

Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä

Jukka Valtanen



MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

Kansikuva. Siemenpuun seisottaminen tekee taimikkoon 1–3 aarin aukon, pesuvalin. Siemenpuut on poistettava heti, kun pientä taimiainesta on noussut riittävästi. Kuva Muhokselta. P. Savilampi.



Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä

Jukka Valtanen

Valtanen, J. 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 693. 77 s. ISBN 951-40-1634-3, ISSN 0358-4283.

Muhoksen tutkimusasema perusti vuosina 1974–77 viisi koekenttää männyn siemenpuumenetelmän käyttökelpoisuuden selvittämiseksi. Koekentät olivat Lestijärvellä, Pyhännällä, Muhoksella, Kuhmossa ja Taivalkoskella. Koekentän keskipinta-ala oli 14 ha. Tutkimus päättyi 15 vuotta muokkauksen jälkeen.

Siemenpuuston tiheydet olivat 20, 40 ja 80 puuta/ha. Muokkaukset olivat nollamuokkaus, äestys ja auraus. Siemenpuut poistettiin kolmessa vaiheessa: ensimmäiseltä kaistalta heti taimettumisen tapahduttua, toiselta viisi vuotta myöhemmin ja kolmannelta taas viisi vuotta myöhemmin.

Loppuinventoinnissa männyn taimia oli keskimäärin 5 020 kpl/ha. Paras tulos saavutettiin 40 siemenpuun tiheydessä aurausaloilla ensimmäisellä poistokaistalla. 80 ja 20 siemenpuuta antoivat vähän huonomman tuloksen. Nolla-alueilla taimia oli 2 940, äestysaloilla 4 540 ja aurausaloilla 7 580. Keskipituus samassa järjestyksessä oli 87, 96 ja 109 cm. Runkosumma eli hehtaarilla kasvavien männynntaimien yhteispituus oli aurausalojen 1. poistokaistalla 9 840 m ja 3. kaistalla 6 450 m. Äestysaloilla vastaavat luvut olivat 5 160 ja 4 080 sekä nollamuokkauksilla 3 210 ja 1 330 m.

Tutkimuksen mukaan siemenpuumenetelmä on Oulun läänin alueella männyn uudistamisessa luotettava menetelmä, joskin se voi olla hidas. Paras tulos saavutetaan paljastamalla maata laajalti — enemmän kuin normaalissa äestyksessä — ja poistamalla siemenpuut heti, kun pientä taimiainesta on ilmaantunut riittävästi. Luontainen koivu ja kuusi täydentävät taimikkoa ja antavat mahdollisuuden puulajivalintaan myöhemmin toteutettavassa taimikonhoidossa.

Hyväksynyt: Tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 6.7.1998.

Hanke: 3148

Kirjoitajan yhteystiedot: Jukka Valtanen, Metsänhoitajankuja, 38600 Lavia. Puh. 02-5571 004.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, Kirkkosaarentie 7, FIN-91500 MUHOS. Puh. (08) 5312 200, faksi (08) 5312 211.

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, Kirjasto, PL 18 01301 VANTAA. Puh. (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582.

Sisällys

1 Johdanto	1
Metsänuudistamisohjelmat	4
Uudistamisen suunnittelu	6
Tutkimuksen tavoite	7
2 Aineisto ja menetelmät	8
2.1 Tutkimuksen kuvaus	8
2.2 Koealojen puusto	11
2.3 Muokkauspinnan määrä	12
2.4 Siemenpuusto ja siemensadot	14
2.5 Siemenpuitten poisto	15
2.6 Tuulenkaadot	16
2.7 Koealojen inventoinnit	17
2.8 Viljelyvertailut	19
2.9 Lannoituskoe	19
3 Luonnonolot	20
3.1 Ilmasto	20
3.2 Maaperä	22
4 Tulokset	23
4.1 Taimimäärät	23
4.1.1 Mänty	23
4.1.1.1 Siemenpuuston tiheyden ja maanmuokkauksen vaikutus	23
4.1.1.2 Siemenpuitten poistoajankohdan vaikutus	25
4.1.1.3 Tulokset pitäjittäin	27
4.1.1.4 Taimimäärät muokkausosapinnoilla	30
4.1.2 Kuusi	32
4.1.3 Lehtipuut	33
4.1.4 Puulajit yhteensä	37
4.2 Kasvatettavien taimien määrät	37
4.3 Taimien pituus	41
4.3.1 Kaikki taimet	41
4.3.2 Kasvatettavien taimien pituus	46
4.4 Tilajärjestys	47
4.5 Männyn runkosumma	50
4.6 Tuhot	52
4.7 Viljelyvertailut	55
4.8 Lannoituskoe	57
5 Tulosten tarkastelu	58
6 Käytäntöön sovelletut johtopäätökset	64
7 Tiivistelmä	65
Kirjallisuus	67
Liitteet	72

1 Johdanto

Luontaisen uudistamisen ja viljelyuudistamisen rajaa käydään jatkuvasti. On paikkoja, missä ei ole mahdollisuuksia järkevään luontaiseen uudistamiseen. Ne viljellään. Toisaalta on paikkoja, missä ei ole mitään syytä suunnitella viljelyä: ala on jo riittävästi taimettunut, tai kokemuksesta tiedetään sen taimettumisen onnistuvan luontaisesti hyvin. Jos kuvataan uudistamisen valintamahdollisuus jankaksi, jonka vasemmassa päässä ovat varmasti luontaisesti uudistuvat ja oikeassa päässä yhtä selvästi viljeltävät alat, jää niiden välille laaja ala, jossa on valinnan mahdollisuus. Niiden välinen raja oli metsänhoitomme koko alkuhistorian ajan lähellä janan oikeata päätä, eli luontaisen uudistamisen osuus oli suuri. 1950-luvulla raja lähti siirtymään vasemmalle, eli luontaisen uudistamisen osuus aleni, ja saman kymmenluvun lopussa viljelypinta-ala saavutti ja ohitti luontaisen uudistamisen pinta-alan (Metsätilastollinen vuosikirja, esim. 1988). Kaksikymmenvuotisjaksolla 1970–90 luontaisen uudistamisen osuus on ollut noin neljännes. Tällä vuosikymmenellä sen osuus on kasvanut 30–31 %:iin.

Viime vuosisadan lopulle asti metsien käsittely oli yleisesti kypsien puiden poimintaa eikä uudistamistapoja niin ollen tarvinnut edes valita. Esimerkiksi Metsänhoitohallituksen alammaisessa kertomuksessa Suomenmaan kruununmetsien hoidosta vuonna 1891 mainitaan Iin tarkastuspiiristä näin (Metsätilastollinen vuosikirja 1892): “Semmoista metsänviljelystä, joka edistää luonnon vaikutuksia metsien nuorentumiseen, ei metsähallinnon velvollisuutena ole ollut harjoittaa minkäänlaisen järjestetyn suunnitelman mukaan, varsinkaan niin kauan kuin hakkaukset ovat ainoastaan olleet semmoiset, että kasvustoista on hakattu ainoastaan yli-ikäisiä ja muita paksumpia puita ...” Oulujärven tarkastuspiirissä todettiin, “ettei ilmanala pane esteitä puulajien menestymiselle” ja Waasan läänin tarkastuspiirissä “ei viimeisinä aikoina mitään metsänviljelystä ole toimitettu”.

Vielä tämän vuosisadan alkupuolella kaikki piti uudistaa — jos uudistettavaa tuli — luontaisesti, mikäli ei ollut erityistä syytä viljelyyn. Niinpä Metsähallituksen alammaisessa kertomuksessa vuodelta 1902 (Metsätilastollinen vuosikirja 1904) mainitaan: “Koska maamme kruununmetsissä ylipäänsä on ollut tarkoituksena valita hakkuutapa sekä järjestää hakkuut sillä tavalla, että metsän luonnollinen uudistuminen on käynyt päinsä kasvavan metsän eli siemenpuitten avulla, ei metsänviljelyksiä olekkaan toimitettu sanottavassa määrässä muualla kuin semmoisilla laajoilla, metsättömillä kangasmailla, joilta kulovalkeain usein aikaansaaman turmeluksen johdosta metsä on hävinnyt, ja maanlaatu pitemmän paljaanaolemisen kautta on muuttunut karuksi ja kuivaksi, eikä siis ole voinut ottaa metsänuudistusta luonnollisella tavalla. Semmoisia paljaita aloja on esim. Kankaanpään hoito-alueeseen kuuluvalla Hämeenkanakaalla.”

Kertomuksessa metsähallinnon toiminnasta v. 1922 (Metsätilastollinen vuosikirja 1924) mainitaan uudistamistavan valintaperusteista näin: “Johtuen valtion metsätalouden ekstensiivisyydestä, luontaisen nuorentumisen helppoudesta ja sen edistämistä tarkoittavien toimenpiteiden suhteellisesta halpuudesta keinolliseen metsien uudistamiseen verrattuna turvaudutaan metsien uudistamisessa edelleenkin

pääasiassa luonnon siemennykseen. Tämän tarkoituksensa saavuttamiseksi koetetaan päähakuut järjestää siten, että hakkausalan siementyminen käy mahdolliseksi joko siemenpuista tai reunametsästä. Nuorentamistoimenpiteitä vanhoilla sahapuun hakkausaloilla vaikeuttaa kuitenkin huomattavasti se seikka, että pientä puuta, kuten pieniä rakennuspuita, propssi-, paperi-, halko- yms. puita ei monin paikoin vallitsevien huonojen menekkiolojen vuoksi saada kaupaksi.”

Kokonaan torjuttua uudistaminen viljellen ei ollut. Jo Keisarillisen senaatin Maanviljelystoimikunnan kirjeessä 16. marraskuuta 1882 (Heikel 1910) käsketään Metsähallitusta velvoittamaan “asianomaisia metsänhoitajia ja metsänhoidonneuvoja huolehtimaan siitä, että he siemenvuosien sattuessa ryhtyvät toimenpiteisiin havupuiden siementen keräämiseksi, samalla herättäen väestössä harrastusta mainittuun työhön ja neuvoen tälle mitenkä siementen kerääminen ja niiden hyväksikäyttö sopivimmin on tapahtuva”.

Vielä maailmansotien välisenä aikana metsäammattimiehen ammattitaitovaatimukseen kuului luontaisen uudistamisen osaaminen. Jos oli viljeltävä, se saattoi olla osoitus uudistettavan metsikön virheellisestä metsänhoidollisesta käsittelystä ja voitiin siten tulkita viitteeksi heikosta ammattitaidosta. Viljelymetsiköitä kuitenkin syntyi vähitellen. Kannustavina esimerkkeinä olivat muutamat aikaisempina vuosikymmeninä perustetut hyvin onnistuneet viljelykset, joita oli ennen muuta metsäkoulujen mailla. Toisaalta luontaisen uudistamisen tulokset olivat yleensä heikkoja. Taimikot syntyivät hitaasti ja aukkoisina, ja nopean uudistamisen tavoite jäi yleensä saavuttamatta.

1940-luvun lopulla ja 1950-luvulla tultiin metsätaloudessa uuteen aikaan. Metsien hakkuut voimistuivat ja puuvaroja tarvittiin yhä enemmän valtakunnan rakentamiseen, mm. Karjalan siirtolaisväestön asuttamiseen ja sotakorvausteollisuuteen. Valtakunnan metsien inventointitulosten ja metsien kasvua ja kehitystä selvittäneiden tutkimusten perusteella voitiin päätellä, että harsinnanluonteisista hakkuista on siirryttävä selväpiirteiseen metsän uudistamiseen ja metsien metsiköittäiseen käsittelyyn. Marraskuun 13. päivänä 1948 allekirjoitettu ns. harsintajulkilausuma (Appelroth ym. 1948) oli tärkein metsien käsittelyn muuttumiseen vaikuttanut kannanotto. Harsinnan lopettamisvaatimuksen lisäksi julkilausumassa korostettiin vajaatuottoisiksi kehittyneiden metsiköiden nopeata uudistamista. Avohakkuualat alkoivat lisääntyä. Kun kokemus lisäksi osoitti siemenpuumenetelmän monessa tapauksessa hitaaksi ja epävarmaksi ja toisaalta ennen sotaa perustetuista viljelymetsiköistä saatiin viljelyyn rohkaisevia esimerkkejä, 1950-luvulla siirryttiin metsien uudistamisessa lisääntyvästi viljelyyn, ja luontaisen uudistamisen osuus aleni.

Uudistamistavan valinnan perusteena on käytettävissä oleva tieto ja viljelymateriaalin saatavuus. Jos siementä ja taimia ei ole, on ratkaisu helppo: luontainen uudistaminen. Jos niitä on, voi valittavana olla kolme tapaa: luontainen uudistaminen, kylvä tai istutus. Oikeaan valintaan tarvitaan oikeata tietoa. Suomessa sitä on ollut käytettävissä jo suunnilleen sata vuotta. A.G. Blomqvist (1891) esitti männyn luontaisesta uudistamisesta nykytiedonkin mukaan hyvin oikeaan osuneet ohjeet. Ennen ensimmäistä maailmansotaa A.K. Cajander (1910) esitteli

laajasti uudistushakkuun menetelmiä. Myös G.Hj. Enrothin (1915) virkatalojen mailla tekemä metsän uudistumisen selvittely — ensimmäinen metsänuudistumisen tutkimus Suomessa — antoi nykyisenkin käsityksen mukaan oikeata perustietoa. Sen jälkeen tehdyissä tutkimuksissa todettiin ennen muuta maan muokkaaminen eli kivennäismaan paljastaminen taimettumisen kannalta ratkaisevaksi. Heikinheimo (1931 ja 1940) korosti pintakasvillisuuden haittaa ja maanpinnan valmistamisen tarpeellisuutta. Myös Aaltonen (1938) Metsänhoitajien jatkokursilla pitämässään esitelmässä korosti maan muokkaamisen merkitystä riittävän ja nopean taimettumisen aikaansaamiseksi. Muokkauksen korkeiden kustannusten takia hän esitelmänsä päätteeksi kuitenkin totesi “että menee vielä pitkä aika, ennenkuin metsämaatamme muokataan muuta kuin ehkä kokeeksi jokin laikku siellä täällä, mutta sille ei maantutkija mitään mahda.” Myös Terti (1934, 1938a ja 1938b) korosti kivennäismaan paljastamisen keskeistä merkitystä. Heikinheimo (1932, 1937 ja 1948) toi uuden ulottuvuuden luontaisen uudistamisen tunteemukseen selvittelemällä metsäpuiden siementämiskykyä. Vielä ennen sotaa Sarvas (1937) julkaisi tutkimuksensa Pohjois-Suomen kuivien ja kuivahkojen maiden kuloalojen taimettumisesta. Hän totesi niiden taimettuneen riittävästi.

Toisen maailmansodan jälkeen tehtiin eräitä edelleen perusselvityksinä pidettäviä tutkimuksia metsien uudistumisesta ja uudistamisesta. Sarvas (1949) tutki männyn luontaista uudistumista Etelä-Suomessa ja harsintametsien uudistumista Perä-Pohjolassa (1950). Edellisessä työssä hän totesi siemenpuuhakkuun epävarmaksi uudistamistavaksi ilman maanpinnan erityistä valmistamista, kun taas jälkimmäisessä taimimäärät todettiin varsin suuriksi. Oinonen (1956) tutki männyn luontaista uudistumista Lapin mäntykankailla. Tulos 32 tutkitulta uudistusalueelta oli, että jäkäläkankailla taimia oli runsaasti mutta sammalkankailla niukasti. Männyn kukkimisesta ja siemensadosta saatu tutkimustieto (Sarvas 1962) lujitti edellä mainittua Heikinheimon (1932 ja 1937) luomaa pohjaa. Vaartaja (1951) nosti kärsineet männyn alikasvokset uudistamisessa käyttökelpoisten taimikoitten luokkaan, johon niitä ei yleensä ollut kelpuutettu. Lehto laajensi monipuolisesti Etelä-Suomen (1956) ja Pohjois-Suomen (1969) mäntymetsien uudistamisessa tarvittavan tiedon määrää laaja-alaisilla inventoinneilla. Yli-Vakkuri (1961) kuvasi perusteellisesti taimien alkukehityksen.

Myöhemmin on tehty useita lähinnä inventointeihin perustuvia selvityksiä metsän uudistamisen onnistumisesta yhden tai useamman metsälautakunnan tai kunnan alueella. Useissa niistä on päähuomio kohdistunut viljelyn tuloksiin, mutta myös luontainen aines on inventoitu ja sen merkitys arvioitu. Luontaiseen uudistamiseen ovat keskittyneet Norokorpi (1983) Lapissa, Valtanen (1972, 1976, 1984, 1985 ja 1994) pääosaksi Oulun läänissä, Tolonen (1990) Kainuun eteläosassa, Peiponen (1991) Kuusamossa, Komulainen (1992) Puolangalla sekä Kinnunen & Mäki-Kojola (1980) ja Kinnunen & Nerg (1982) Länsi-Suomessa. Koko maan alueella inventoitiin metsähallinnon mailla 1963–64 kaikki vuosijaksolla 1945–62 syntyneet kasvullisen metsämaan uudistusalat (Kallio 1965). Keskimäärin tulokset ovat vähitellen parantuneet, ja nuorimmissa inventoinneissa luontaisen uudistamisen tulokset on muokkausten yleistettyä luokiteltu yleensä hyviksi.

Kotisaari (1982) tarkasteli kokoomatyössään monien tutkimusten tuloksia ja laati niiden perusteella synteesejä luontaisen uudistamisen ja uudistumisen eri vaiheista. Parviainen liitti metsänhoidolliseen tietämykseen taloudellisen näkökohdan ja laati työryhmänsä kanssa metsänviljelyn taloudellisen laskentaohjelman nimellä Viljo (Parviainen & Lappi 1983, Parviainen ym. 1984 ja 1985). Leikola (1986 ja 1987) tarkasteli kaksiosaisessa koosteessaan luontaisen uudistamisen menetelmiä, tuloksia ja käytyä keskustelua yli 150 vuoden ajalta.

1980-luvulla on otettu käyttöön käsite sekastrategia (Kotisaari ym. 1983). Sillä tarkoitetaan luontaisen uudistamisen ja viljelyn tarkoituksenmukaista yhdistämistä. Käytännössä sekastrategia on toteutunut lähes kaikkialla, missä metsää on hakkuun jälkeen uudistettu viljellen. Vähemmän on harvaksi jääneen luontaisen taimikon täydennystä viljellen. Luontaisen aineksen merkitystä ei tosin ole yleensä tuotu viljelyalojen uudistumistuloksessa selkeästi esiin, sillä käytännön inventoinneissa tarkastellaan vain uudistumistulosta kokonaisuutena. Käsitteenä sekastrategia on siis nuori, mutta käytännössä se on toteutunut jokseenkin kaikilla viljelyaloilla, mutta vain harvoilla luontaisen uudistamisen aloilla.

