* 312. 27 s.
- Malmberg, O. 1985. Kuusen luontaisen uudistamisen onnistuminen suojuspuunenmetelmällä Mietoisten, Mynämäen ja Yläneen yksityismetsissä. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 47 s.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 23. 32 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 244: 30 s.
- Mayer, H. 1976. Gebirgswaldbau. Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und Umweltschutz. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 436 s.
- 1977. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York. 482 s.
- Metsien käsittelyohjeet vuodelta 1974. Keskusmetsälautakunta Tapio.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
- Mikola, P. 1953. Eräitä maabiologia näkökohtia metsänhoidossa. Summary: Some soil biological aspects in silviculture. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 70(7):258–261.
- 1954. Metsämaan kantasienien kyvystä hajottaa neulas- ja lehtikariketta. Summary: Experiments on the ability of forest soil Basidiomycetes to decompose litter material. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 42(7): 17 s.
- 1956a. Hakkuu – asento – uudistusmenetelmä. Summary: Cutting – position – reproduction method. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 73(8): 243–247.
- 1956b. Studies on the decomposition of forest litter by Basidiomycetes. Seloste: Tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumista kantasienien vaikutuksesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48(2): 22 s.
- 1958. Liberation of nitrogen from alder leaf litter. Selostus: Typen vapautuminen leppä lehtikarikkeesta. *Acta Forestalia Fennica* 67(1): 10 s.
- 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Summary: Significance of the undergrowth in reforestation. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 83(1): 4–7.
- Nyysönen, A. 1986. Metsän arvioiminen. Tapion taskukirja. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. 20. uudistettu painos. 308–368.
- Oinonen, E. 1956. Kallioiden muurahaista ja niiden osuudesta kallioiden metsittymiseen Etelä-Suomessa. Summary: On the ants of the rocks and their contribution to the afforestation of rocks in southern Finland. *Acta Entomologica Fennica* 12. 212 s.
- Peltonen, A. 1986. Metsien luontainen uudistaminen turvemailla kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978–1978. *Folia Forestalia* 679. 26 s.
- Persson, O. 1964. Distance methods. The use of distance measurements in the estimation of seedling density and open space frequency. *Studia Forestalia Suecica* 15. 68 s.
- Pohjola, T. 1985. Vuonna 1983 harvennettujen kasvatusmetsien tila ja poistuma. Metsähallitus. Kehittämisrajoista. 145.
- Pohtila, E. 1977. Taimiston inventoinnin tarkkuus. Accuracy of regeneration surveys. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92(2): 43 s.
- 1980. Havaintoja taimiköiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(1): 35 s.
- Pukkala, T. 1987. Simulation model for natural regeneration of Pinus sylvestris, Picea abies, Betula pendula and Betula pubescens. Tiivistelmä: Männyn,

- kuusen, ja koivun luontaisen uudistamisen simuloimallia. *Silva Fennica* 21(1):37–53.
- Pöytäntyn, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtion mailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatwäldern von Grenz-Karlien. *Acta Forestalia Fennica* 35(1). 191 s.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. *Biometria*. Tilastotiedettä ekologeille. Helsinki. 569 s.
- Richards, B.N. 1985. The microbiology of terrestrial ecosystems. University of New England, Armidale, NSW.
- Rita, H. 1989. Kadonnutta rakennetta etsimässä – frekvenssiainestojen analyysistä. Maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan jatkokoulutusluento. *Moniste*. 50 s.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. Summary: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fyysikaalisiin ominaisuuksiin. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 92(7). 37 s.
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Rautiainen, O. & Laitinen, E. 1979. Valtakunnallinen metsänuudistamisen inventointi on aloitettu metsäntutkimuslaitoksessa. *Metsä ja Puu* 1979(2): 4–9.
- Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978–1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuuharsointojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 268 s.
1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.
1949. Siemenpuuhakkua männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 37(5). 43 s.
1959. Investigations into the dispersal of birch pollen with a particular view to the isolation of seed source plantations. *Seloste: Tutkimuksia koivun siittepölyn leviämisestä erityisesti siemenviljelysten eristämistä silmällä pitäen. Communications Instituti Forestalis Fenniae* 46(4). 19 s.
1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. *Seloste: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. Communications Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
1970. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. *Seloste: Tutkimuksia kuusen kukkimisesta ja siemensadosta. Communications Instituti Forestalis Fenniae* 67(5). 186 s.
- SAS 1985. Users guide: Statistics. SAS Institute. Gary, North Carolina. 584 s.
- Satterlund, D.R. 1983. Forest shadows: how much shelter in a shelterwood. *Forest ecology and management* 5:27–37.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikatyyppillä esimerkkitaipauksen valossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 94 s.
- Sirén, G. 1950. Alikasvoskuusen biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. *Acta Forestalia Fennica* 58(2). 90 s.
1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhenelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 408 s.
- Skokkelefeld, S. 1965. Forsök med ulike spireleiebehandlinger i sammanband med direkte sing av gran- og furufro. Summary: Experiments with various seed-bed treatments in connection with direct seeding of Norway spruce and Scots pine. *Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen* 20: 205–247.
1967. Fristilling av naturlig gjenvækt av gran. Summary: Release of natural Norway spruce regeneration. *Meddelanden fra det Norske Skogforsöksvesen* 23:381–409.
1989. Plantering og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. Summary: Planting and natural regeneration of Norway spruce under shelterwood and clearcut area. *Norsk institut for skogforskning. Norwegian Forest Research Institute. Rapport* 89(6). 39 s.
- Tertti (Hertz), M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideeböden. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 17(4). 206 s.
1937. Kuusimetsien uudistushakkuuksista. *Silva Fennica* 42: 84–92.
- Tirén, L. 1949. Om den naturliga förnyringen på obrändad hygien i norrländsk granskog. Summary: On natural regeneration in unburnt cutting areas in Norrland spruce forest. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 38(9). 210 s.
- Tynys, T. 1977. Luontaisen uudistamisen antamista tuloksista yksityisillä Lounais-Suomen piirimetsälautakunnissa. *Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos*. 81 s.
- Uusitalo, M. (toim.) 1989. *Metsätalostollinen vuosikirja 1988. Yearbook of forest statistics 1988. SVT Maa- ja metsätalous 1989:1. Folia Forestalia* 730. 243 s.
- Vaartaja, O. 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Seloste: Puiden sirkkatamien ja siemeniä tuhoavista tekijöistä. Acta Forestalia Fennica* 62(3). 31 s.
- Valtakunnan metsänuudistamisen inventointi 1978. Kenttättyöohje. *Metsäntutkimuslaitos, metsänhoiton tutkimusosasto. Konekirjoite*. 39 s.
- Viro, P. 1955. Investigations on forest litter. *Seloste: Metsäkariketutkimuksia. Communications Instituti Forestalis Fenniae* 45(6). 65 s.
1958. Suomen metsämaiden kivisyydestä. Summary: Stoniness of forest soil in Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 49(4). 45 s.
- Vuokila, Y. 1984. Harsoinnin teoriaa ja käytäntöä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 130. 107 s.
- Wilde, S. A. 1958. Forest soils. Their properties and relation to silviculture. Ronald Press co. New York. 537 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männikoissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 75(1). 112 s.