Aktiivinen luontainen uudistaminen on toistaiseksi ollut suureksi osaksi männyn uudistamista. Kuusen luontainen uudistaminen suojuspuumenetelmällä oli yleistä vielä 1960-luvulla, mutta siitä toistuvasti saadut huonot kokemukset ovat vähentäneet sen käyttöä. Taimettuminen on liian hidasta. Emopuuston poisto tuhoaa suuren osan taimiaineksesta. Sen sijaan jo valmiit alikasvokset ja kuusen taimiainekset pyritään edelleenkin käyttämään hyväksi uudistamisessa (Laiho 1985 ja 1987). Alikasvoksista syntyneet nuoret metsät ovat yleisesti jääneet pois tilastoituista uudistuspinta-aloista (Mikola 1966, Laiho 1988).

Metsänuudistamisohjelmat

Valtakunnan metsien toisessa inventoinnissa 1936–38 rekisteröitiin edellisen kymmenvuotiskauden uudistushakkausten eli loppuhakkausten ja viljellen toteutetun uudistamisen määrät. Loppuhakkuuta oli 233 000 ja viljelyä 16 000 ha vuodessa. Viljelyn osuus oli siten 6 %. Loppu 94 % oli jätetty uudistumaan luontaisesti (Ilvesalo 1942). Kolmannessa inventoinnissa 1951–53 tehtiin uudistamishdotus. Sen mukaan luontaisesti tulisi uudistaa 49 % ja viljellen 51 % (Ilvesalo 1956). 1960-luvulla laadittiin useita valtakunnallisia metsäohjelmia, joissa viljely asetettiin selvästi etusijalle. Metsätalouden suunnittelukomitean mietinnössä (1961) oli ns. HKLN-ohjelma (Heikurainen, Kuusela, Linnamies, Nyssönen). Siinä vuosittaiseksi uudistusalaksi ehdotettiin 170 000 ha, josta 90 000 ha eli 53 % luontaisesti uudistettavaa. Viljelyn määrä oli 80 000 ha ja lisäksi 20 000 ha täydennysviljelyä. — Seuraavana vuonna ilmestyi Maatalouskomitean mietintö, jonka erillisessä liitekirjassa (Maatalouskomitean mietintö 1962) liitteenä VII oli metsänhoitoa koskeva ns. teho-ohjelma (Heikinheimo, Heikurainen, Holopainen, Keltikangas, Kuusela, Möttölä). Siinä uudistuspinta-alaksi suositeltiin 263 000 ha, josta viljellen uudistettavaa 201 000 ha (76 %) ja luontaisesti uudistettavaa 62 000 ha (24 %). “Siirtyminen HKLN-ohjelmasta teho-ohjelmaan mer-

kitsee pääosalta viljelytalouteen siirtymistä.” — Talousneuvoston kasvupoliittisessa mietinnössä (Talousneuvosto 1964) oli liitteenä vuosina 1960–63 suoritetun valtakunnan metsien IV inventoinnin tulosten mukaan laadittu selvitys (Ervasti, Heikinheimo, Holopainen, Kuusela, Sirén) metsänhoidosta, ja siinä uudistuslaksi ehdotettiin 350 000 ha vuosittain ja siitä viljelyä 300 000 ha. Luontaisen uudistamisen osuus aleni jo 14 prosenttiin. “Hitaan ja sattumanvaraisen luontaisen uudistamisen varaan on syytä jättää vain kaikkein karuimmat kangasmaat ja poikkeuksellisen helposti uudistuvat suot. Kehityskelpoisia taimiaineksia ja alikasvoksia on kuitenkin syytä käyttää hyväksi.”

1960-luvun jälkipuolisko oli ns. Mera-aikaa. Ilmestyi kolme Metsätalouden rahoitusohjelmaa: Mera (1964), Mera II (1966) ja Mera III (1969). Ensimmäistä Meraa alettiin myöhemmin nimittää Mera I:ksi. Ennen viimeistä Meraa ilmestyi Talousneuvoston (1969) työryhmän ns. EHKM-ohjelma (Ervasti, Heikurainen, Kuusela, Mäkinen). Siinä yhtenä osana oli maksimi(panos)ohjelma. Mera I:ssä viljelypinta-alaksi esitettiin 201 000 ha, joka oli tarpeellinen vuotuisen hakkuumäärän pitämiseksi 50 milj. kuutiometrissä, ja lisäksi esitettiin ns. kiihdytetyssä Merassa vajaatuottoisten alojen metsitystä 101 000 ha ja avosoiden metsitystä 21 000 ha. Siten koko viljelypinta-alaksi ehdotettiin 323 000 ha vuodessa. Sen lisäksi täydennysviljelyä oli 35 000 ha/v. Luontaisesta uudistamisesta mainitaan vain 17 000 ha:n laikutuspinta-ala. Jos se tarkoittaa koko luontaisen uudistamisen alaa, olisi sen osuus vain viisi prosenttia koko uudistuslaksista. — Kaksi vuotta myöhemmin Mera II:ssä viljelypinta-ala alennettiin 295 000 hehtaariin, koska siemenvuodet olivat olleet heikot eikä siemenvarastoja ollut voitu täydentää. Luontaisen uudistamisen käytöstä ei mainita mitään. — EHKM-maksimiohjelmassa viljelyalaksi ehdotettiin 300 000 ha/v aikajaksolle 1972–1987, jonka jälkeen viljely vähenee 250 000 hehtaariin vajaatuottoisten metsien tultua uudistetuksi. Luontaista uudistamista arvioidaan tapahtuvan noin 45 000 ha vuodessa. — Mera III:ssä viljelyalataavoitteeksi vuonna 1975 asetettiin vain 225 000 ha. Luontaista uudistamista ei siinä mainita.

1980-luvulla laadittiin Metsä 2000 -ohjelma (Talousneuvosto 1985). Siinä uudistushakkuutavoitteeksi asetettiin vuosille 1986–95 225 000 ha josta avohakkuuta 150 000 (67 %) sekä siemen- ja suojuuspuuhakkuuta 75 000 ha (33 %). Kymmenvuotisjaksolle 1996–2005 luontaisen uudistamisen hakkuiden määrätavoitetta lisättiin 10 000 ha joten uudistushakkuutavoitteeksi tuli yhteensä 235 000 ha/v. Jo seuraavana vuonna Metsä 2000 -seurantatoimikunta (Metsä 2000 ... 1986) ilmoitti tarkistetut tavoitteet alkaneelle kymmenvuotiskaudelle. Ne olivat 155 000 ha (72 %) avohakkuuta ja 61 500 ha (28 %) siemenpuuhakkuuta, yhteensä 216 500 ha/v. Viljelytavoitteeksi ilmoitettiin 171 300 ha eli 16 300 ha yli avohakkuualan. Ylitysosa lienee täydennysviljelyä.

Tuorein valtakunnallinen metsänuudistamistavoite on esitetty Metsä 2000 -ohjelman tarkistustoimikunnan metsätalouden jaoston muistiossa (Metsä 2000 ... 1991). Kun 1980-luvulla avohakkuuta oli keskimäärin 122 000 ha (75 %) ja luontaiseen uudistamiseen tähtäviä hakkuuta 41 000 ha (25 %) eli yhteensä 163 000 ha/v, arvioidaan ohjelmassa 1990-luvun uudistushakkuualaksi 185 000 ha/v, josta luontaista uudistamista 45 000 (24 %) ja avohakkuuta 140 000 ha

(76 %). Tavoitetta oli siis alennettu vastaamaan todennäköistä käytännössä mahdollista toiminnan tasoa.

Metsäohjelmat ovat edistäneet metsätalouden toimintaa yleensä, vauhdittaneet uudistamista ja erityisesti muuttaneet uudistamistapojen suhdetta. Muutokset eivät kuitenkaan ole yltäneet ohjelmavoitteisiin. 30 vuoden jaksolla 1962–92 eli HKLN-ohjelman ensimmäisestä vuodesta alkaen on vain harvoin päästy tämän ohjelman tavoitteeseen 170 000 hehtaariin. Yleensä uudistusala on jäänyt 150 000 hehtaariin eli noin puoleen Mera-tavoitteista. Viljelyn osuus oli 1960-luvulla noin puolet uudistusalaista. 1970-luvun lopulla se alkoi nousta ja on siitä alkaen ollut kaksi kolmasosaa tai enemmänkin. 1980-luvun loppupuolelta alkaen on metsänhoito-ohjeissa luontaisen uudistamisen käyttöä korostettu enemmän kuin ennen ja suositeltu sen käyttöä aina kun siihen on edellytyksiä (Tapio 1987 ja 1989, Metsähallitus 1990a, 1990b ja 1991, Metsäkeskus Tapio 1994 ja UPM-Kymmene 1996). Muutos näkyy jo tilastoissa luontaisen uudistamisen osuuden lievänä kasvuna (Metsätalostollinen vuosikirja 1997). Käytännön metsätalous on ilmeisesti oppinut metsien uudistamiseen kullakin seudulla käyttökelpoiset ja luotettavat menetelmät, ja niiden muuttaminen etenee vain hitaasti.

Uudistamisen suunnittelu

Metsänuudistamisen suunnittelijalla on yleensä useita valintamahdollisuuksia. Ohjeiden mukaan etusijalle asetetaan luontainen uudistaminen, jossa jo voi olla useita tapoja. Niistä tulisi löytää taloudellisesti edullinen ja hyvään taimettumiseen ja metsittymiseen johtava tie. Jos sitä ei löydetä, on valintana uudistaminen viljellen tai ratkaisun lykkääminen metsikön myöhempään kehitysvaiheeseen.

Maanmuokkauksoneitten kehittyminen 1950-luvun alun jälkeen on antanut etenkin luontaisesti uudistavalle mahdollisuuden muokkauksien valintaan sen mukaan, minkä verran kivennäismaata halutaan paljastaa. Samalla on mahdollisuus kuivattaa märkä uudistusala. Vain kustannuskysymys ja viime vuosina esille tulleet ympäristönäkökohdat rajoittavat valintaa. Eri puulajien siemensadon suuruus voidaan likimäärin ennustaa 1–3 talvikautta ennen siementen varisemista, ja hakkuu ja muokkaus voidaan ainakin joissakin tapauksissa ajoittaa tämän tiedon turvin edullisesti. Männyn siemenpuiden määrä on ohjeissa ilmoitettu, mutta toisaalta on saatu runsaasti taimia vähilläkin siemenpuilla. Myös siemenpuitten poistamisen ajankohta muokkauksen ja taimettumisen jälkeen on suunnittelijan ja toteuttajan harkittava.

Pinotavaramittaisen koivun muuttuminen väheksytystä roskapuusta 1980-luvun alussa hinnaltaan männyn ja kuusen arvoiseksi kemiallisen metsäteollisuuden raakapuuksi on merkinnyt metsänhoidon uudenlaista vapautumista. Enää ei uudistamisen havupuulle tarvitse onnistua hyvin. Myönteisyydestään huolimatta uusi tilanne merkitsee luontaisen uudistamisen suunnittelijalle uutta ongelmaa: miten reunametsän eri puulajisuhteilla yhdessä mahdollisesti jätettävien siemenpuiden kanssa voidaan uuden taimiaineksen ja taimikon puulajisuhteet saada tavoitteenmukaisiksi ja toisaalta mikä asetetaan tavoitteeksi eri metsätyypeillä.

Siellä, missä mänty halutaan pääpuulajiksi, liiallinen koivun uudistuminen pitää torjua.

Metsänuudistamisen suunnittelijalla on taloudellinen vastuu metsänomistajalle ja ehkä sitä painavampana ammattitaitovastuu. Monet metsänomistajat suosivat luontaista uudistamista, koska se maksaa vähemmän ja tavallaan se ei vie työaikaa. Lisäksi istutustyö on raskasta. Luontainen menetelmä tuntuu “luonnonmukaiselta”; sen arvioidaan häiritsevän luontoa vähemmän kuin viljelyn. Lisäksi mäntyä ajatellen luontaisella menetelmällä on yleisesti mahdollista saada tekniseltä laadultaan korkealuokkainen puusto, minkä saavuttaminen viljellen perustetuissa metsissä on keskimäärin vaikeampaa. Suunnittelijan tulisi ratkaisua tehdessään olla tietoinen lopputuloksesta eri tapoja verrattaessa. Varmasti oikean uudistamisratkaisun tekeminen on joskus vaikeata.

Tutkimuksen tavoite

Pääpaino tutkimuksessa oli männyn taimettumisen määrän ja nopeuden sekä taimien pituuskehityksen selvittäminen

- siemenpuuston eri tiheyksillä
- käytettäessä erilaisia muokkaustapoja
- seisottamalla siemenpuita taimettumisen jälkeen eripituisia aikoja.

Tuulenskaatojen määrän ja männyntaimien tuhojen merkitys arvioitiin. Myös luontaisten taimien ja viljelytaimien kasvunopeuksia verrattiin. Lannoituksen hyödyllisyys uudistumiselle mitattiin. Männyn ohessa mitattiin myös kuusen ja lehti-piitten taimettuminen ja pituuskehitys, jotta saatiin selville uuden metsän perusmateriaalin määrä ja kasvatusedellytykset.

Männyn luontaisen uudistamisen tekniikan selvittämisen lisäksi taustalla oli kaksi selvitettävää asiaa:

- ovatko jo viime vuosisadalta olevat ja viime vuosikymmeninä monesti uudistetut ohjeet oikeat
- voidaanko männyn uudistamistapojen valintaperusteita muuttaa ja lisätä luontaisen uudistamisen käyttöalaa viljelyn vastaavasti vähetessä.

Jäljempänä esiteltävä tutkimus on tehty 20 vuoden aikana. Lukuisat Muhoksen tutkimusaseman työntekijät ovat olleet siinä mukana. Erityisesti haluan mainita koekenttien perustajan mti Markku Turtiaisen ja hänen jälkeensä koekentistä vastanneen mti Pentti Savilammen. Inventoinnit ja koelajien kunnossapito on ollut pääosaksi mti Jukka Pohjolan vastuulla. FK Tuomo Kärkkäinen ja FM Jouni Karhu ovat laskeneet tulokset. Painatusta varten käsikirjoituksen viimeistelivät tutkimusavustaja Tuula Väärä, tutkimusmestari Irene Murtovaara ja toimistos sihteeri Merja Moilanen. Kiitän lämpimästi kaikkia mainittuja ja lisäksi monia kenttäapulaisia, joiden työn tulos nyt on valmistunut.

2 Aineisto ja menetelmät

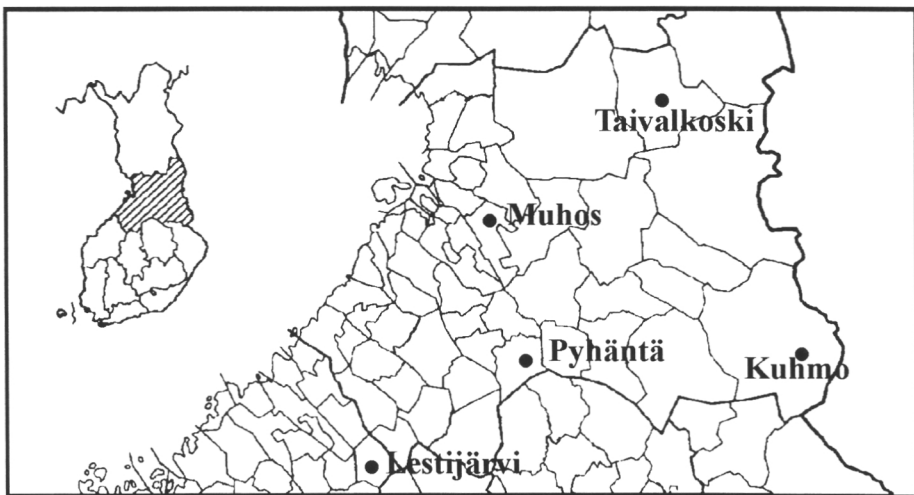
2.1 Tutkimuksen kuvaus

Työssä käytetään seuraavia kokeen rakennetta kuvaavia nimityksiä:

- koekenttä on yhdellä paikkakunnalla olevat koealat; paikkakuntia oli viisi (esimerkiksi Pyhännän koekenttä)
- koeala on yhden siemenpuutiheyden alue koekentällä; koealoja oli koekentällä yleensä kolme (esim. 40 runkoa/ha)
- osakoeala on yhden muokkaustavan alue koealalla; osakoealoja oli koealalla kolme (esim. äestetty osakoeala)
- koeruutu on yhden poistokaistan alue osakoealalla; koeruutuja oli osakoealalla kolme (esim. poistokaista 1, siemenpuut poistetaan heti riittävän taimettumisen tapahduttua).

Koeyksikkönä oli yhteen tiheyteen, yhteen muokkaustapaan ja yhteen poistokaistaan rajoittuva koeruutu. Niiden määrä oli peruskaavan mukaan, jossa siemenpuutiheyksiä oli kolme, yhteensä 135. Joillakin koekentillä oli ylimääräisiä ruutuja, ja siten koeruutujen määrä oli kaikkiaan 148.

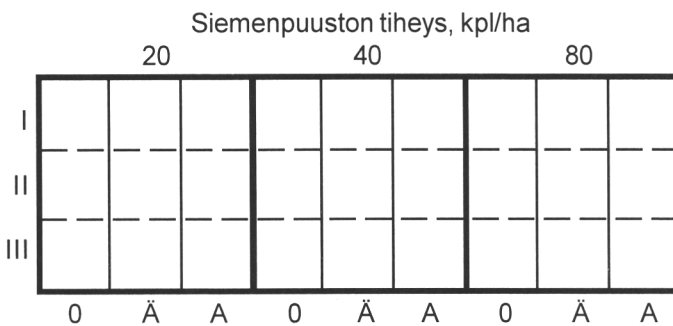
Koekentät pyrittiin saamaan sellaisiin moreenimaiden metsiin, joissa kuusi oli vallitseva puulaji ja mäntyä vain siemenpuustoksi riittävä määrä. Taustalla oli se ajatus, että siemenpuumenetelmä voi olla käyttökelpoinen myös niissä metsissä, joissa on vähemmän kuin 50 siemenpuuksi kelpavaa mäntyä hehtaarilla, joka oli mm. Tapion ja Metsähallituksen ohjeissa siemenpuiden alin lukumäärä. Jos taimettaminen esimerkiksi 20–40 siemenpuulla onnistuisi, voitaisiin suuret alat uudistettavista metsistä siirtää viljellen uudistettavista luontaisesti uudistettavien puolelle.



Kuva 1. Koekentät sijaitsivat Lestijärvellä, Pyhännällä, Muhoksella, Kuhmossa ja Taivalkoskella.

Koekentät perustettiin viidelle paikkakunnalle: Lestijärvelle kirkonkylästä 5 km lounaaseen Lemmistön (järvi) seudulle, Pyhännälle 20 km kirkonkylästä itään Siikajoen latvapurojen tienoille, Muhokselle kirkonkylästä 5 km koilliseen Pyhänsivulle, Kuhmoon kirkonkylästä 30 km itäkoilliseen Riihivaaraan ja Taivalkoskelle kirkonkylästä 15 km etelään Tervajärven seudulle (kuva 1). Koekenttien pinta-alat vaihtelivat Muhoksen 9,2 hehtaarista Kuhmon 17,6 hehtaariin (taulukko 1). Yhteensä pinta-ala oli 71,4 ha. Koeyksikön eli koeruudun (yksi tiheys, yksi muokkaus, yksi poisto aika) pinta-ala vaihteli neljäsosahehtaarista puoleen hehtaariin.

Tutkittavaksi otettiin kolme muuttujaa: siemenpuitten lukumäärä, muokkauksen voimakkuus ja siemenpuitten poistoajankohta (kuva 2). Valitut siemenpuutihyydet olivat 20, 40 ja 80 puuta/ha. Muokkaukset olivat muokkaamaton eli nolla, äestys ja metsäauraus. Kuhmon hoitoalueessa ei kokeen perustamisvuonna 1974 äestä käytetty, vaan muokkaukset tehtiin Sinkkilän laikkurilla ja auralla. Siksi Kuhmon koealoilla äestyksen sijasta muokkauksena oli konelaukutus. Äes oli mekaaninen TTS-lautasaura ilman hydraulitoimintoja. Aurana oli muualla suuria piennarauraja, jotka olivat mallia KLM 240 tai sen muunnoksia, mutta Taivalkoskella käytettiin palleauraa. — Siemenpuut poistettiin koealan ensimmäiseltä kolmannekselta heti, kun pieniä taimia arvioitiin olevan riittävästi, toiselta kolmannekselta viisi vuotta myöhemmin ja viimeiseltä kolmannekselta taas viisi vuotta myöhemmin.



Kuva 2. Koekentän kaavio. Koekenttä jakautui siemenpuuston tiheyden mukaan kolmeksi koealaksi (20, 40 ja 80 puuta/ha) ja jokainen koeala kolmeksi muokkauskaistaksi eli osakoealaksi (nolla, äestys ja auraus). Osakoeala jakautui kolmeksi poistokaistaksi eli koeruuduksi (I, II ja III), joilla siemenpuitten poisto tehtiin viiden vuoden välein.

Taulukko 1. Yleistietoja koealoista.

	Lestijärvi	Pyhäntä	Muhos	Kuhmo	Taivalkoski
Sijainti p	7046	7114	7194	7128	7260
Sijainti i	379	486	456	653	564
Korkeus, m mpy	160	150	70	240	255
Lämpösumma °vrk	1000	1045	1025	920	860
Pinta-ala, ha	15,90	15,16	9,18	17,60	13,40
Hakkuuaika	Talvi 1976	1975 - 76	Syksy 1973	1973 - 74	1976 - 77
Lehtipuukantojen kemiall. käsittely	10.5.- 12.5.1976	27.6.- 15.7.1977	Ei käsitelty	Ei käsitelty	15.7.- 16.7.1976
Raivaus	6.1976	6.1977	4. - 5.1975	10.75-4.76	7.1977
Raivauskantojen kemiall. käsittely	5.7.- 9.7.1976	27.6. - 15.7.1977	Ei käsitelty	Ei käsitelty	18.7.- 22.7.1977
Äestysmuokkaus	7.7.- 10.7.1976	3.10.- 4.10.1977	23.10. 1975	9.9.- 11.9.1974 ¹⁾	25.7. 1977
Aurausmuokkaus	7.6.- 21.6.1976	29.9.- 6.10.1977	23.5.- 26.5.1975	Syksy 1974	12.7. 1977

¹⁾ Kuhmossa äestysen sijaan laikutus Sinkkilän laikkurilla



Kuva 3. 80 siemenpuun koeala Taivalkoskella ennen tutkimuksen aloittamista.

Lehtipuiden hakkuukantojen ja perkauskantojen käsittelykemikaali oli osaksi Vesakontuho 500 ja osaksi MCPA. Teholtaan ne olivat samanarvoisia.

Siemenpuusto merkittiin ennen hakkuuta. Valinta oli tavanomainen: hyvälaatuiset ja tekniseltä laadultaan moitteettomat valtapuut, jotka jo mahdollisimman hyvin olivat tottuneet tuuleen, jätettiin siemenpuiksi. Tiheydet olivat 20, 40 ja 80 siemenpuuta/ha. Poikkeuksia olivat seuraavat:

- Pyhännällä oli edellisten lisäksi 60 puun tiheys
- Muhoksella olivat mukana myös 60 ja 100 puun tiheydet
- Kuhmossa tiheyden 40 sijasta oli tiheys 45 puuta/ha.

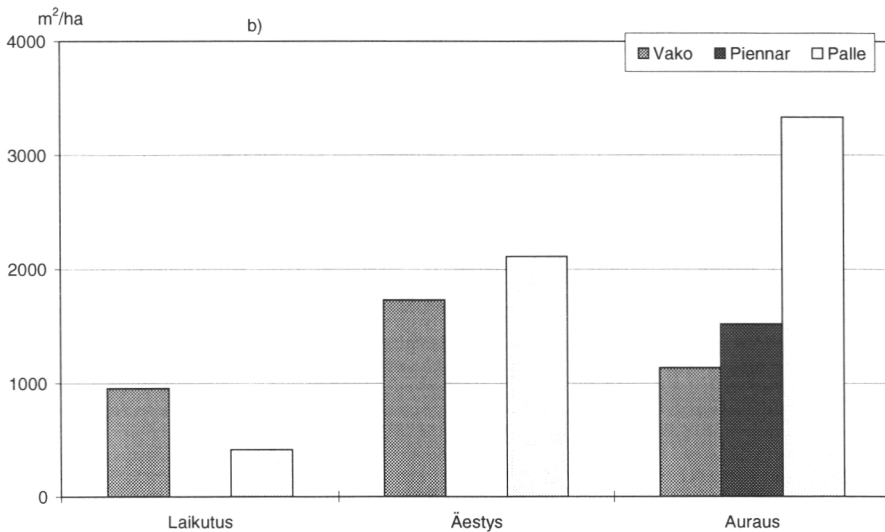
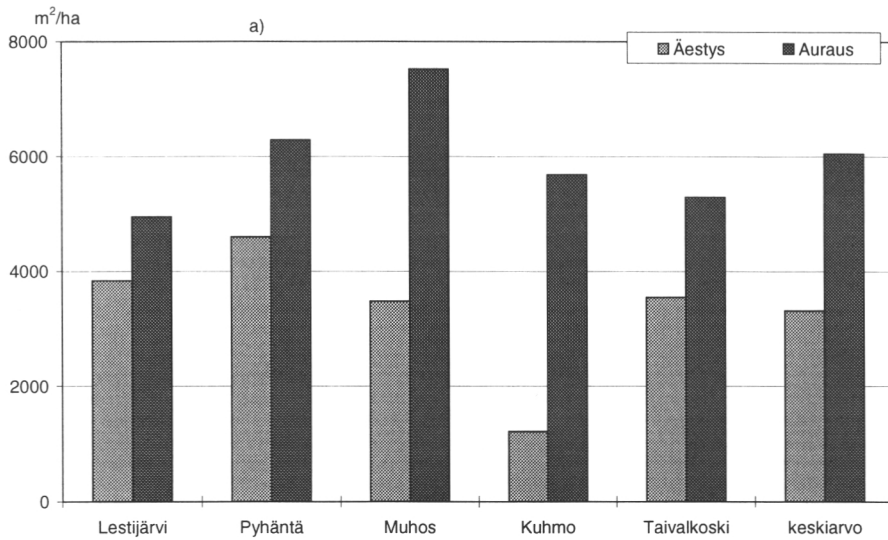
Laskennassa kaikki tiheydet pidettiin erillään. Todettiin, että 60, 80 ja 100 puun tiheyksillä ei taimimäärissä ja pituuksissa ollut johdonmukaista eroa, joten niistä muodostettiin yksi tiheysluokka 80. Samoin Kuhmon tiheys 45 sijoitettiin luokkaan 40 siemenpuuta/ha.

2.2 Koalojen puusto

Koekentät sijaitsivat metsähallinnon mailla paitsi Muhoksen koekenttä Metsän-tutkimuslaitoksen maalla. Koska leimikoiden suunnittelussa ja hakkuissa oltiin sidotut tiettyihin pitkäaikaisiin suunnitelmiin, ei kaikilla paikkakunnilla ollut mahdollista sijoittaa koekenttiä männynsekaisiin kuusimetsiin. Siksi tämän luvun alussa mainittu metsän tavoiterakenne — kuusta paljon ja mäntyä vähän — jäi osaksi saavuttamatta. Vain Lestijärvellä, Kuhmossa ja osalla Pyhännän koaloja kuusi oli pääpuulaji (taulukko 2). Muhoksella kuusivaltaisia metsiä ei ollut, vaan koe oli sijoitettava lähes puhtaaseen männikköön.

Taulukko 2. Koalojen puusto ennen hakkuuta.

Paikkakunta ja tiheys	Puusto m ³ /ha	Mänty	Puulajiosuudet, %		
			Kuusi	Koivu	Haapa
1. Lestijärvi					
20 r	159	35	45	4	16
40 r	111	32	42	16	10
80 r	Ei mitattu; puusto hyvin edellisten tapainen				
2. Pyhäntä					
20 r	200	32	43	20	5
40 r	201	33	42	19	6
60 r	151	77	12	11	-
80 r	241	51	23	18	8
3. Muhos					
	157	97	1	2	-
Puusto kauttaaltaan samanlaista männikköä. Koekenttä mitattiin yhtenä kokonaisuutena.					
4. Kuhmo					
	220	40	45	8	7
Puusto kauttaaltaan samanlaista. Koekenttä mitattiin yhtenä kokonaisuutena.					
5. Taivalkoski					
	120	55	30	15	-
Puusto kauttaaltaan samanlaista. Koekenttä mitattiin yhtenä kokonaisuutena.					



Kuva 4. Muokkauksessa paljastuneen kivennäismaapinnan määrä. Muokkauksesta 7 v. a) Äestys ja auraus eri pitäjissä. Kuhmossa äestyksen sijaan laikutus. b) Vaon (laikun), pientareen ja palteen alat eri muokkaustavoilla. Laikutuksessa ja äestyksessä ei synny piennarta.

2.3 Muokkauspinnan määrä

Paljastuneen kivennäismaapinnan ja muokkaamattoman luonnonpinnan määrä mitattiin inventointikehikosta ja sen ulkopuolelta seuraavaan muokkausjälkeen asti vuosina 1982 ja 1984. Muokkauksen jälkeen tapahtui muokkausjäljen reu-
nassa pientä muutosta ja palle levisi seuraavina vuosina jonkin verran. Vuoteen



Kuva 5. Aurasala Taivalkoskella kolme vuotta muokkauksen jälkeen. Siemenpuita 40 kpl/ha.

1984 mennessä arvioitiin muokkausjäljen vakiintuneen siten, että palle ei enää laajene. Silloin koko uudistusajan kivennäispinta oli laajimmillaan. Vako oli äestysaloilla yleensä jo muuttunut taimettumiskelvottomaksi. Jäljempänä muokauspintojen osa-alat on ilmoitettu vuoden 1984 mittauksen mukaisina eli niiden ollessa laajimmillaan. Jos maa oli kivistä, tuli etenkin aurauksen työnjälki huonompaa kuin kivettömällä maalla ja palteet ja koko muokatun pinnan osuus jäivät pieniksi. Vako jäi matalaksi ja pientareet kapeiksi. Äestykseen ja laikutukseen kivisyys ei vaikuttanut yhtä paljon.

Aurauksessa kivennäismaata paljastui keskimäärin 60 %, äestyksessä 38 % ja laikutuksessa 14 % (kuva 4 ja liite 1). Paikkakunnittain luvut olivat maaperän kivisyyden ja auran syvyysäädön takia erilaiset; aurauksessa eroa oli jopa 2 700 m². Lestijärvellä maa oli kivisintä, osaksi louhikkoa, jossa aurauksjälki jäi huonoksi. Muhoksella maaperä oli hiekkaista ja vanhan soistuneisuuden ja harvan ojituksen jäljiltä jotenkin kevyttä. Auras voitiin tehdä siellä syvemmällä säädöllä, ja sen takia Muhoksella muokkaus pintaa tuli eniten. Taivalkoskella kivisyyttä oli vähiten, mutta siellä käytetty aura oli palleaura, jolla pientareet jäivät kapeiksi (kuva 5) ja siten koko muokauspinta vain 55 prosenttiin. Vertailuna mainittakoon, että Oulun läänin eteläosassa Siikalatvan alueella käytännön metsänuudistusaloja inventoitaessa saatiin 6–8 vuotta muokkauksen jälkeen vastaaviksi paljastuneen kivennäispinnan osuuksiksi aurauksessa 68 %, äestyksessä 23 % ja laikutuksessa 11 % (Valtanen & Lehtosaari 1991). Äestyksen palletta ei laskettu kivennäismaaksi.

2.4 Siemenpuusto ja siemensadot

Siemenpuiden läpimitat 1,3 ja 6 metrin korkeudelta, pituus ja latvusrajan korkeus mitattiin syksyllä 1982 (taulukko 3). Keskimääräinen puu oli suurin Kuhmossa ($0,57 \text{ m}^3$) ja pienin Muhoksella ($0,33 \text{ m}^3$). Elävä latvus oli suhteellisesti suurin Taivalkoskella (58 %). Keskimääräinen latvussuhde oli 53 %, eli puissa oli siemen- tuottoa ajatellen voimakas latvus.

Lokakuun lopussa vuonna 1974 pystytettiin Kuhmon koekentälle 40 (45) siemenpuun tiheysalalle 20 kpl suuaukoltaan puolen neliömetrin kokoisia siemen- keruusuppiloita. Tavoitteena oli siemenpussien vaihtaminen maaliskuun, huhti- kuun, toukokuun, kesäkuun ja syyskuun lopussa eli viidesti vuodessa. Mittaus- kausi kesti kolmesta vuotta keväästä 1975 syksyyn 1987. Minään vuonna suppiloita ei voitu kokea vielä maaliskuun lopussa, koska ne olivat täynnä lunta. Useana vuotena ensimmäinen tarkastuskerta siirtyi lumen takia toukokuulle. Kes- kimäärin suppilot koettiin 4,2 kertaa vuodessa. Vuonna 1985 lokakuun 26. päi- vän Manta-myrsky repi kolme karikepussia rikki. Syysmyöhällä 1976 kahteen suppiloon oli pudonnut viirupöllön poikanen. Sen jälkeen peltisten suppiloiden sisäpinnalle asetettiin rimat, joita myöten lintu pääsi kiipeämään ylös. Vahinkoja ei enää tullut.

Yhteensä suppilotarkastuksia ja karikepussien vaihtoja tuli 1 100. Niistä 962 kertaa (87 %) pussi oli tyhjä ja 138 kertaa (13 %) pussissa oli 1–17 siementä. Siemeniä kertyi koko mittausaikana yhteensä 303 kpl ja yhteen suppiloon keski- määrin 1,2 kpl vuodessa. Hehtaarille tuli keskimäärin 23 500 siementä eli sata grammaa vuodessa (taulukko 4). Runsas puolet varisi toukokuun aikana. Siemen- ten itävyyttä ei tutkittu.

Taulukko 3. Siemenpuitten keskimääräiset mitat.

	Lestijärvi	Pyhäntä	Muhos	Kuhmo	Taivalkoski	Keskiarvo
$D_{1,3}$, cm	24	26	23	27	27	25
" , minimi	16	14	15	14	11	14
" , maksimi	36	39	33	46	45	40
$D_{6,0}$, cm	21	21	18	22	21	21
Pituus, m	18	21	18	19	18	19
" , minimi	11	12	10	11	10	11
" , maksimi	24	27	22	29	24	25
Rungon tilavuus, dm^3	502	488	327	569	532	484
" , minimi	129	124	89	121	45	102
" , maksimi	1094	1106	777	2101	1678	1351
Latvusraja, m	7,9	8,4	7,0	10,9	7,5	8,3
Latvussuhde, %	56	55	53	43	58	53

Taulukko 4. Siemensato Kuhmossa 40 siemenpuun tiheyskoelalla vuosina 1975–87. Luvut siemeniä/ha.

1975	20 000	1982	10 000
1976	14 000	1983	44 000
1977	1 000	1984	18 000
1978	46 000	1985	9 000
1979	20 000	1986	41 000
1980	27 000	1987	48 000
1981	7 000	Keskiarvo	23 500

Siemensadot olivat siis niukat, vaikka siemenpuut olivat kookkaita ja voimakaslatvuksisia. Kaksi suppiloa oli ensimmäisellä poistokaistalla, josta siemenpuut kaadettiin syysmyöhällä 1979. Niukan sadon takia niihin kertyneessä siemenmäärässä ei havaittu muutoksia siemenpuitten poistosta huolimatta.

2.5 Siemenpuitten poisto

Siemenpuut poistettiin ensimmäiseltä poistokaistalta heti, kun taimettuminen arvioitiin riittäväksi (taulukko 5). Arvio tehtiin silmävaraisesti. Taimien minimimääräksi päätettiin 2 000–3 000 tainta hehtaarilla sopivan tasaisesti jakautuneena. Koska taimiainesta ilmaantui joillekin muokatuille koelohjelmille yhdessä vuodessa useita tuhansia, ylittyi minimimäärä monilla osaruuduilla moninkertaisesti ennen siemenpuiden poistamista. Toisaalta joillakin muokkaamattomilla ruuduilla taimimäärä jäi vielä alle 2 000.

Toinen poistokerta oli viisi vuotta ensimmäisen jälkeen ja kolmas taas viisi vuotta myöhemmin. Taimikoiden ensimmäinen kasvukausi ilman päällyspuustoa viimeiselläkin kaistalla oli Lestijärvellä 1990 (ikä 14 v.), Pyhäntällä 1991 (14 v.), Muhoksella 1990 (14–15 v.) ja Kuhmossa 1990 (15 v.). Siten taimikot olivat viimeisellä poistokaistalla saaneet kehittyä ylispuustosta vapaana yhden tai kaksi kasvukautta ennen vuoden 1992 inventointia. Taivalkoskella kolmannen poistokaistan puut kaadettiin vasta ennen kesää 1997, jolloin muokkauksesta oli kulu- nut 17 vuotta.

Taulukko 5. Siemenpuitten ensimmäinen poisto-aika.

Paikkakunta	1. poistokerta	Kasvukausia muokkauksesta
Lestijärvi	Talvi 1979–80	Kolme
Pyhäntä	Maaliskuu 1981	Kolme
Muhos	Huhtikuu 1980	Äestys neljä, auraus viisi
Kuhmo	Marraskuu 1979	Viisi
Taivalkoski	Marraskuu 1987	Kymmenen

2.6 Tuulenskaadot

Siemenpuita oli 71,6 hehtaarin koepinta-alalla kaikkiaan 3 319 kpl eli keskimäärin 46,3 kpl/ha. Tutkimusaikana niistä kaatui 527 kpl eli 16 % (taulukko 6). Syksyn 1978 mennessä tuuli oli kaatanut 102 kpl eli 3 %. Aarno-myrskyssä 16.11.1978 maan ollessa vielä sula ja syysateiden pehmittämä kaatui 259 puuta eli 8 % alkuperäisestä puustosta. Pyhännällä puista kaatui silloin 16 %, Lestijärvellä 13 %, Muhoksella 6 % ja Kuhmossa 3 %. Taivalkoskella ei kaatunut yhtään puuta. Toinen paha myrskypäivä oli Maurin päivä 22.9.1982. Silloin koaloilla kaatui yhteensä 70 puuta eli 2 % puista. Tuho keskittyi Muhokselle, missä kaatui 62 puuta. Vaikka myrskyn voima yleensä oli silloin suurimmillaan Koillismaalla ja Perä-Pohjolassa, se säästi Taivalkosken koekentän lähes kokonaan. Siellä kaatui vain kahdeksan puuta. Lestijärvellä, Pyhännällä ja Kuhmossa Mauri ei kaatanut yhtään puuta. Sen jälkeen Jeremias-myrsky kaatoi Taivalkoskella 26.6.1984 96 puuta eli 14 % siemenpuista. Lestijärvellä ja Pyhännällä pahin tuulituhovuosi oli 1978 (kaatuneita 13 ja 16 %), Muhoksella 1982 (11 %), Kuhmossa 1977 (4 %) ja Taivalkoskella vuosi 1984 (14 %).