Total of 102 references

SUMMARY

Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland

The aim of this study was to obtain precise information to support the decision-making of natural regeneration of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). The study evaluates the implementation of shelterwood method in the private forestry. The study was carried out using a line-plot survey with permanent circular sample plots in Pirkka-Häme Forestry Board District in the years 1985–1987. In total, 40 regeneration sites were measured. The theoretical framework comprised a schedule of three successive phases: (1) inventory of the stands prior to the shelterwood cutting, (2) inventory of the same stands after the cutting and (3) a follow-up inventory one year after the cutting.

Pirkka-Häme Forestry Board District is located in southern Finland between 61st and 63rd degrees northern latitude (Figure 1). There are 777 000 hectares forest land in the Forestry Board District out of which 80 per cent is privately owned. The average annual regeneration cutting area has been 4 880 hectares in the years 1972–1987. The proportion of natural regeneration of spruce has lately been one quarter of the annual cutting area (Figure 2). In the area of Pirkka-Häme the long term average annual thermal sum in day degrees (threshold temperature + 5 °C) varies between 1 100–1 350. The elevation of the stands varied from 65 to 140 meters above the sea level (Table 1).

In Finland the Central Forestry Board "Tapio" gives the general silvicultural instructions for private forestry. The instructions of natural regeneration of Norway spruce state that there must be sufficient number of viable seedlings in the stand prior to the shelterwood cutting. The stand should be cut to the density ranging from 80 to 150 trees per hectare (Etelä-Suomen... 1981).

Prior to the shelterwood cutting the volume of the stands was on an average 236 m³/ha ranging from 39 to 428 m³/ha. The average basal area was 23 m²/ha and the number of stems 435/ha (Table 2). The number of stems per hectare varied widely from 200 to 739. One half of the stands were in the basal area class ranging from 18.0 to 23.9 m²/ha. One third of the stands were denser than 24.0 m²/ha. In the stands where the basal area was below 18 m²/ha the number of stems was quite high. Preparatory cuttings had been made only in few cases (Table 4, Figure 5).

In the shelterwood cutting the average volume of the stands decreased from 236 to 120 m³/ha. After the cutting the average basal area was 11 m²/ha and the number of stems 186/ha (Table 2). The outturn from the stands varied from 50 to 242 m³/ha (Table 3). One half of the stands were cut to the density of 101 to 200 stems/ha (Table 4). The proportion of dense shelterwood stands was 29 per cent. One fifth of the stands were cut quite sparse, the average density of the stands being below 100 stems/ha. About 65 per cent of the stands were cut less intensively than recommended in the instructions.

Prior to the shelterwood cutting the average number of acceptable spruce seedlings – those taller than 10 cm, viable, and with enough space to develop further – was 1440/ha. After the cutting and one year later these amounts were 1300/ha and 1550/ha, respectively (Table 6). The total number of spruce seedlings was notably higher in all occasions; prior to cutting 2 800/ha, after the cutting 3 040/ha and one year later 3 340/ha. Prior to the cutting the number of germlings (seedlings shorter than 10 cm) varied greatly; from 800 to 43 000/ha, the average being 9 630/ha. One year after the cutting the respective amount was 8 960/ha.

The average number of seedlings is a biased characteristic when applied to naturally regenerated stands, since seedlings grow in groups. Spatial distribution of the seedlings deviated from random (Poisson) distribution to the direction of very heterogeneous clustered spatial distribution (Figure 4a, b, c). The open areas in the stands reduced the quality of the seedling stand. The percentage of empty plots was used in this study as a measure of open areas. Prior to the shelterwood cutting the average percentage of empty plots was 47 when the minimum height limit of 10 cm was used. After the cutting the respective percentage was 50 and one year later it was 42. Seedling stands have been classified into four categories with respect to the percentage of empty plots (Table 7, Figure 4a, b, c).

Prior to the shelterwood cutting the percentage of at least satisfactorily restocked seedling stands was highest in the basal area class of mother trees from 18.0 to 23.9 m²/ha (Figure 5). The percentage of poorly restocked stands increased with increasing basal area. In the stands where basal area was below 18 m²/ha the proportion of poorly and unevenly restocked stands was quite high. In these stands the number of stems per hectare was often high due to preparatory cuttings made only in few cases.

Due to the shelterwood cutting the percentage of at least satisfactorily restocked seedling stands decreased in all density classes of mother stands (Figure 6a, b). In dense shelterwood stands also the proportion of poorly restocked stands decreased since part of the germlings measured prior to the cutting grew over the height limit (10 cm) used in classification. After the cutting the quality of seedling stands improved fastest in the stands which were cut to the density of 101–200 stems/ha (Figure 6c). The stands cut to the sparse densities became quickly overgrown with grasses which retarded restocking (Figure 9). In the dense shelterwood stands the restocking progressed slowly.

In most of the stands the number of shelter trees was so high and the restocking so poor that the purpose of cutting was clearly preparatory. The cuttings described in the instructions would have been possible only in few cases since restocking prior to the shelterwood cutting was quite poor. The risk for failure was highest in the poorly restocked stands where the number of shelter trees was low.