Siemenpuuston tihentyessä kaatuneiden puiden osuus aleni selvästi (taulukko 7). Khii-neliötestin mukaan riippuvuus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tulos viittaa kuitenkin siihen, että harva siemenpuusto on alttiimpi tuulelle kuin tiheämpi, missä puut voivat jonkin verran suojata toisiaan tuulen voimalta. Muokkaustavoista auraus oli tuulenskaatoriskiä ajatellen turvallisin (taulukot 16 ja 17). Muokatessa vakoja ei ajettu kolmea metriä lähemmäs siemenpuita, eli paksuja juuria ei muokatessa katkottu.

Taulukko 6. Tuulenskaatopuiden määrä vuosina 1976–84.

Muokkaus	Lestijärvi	Pyhäntä	Muhos	Kuhmo	Taivalkoski	Yhteensä
Nolla	21	54	26	17	30	148
Äestys	37	59	43	13	40	192
Auraus	52	63	27	11	34	187
Yhteensä	110	176	96	41	104	527
Puita alussa	686	730	567	667	669	3319
Kaatunut, %	16	24	17	6	16	16

Taulukko 7. Tuulenkaatojen määrä eri siemenpuutiheyksissä ja eri muokkauksilla.

	Kaatunut	
	kpl/ha	%
Tiheysluokka		
20	5,5	27
40	7,6	19
80	8,3	10
Muokkaustapa		
Nolla	8,0	17
Äestys	8,8	19
Auraus	5,9	13

2.7 Koealojen inventoinnit

Koealojen inventointiajat (taulukko 8) valittiin kevääksi tai syksyksi, jotta pituuden mittauksessa ei olisi tullut virhettä. Kevätmittauksessa joissakin tapauksissa männyn silmut olivat jo venyneet alkaviksi kasvaimiksi, mutta uutta kasvua ei otettu mukaan pituuteen. Vuonna 1992 Pyhännällä ja Taivalkoskella jätettiin syksyyn jääneessä mittauksessa sen kesän kasvain mittaamatta. Kesäkuulle venyneessä mittauksessa myös koivulla joskus alkanut latvakasvu voitiin erottaa pois. Kuusella uuden kasvun ongelmaa ei ollut. Koska Taivalkosken koeala oli muita nuorempi, se tarkastettiin vielä kuudennen kerran 12.–13.6.95, tosin edellisiä inventointeja suppeammin.

Jäljempänä tulokset esitellään koekenttien keskimääräisen iän (kasvukausien) mukaan eli ikävuosille 3, 5, 7, 12 ja 15.

Taulukko 8. Koealojen inventointiajat ja vastaavat uudistusalan iät kasvukausina. Muhoksen lukupari Äestys - Auraus.

Inventointi-aika	Uudistusalan ikä					Keskiarvo
	Lestijärvi	Pyhäntä	Muhos	Kuhmo	Taivalkoski	
1. Syksy -79	3	2	4 - 5	5	2	3
2. Kevät -82	5	4	6 - 7	7	4	5
3. Kevät -84	7	6	8 - 9	9	6	7
4. Syksy -88	12	11		14	11	12
4. Kevät -89			13 - 14			
5. Kevät -92	15		17 - 18	17		
6. Syksy -92		14			14	15
7. Kevät -95	16	16

Inventoinneissa mitattiin taimimäärät puolajeittain ja niiden pituus. Neljännestä inventoinnista alkaen määritettiin erikseen kasvatettavat taimet ja muut taimet. Ensimmäisessä inventoinnissa vuonna 1979 (ikä keskimäärin 3 v.) näyteruudun eli mittakehikon koko oli aurauksessa 40 cm x 50 cm. Aurasalueelta otettiin kustakin koeruudusta eli kunkin siemenpuutiheyden poistokaistalta neljästä vaosta kahden metrin välein 40 näyteruutua sekä vaosta, pientareesta että palteesta. Koekentän koko aurasalalta näyteruutuja kertyi 1080 (kolme tiheyttä x kolme poistokaistaa x 120). Äestysalalla kehikko oli 50 cm x 50 cm, ja sen keskiviiva asetettiin vaon ja palteen saumaan. Koeruutuja tuli 1125. Kuhmon laikutusalalta mitattiin taimet laikkuun mahtuvalla 40 cm x 50 cm:n kehikolla kultakin koeruudulta sadasta laikusta, eli mittauspisteitä oli yhteensä 900 kpl. Kaikki mittauspisteet merkittiin seuraavia inventointeja varten.

Muokkaamattomia aloja ei ensimmäisessä inventoinnissa tarkastettu. Jäljempänä esitettävissä tuloksissa nämä luvut kuitenkin esitetään. Ne laskettiin kaksi vuotta myöhemmän inventoinnin lukujen mukaisesti vertaamalla muokattujen ruutujen taimimääriin ja niiden muutokseen mittausten välisenä aikana.

Koeruudun eli yhden siemenpuustotiheyden, yhden muokkaustavan ja yhden poistokaistan määrittämä koeyksikkö oli kooltaan 0,34 (Muhos) – 0,65 (Kuhmo) ha. Inventointi tehtiin koeruudun keskialueelta. Koska eri siemenpuutiheyskoealat olivat yleensä useitten kymmenien metrien levyisten vaippojen erottamia, ei viereisen tiheyskoealan siemenen leviämistä liene tapahtunut ainakaan merkittävästi. Vain muutamalla koeruudulla etäisyys reunimmaisista näyteruuduista toisen siemenpuutiheyden koealalle oli alle 40 metriä. Keskimäärin etäisyys oli 50–80 m.

Taimien vartuttua muutettiin inventointitapaa. 5, 7 ja 12 ikävuoden inventoinneissa näyteruudun koko oli 1 m x 2,5 m. Kolmen ikävuoden inventoinnissa merkityistä mittauspisteistä hylättiin joka toinen, mutta näyteruudun suurentamisen takia mitattu ala kasvoi kuusinkertaiseksi. Aurasalalla kehikon pääty asetettiin vaon keskiviivalle, josta kehikko ulottui yli puolivaon, pientareen ja palteen. Sitten kehikko käännettiin toiselle puolelle. Äestysalalla mittausta alkoi vaon reunasta yli vaon ja palteen. Kuhmon laikutusalueella kehikko asetettiin siten, että sen pääty sivusi sisäpuolelle jäävän laikun laitaa. Mittauksessa kirjattiin kehikon sisään jäävät muokkausjäljen osapintojen alat ja etäisyys kehikon ulkopäädystä seuraavaan osapintaan. Näin saatiin selville pinta-alan jakautuminen erilaisiin muokkauspintoihin. Muokkaamattomilta osa-ruuduilta otettiin kahdelta yhden-suuntaiselta linjalta samalla kehikolla yhteensä 20 näyteruutua kahden metrin välein.

12 vuoden iästä alkaen erotettiin inventoinnissa kasvatettavat taimet. Tavoite oli enintään 4 000 tainta hehtaarilla eli yksi taimi mittakehikosta. Määrä valittiin näin korkeaksi siksi, että sillä turvataan valintamahdollisuus myöhemmässä käsittelyssä ja mäntyrunkojen teknisen laadun kehittyminen hyväksi. Kasvupaikasta, mäntyaineksen runsaudesta ja taimikon rakenteesta riippuen voitiin myös kuusi ja koivut hyväksyä kasvatettaviksi, jos hyviä mäntyjä ei ollut riittävästi. Tasatilanteessa mänty syrjäytti muut. Kasvatettavia taimia valittaessa otettiin huomioon myös kehikon lähiympäristö, ja siten kasvatettavaksi hyväksyttiin joskus

kaksi tainta. Sen ja pienen kehikkokoon takia (2,5 m²) valituksi tuli joillakin koeruuduilla yli 4 000 kpl/ha. Monilla koeruuduilla kasvatuskelpoista ainesta oli paljon yli tavoitteen.

15 vuoden iässä, jolloin taimikon valtapituus eteläisillä koekentillä oli 1–1,5 m, mittaustapaa taas muutettiin. Taimet mitattiin ja luokiteltiin 50 m²:n ympyränalalta, eli säde oli 3,99 metriä. Mm. kasvatettavien taimien oikea valinta oli helpompaa kuin 2,5 m²:n kehikkoa käytettäessä. Taivalkoskella vielä seuraavana vuonna tehdyssä tarkistavassa inventoinnissa vain puolet merkityistä koepisteistä mitattiin.

Kaikissa inventoinneissa kirjattiin muistiin taimia kohdanneet tuhot.

2.8 Viljelyvertailut

Luontaisesti ja viljellen syntyvän taimikon kehitysnopeuden vertaamiseksi perustettiin kylvön ja istutuksen koealat Lestijärvelle, Pyhännälle ja Kuhmoon välittömästi luontaisen uudistamisen koekentän äärelle. Perustamisaika oli muokkautusta seuraava kevät eli se aika, jolloin luonnon siemensato ensi kertaa tuli paljastettuun kivennäismaapintaan. Vertailuruudut olivat kaikki aurasaloilla. Niiden koko oli 6–15 aaria ja niihin kylvettiin tai istutettiin 120–300 tainta. Taimet olivat koulituita paljasjuurisia kaksivuotiaita taimia, merkintä 1M+1A.

2.9 Lannoituskoe

Metsien lannoituksen yleistyessä 1950- ja -60-luvulla oli esillä ajatus siitä, että lannoittaminen voi lisätä luontaisten taimien määrää. Siksi Muhoksen koekentän eri siemenpuutiheyksien aurasruuduille perustettiin keväällä 1976 lannoituskoe. Koealojen paikat valittiin koekentän viereltä topografialtaan, kosteudeltaan ja maalajiltaan koekenttään verrattuna samanlaisista kohdista. Toukokuun 13. ja 14. päivänä levitettiin aurasvakoon, pientareille ja palteisiin kymmenen metrin pituisille koealoille ammoniumsulfaattia 500 kg/ha (= 100 kg N) ja raakafosfaattia 300 kg/ha (= 100 kg P₂O₅). Viikkoa myöhemmin 21.5. levitettiin kalkkia 5 000 kg/ha. Lannoitusyhdistelmät olivat nolla eli kontrolli, N, P, Ca ja NP. Ruudut inventoitiin kolme kasvukautta myöhemmin syksyllä 1978 ja uudestaan seitsemän vuoden iässä toukokuussa 1983.

3 Luonnonolot

3.1 Ilmasto

Tutkimusalueen kautta kaakosta luoteeseen kulkee ns. Pudasjärven linja eli 880 lämpösummayksikön (vuorokausiaste, d.d.) linja. Sen pohjoispuolella määnyn kukinta ja siemenen kypsyminen tarvitsevat keskimääräistä lämpimämpiä kesä. Välillä voi olla useitten vuosien jaksoja, jolloin lämpimätkään kesät eivät riitä väärän rytmin takia johtamaan hyvääkään kukintaa itävään siemeneen asti. Lestijärven, Pyhännän ja Muhoksen koekentät olivat tämän mainitun linjan eteläpuolella, Kuhmo linjalla ja Taivalkoski selvästi pohjoisempana. Myös Pudasjärven linjan eteläpuolella kylmät kesät vähentävät hyvän siemenen satoa.

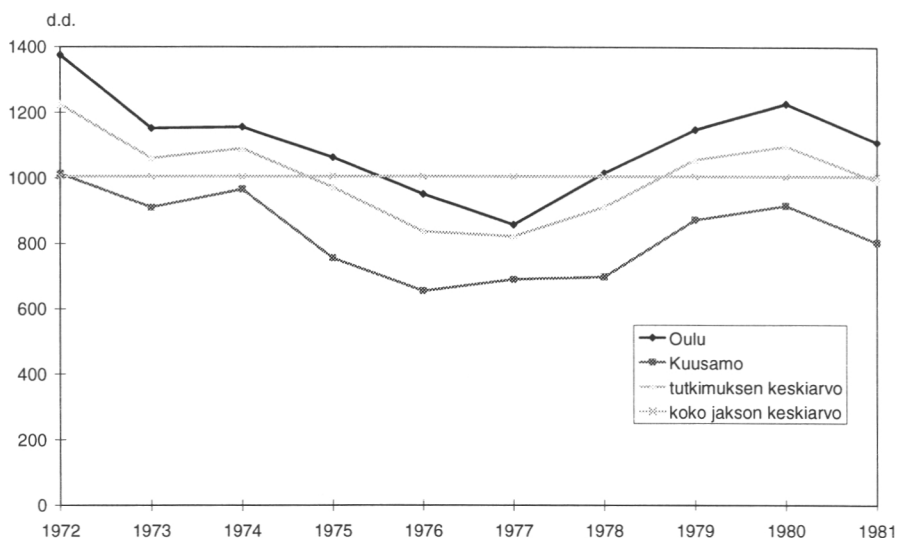
Lähinnä koekenttiä ovat seuraavat Ilmatieteen laitoksen mittauspaikat:

Koekenttä	Mittauspaikka
Lestijärvi	Nivala
Pyhääntä	Kajaani
Muhos	Oulu
Kuhmo	Kajaani ja Suomussalmi
Taivalkoski	Pudasjärvi ja Kuusamo

Vuosijaksolla 1972–81 kasvukautiset lämpösummat ovat vaihdelleet 300–400 vuorokausiastetta (taulukko 9). Se merkitsee jokseenkin samaa kuin paikan siirtäminen 400–600 km pohjoiseteläsuunnassa. Mainittujen kuuden havainto-aseman lämpösummien keskiarvo vuosijaksolla 1972–81 oli 1 005 d.d. Kolmikymmenvuotisjaksolla 1951–80 se oli 980 d.d.. Koekenttien perustamisen ja taimetumisen aikaan kesäilmasto on siis ollut hieman keskimääräistä lämpimämpää.

Taulukko 9. Lämpösummat vuosina 1972 - 81 erällä Oulun läänin paikkakunnilla.

Vuosi	Nivala	Kajaani	Oulu	Suomussalmi	Pudasjärvi	Kuusamo
1972	1231	1332	1375	1164	1237	1013
1973	1094	1126	1153	1020	1064	910
1974	1115	1148	1157	1052	1103	966
1975	1086	1072	1063	933	919	756
1976	904	862	951	782	865	655
1977	877	893	857	811	801	690
1978	1013	975	1015	841	927	698
1979	1147	1120	1149	1006	1044	872
1980	1156	1125	1227	1047	1117	915
1981	1086	1069	1110	913	968	803
Keskiarvo	1071	1072	1106	957	1004	803
1951–80	1092	1035	1073	906	970	803



Kuva 6. Lämpösumma tutkimusalueella kesäkausina 1972–81.

Tutkimuksen koekentillä lämpösumman pitkäaikainen keskiarvo on 860 (Taivalkoski) – 1 045 (Pyhäntä) vuorokausiastetta (taulukko 1). Muokattuina siementä vastaanottamaan koelat olivat vuosista 1975 (Kuhmo) – 1978 (Pyhäntä ja Taivalkoski) alkaen. Voidaan päätellä, että männyn kukintaan, siemenen laatuun ja koelajien taimettumiseen vaikuttivat eniten kymmenvuotijakson 1972–81 kesät. Ne olivat aluksi lämpimiä. Jakson puolivälissä kesät olivat kylmiä, mutta sitten ne taas lämpenivät (kuva 6). Kuten jäljempänä tuloksia esiteltäessä todetaan, taimettuminen oli nopeaa eteläisillä koekentillä, mutta Taivalkoskella tuli ensimmäinen hyvä siemensato vasta vuonna 1987 eli yhdeksän vuotta muokkauksen jälkeen. Sitä edelsi kolmen vuoden 1983–85 keskimääräistä lämpimämpien kesien jakso.

Pohjois-Suomessa maa pysyy kosteana ilmaston humidisuuden takia pitempään kuin etelässä. Lumen sulamisvesien säilyminen maassa turvaa siemenen itämisen ja sirkkataimien juurtumisen yleensä hyvin, jos lämpöä on riittävästi. Itämisen jälkeen tulevat lämpimät ja kuivat poutasäät voivat tuhota sirkkataimet. Tässä tutkimuksessa muokkausten jälkeisinä vuosina ei Oulun lentoasemalla tehtyjen mittausten mukaan tullut eteen yhtään poikkeuksellisen pitkää alkukesän helteistä poutajaksoa. Kuivin jakso oli vuoden 1976 keväästä alkaen yli kesäkuun puolivälin. Sadetta tuli keskimäärin 4,4 mm 10 päivän jaksoilla. Seuraavana vuonna vähäsateista aikaa oli toukokuun lopulta yli kesäkuun puolivälin. Vuonna 1978 oli lähes sateetonta keväästä kesäkuun ensimmäiselle viikolle asti. Tutkimuksen koekentät sijaitsivat hiekkamoreenimailla, ja taimettumistuloksesta päätellen veden puute ei liene minään vuonna haitannut taimettumista ainakaan merkittävästi. Koska taimettuminen mitattiin ensimmäisen kerran vasta syksyllä 1979 ja sen jälkeen 2–3 vuoden välein, ei poutajaksojen tarkkaa vaikutusta voida tuloksista päätellä.

3.2 Maaperä

Koekentät perustettiin moreenikankaille. Maaperä oli kaikissa hiekkamoreenia. Taivalkoskella hiekan osuus oli suurempi kuin muualla. Lestijärvellä maaperä osalla koekenttää oli hietaista hiekkamoreenia ja osalla isokivistä moreenia. Edellisen ei havaittu vaikuttavan taimimäärään eikä kasvuun, mutta louhikkoisuus alensi taimimäärää, koska muokkauspintaa paljastui vähemmän kuin muualla. Muhoksen koekenttä oli alavaa kangasta. Entisen soistuneisuuden merkinä koekentällä oli paksu humuskerros ja paikoin vielä niukasti suopursua.

Metsätyyppi oli pääosaksi variksenmarjapuolukkatyypin (EVT) tuoretta laitaa ja osaksi mustikkapuolukkatyypin karua laitaa. Hakkuun jälkeen kasvillisuus muuttui kaikilla koekentillä kuivemmalle kasvupaikalle ominaiseksi. Lisäksi aurasmuokkaus muutti pintakasvillisuuskuvaa 5–10 vuodessa jonkin verran kaaruun suuntaan.

Muhoksella maa oli muista poikkeava. Alue oli alavaa kangasta, joka oli ojitettu kolme vuosikymmentä aikaisemmin. Ojasto oli harva. Turvekerros oli tekeytynyt ja ohentunut noin kymmensenttiseksi. Sen alla oli hiekkainen moreeni, joka turvasi ilmanvaihdon. Humuskerros (turve) ei ollut tiivistä vaan hyvin läpäisevää. Seudun alavuuden takia pohjavesi oli edelleen sen verran korkealla, että maa pysyi kapillaarisen vedennousun ansiosta kosteana pintaa myöten kuivanaikin aikana. Toisaalta ojitus vaikutti sen, että liikavettä ei ollut. Kaikki tämä merkitsi siemenille hyvää itämisalustaa ja taimille turvattua vakiintumista. Se näkyy myös jäljempänä esitettävissä taimimäärissä.

Syksyllä 1978 eli muutama vuosi muokkausten jälkeen koelaloilta mitattiin kivisyys ja humuksen paksuus. Viron (1952) esittämän kolmiluokkajaan mukaan maa on erittäin kivistä, jos kivirassin painuma on enintään 13 cm, kivistä, jos painuma on 12,1–21 cm ja vähäkivistä, jos painuma on 21,1–30 cm. Sen mukaan Lestijärven koekentän maa oli keskimäärin kivistä (taulukko 10), mutta aivan lähellä erittäin kivisen rajaa. 80 siemenpuun koeala oli siellä erittäin kivistä ja aurauksen osakoeala muita kivisempi. Pyhännän ja Muhoksen maat olivat kivisen ja vähäkivisen rajalla mutta kivisen puolella ja Kuhmon maa vastaavasti saman luokkarajan äärellä mutta vähäkivisen puolella. Taivalkoskella maa oli vähäkivistä.

Taulukko 10. Koekenttien kivisyys ja humuksen paksuus.

Koekenttä	Kivirassin painuma, cm	Humuksen paksuus, cm
Lestijärvi	13	7
Pyhämä	20	8
Muhos	21	11
Kuhmo	22	6
Taivalkoski	26	5

Humuksen paksuus vaihteli osakoealoilla 4 (Taivalkoski) ja 14 (Muhos) cm:n välillä. Lestijärvellä erittäin kivisen 80 puun koealan humus oli 5 cm ohuempaa kuin pitäjän muilla koealoilla. Kaikilla koekentillä Muhosta lukuunottamatta humus oli selvästi haitallista taimettumiselle, mikä näkyy myös taimettumistuloksissa.

4 Tulokset

4.1 Taimimäärät

4.1.1 Mänty

4.1.1.1 Siemenpuuston tiheyden ja maanmuokkauksen vaikutus

Siemenpuuston tiheys

Männynntaimia oli viimeisessä inventoinnissa 15 vuoden kuluttua muokkauksesta keskimäärin 5 020 kpl/ha. 20 siemenpuun tiheydessä taimia oli vähiten ja 40-puun tiheydellä eniten (kuva 7). Taimimäärät siemenpuutiheyksittäin 20, 40 ja 80 olivat 4 440, 5 860 ja 4 770. Suhdeluvut olivat 100, 132 ja 107. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Muokkaustapa ei vaikuttanut näihin suhteisiin.

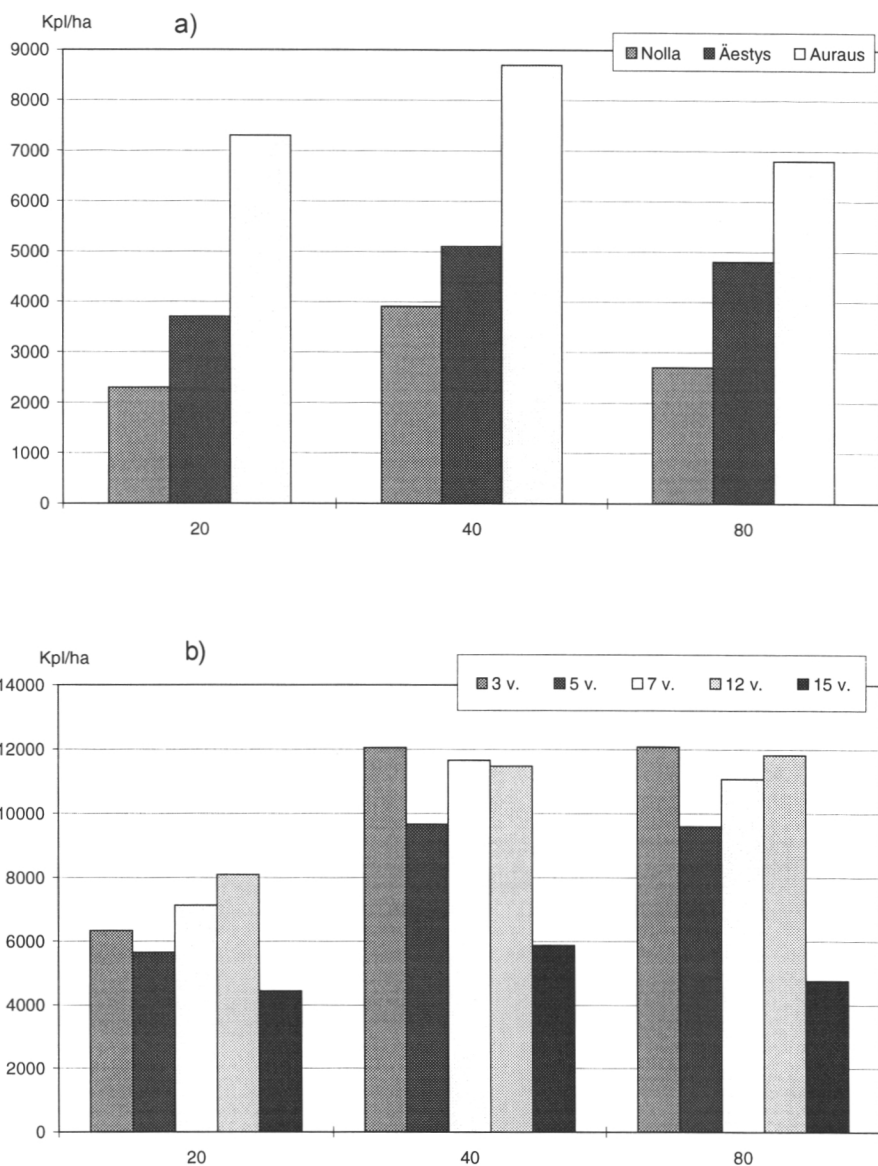
Taimimäärä oli kaikissa tiheysluokissa noussut jo kolmessa vuodessa sille tasolle, missä se pysyi 12 vuoteen asti (kuva 7b). Siihen asti 40 ja 80 siemenpuun tiheyksillä taimimäärät olivat jokseenkin yhtä suuret ja 20 puun tiheydessä puolet tai kaksi kolmasosaa. Viimeisellä kolmivuotisjaksolla 12:sta 15:een ikävuoteen (neljä talvea, kolme kasvukautta) taimimäärä kääntyi jyrkkään laskuun. Taimia kuoli enemmän tiheämpien siemenpuustojen kaistoilla, ja siemenpuutiheyksien välinen taimimäärien ero tasaantui jonkin verran. Taimimäärä alentui järjestyksessä 20 – 40 – 80 siemenpuuta 45 %, 49 % ja 60 %, keskiarvo 52 %. Tuhoutuminen lisääntyi siis siemenpuuston tiheyden kasvaessa, vaikka viimeiset siemenpuut oli poistettu jo jakson keskivaiheilla Taivalkoskea lukuunottamatta. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Tuulenkaadot vähensivät joillakin koaloilla siementävien puitten määrää. Sen vaikutusta taimien syntymiseen ja kasvuun ei suuren hajonnan takia voitu todeta.

Maanmuokkauksen vaikutus

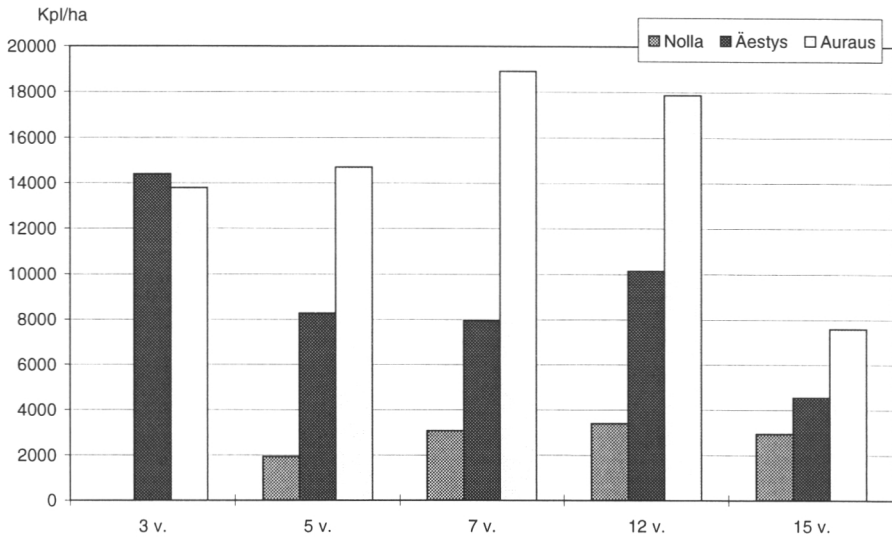
Muokkaustavat olivat muokkaamaton, josta jäljempänä käytetään myös nimitystä nolla, sekä äestys ja auraus. Kuhmossa äestyksen sijalla oli laikutus Sinkkilän laikkurilla. Muokkauksella oli ratkaiseva merkitys taimettumiselle (kuvat 7a ja 8). Mitä enemmän kivennäismaata paljastui, sitä enemmän taimia syntyi. Muokkaamattomilla koaloilla taimettuminen jäi Muhoksen koaloja lukuunottamatta epätydyttäväksi. Taimimäärä oli 15 vuoden iässä järjestyksessä muokkaamaton – äestetty – aurattu 2 940 – 4 540 – 7 580 ja suhdeluvut 100 – 154 – 258 (kuva 8). Auruksen ja muokkaamattoman taimimäärien ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,0096$).

Taimimäärä oli suurimmillaan äestysaloilla kolmen vuoden, aurausaloilla seitsemän vuoden ja muokkaamattomilla aloilla kahdentoista vuoden iässä (kuva 8). Äestysjälki vanhenee taimettumiselle kelpaamattomaksi noin kolmessa vuodessa (Valtanen 1994) aurausjäljen pysyessä taimettumiskelpoisena noin 10 vuoteen



Kuva 7. Männyntaimien määrä eri siemenpuutiheyksillä. a) Taimimäärä muokkaustavoittain. Ikä 15 v. b) Taimimäärä ikäluokittain.

asti. Muokkaamattomilla aloilla taimia oli kahteentoista vuoteen asti vain noin viidennes aurasalojen taimimäärään verrattuna. Viimeisellä tarkastusvälillä kone-
muokkausalojen taimimäärä alentui alle puoleen mutta muokkaamattomilla aloilla vain 13 %. Silti konemuokkausalojen taimimäärä oli lopussa vielä noin kaksinkertainen nolla-alueisiin verrattuna.



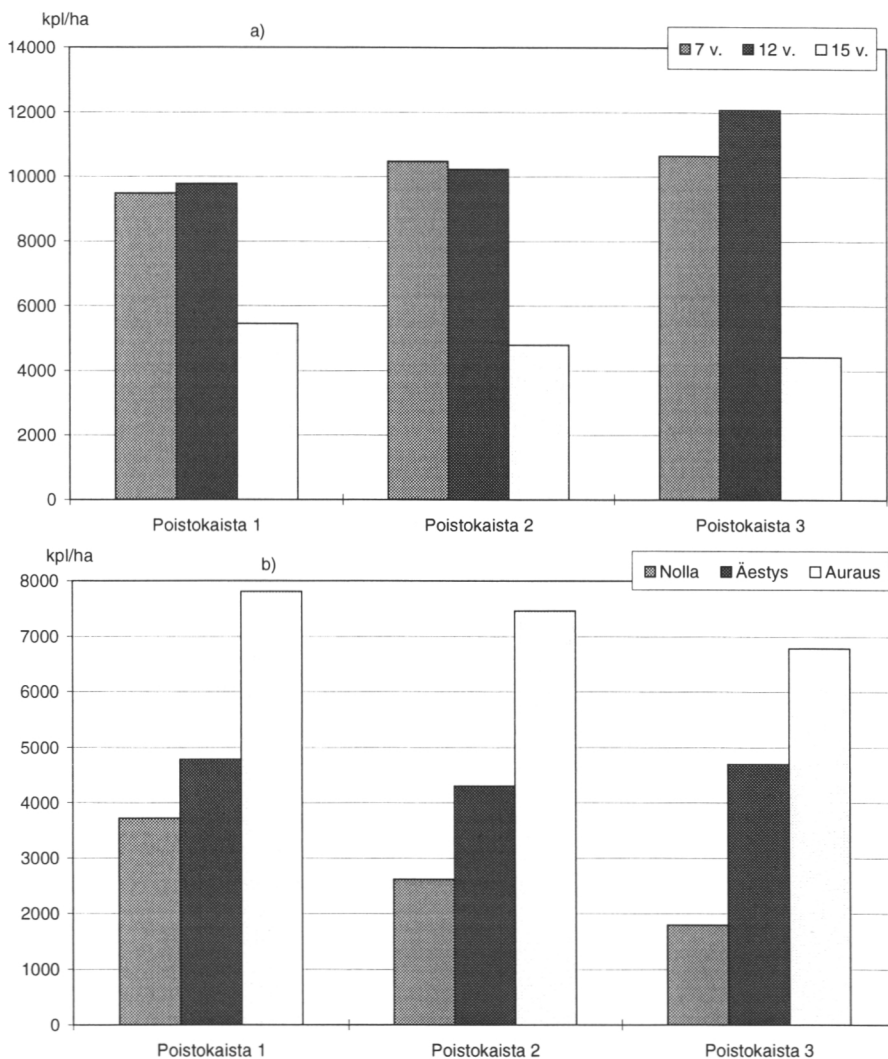
Kuva 8. Männyntaimien määrä muokkaustavoittain eri inventoinneissa.

4.1.1.2 Siemenpuitten poistoajankohdan vaikutus

Siemenpuut oli suunniteltu poistettavaksi ensimmäiseltä poistokaistalta heti, kun taimia arvioitiin olevan riittävästi. Suunnitelmaa ei kuitenkaan voitu toteuttaa täsmällisesti koalojen erilaisen taimettumisnopeuden takia. Joillakin aloilla taimien määrä oli riittävästi jo ensimmäisen kesän jälkeen, mutta käytännön syistä siemenpuita jouduttiin pitämään vielä 2–3 vuotta. Se on ilmeisesti vaikuttanut taimimäärään. Toiselta poistokaistalta siemenpuut kaadettiin viisi vuotta ensimmäisen poiston jälkeen ja kolmannelta kaistalta taas viisi vuotta myöhemmin. Taivalkoskella kolmannen poistokaistan siemenpuut kaadettiin vasta talvella 1997 eli kaksi kasvukautta viimeisen inventoinnin jälkeen.

Siemenpuuston ensimmäinen poisto oli 3–5 vuotta muokkauksen jälkeen paitsi Taivalkoskella vasta 10 vuoden kuluttua. Lestijärvellä, Pyhännällä ja Muhoksella taimia oli jo kolmantena vuonna 10 000–25 000 kpl, ja osa oli ilmeisesti tuhoutunut jo siihen mennessä. Kuhmossa ja etenkin Taivalkoskella taimettuminen oli niin hidasta, että taimia ei liene mainittavasti tuhoutunut siemenpuitten ensimmäiseen poistoon mennessä.

Kolmannelta poistokaistalla, missä siemenpuita seisotettiin 10 vuotta ensimmäisen poiston jälkeen, taimimäärä kasvoi jonkin verran seitsemänstä kahdenteentoista vuoteen (kuva 9a). Viiteentoista ikävuoteen mennessä taimimäärä aleni sillä kaistalla eniten. Silloin taimia oli 1. poistokaistalla 5 450 kpl, 2. kaistalla 4 790 kpl ja 3. kaistalla 4 430 kpl. Suhteet olivat 100 : 88 : 81.



Kuva 9. Männyntaimien määrä eri poistokaistoilla. a) Taimimäärä ikäluokittain. b) Taimimäärä muokkaustavoittain. Ikä 15 v.

Siemenpuitten seisottamisen vaikutus näkyi selvimmin muokkaamattomilla koealoilla. 15 vuoden iässä taimimäärä niillä oli viimeisellä poistokaistalla keskimäärin 52 % alempi kuin ensimmäisellä poistokaistalla (kuva 9b ja taulukko 11). Äestysaloilla vastaava luku oli 2 % ja aurausaloilla 13 %. Verrattaessa poistokaistoittain taimimäärän alenemista viimeisellä kolmen kasvukauden inventointivälillä todettiin taimimäärissä keskimäärin seuraavat pudotukset: poistokaista 1 44 %, poistokaista 2 53 % ja poistokaista 3 63 %. Kuumossa vastaavat luvut olivat 58, 61 ja 82 % eli siellä taimia on kuollut viimeisellä kolmen vuoden jaksolla paljon. Kasvatettavien taimien määrä aleni koko aineistossa samassa järjestyksessä 41, 47 ja 52 %. Alenemisen syy oli vain osaksi siemenpuitten seisottamisessa. Tärkeämpi syy oli männynlumihome. Hitaan alun jälkeen se yleistyi sopivaan pituuteen ehtineissä taimikoissa.

Taulukko 11. Suhteelliset taimimäärät muokkaustavoittain eri poistokaistoilla. Ikä 15 v.

Muokkaustapa	Poistokaista		
	1	2	3
Muokkaamaton	100	70	48
Äestys	100	90	98
Auraus	100	96	87

4.1.1.3 Tulokset pitäjittäin

Siemenpuuston tiheys

Kaikissa pitäjissä taimia oli keskimäärin eniten 40 siemenpuun luokassa ja vähiten 20 puun luokassa. Erot olivat pienet. Loppuinventoinnissa 15 vuoden iässä keskiarvosta oli seuraavat selvät poikkeukset:

- muokkaamattomilla aloilla oli Taivalkoskella eniten taimia 80 puun luokassa
- äestetyillä aloilla oli Pyhännällä, Kuhmossa ja Taivalkoskella eniten taimia 80 puun luokassa
- aurasaloilla oli eniten taimia Muhoksella 20 puun ja Kuhmossa 80 puun luokassa.