Prior to the shelterwood cutting the number of acceptable seedlings was higher in *Myrtillus* type stands than in *Oxalis-Myrtillus* type stands. The median height of the seedling stands correlated negatively with the number of acceptable seedlings ($r = -0.564^{***}$). (Figure 10, Appendix 3). The characteristics of the mother stand did not correlate well with the number of seedlings (Appendix 3). The spruce seedlings could germinate and develop in the wide density range of the mother stands.

Prior to the shelterwood cutting the percentage of empty plots depended on the quality of ground layer and the forest site type (Table 11, 12, Figure 11). The percent of empty plots was higher in *Oxalis-Myrtillus* type than in *Myrtillus* type stands. Litter ground layer had restocked worse than moss ground layer. The characteristics of mother stand (basal area, volume, number of stems) did not explain well the percentage of empty plots (Table 13).

The germlings (seedlings shorter than 10 cm) were calculated separately from the seedlings. The percentage of plots with no germlings depended on quality of ground layer, thickness of humus layer, and their interaction (Table 12, Figure 11). The effect of the number and the average height of seedlings to the appearance of germlings in same sample plot was examined with model 3 (Table 12, 14, Figure 13). The percentage of plots with no germlings increased with increasing mean height of the seedlings. Further, the percentage of empty plots was higher in mixed spruce-pine and spruce-birch stands than in pure spruce stands (Table 13, Figure 12).

The correlation between the number of seedlings measured prior to and after the shelterwood cutting was clear ($r = 0.624^{***}$) but not very strong. The regression coefficient was 0.48. The number of acceptable seedlings decreased more in fully restocked stands than in poorly restocked ones (Figure 14). The change in the number of seedlings due to the shelterwood cutting was shown to depend on the median height of seedlings, the coverage of logging waste, and the number of germlings measured prior to the cutting (Model 8, Figure 15). The change in the percentage of empty plots depended also clearly on the coverage of logging waste ($r^2 = 0.409^{***}$).

The correlation between the number of acceptable seedlings measured in the summer after the shelterwood cutting and one year later was high ($r = 0.804^{***}$). The regression coefficient was 1.10. The decrease in the percentage of empty plots was independent from quality of the seedling stand measured one year before. The increase in the number of seedlings and the decrease in the percentage of empty plots depended on the coverage of logging waste and number of germlings measured prior to the cutting.

In the second summer after the shelterwood cutting the number of germlings was highest in the dense shelterwood stands. The percentage of empty plots depended on the quality of ground layer, the coverage of field layer, and the thickness of humus layer (Table 15, Figure 18). Furthermore, the distance between a sample plot and the nearest shelter tree as well as its diameter at breast height had an effect on the appearance of germlings in the plot (Table 15, Figure 19).

Liite 1. Muuttujaluettelo. **Appendix 1. List of variables.**

1. Ennen suojuspuuhakkuuta mitatut tunnuks

A-lomake (puustokoeala)

1. Metsikön numero
2. Metsänhoitoyhdistys
3. Pinta-ala
4. Kocalan numero
5. Runkoluku
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
6. Kantojen ikä
7. Hakkuupoistuma
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
8. Tehdyt toimenpiteet

B-lomake (puustokoeala)

1. Metsikön numero
2. Metsänhoitoyhdistys
3. Pinta-ala
4. Kocalan numero
5. Metsätyyppi
6. Maalaji
7. Pohjapinta-ala
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
8. Keskipituus
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
9. Tilavuus
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
10. Siemennyskyky
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
11. Ikä

C-lomake (peruskoealat)

1. Metsikön numero
2. Metsänhoitoyhdistys
3. Kocalan koko
4. Metsätyyppi
5. Kivisyys
6. Maalaji
7. Humuksen paksuus
8. Taimimäärä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
9. Taimiainesmäärä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
10. Pohjakerroksen laatu

D-lomake (erikoiskoealat)

1. Metsikön numero
2. Alue
3. Kocalan numero
4. Metsätyyppi
5. Puulaji

6. Syntytapa
7. Pituus
8. Kehityskelpoisuus

2. Suojuspuuhakkuun jälkeen mitatut tunnuks

E-lomake (metsikkölomake)

1. Metsikön numero
2. Alue
3. Päivämäärä
4. Mikrotopografia
5. Reunametsä
6. Suojuspuuston
 - a) tilajärjestys
 - b) tuhoriski
7. Ohjeiden mukaisuus
8. Ajouraverkosto
9. Kuvion rajaus
10. Raivaus ja sen arvionti
11. Taimien vapautus
12. Maanpinnan käsittely
13. Maisematekijät

F-lomake (peruskoealat)

1. Metsikön numero
2. Kocalan numero
3. Hakkuutäht. peittävyys
4. Taimimäärä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
5. Kasvatuskelpoisten taimien määrä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
6. Perustaimimäärä

G-lomake (erikoiskoealat)

1. Metsikön numero
2. Kocalan numero
3. Taimien syntytapa
4. Taimien puulaji
5. Taimien kelpoisuus
6. Kehityskelvottomuuden syy
7. Taimien pituus
8. Pituuskasvu (3 v.)
9. Tuhot
 - ilmeneminen
 - aiheuttaja
 - elinvoimaisuuteen
10. Perustaimi

H-lomake (puustolomake)

1. Metsikön numero
2. Kocalan numero
3. Pohjapinta-ala
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
4. Keskipituus
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
5. Tilavuus
 - mänty
 - kuusi

- koivu
- 6. Siemennyskyky
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
- 7. Runkoluku
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
- 8. Kantojen määrä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu

I-lomake (suojuspuulomake)

1. Metsikön numero
2. Koealan numero
3. Puulaji
4. Kanto/suojuspuu
5. Rinnankorkeus läpimitta
6. Kantoläpimitta
7. Pituus
8. Latvusraja
9. Käpymäärä
10. Elinvoima
11. Laatu
12. Tuhot
13. Maannouseman esiintyminen

3. Vuosi suojuspuuhakkuun jälkeen mitatut tunnukset

J-lomake (peruskoealat)