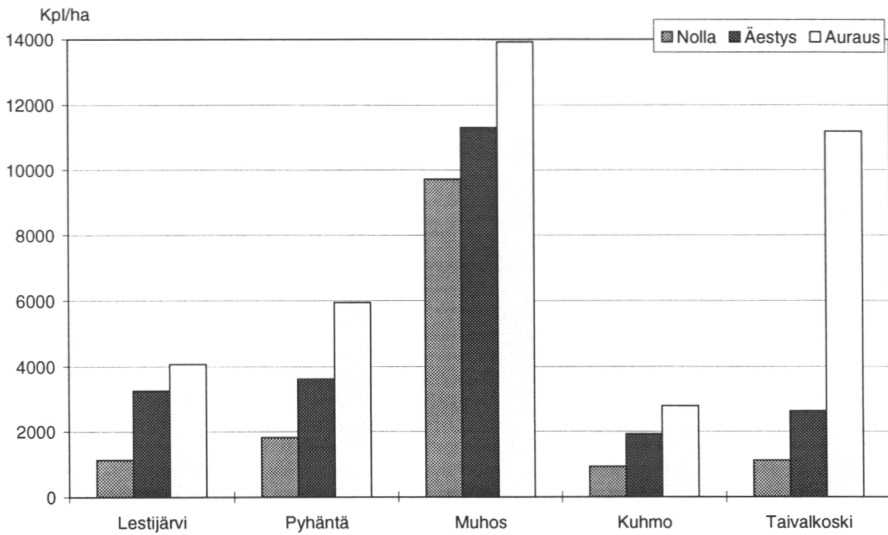
Muokkaus

Muokkauksella oli ratkaiseva merkitys taimettumiselle kaikissa pitäjissä (kuvat 11 ja 12, liite 2). Auraus tuotti kaikkialla runsaan taimiaineksen ja tiheän nuoren taimikon (kuvat 10 ja 12c), joka tosin Kuhmossa harveni viimeisellä inventointivälillä tiheydeltään vain tyydyttäväksi. Äestysaloilla uudistaminen onnistui hyvin Muhoksella ja tyydyttävästi muualla (kuva 8b). Kuhmossa äestysten sijasta oli laikutus, ja siellä tulos oli heikoin. Muokkaamattomille aloille taimia syntyi riittävästi vain Muhoksella (kuvat 11 ja 12a).

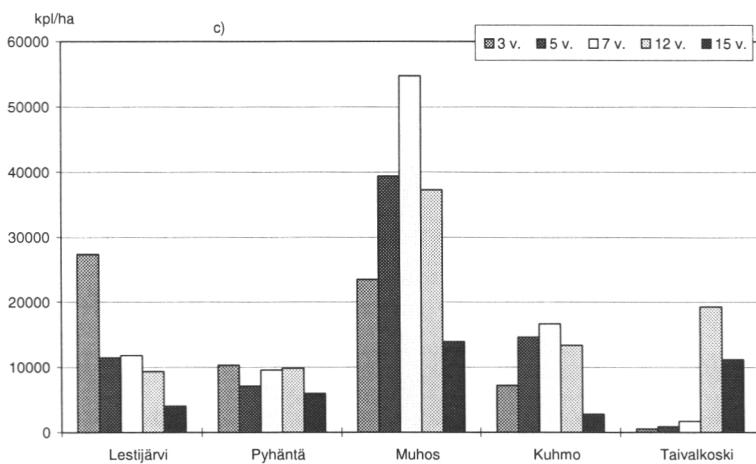
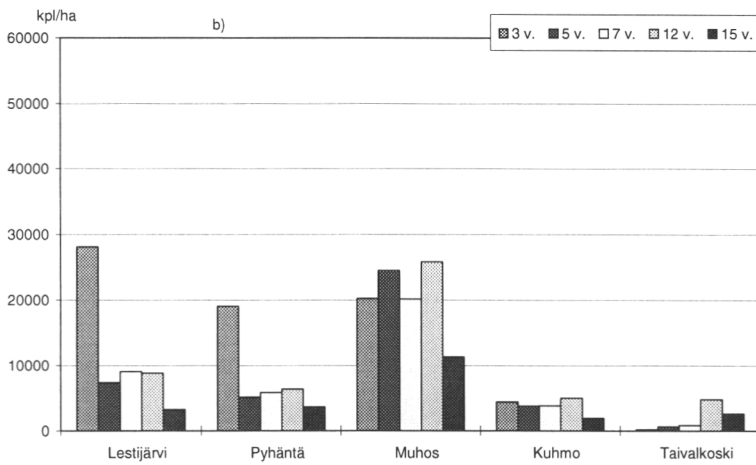
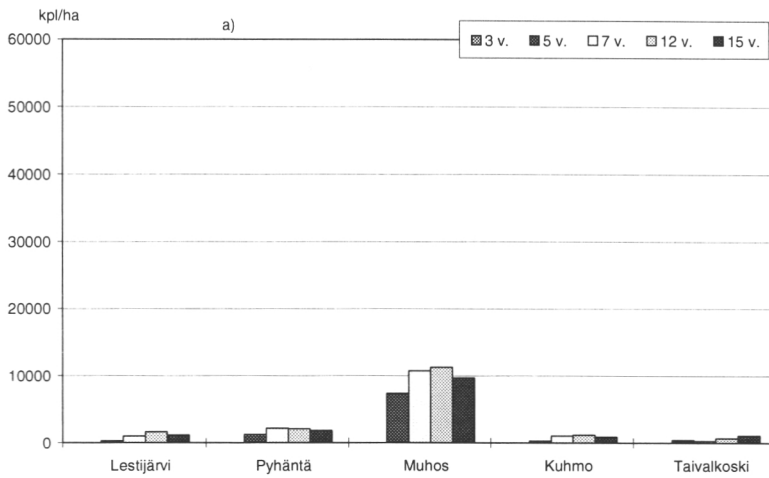
Lestijärvellä ja Pyhännällä muokkausalojen taimimäärät olivat suurimmillaan heti ensimmäisessä inventoinnissa kolme ja kaksi kasvukautta muokkauksen jälkeen (kuvat 12 b ja c), eli taimettuminen oli ollut nopeata. Välittömästi muokkauksen jälkeen vuosina 1977–78 siemensadot olivat enintään keskinkertaiset, mutta silti taimimäärät loppukesällä 1979 olivat muokatuilla aloilla 10 000–28 000. Muhoksella muokkausalojen taimimäärät olivat yli 20 000 jo ensimmäisellä kerralla 4–5 vuotta muokkauksen jälkeen ja ne kasvoivat myöhemmin vielä suuremmiksi. Vuoden 1984 hyvä siemensato — miljoona siementä/ha Muhoksen tutkimusaseman siemensatometssä — nosti taimimäärää etenkin aurasaloilla. Suurin mitattu koko muokkausalan keskiarvo oli aurauksella 55 000 ja äestyksellä 26 000 kpl/ha. Kuhmossa laikutusalan taimimäärä oli noin 4 000 heti viiden vuoden kuluttua muokkauksesta syksyllä 1979 eikä se juuri muuttunut ennen kuin viimeisessä inventoinnissa, jolloin se putosi alle puoleen. Kuhmon aurasalueella maksimi tuli vasta kolmannessa inventoinnissa v. 1988 eli yhdeksän vuoden kuluttua muokkauksesta. Vuonna 1986 oli siemensato Metsäntutkimuslaitok-



Kuva 10. Neljä vuotta muokkauksen jälkeen Muhoksen aurausaloiilla oli 24 000 tainta/ha. Tässä kuvassa nähdään kaksi piennartainta.



Kuva 11. Männyn taimimäärä muokkaustavoittain eri pitäjissä. Ikä 15 v.



Kuva 12. Männyn taimimäärä eri pitäjissä. a) Muokkaamattomat koealat. b) Äestetyt koealat. c) Auratut koealat.

sen siemensatometsässä 40 km Kuhmon koekentältä länteen 1,8 milj. siementä/ha eli 7–8 kg. Vielä seuraavana vuonnakin siementä varisi 740 000 kpl.

Muokkaustavan valinnalla oli suurin merkitys Taivalkoskella. Taimettuminen oli siellä hidasta, ja ensimmäistä hyvää siemensatoa saatiin odottaa 10 vuotta vuoteen 1987. Koekentältä 20 km pohjoiseen olleessa siemensatometsässä tuli silloin siementä 1,2 milj. kpl eli noin viisi kiloa hehtaarille. Siihen mennessä äestysjälki oli jo sammaloitunut, mutta aurasmuokkauksen jälki oli vielä pääosaksi paljasta kivennäismaata. Seuraavan vuoden syksyllä tehdyssä inventoinnissa aurasalan taimimäärä kohosi yli 19 000:een. Loppuinventoinnissa 15 vuoden iässä taimimäärä oli yli nelinkertainen äestysalan taimimäärään verrattuna, kun se muissa pitäjissä oli keskimäärin puolitoistakertainen.

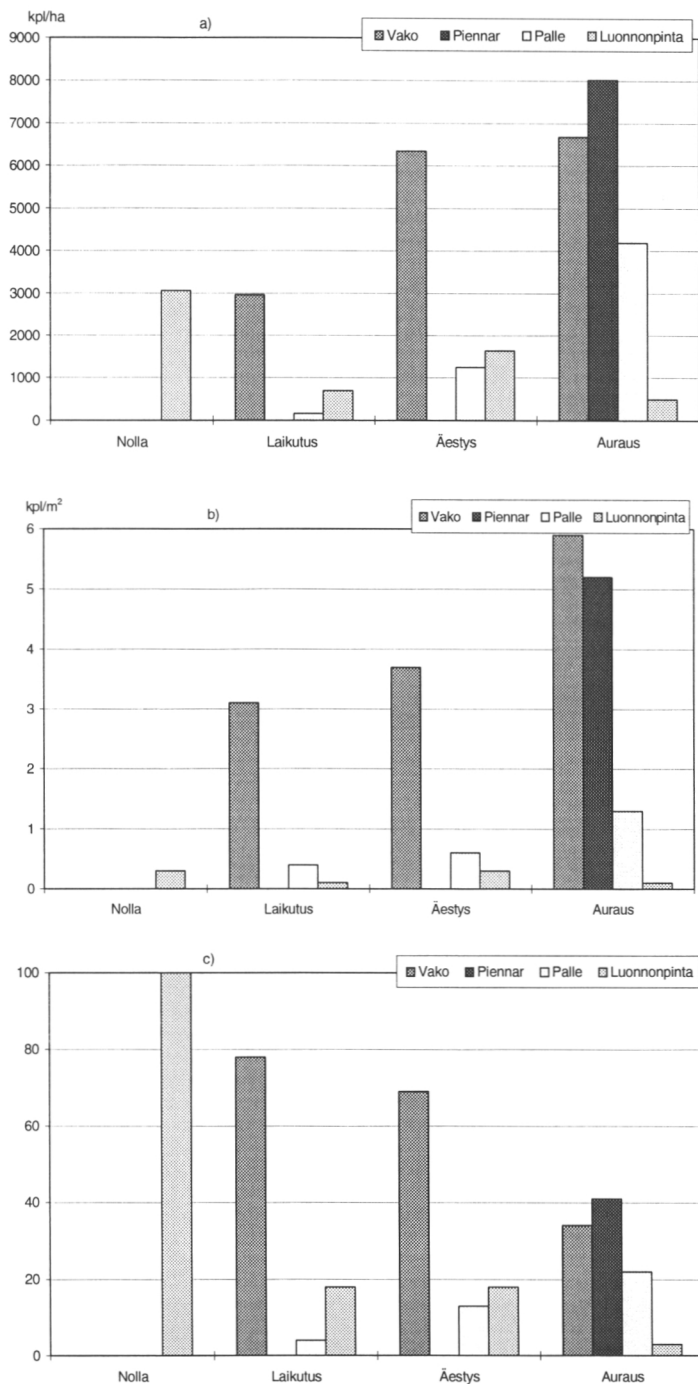
Taimimäärät ovat kahden viimeisen inventoinnin välillä laskeneet selvästi, Kuhmon aurasalalla viidennekseen ja Muhoksen aurasalalla lähes kolmannekseen. Muokkaamattomilla aloilla taimikato oli pienintä, keskimäärin vain neljännes. Tuhon syynä on männyn talvihome (*Phacidium infestans*), joka etenkin aurasaloilla taimikoiden tiheyden takia pääsi hyvin etenemään taimesta toiseen. Taimikot olivat loppuinventoinnissa joillakin koealoilla hyvin raihnaisen näköisiä, kun useita tuhansia taimia tai jopa 10 000 - 20 000 kpl metrin tai puolentoista mittaista tainta hehtaarilta oli huonokuntoista tai kuollutta.

Edellä luvussa 4.1.1.2 Siemenpuitten poistoajankohdan vaikutus, todettiin siemenpuitten seisottaminen taimien päällä pahaksi virheeksi. Etenkin muokkaamattomilla aloilla taimimäärä aleni paljon. Taimien tuhoutumisessa eri paikkakuntien välillä ei ole johdonmukaista eroa, vaan ilmiö on sama niin etelässä kuin pohjoisessakin (liite 3).

4.1.1.4 Taimimäärät muokkausosapinnoilla

Kivennäismaapintaa syntyi laikutuksessa (Kuhmo) 1 360 m²/ha, äestyksessä keskimäärin 3 840 ja aurauksessa 5 980 m²/ha. Äestysalueella noin 2 500 m² oli vakopintaa ja muu heikko palletta, missä kivennäismaata oli vähän. Muokkausosapintojen alat on esitetty kuvassa 4b.

Muokkausjäljestä taimettui alava kohta paremmin kuin korkea kohta (kuva 13, liite 4). Sekä auras- että äestysaloilla palteen taimitiheys oli vain 20–25 % vaon taimitiheydestä. Aurauksessa vako ja piennar olivat lähes samanarvoiset taimettumisalustana. Pelkän vaon taimimäärät olisivat olleet riittävät hyvään taimettumiseen sekä äestys- että aurasaloilla (5 700 ja 6 700 kpl), jälkimmäisellä myös pelkät piennartaimet (8 000 kpl). Muokattujen maitten luonnonpinnan taimettuminen oli edellisiin verrattuna niukkaa. Aurasaloilla vain 2,5 prosenttia taimista oli luonnonpinnan 40 prosentin osuudella. Muokkaamattomien osakoealojen taimimäärän keskiarvon nosti suhteellisen korkeaksi Muhoksen maan hyvä taimettuminen. Sielläkin kivennäismaan paljastaminen moninkertaisti taimimäärän. — Taimikon hoitoa ja nuoren metsän kasvatusta ajatellen aurauksella on äestykseen verrattuna se etu, että siinä taimia on laajemmalla alalla, ja se helpottaa myöhempää yksilövalintaa ja antaa mahdollisuuden tasaisempaan kasvatus-asettoon.



Kuva 13. Muokkausosapintojen taimimäärät. Ikä 7 v. Laikutuksen "vako" = laiku. Laikutuksessa ja äestyksessä ei piennarta ole. a) Taimimäärä muokkausten eri osapinoilla. b) Taimimäärä yhdellä neliometrillä. c) Taimimäärän suhteellinen jakaumaosapinoilla. Jokaisessa muokkauksessa osien summa on 100.

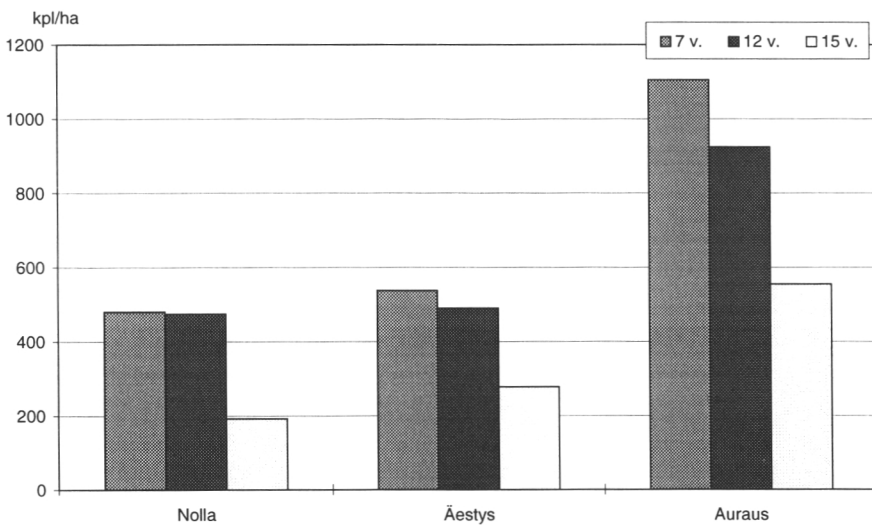
Vaon ja pientareen edullisuus taimettumisalustana johtunee riittävästä kosteudesta myös kuivan kesän aikana, jolloin vastasyntynyt sirkkataimi voi kuolla kuivassa palteessa. Toisaalta koekenttien alavilla osilla oli ojituksella pidetty huoli siitä, että vaoissakaan ei ollut vaaraa liiasta vedestä.

Muokattujen kivennäismaapintojen taimitiheys verrattuna muokkaamattomien alojen taimitiheyteen oli äestysaloilla 7-kertainen ja aurausaloilla 11-kertainen. Näitä lukuja 7 ja 11 voidaan nimittää taimettumisen “tehokkuuskertoimiksi”. Ne osoittavat, että etenkin huonoissa oloissa, missä taimettuminen eri syistä on vaikeaa, on runsas kivennäismaan paljastaminen uudistamistyön onnistumisen keskeinen edellytys.

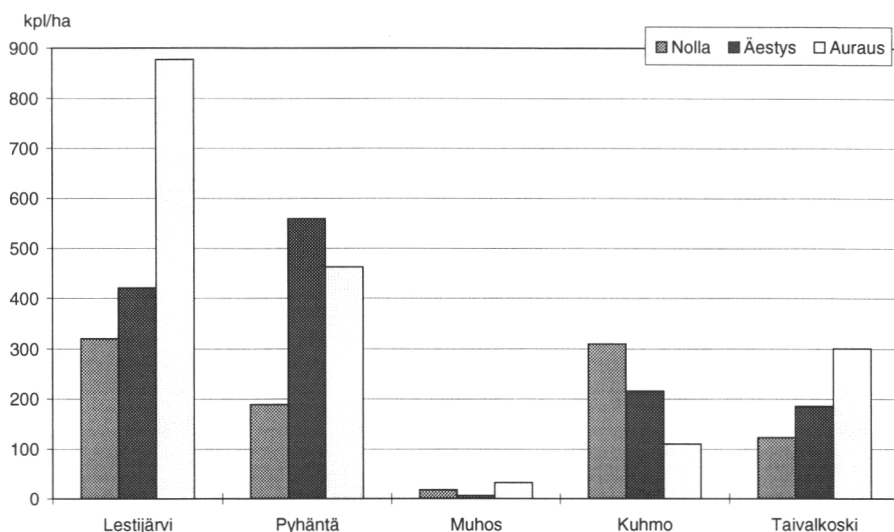
4.1.2 Kuusi

Kuusen taimia oli tutkimuksen päättyessä keskimäärin 340. Männyn siemenpuuston tiheys ei vaikuttanut siihen. Muokkaamattomalla alalla kuusen taimia oli keskimäärin 190, äestetyllä 280 ja auratulla 560 (kuva 14). Suhteelliset määrät olivat 100 : 144 : 283. Kuusi siis taimettui männyn tapaan herkemmin kivennäismaapintaan kuin luonnonpintaan. Taimimäärien suhteet eri muokkauksilla olivat kummallakin puulajilla jokseenkin samat.