1. Metsikön numero
2. Koealan numero
3. Taimimäärä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
 - muut
4. Kasvatuskelpoisten taimien määrä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
5. Perustaimia, kpl/ha
6. Keskipituus
 - havupuiden taimet
 - lehtipuiden taimet
7. Taimiainemäärä
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
8. Pohjakerros
 - laatu
 - laji
9. Kenttäkerros
 - laatu
 - vallitseva laji
 - peittävyys
10. Hakkuutähteet
 - laatu
 - paksuus
 - peittävyys

11. Humus
 - paksuus
 - laatu
12. Suojuspuu
 - puulaji
 - etäisyys
 - läpimitta
13. Ajoura

K-lomake (erikoiskoealat)

1. Metsikön numero
2. Koealan numero
3. Puulaji
4. Taimen kelpoisuus
5. Kehityskelvottomuuden syy
6. Pituuskasvu
 - 1985
 - 1986
 - 1987
7. Tuhot
 - ilmeneminen
 - aiheuttaja
8. Perustaimi

L-lomake (puusto)

1. Metsikön numero
2. Koealan numero
3. Pohjapinta-ala
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
4. Runkoluku
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
5. Tuulikaatoja
 - mänty
 - kuusi
 - koivu
6. Toimenpiteet
 - raivaus
 - tuulikaatojen korjuu
 - heinätorjunta
 - maanpinnan käsittely
 - taimikon perkaus

M-lomake (puulomake)

A-osa

1. Metsikön numero
 2. Koealan numero
 3. Puulaji
 4. Läpimitta
 5. Elinvoima
 6. Tuhot
- ##### B-osa
1. Metsikön numero
 2. Puun numero
 3. Puulaji
 4. Läpimitta
 5. Pituus
 6. Etäisyys kuvion laidasta
 7. Kaatumissuunta
 8. Tuhot
 9. Pohjamaa
 10. Kivisyys

Liite 2. Käytettyjä luokituksia.

Appendix 2. Classification used in the study.

I KASVUPAIKKATIEDOT

Maalaji (C-lomake)

1. Hiekkamoreeni
2. Hietamoreeni
3. Hiesu- ja savimoreeni
4. Hiekka
5. Hieta
7. Savi
8. Turve

Humuksen laatu (J-lomake)

1. Kangashumus
2. Turve
3. Mullas
4. Multa

Pohjakerroksen laatu (C-lomake)

1. Ruutua peitti kauttaaltaan yhtenäinen heinä- (esim. *Calamagrostis*, *Deschampsia*, *Agrostis*) tai ruohokenttäkerros (esim. *Epilobium*, *Filipendula* jne.). Pohjakerroksen kasvillisuus oli hyvin vähäistä ja puuttui usein kokonaan (heinä ja ruoho).
2. Pohjakerroksen muodosti ohut epäyhtenäinen seinäsammal *Pleurozium schreberi*, kerrossammal *Hylacomium splendens*, kynsisammal *Dicranum* sp. tai sulkasammal *Ptilium* sp. Kenttäkerroksessa oli runsaasti varpuja (ohut sammal ja varpu).
3. Pohjakerroksessa dominoivat samat sammalet kuin luokassa 2. Kenttäkerros oli harva (ohutsammal).
4. Pohjakerroksen muodosti paksu yhtenäinen seinäsammal *Pleurozium schreberi*, kerrossammal *Hylacomium splendens*, rahkasammal *Sphagnum* sp. tai karhunsammal *Polytrichum* sp., joka painui selvästi jalan alla. Kenttäkerros oli harva tai puuttui kokonaan (paksu sammal).
5. Pohjakerrosta peitti karikkekerros. Kenttäkerroksessa esiintyi heiniä (esim. *Deschampsia*, *Melica*) ja matalia ruohoja (esim. *Oxalis acetosella*, *Viola* sp. *Maianthemum* sp.). Koeala ei ollut voimakkaasti heinittynyt (heinä, ruoho ja karike).
6. Pohjakerroksen muodosti yhtenäinen karikkekerros. Kenttäkerros puuttui miltei kokonaan (karike).

Kenttäkerros (J-lomake)

Laatu

0. Puuttuu
1. Korkea ruoho
2. Matala ruoho
3. Korkea heinä
4. Matala heinä
5. Varpu
6. Pensas

Valtalaji

1. *Epilobium angustifolium*
2. *Filipendula ulmaria*
3. *Pteridium aquilinum*
4. *Athyrium filix-femina*
5. *Oxalis acetosella*
6. *Rubus saxatilis*
7. *Gymnocarbum dryopteris*
8. *Trientalis europeae*
9. *Maianthemum bifolium*
10. *Calamagrostis* sp.
11. *Deschampsia flexuosa*
12. *Milium effusum*

13. *Melica nutans*
14. *Festuca ovina*
15. *Vaccinium vitis-idaea*
16. *Vaccinium myrtillus*
17. *Rubus idaeus*

Pohjakerros (J-lomake)

Laatu

1. Karike
2. Humus
3. Ohut sammal
4. Paksu sammal

Laji

1. Lehtikarike
2. Havukarike
3. Seinäsammal *Pleurozium* sp.
4. Kerrossammal *Hylocomium* sp.
5. Kynsisammal *Dicranum* sp.
6. Karhunsammal *Polytrichum* sp.
7. Sulkasammal *Ptilium* sp.
8. Rahkasammal *Sphagnum* sp.

II PUUSTO

Puuston siemennyskyky (B-lomake)

0. Metsikössä ei ollut kyseistä puulajia.
1. Metsikössä olevat kyseisen puulajin yksilöt eivät ikänsä tai kuntosaa vuoksi tuottaneet siementä juuri lainkaan.
2. Metsikössä olevat kyseisen puulajin yksilöt pystyvät tuottamaan siementä keskimääräistä vähemmän.
3. Siemennyskyky oli normaali.
4. Kyseisen puulajin yksilöt olivat hyvälaatuisia ja ne pystyivät tuottamaan siementä keskimääräistä enemmän.
5. Puuston siemennyskyky oli erinomainen.

Elinvoima (I-lomake)

0. Kanto
1. Terve
2. Lievästi vaurioitunut
3. Heikentynyt
4. Kituva
5. Kuoleva

Laatu (I-lomake)

0. Kanto
1. Hyvälaatuinen
2. Kohtalainen
3. Heikkolaatuinen

Tuhot (I ja M-lomake)

1. Hakkuuvaurio
2. Vaurioitunut ajossa
3. Tuulen kallistama
4. Kaatunut
5. Kirjanpainaja *Ips* sp. (alle 10 iskeymää)
6. Kirjanpainaja *Ips* sp. (yli 10 iskeymää)
7. Tähtikirjaaja *Pityogenes chalcographus*
8. Muu kaarnakuoriainen

Maannousema (I-lomake)

0. Suojuspuu
1. Ei maannousemaa
2. Maannousema

III TAIMET

Taimien kelpoisuus

(D-, G- ja K-lomake)

1. Kehityskelpoinen
2. Kasvatuskelpoinen
3. Kehityskelvoton

Elinvoima (G- ja K-lomake)

0. Ei vaikutusta
2. Heikentynyt
3. Kituva
4. Kuoleva
5. Kuollut

Kehityskelvottomuuden syy

(G- ja K-lomake)

1. Sopimaton puulaji
2. Sopimaton kasvupaikka
3. Kooltaan sopimaton
4. Huonokuntoinen
5. Kuollut

Tuhojen ilmeneminen

(I- ja K-lomake)

1. Silmutuho
2. Monilatvaisuus

3. Alle 2 vuosikasvainta puuttuu
4. Yli 2 vuosikasvainta puuttuu
5. Rangan vaihdos
6. Mutka
7. Kolouma
8. Karsiuma
9. Kallistuma, taimi selviää
10. Kallistuma, taimi ei selviä
11. Neulastuho 1–25 %
12. Neulastuho 26–50 %
13. Neulastuho 51–75 %
14. Neulastuho 76–100 %
15. Kuivuminen
16. Hautautunut hakkuutähteisiin

Tuhojen aiheuttaja

(I- ja K-lomake)

1. Hakkuu
2. Hakkuutähteet
3. Ajo
4. Pintakasvillisuus
5. Vesat
6. Päällyspuusto
7. Maannousema
8. Tukkimiehentäi *Hyllobius* sp.
9. Niluri *Hylastes* sp.
10. Pikikärsäkäs *Pissodes* sp.
11. Myyrä
12. Halla
13. Routa
14. Suopursuruoste
15. Neulaspiestiäinen *Lygaeonmatus* sp.
16. Muu

Liite 3. Ennen suojuispuuhakkua mitattujen tunnusien välinen korrelaatiomatriisi.
Appendix 3. The correlation matrix of the variables measured prior to the shelterwood cutting.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Taimimäärä, kpl/ha	1,000											
(1) Kuusi	0,762	1,000										
(2) Kasv.kelp. taimet	0,277	0,401*	1,000									
(3) Taimiaines				1,000								
Taimikon pituus, cm					1,000							
(4) Kuusi (keskip.)	-0,173	-0,424**	-0,458**	0,814**								
(5) Kasv.k. t.(keskip.)	-0,029	-0,106	-0,405**	0,911**	1,000							
(6) Kuusi (med.p.)	-0,219	-0,504**	-0,459**	0,708***	0,788***	1,000						
(7) Kasv.k. t.(med.p.)	-0,151	-0,295	-0,398*	0,708***	0,788***	0,810***	1,000					
Tilavuus, m ³ /ha												
(8) Tilavuus	-0,019	0,003	0,090	-0,178	-0,202	-0,131	-0,089	1,000				
(9) Kuusi	0,145	0,094	0,279	-0,359*	-0,372*	-0,386*	-0,406**	0,749***	1,000			
(10) Mänty	-0,136	0,039	-0,211	0,226	0,266	0,308	0,437**	0,137	-0,500**	1,000		
(11) Koivu	-0,303	-0,318*	-0,282	0,259	0,142	0,335*	0,262	0,181	-0,177	0,471	1,000	
(12) Sekap.	-0,239	-0,092	0,296	0,300	0,079	0,402*	0,486**	0,191	-0,507***	0,919***	0,499**	1,000
Pohjapinta-ala, m ² /ha												
(13) Pohjapinta-ala	-0,068	-0,016	0,031	-0,119	-0,177	-0,039	-0,038	0,964***	0,652***	0,199	0,288	0,288
(14) Kuusi	0,137	0,084	0,271	-0,325*	-0,369*	-0,336*	-0,386*	0,767***	0,977***	-0,445**	-0,155	-0,450**
(15) Mänty	-0,142	-0,058	-0,250	0,175	0,241	0,249	0,378*	0,101	-0,522***	0,976***	0,133	0,904***
(16) Koivu	-0,312*	-0,384*	0,315	0,173	0,419**	0,419**	0,337*	0,103	-0,197	0,058	0,945***	0,425**
(17) Sekap.	-0,274	-0,137	-0,339*	0,304	0,291	0,418**	0,489**	0,137	-0,344***	0,866***	0,575***	0,984***
Runkoluku, kpl/ha												
(18) Runkol.	-0,128	-0,059	-0,199	0,159	0,188	0,181	0,311	-0,003	-0,323*	0,411**	0,292	0,474**
(19) Kuusi	0,078	0,082	0,095	-0,103	-0,030	-0,176	-0,091	-0,046	0,103	-0,210	-0,075	-0,213
(20) Mänty	-0,110	-0,010	-0,229	0,268	0,304	0,357*	0,479**	0,044	-0,516**	0,941***	0,002	0,822***
(21) Koivu	-0,312*	-0,325*	0,205	0,281	0,281	0,281	0,281	0,023	-0,244	0,059	0,858**	0,392*
(22) Sekap.	-0,271	-0,177	-0,387*	0,340*	0,295	0,457***	0,537***	0,049	-0,568***	0,814***	0,493**	0,905***
Keskläpimitta												
(23) Arimeittinen, cm	0,105	0,060	0,199	-0,189	-0,274	-0,152	-0,277	0,559**	0,622***	-0,198	-0,051	-0,194
Muita tunnuksia												
(24) Korkeus mp., m	0,369*	0,263	-0,090	0,028	0,044	-0,016	-0,148	0,091	0,252	-0,182	-0,242	-0,255
Pohjapinta-ala, m ² /ha												
(13) Pohjapinta-ala	1,000											
(14) Kuusi	0,717***	1,000										
(15) Mänty	0,165	-0,480**	1,000									
(16) Koivu	0,220	-0,171	0,029	1,000								
(17) Sekap.	0,249	-0,496**	0,875**	0,513***	1,000							
Runkoluku, kpl/ha												
(18) Runkol.	0,037	-0,308	0,427**	0,221	0,474**	1,000						