Kuusen taimet inventoitiin ensimmäisen kerran seitsemän vuoden kuluttua muokkauksesta. Silloin taimia oli 710. Sen jälkeen taimimäärä väheni 12 vuoteen mennessä 11 prosenttia. Viimeisellä mittausjaksolla 12:sta 15:een vuoteen tuhoutuminen oli männyn tapaan runsasta. Muokkaamattomilla aloilla taimista kuoli 60 % ja muokatuilla aloilla noin 40 %. Kahdeksassa vuodessa taimimäärä aleni 52 %.



Kuva 14. Kuusen taimimäärä eri muokkauksilla.



Kuva 15. Kuusen taimimäärä eri pitäjissä. Ikä 15 v.

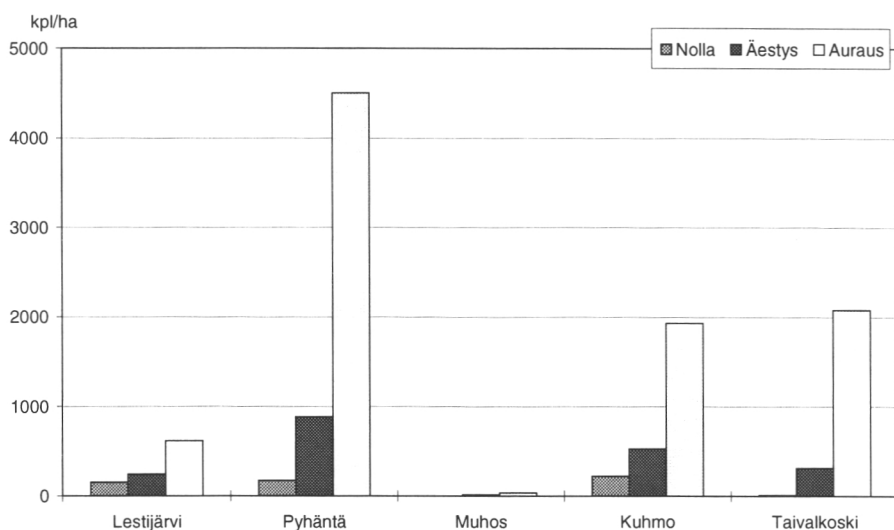
Pitäjittäin kuusen taimien suhteellinen määrä oli lähes käänteinen männyn taimiin verrattuna. Muhoksella kuusentaimia oli vain parikymmentä hehtaarilla, muualla 200–500 (kuva 15). Muhoksella siemennyskykyisiä kuusia oli ollut ennen hakkuuta koekentän alueella vain joitakin ja muualla 30–45 m³. Myöskään reunametsässä ei siellä ollut siementäviä kuusia kuin muutama. Muualla niitä oli runsaammin. Kuhmoa lukuunottamatta taimia oli muokatuilla aloilla enemmän kuin muokkaamattomilla. Kuhmossa oli muokkaamattomassa pinnassa paljon ns. vanhoja taimia, jotka olivat olemassa jo tutkimusta aloitettaessa. Muokkaus tuhosi niistä suuren osan. Muokattuun pintaan kuusen taimettuminen oli ollut niukkaa.

4.1.3 Lehtipuut

Rauduskoivu

Koivulajit eroteltiin vain viimeisessä inventoinnissa. Sitä ennen raudus ja hies rekisteröitiin yhdeksi puulajiksi. Koivun taimikon syntyminen estyy pohjoisessa usein porojen laidunnuksen takia, mutta Taivalkosken koekenttä — siitä huolimatta, että se sijaitsi poronhoitoalueella — oli sellaisella alueella, että porot eivät siellä yleensä liikkuneet. Porovahinkoja ei havaittu. Tulokset ovat siis tältä osin vertailukelpoiset.

Rauduskoivun taimia oli 15 vuoden iässä keskimäärin 780 eli runsaasti kaksinkertaisesti kuuseen mutta vain 7 % mäntyyn verrattuna. Voimakas muokkaus edisti rauduskoivun taimettumista suhteellisesti enemmän kuin muitten puulajien (kuva 16, liite 5). Muokkaustavoittain taimien suhteellinen määrä oli 100 (nolla) : 358 (äestetty) : 1 651 (aurattu). Männyn siemenpuutiheydessä 40 puuta/ha



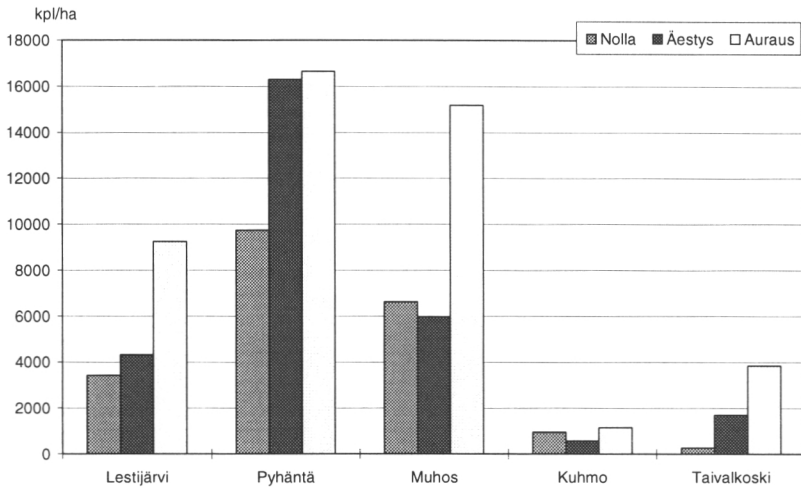
Kuva 16. Rauduskoivun taimimäärä eri pitäjissä. Ikä 15 v.

rauduskoivun taimia oli eniten. Muhoksella ja Lestijärvellä siementäviä rauduskoivuja oli koekenttien äärellä vain muutamia, ja siksi rauduksen taimia oli Muhoksella keskimäärin vain vajaa parikymmentä ja Lestijärvellä runsas 300. Muualla rauduskoivuja oli enemmän, ja siksi Kuhmossa ja Taivalkoskella taimia oli 800–900 ja Pyhäntällä 1 900. Niistä saadaan etenkin joillakin aurauskoealoilla täydennystä mahdollisesti aukkoiseen männyn taimikkoon.

Hieskoivu

Hieskoivun taimia oli 15 vuoden iässä keskimäärin 6 390 kpl eli neljäsos enemmän kuin mäntyjä, 20-kertaisesti kuuseen ja kahdeksankertaisesti rauduskoivuun verrattuna. Luku kuvaa hieskoivun siemenen hyvää leviämiskykyä, sillä koekenttien äärellä hieskoivuja oli vain muutamia. Muokkaus vaikutti hieskoivunkin taimettumiseen ratkaisevasti, mutta kuitenkin suhteellisesti vähemmän kuin männyn, kuusen ja rauduskoivun taimettumiseen (liite 5). Taimimäärien suhteet muokkauksittain olivat 100 : 137 : 220. Luonnonpintaan syntyi siis suhteellisesti herkemmin hieskoivun kuin muitten puulajien taimia. Taimimäärä aleni kolmanneksen männyn siemenpuutiheyden lisääntyessä. Kuhmossa hieskoivuja oli vajaa tuhat, Taivalkoskella runsas tuhat ja muualla useita tuhansia (kuva 17).

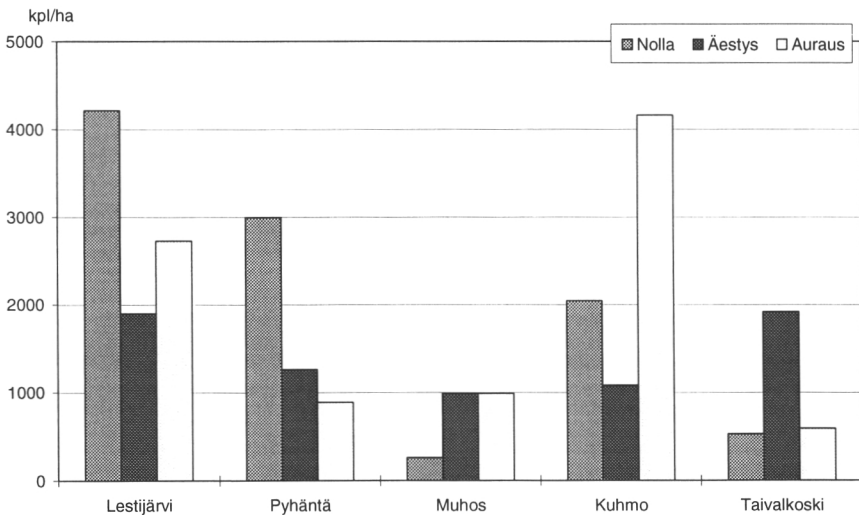
Koivujen määrä (raudus ja hies yhdessä) lisääntyi inventointikerrasta toiseen toisin kuin männyn ja kuusen taimimäärät. Seitsemän vuoden iässä koivuntaimia oli yhteensä 5 040, neljä vuotta myöhemmin 6 970 ja loppuinventoinnissa 7 170 kpl.



Kuva 17. Hieskoivun taimimäärä eri pitäjissä. Ikä 15 v.

Haapa

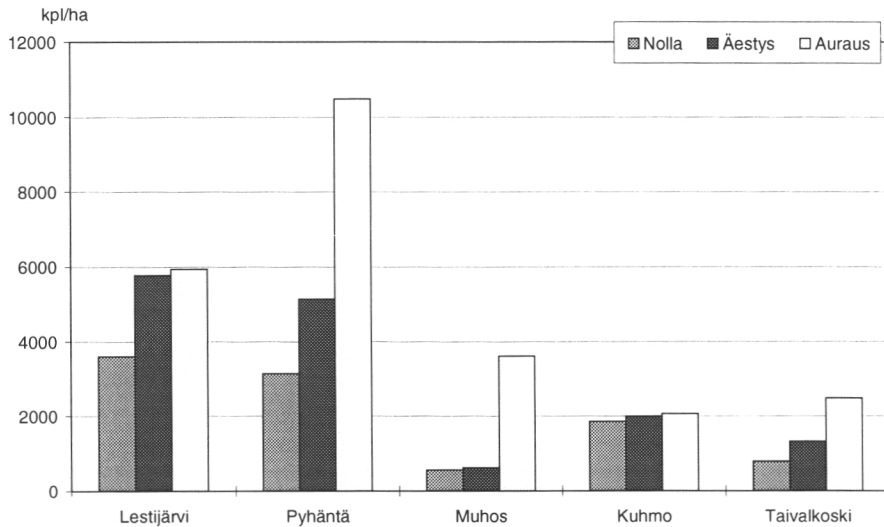
Haavantaimia oli 15 vuoden iässä keskimäärin 1 770. Siemenpuuston tiheydessä 40 niitä oli vähemmän kuin muualla. Muokkaus ei muitten puulajien tapaan lisännyt haavan taimettumista (kuva 18). Muokkaamattomalla maalla oli nimittäin enemmän taimia kuin muokatuilla aloilla. Suhdeluvut olivat 100 : 71 : 93 (liite 5). Tulos viittaa siihen, että suuri osa haavan taimista oli vesasyntyisiä. Muhoksella haapaa oli vähiten, 740 kpl. Syynä on haavan niukkuus alkuperäisessä metsässä. Taivalkoskella haavantaimia oli 1 000 ja muualla 2 000–3 000.



Kuva 18. Haavantaimien määrä eri pitäjissä. Ikä 15 v.

Muu lehtipuu

Koaloilla oli paikoin runsaasti pensasmaista pihlajaa, jonkin verran pajua ja harvinaisena harmaaleppää. Viimeisessä inventoinnissa ne luettiin ryhmään Muu lehtipuu. Taimia oli 15 vuoden iässä keskimäärin 3 290. Se on mäntyyn verrattuna kaksi kolmasosaa, kymmenkertainen kuuseen, nelinkertainen rauduskoivuun ja lähes kaksinkertainen haapaan verrattuna. Hieskoivun määrä oli tähän verrattuna kaksinkertainen. Vaikka pihlaja ja paju jäävät yleensä pensasasteelle eivätkä enää varttuneessa taimikossa ole pääpuulajien kilpailijoita, on niillä runsautensa takia kuitenkin merkitystä kasvupaikkaominaisuuksien ja männyn teknisen laadun parantajina. Tiheän vesakon paikoilla — mm. Pyhännän aurauskoaloilla keskimäärin 10 500 muun lehtipuun tainta — ne jo lievästi hättäsivät männyntaimien kehitystä. Siemenpuuston tiheyden kasvaessa muiden lehtipuiden taimimäärä väheni vähän. Muokkaustavoittain taimimäärien suhteet olivat 100 : 149 : 247 (liite 5) eli paju ja pihlaja hyötyivät kivennäismaan paljastamisesta männyn, kuusen ja koivujen tapaan (kuva 19). Lestijärvellä ja Pyhännällä määrä oli 5 000–6 000 ja muualla 1 000–2 000.



Kuva 19. Muun lehtipuun taimimäärä eri pitäjissä. Ikä 15 v.

4.1.4 Puulajit yhteensä

Taulukko 12. Taimien kokonaismäärä puulajeittain eri muokkauksilla. Ikä 15 vuotta.

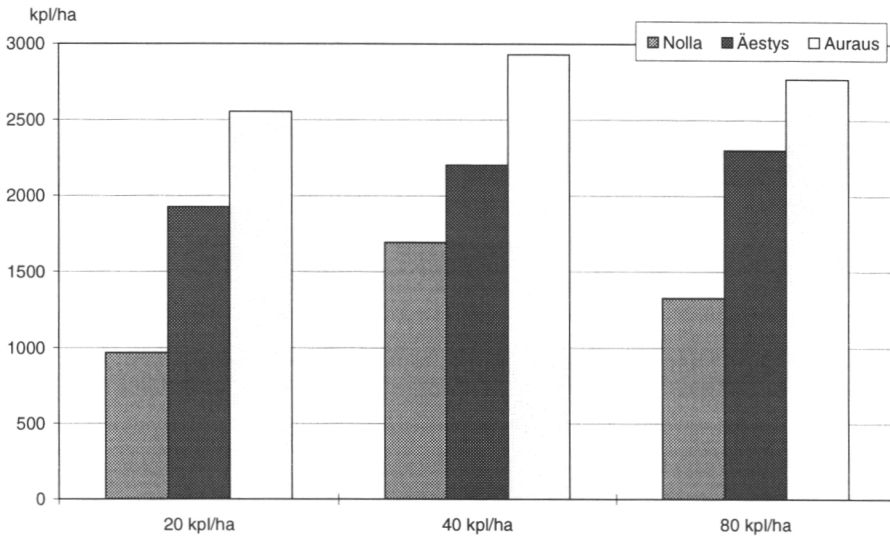
	Muokkaustapa			Keskiarvo	Jakaumat, %	
	Nolla	Äestys	Auraus			
<i>Hyötypuut</i>						
Mänty	2940	4540	7580	5020	28	40
Kuusi	190	280	560	340	2	3
Rauduskoivu	110	400	1830	780	4	6
Hieskoivu	4200	5770	9210	6390	36	51
Hyötypuut yhteensä	7440	10990	19180	12540	71	100
Suhdeluvut	100	148	258			
<i>Ylimääräiset puut</i>						
Haapa	2190	1430	1870	1830	10	35
Muu lehtipuu	2130	2970	4920	3340	19	65
Ylimäär. puut yht.	4310	4400	6790	5170	29	100
Suhdeluvut	100	102	158			
Kaikki	11760	15390	25970	17700	100	
Suhdeluvut	100	131	221			

Uudistusalojen kokonaistaimimäärän keskiarvo oli 17 700 yksilöä/ha (taulukko 12). Ns. hyötypuulajeja — mänty, kuusi ja koivut — niistä oli 12 540 eli 71 %. Loput 29 % — 5 170 kpl — olivat haapaa ja muuta lehtipuuta eli metsän kasvatuksessa hyväksikäytettävyyttä ajatellen ylimääräisiä puulajeja. Hyötypuista mäntyä oli 40 %, kuusta 3 %, rauduskoivua 6 % ja hieskoivua 51 %.

Kaikkia hyötypuulajeja oli aurasaloilla eniten ja muokkaamattomilla aloilla vähiten. Äestysalojen taimimäärä oli alle kokonaiskeskiarvon eli lähempänä jälkimmäistä. Luvut korostavat kivennäispintaa laajalti paljastavan muokkauksen merkitystä.

4.2 Kasvatettavien taimien määrät

Ensimmäisessä eteentulevassa taimikonharvennuksessa kasvamaan jätettäväksi arvioidut taimet luokiteltiin kolmessa viimeisessä inventoinnissa eli 7, 12 ja 15 vuoden iässä ryhmään "kasvatettavat taimet". Kasvatettaviksi hyväksyttiin mänty, kuusi ja koivut. Niitä valittaessa oli tavoitteena 4 000 tainta hehtaarille. Seitsemän vuoden iässä kasvatettavia männynntaimia oli 2 210, kuusia 200, rauduskoivuja 160 ja hieskoivuja 280, yhteensä 2 850 kpl. Viisi vuotta myöhemmin mäntyjä oli 3 860, kuusia 225, rauduskoivuja 100 ja hieskoivuja 430, yhteensä 4 610 kpl. Määrä nousi siis paljon yli tavoitteena olleen 4 000 taimen. Syynä oli koeruidun koko 2,5 m², johon kuitenkin voitiin jättää kaksi tainta koeruidun lähiympä-



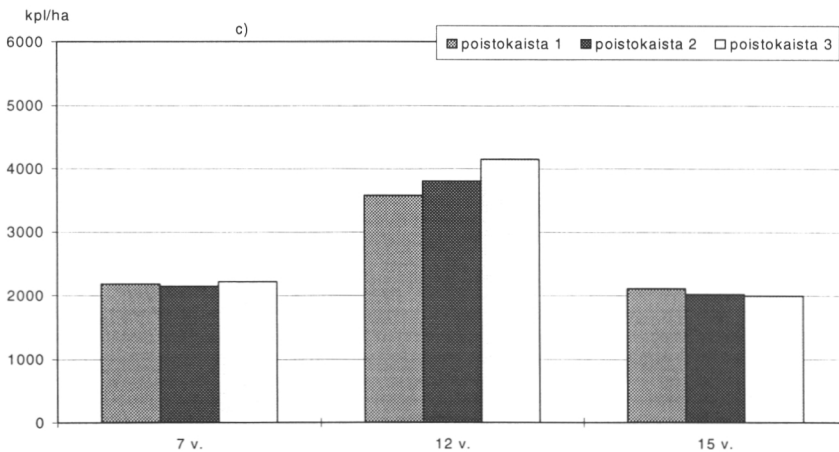
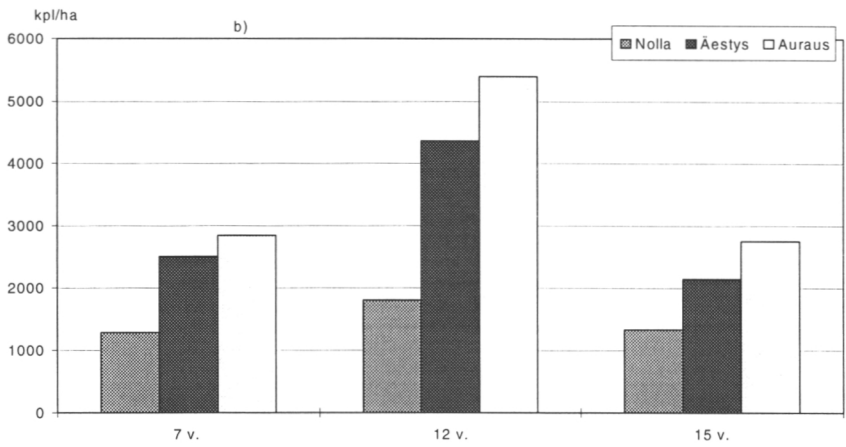
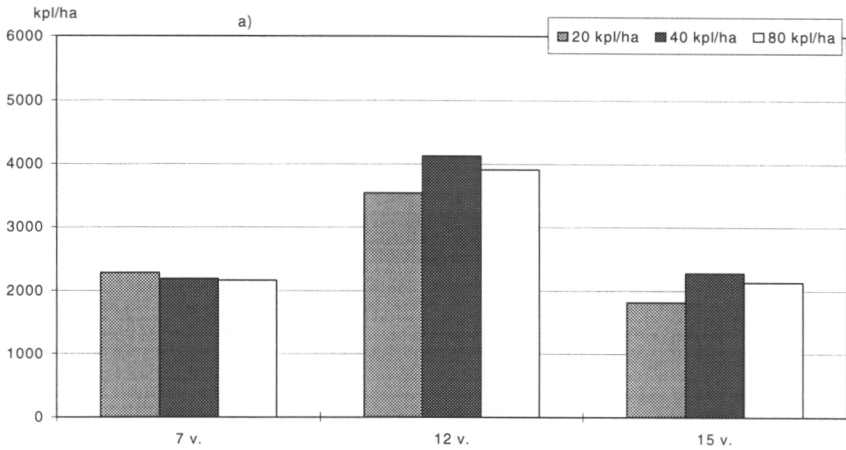
Kuva 20. Kasvatettavien männyntaimien määrä eri siemenpuutiheyksillä. Ikä 15 vuotta.

ristön taimikon aukkoisuuden varalta. Seitsemän vuoden iässä männyntaimista valittiin kasvatettaviksi 22 % ja kahdentoista vuoden iässä 37 %.

Loppuinventoinnissa 15 vuoden iässä koeympyrän koko oli 50 m² eli siihen voitiin hyväksyä enintään 20 kasvatettavaa tainta. Tähän 20 taimen määrään päästiin vain pienellä osalla koeympyröitä ja vain Muhoksen koealoilla. Lievä aukkoisuus muokkausaloilla ja runsas aukkoisuus muokkaamattomilla aloilla oli taimikoille tyypillistä. Kasvatettaviksi valittiin 2 070 mäntyä, 155 kuusta, 70 rauduskoivua ja 240 hieskoivua, yhteensä 2 580 kpl. Männyistä valittiin silloin kasvatettaviksi 41 %, kuusista 45 %, rauduskoivuista 9 % ja hieskoivuista 4 %. Näiden “hyötypuulajien” yhteismäärästä (12 540 kpl) kasvatettavia oli 21 %. Näiden lisäksi jäi runsas reservi kasvatuskelpoista hieskoivua ja mäntyä. Niistä voidaan taimikkoa hoidettaessa valita etenkin aurasaloilla taimikon käsittelijän niin halutessa hyvinkin 4 000:een nouseva kasvatettavien taimien yksilömäärä. Nyt tehdyssä valinnassa männyn osuudeksi kasvatettavista yksilöistä tuli 81 %, hieskoivun 11, kuusen 6 ja rauduskoivun 3 %.

Siemenpuuston tiheys vaikutti kasvatettavien männyntaimien määrään siten, että 40 siemenpuun alueilla, missä taimia oli runsaimmin, kasvatettaviksi valittujen osuus oli vähän alempi kuin muualla. Se tasoitti taimikoiden tiheyttä (kuva 21a).

Muokkauksen vaikutus näkyi ratkaisevan selvänä kasvatettaviksi valittujen männyntaimien määrässä jo seitsemännestä vuodesta alkaen (kuvat 21b ja 20). Aurasaloilla valittujen sadannesosuus oli muita alempi (36 %), mutta silti valittuja männyntaimia oli muihin verrattuna selvästi enemmän (taulukko 13). Muokkaamattomilla ja äestetyillä aloilla kasvatettaviksi valittiin männyistä suurempi osuus (45 % ja 47 %). Silti kasvatettavien määrä jäi niillä paljon pienemmäksi.



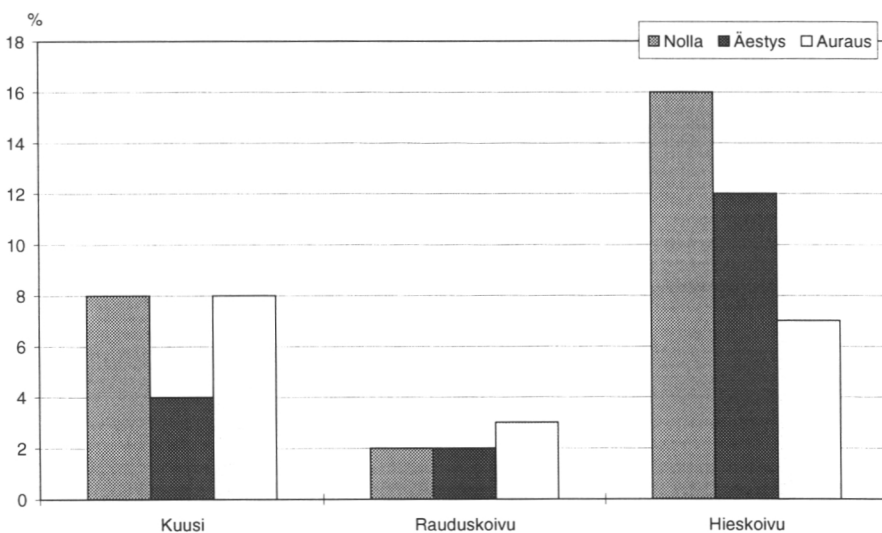
Kuva 21. Kasvatettavien männyntaimien määrä 7, 12 ja 15 vuoden iässä. a) Taimimäärä siemenpuutiheysittäin. b) Taimimäärä muokkaustavoittain. c) Taimimäärä eri poistokaistoilla.

Taulukko 13. Kasvatettaviksi valittujen eri puulajien taimimäärät muokkaustavoitain. Ikä 15 vuotta.

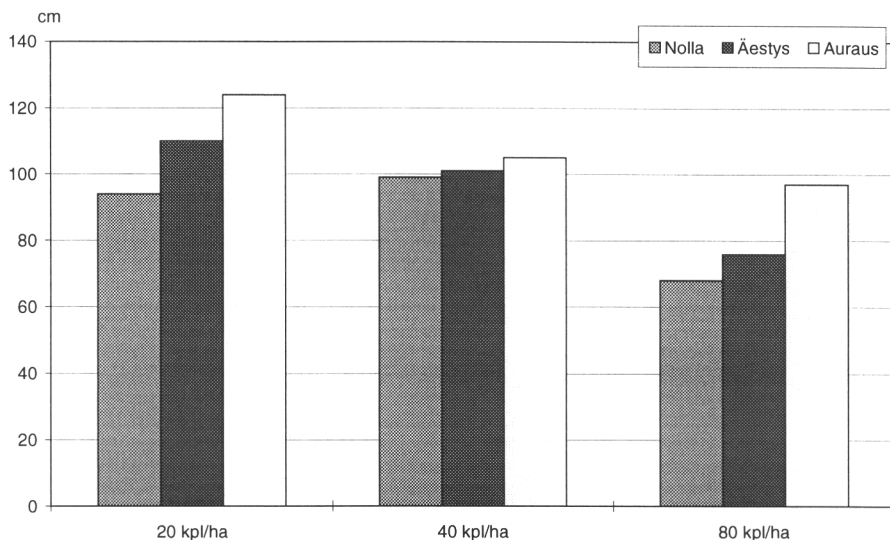
Puulaji	Nolla	Muokkaustapa		Keskiarvo
		Äestys	Auraus	
Mänty	1330	2140	2750	2070
Kuusi	130	115	215	155
Rauduskoivu	30	60	110	70
Hieskoivu	280	310	240	280
Hyötypuulajit yhteensä	1780	2630	3320	2580
Suhdeluvut	69	102	129	100
Männyn osuus, %	75	82	83	81
Hieskoivun osuus, %	16	12	7	11

Vaikka muokkaamattomilla koaloilla männyntaimia oli kaikkiaan 2 940, vaikutti ryhmittäisyys sen, että kasvatettaviksi voitiin valita vain vajaa puolet. Muokkaamattomille aloille on siis syntynyt metsänhoidollisesti liian harva männyntaimikko. Muut puulajit korjaavat tilanteen tyydyttäväksi (yhteensä 1 780 kpl/ha).

Männyn osuus kaikista kasvatettavista taimista vaihteli 75:stä 83:een prosenttiin (taulukko 13). Kuusta ja kumpaakin koivua valittiin kasvatettavaksi muokkaamattomilla aloilla niiden koko määrästä suurempi osuus kuin muokatuilla aloilla. Auraloilla kuusiaineksestä käytettiin hyväksi 63 % ja muokkaamattomalla 68 %. Hieskoivun osuus koko valitusta taimimäärästä nousi muokkaamattomilla aloilla 16 prosenttiin (kuva 22). Metsän myöhempää kasvatusta ajatellen kuusen ja koivujen valinta antaa mahdollisuuden vaihtoehtoihin, sillä näitä sekapuita valittiin kasvatettavien joukkoon yhteensä 450–570 kpl/ha.



Kuva 22. Kuusen ja koivujen osuudet kaikista kasvatettavista taimista. Ikä 15 v.



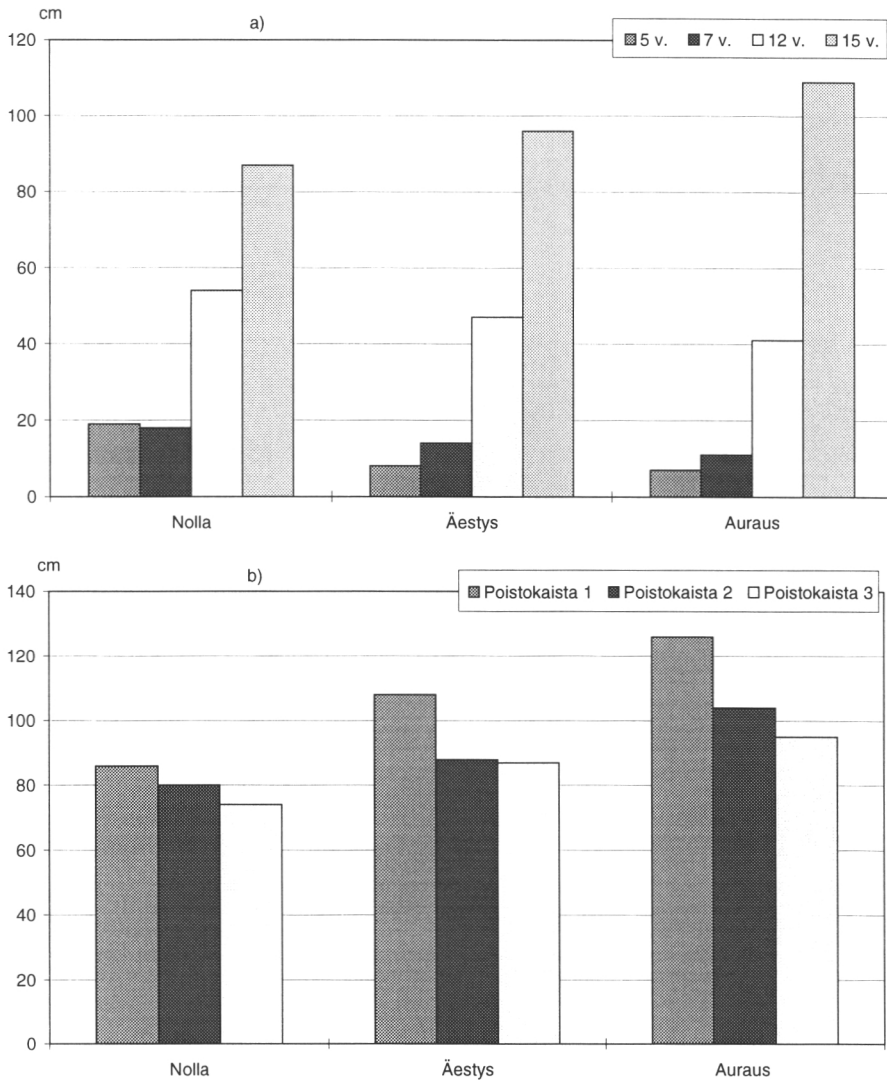
Kuva 23. Männyn taimien pituus eri siemenpuutiheyksillä. Ikä 15 vuotta.

4.3 Taimien pituus

4.3.1 Kaikki taimet

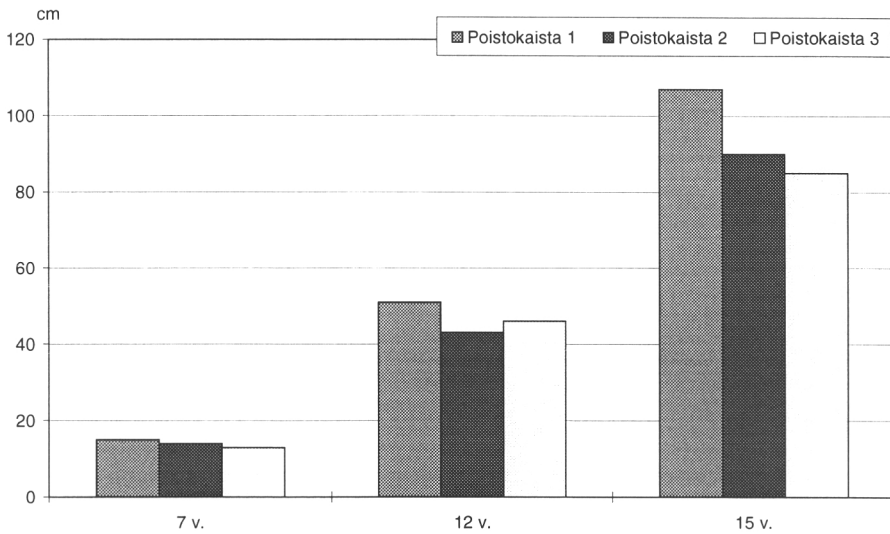
Männyn taimien pituus oli 5 vuoden iässä keskimäärin 12 cm, 7 vuoden iässä 15 cm, 12 vuoden iässä 48 cm ja 15 vuoden iässä 97 cm (liite 6). Inventointijaksoilla 5–7 vuotta, 7–12 vuotta ja 12–15 vuotta keskipituus kasvoi 1,5 cm, 7 cm ja 16 cm vuodessa. Siemenpuumäärän alentuessa 80:stä 20:een keskipituus kasvoi loppuinventoinnissa 81 cm:stä 109 cm:iin eli 35 % (kuva 23). Viiden vuoden iässä ero oli ollut kolme senttimetriä. Alussa uusien taimien syntyminen hidasti keskipituuden kasvua.

Samoin kuin taimimääriin oli muokkauksella pituuteenkin ratkaiseva vaikutus. Luonnonpinnan taimet olivat 12 ikävuoteen asti muita pitempiä (kuva 24a). Osa niistä oli ennen hakkuuta ja muokkausta syntyneitä ja siten useita vuosia vanhempia kuin muokkausalojen taimet. Kymmenessä vuodessa pituus kasvoi muokkausvoimakkuusjärjestyksessä 5-, 12- ja 16-kertaiseksi. Loppuinventoinnissa taimien pituus oli muokkaamattomilla aloilla 87 cm, äestysaloilla 96 cm ja aurasaloilla 109 cm. Viiden vuoden iässä taimien pituus oli ollut vastaavasti 19 cm, 8 cm ja 7 cm (kuva 24a). Äärikeskiarvot olivat loppuinventoinnissa harvimman siemenpuutiheyden aurauksen 124 cm ja tiheimmän siemenpuuston muokkaamattoman alan 64 cm (kuva 24b). Kahden viimeisen inventoinnin välillä nol-lamuokkausalan taimet kasvoivat vuodessa keskimäärin 11 cm, äestysalan taimet 16 cm ja aurasalan taimet 23 cm.



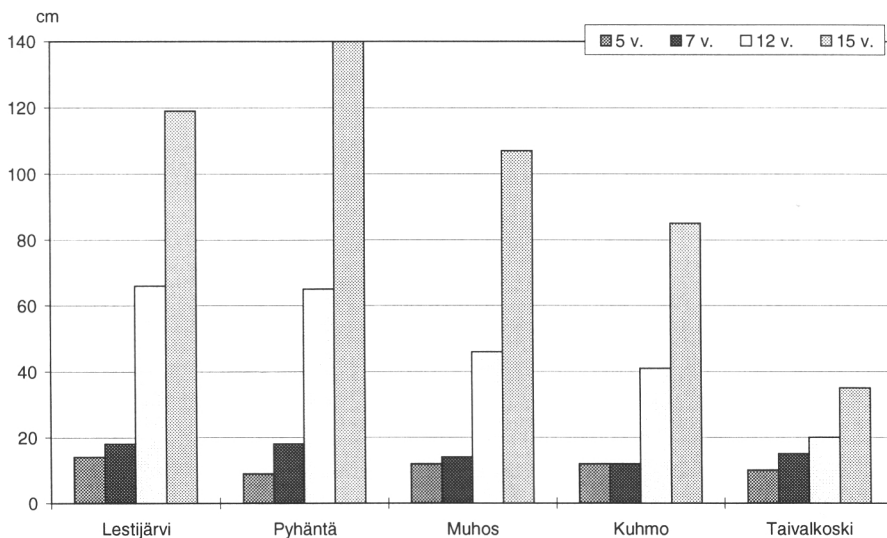
Kuva 24. Männyntaimien pituus eri muokkauksilla. a) Ikäluokittain b) Poistokaisittain. Ikä 15 v.

Siemenpuuston seisottamisen vaikutusta taimien pituuteen ei voitu laskea kahdessa ensimmäisessä inventoinnissa (3 ja 5 v.), koska poistoista vasta pieni osa oli tehty. Vielä kolmannessakaan inventoinnissa (7 v.) siemenpuuston haittaa ei juuri näkynyt (kuva 25). Se alkoi näkyä vasta 12 ikävuoden kohdalla. Silloin ensiksi vapautetut taimet olivat jo muita pitempiä. Loppuinventoinnissa männyntaimien pituus poistokaistajärjestyksessä oli 107, 90 ja 85 cm, eli ensin vapautetut taimet olivat 26 % pitempiä kuin ne taimet, joitten päällä siemenpuusto oli seissyt kymmenen vuotta pitempään. Ero oli suurin aurasaloilla (31 cm) ja pienin muokkaamattomilla aloilla (12 cm). Viimeisen neljän kasvukauden aikana vuotuinen keskikasvu oli ollut poistokaistajärjestyksessä 14, 12 ja 10 cm.