	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
(19) Kuusi	-0,071	0,089	-0,197	-0,088	-0,213	0,705***	1,000					
(20) Mänty	0,101	-0,464	0,926***	-0,050	0,771***	0,423**	-0,198	1,000				
(21) Koivu	0,088	-0,254	0,094	0,787***	0,464**	0,365*	-0,046	-0,016	1,000			
(22) Sekap.	0,134	-0,530***	0,821***	0,409**	0,905***	0,561***	-0,191	0,820***	0,559***	1,000		
Keskiläpimitta, cm												
(23) Aritmeettinen	0,568***	0,663***	-0,232	-0,028	-0,213	-0,780***	-0,621***	-0,269	-0,152	-0,356*	1,000	
Muita tunnuksia												
(24) Korkeus mp., m	0,078	0,257	-0,147	-0,271	-0,259	-0,315	-0,161	-0,100	-0,288	-0,248	0,181	1,000

- | | |
|---|---|
| (1) Spruce seedlings, no/ha | (13) Basal area, m ² /ha |
| (2) Acceptable seedlings, no/ha | (14) Basal area, spruce, m ² /ha |
| (3) Germlings, no/ha | (15) Basal area, pine, m ² /ha |
| (4) Mean height of spruce seedlings, cm | (16) Basal area, birch, m ² /ha |
| (5) Mean height of acceptable seedlings, cm | (17) Basal area, pine & birch, m ² /ha |
| (6) Median height of spruce seedlings, cm | (18) Number of stems/ha |
| (7) Median height of acceptable seedlings, cm | (19) Number of stems/ha, spruce |
| (8) Volume, m ³ /ha | (20) Number of stems/ha, pine |
| (9) Volume, spruce, m ³ /ha | (21) Number of stems/ha, birch |
| (10) Volume, pine, m ³ /ha | (22) Number of stems/ha, pine & birch |
| (11) Volume, birch, m ³ /ha | (23) Mean diameter, cm |
| (12) Volume, pine and birch, m ³ /ha | (24) Elevation, m |

Liite 4. Kesällä suojuspuuhakkuun jälkeen mitattujen tunnusten välinen korrelaatiomatriisi.
Appendix 4. The correlation matrix of the variables measured after the shelterwood cutting.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Taimimäärän muutos, kpl/ha										
(1) Kuusentaimet	1,000									
(2) Kasvatusk. taimet	0,087	1,000								
Tyhjien koealojen muutos, %										
(3) Kuusentaimet	-0,520**	-0,474**	1,000							
(4) Kasvatusk. taimet	-0,204	-0,624***	0,486**	1,000						
Hakkuupoistuma										
(5) Tilavuus, m ³ /ha	-0,089	-0,398*	0,314	0,373*	1,000					
(6) Til. kuusi, m ³ /ha	0,025	-0,337	0,178	0,408*	0,927***	1,000				
(7) Runkoluku, kpl/ha	-0,092	-0,339*	0,377*	0,221	0,261	0,129	1,000			
(8) Rkl. kuusi, kpl/ha	-0,038	-0,298	0,266	0,225	0,222	0,156	0,965	1,000		
(9) Ppa, m ³ /ha	-0,066	-0,301	0,235	0,238	0,935***	0,863***	0,214	0,182	1,000	
(10) Ppa, kuusi, m ³ /ha	0,092	0,285	0,099	0,313	0,866***	0,948***	0,115	0,143	0,945***	1,000
Hakkuutähteet ja ajourat										
(11) Peittävyys, %	-0,388*	-0,328	0,643***	0,295	0,308	0,168	0,283	0,135	0,184	0,056
(12) Paksuus, cm	-0,312	-0,071	0,544***	0,265	0,303	0,241	0,283	0,249	0,198	0,136
(13) Ajourat, peitt. %	-0,093	-0,284	0,311	0,392*	0,062	0,118	0,474**	0,513**	0,027	0,132
Ennen hakkuuta mitatut tunnuksat										
(14) Taimiaines, kpl/ha	0,445**	-0,244	-0,315	-0,011	-0,129	0,170	0,146	0,221	0,202	0,273
(15) Keskipituus, cm	-0,551***	0,138	0,342	0,024	-0,130	-0,215	0,096	-0,030	-0,096	-0,182
(16) Mediaanipituus, cm	-0,632***	0,164	0,396*	-0,008	-0,043	-0,155	0,063	0,033	-0,059	-0,166
Hakkuutähteet ja ajourat										
(11) Peittävyys, %	1,000									
(12) Paksuus, cm	0,523***	1,000								
(13) Ajourat, peitt., %	0,175	0,222	1,000							
Ennen hakkuuta mitatut tunnuksat										
(14) Taimiaines, kpl/ha	-0,092	-0,241	0,124	1,000						
(15) Keskipituus, cm	0,271	0,134	-0,029	-0,472**	1,000					
(16) Mediaanipituus, cm	0,051	0,198	-0,026	-0,483**	0,713***	1,000				

- | | |
|--|--|
| (1) Change in the number of spruce seedlings | (9) Removal, basal area, m ² /ha |
| (2) Change in the number of acceptable seedlings | (10) Removal, basal area (spruce), m ² /ha |
| (3) Change in the percentage of empty plots (spruce seedlings) | (11) Coverage of logging waste, % |
| (4) Change in the percentage of empty plots (acceptable seedlings) | (12) Thickness of logging waste, cm |
| (5) Removal, volume, m ³ /ha | (13) Coverage of extraction tracks, % |
| (6) Removal, volume (spruce), m ³ /ha | (14) Young seedlings prior to the cutting |
| (7) Removal, number of stems/ha | (15) Mean height of the seedling stands prior to the cutting |
| (8) Removal, number of stems/ha (spruce) | (16) Median height of the seedling stands prior to the cutting |

Liite 5. Toisena kesänä suojuspuuhakkuun jälkeen mitattujen muuttujien välinen korrelaatiomatriisi.
Appendix 5. The correlation matrix of the variables measured in the second summer after the shelterwood cutting.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)			
Taimimäärän muutos, kpl/ha														
(1) Kuusentaimet	1,000													
(2) Kasvatusk. taimet	0,751***	1,000												
Tyhjien koealojen muutos, %														
(3) Kuusentaimet	-0,648**	-0,661**	1,000											
(4) Kasvatusk. taimet	-0,600*	-0,792***	0,771**	1,000										
Hakkuupoistuma														
(5) Tilavuus, m ³ /ha	0,093	-0,120	0,034	-0,127	1,000									
(6) Til. (kuusi), m ³ /ha	0,224	0,095	-0,122	-0,276	0,907***	1,000								
(7) Runkoluku, kpl/ha	-0,452	-0,567*	0,465	0,305	0,492	0,303	1,000							
(8) Rkl (kuusi), kpl/ha	-0,357	-0,366	0,317	0,106	0,557*	0,486*	0,918***	1,000						
(9) Ppa, m ² /ha	0,221	0,038	-0,126	-0,290	0,955***	0,863***	0,405	0,487	1,000					
(10) Ppa (kuusi), m ² /ha	0,320	0,214	-0,252	-0,393	0,865***	0,972***	0,245	0,445	0,887***	1,000				
Hakkuutähteet														
(11) Peittävyys, %	-0,503*	-0,656**	0,665**	0,581*	0,179	0,047	0,736***	0,529*	0,044	-0,055	1,000			
(12) Paksuus, cm	-0,375	-0,208	0,379	0,053	0,491	0,441	0,658**	0,716**	0,472	0,419	0,477	1,000		
(13) Ajourat, peitt. %	-0,270	-0,078	0,241	0,029	0,120	0,212	0,144	0,176	0,036	0,173	0,241	0,477	1,000	
(14) Taimiaines(e), kpl/ha	0,194	0,487*	-0,310	-0,682**	0,304	0,426	-0,047	0,160	0,332	0,454	-0,392	0,477	0,241	1,000
(15) Taimiaines(j), kpl/ha	0,024	0,281	-0,456	-0,335	-0,124	-0,053	-0,350	-0,232	-0,094	-0,005	-0,486	-0,392	-0,241	-0,486
Taimikon pituus ennen hakkuuta, cm														
(16) Keskipituus	-0,415	-0,421	0,491*	0,477	-0,218	-0,241	-0,070	-0,121	-0,348	-0,446	0,300	0,300	0,300	0,300
(17) Mediaanipituus	-0,347	-0,238	0,363	0,332	-0,219	-0,161	-0,081	-0,044	-0,329	-0,019	0,201	0,201	0,201	0,201
Suojuspuusto														
(18) Tilavuus, m ³ /ha	-0,205	0,025	-0,208	0,023	-0,321	-0,198	-0,152	0,002	-0,298	-0,141	-0,277	-0,277	-0,277	-0,277
(19) Til. (kuusi), m ³ /ha	0,022	0,226	-0,309	-0,115	-0,253	0,018	-0,429	-0,191	-0,264	-0,065	-0,498*	-0,498*	-0,498*	-0,498*
(20) Runkoluku, kpl/ha	-0,247	0,038	0,124	0,306	-0,618**	-0,500	-0,304	-0,222	-0,614**	-0,505	-0,073	-0,073	-0,073	-0,073
(21) Rkl (18 > cm), kpl/ha	-0,260	0,044	-0,010	0,247	-0,627**	-0,541	-0,221	-0,140	-0,588*	-0,501	-0,140	-0,140	-0,140	-0,140
(22) Rkl (kuusi), kpl/ha	-0,098	0,152	0,042	0,174	-0,493*	-0,263	-0,466	-0,308	-0,530*	-0,279	-0,242	-0,242	-0,242	-0,242
(23) Ppa, m ² /ha	-0,275	-0,044	-0,121	0,113	-0,378	-0,282	-0,131	-0,008	-0,369	-0,235	-0,227	-0,227	-0,227	-0,227
(24) Ppa (kuusi), m ² /ha	-0,012	0,192	-0,260	-0,068	-0,289	-0,022	-0,437	-0,203	-0,312	-0,014	-0,496	-0,496	-0,496	-0,496
Hakkuutähteet ja ajourat														
(12) Paksuus, cm	1,000													
(13) Ajourat, peitt. %	0,138	1,000												
(14) Taimiaines(e), kpl/ha	0,194	0,072	1,000											
(15) Taimiaines(j), kpl/ha	-0,141	-0,126	0,400	1,000										
Taimikon pituus ennen hakkuuta														
(16) Keskipituus, cm	0,038	0,106	-0,449	-0,372	1,000									
(17) Mediaanipituus, cm	0,161	-0,061	-0,337	-0,318	0,909	1,000								
Suojuspuusto														
(18) Tilavuus, m ³ /ha	-0,270	0,130	-0,188	0,476	-0,153	-0,075	1,000							
(19) Til. (kuusi), m ³ /ha	-0,252	0,197	0,125	0,615**	-0,203	-0,126	0,766	1,000						
(20) Runkoluku, kpl/ha	-0,035	-0,137	-0,466	0,075	0,520*	0,658**	0,458	0,324	1,000					
(21) Rkl (18 > cm), kpl/ha	-0,199	-0,064	-0,438	0,253	0,142	0,256	0,779**	0,484*	0,842***	1,000				
(22) Rkl (kuusi), kpl/ha	-0,006	-0,106	-0,135	0,227	0,461	0,598*	0,276	0,523*	0,818***	0,521	1,000			
(23) Ppa, m ² /ha	-0,256	0,094	-0,255	0,461	-0,077	-0,008	0,986***	0,729***	0,526*	0,812***	0,331	1,000		
(24) Ppa (kuusi), m ² /ha	-0,248	0,158	0,103	0,605*	-0,127	-0,047	0,748**	0,990***	0,384	0,495*	0,599*	0,731***	1,000	

(e) ennen hakkuuta (j) hakkuun jälkeen

- | | |
|--|--|
| (1) Change in the number of spruce seedlings | (13) Coverage of extraction tracks, % |
| (2) Change in the number of acceptable seedlings | (14) Number of germlings/ha prior to the cutting |
| (3) Change in the percentage of empty plots, spruce seedling | (15) Number of germlings/ha after the cutting |
| (4) Change in the percentage of empty plots, acceptable seed | (16) Mean height of the seedling stands prior to the cutting |
| (5) Removal, volume, m ³ /ha | (17) Median height of the seedling stands prior to the cutting |
| (6) Removal, volume (spruce), m ³ /ha | (18) Volume, m ³ /ha |
| (7) Removal, number of stems/ha | (19) Volume (spruce), m ³ /ha |
| (8) Removal, number of stems/ha (spruce) | (20) Number of stems/ha |
| (9) Removal, basal area, m ² /ha | (21) Number of stems/ha (18 > cm) |
| (10) Removal, basal area (spruce), m ² /ha | (22) Number of stems/ha (spruce) |
| (11) Coverage of logging waste, % | (23) Basal area, m ² /ha |
| (12) Thickness of logging waste, cm | (24) Basal area (spruce), m ² /ha |

Instructions to authors — Ohjeita kirjoittajille

Submission of manuscripts

Manuscripts should be sent to the editors of the Society of Forestry as three full, completely finished copies, including copies of all figures and tables. Original material should not be sent at this stage.

The editor-in-chief will forward the manuscript to referees for examination. The author must take into account any revision suggested by the referees or the editorial board. Revision should be made within a year from the return of the manuscript. If the author finds the suggested changes unacceptable, he can inform the editor-in-chief of his differing opinion, so that the matter may be reconsidered if necessary.

Decision whether to publish the manuscript will be made by the editorial board within three months after the editors have received the revised manuscript.

Following final acceptance, no fundamental changes may be made to the manuscript without the permission of the editor-in-chief. Major changes will necessitate a new submission for acceptance.

The author is responsible for the scientific content and linguistic standard of the manuscript. The author may not have the manuscript published elsewhere without the permission of the publishers of Acta Forestalia Fennica. The series accepts only manuscripts that have not earlier been published.

The author should forward the final manuscript and original figures to the editors within two months from acceptance. The text is best submitted on a floppy disc, together with a printout. The covering letter must clearly state the manuscript is the final version, ready for printing.

Form and style

For matters of form and style, authors are referred to the full instructions available from the editors.

Käsikirjoitusten hyväksyminen

Metsäntutkimuslaitoksesta lähtöisin olevien käsikirjoitusten hyväksymismenettelystä on ohjeet Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuohjesäännössä.

Muista käsikirjoituksista lähetetään Suomen Metsätieteellisen Seuran toimitukselle kolme täydellistä, viimeisteltyä kopiota, joihin sisältyvät myös kopiot kaikista kuvista ja taulukoista. Originaaliaineistoa ei tässä vaiheessa lähetetä.

Vastaava toimittaja lähettää käsikirjoituksen valitsemilleen ennakotarkastajille. Tekijän on otettava huomioon ennakotarkastajien ja toimituskunnan korjausesitykset. Korjaukset on tehtävä vuoden kuluessa siitä, kun käsikirjoitus on palautettu tekijälle. Jos tekijä ei voi hyväksyä korjausesityksiä, hänen on ilmoitettava eriyvä mielipiteensä vastaavalle toimittajalle tai toimituskunnalle, joka tarvittaessa ottaa asian uudelleen käsittelyyn.

Acta Forestalia Fennican toimituskunta päättää kirjoituksen julkaisemisesta ennakotarkastajien lausuntojen ja muiden ilmenneiden seikkojen perusteella. Päätös tehdään kolmen kuukauden kuluessa siitä, kun käsikirjoituksen lopullinen korjattu versio on saapunut toimitukselle.

Hyväksymisen jälkeen käsikirjoitukseen ei saa tehdä olennaisia muutoksia ilman vastaavan toimittajan lupaa. Suuret muutokset edellyttävät uutta hyväksymistä.

Tekijä vastaa kirjoituksen tieteellisestä asiasisällöstä ja kieliästä. Tekijä ei saa julkaista kirjoitusta muualla ilman Acta Forestalia Fennican julkaisijoiden suostumusta. Acta Forestalia Fennicaan hyväksytään vain aiemmin julkaisemattomia kirjoituksia.

Tekijän tulee antaa lopullinen käsikirjoitus ja kuvaoriginaalit toimitukselle kahden kuukauden kuluessa hyväksymispäätöksestä. Käsikirjoituksen saatteesta pitää selvästi ilmetä, että käsikirjoitus on lopullinen, painoon tarkoitettu kappale. Teksti otetaan mieluiten vastaan mikrotietokoneen levykkeellä, jonka lisäksi tarvitaan paperituloste.

Käsikirjoitusten ulkoasu

Käsikirjoitusten asun tulee noudattaa sarjan kirjoitusohjeita, joita saa toimituksesta.



1989

- 205 Selby, J. Ashley.** An exploratory investigation of entrepreneurial space: the case of small sawmills, North Karelia, Finland. Seloste: Tutkimus yrittäjyydestä: pien-sahat Pohjois-Karjalassa.
- 206 Atipanumpai, Ladawan.** *Acacia mangium*: Studies on the genetic variation in ecological and physiological characteristics of a fast-growing plantation tree species. Tiivistelmä: *Acacia mangium*: tutkimuksia nopeakasvuisen viljelypuulajin ekologisten ja fysiologisten tunnusten geneettisestä vaihtelusta.
- 207 Hakkila, Pentti.** Logging in Finland. Tiivistelmä: Puunkorjuu Suomessa.
- 208 Finér, Leena.** Biomass and nutrient cycle in fertilized and unfertilized pine, mixed birch and pine and spruce stands on a drained mire. Seloste: Biomassa ja ravinteiden kierto ojitusalueen lannoitetussa ja lannoittamattomassa männikössä, koivu-mäntyseka-metsikössä ja kuusikossa.
- 209 Leinonen, Kari, Leikola, Matti, Peltonen, Antti & Räsänen, Pentti K.** Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland.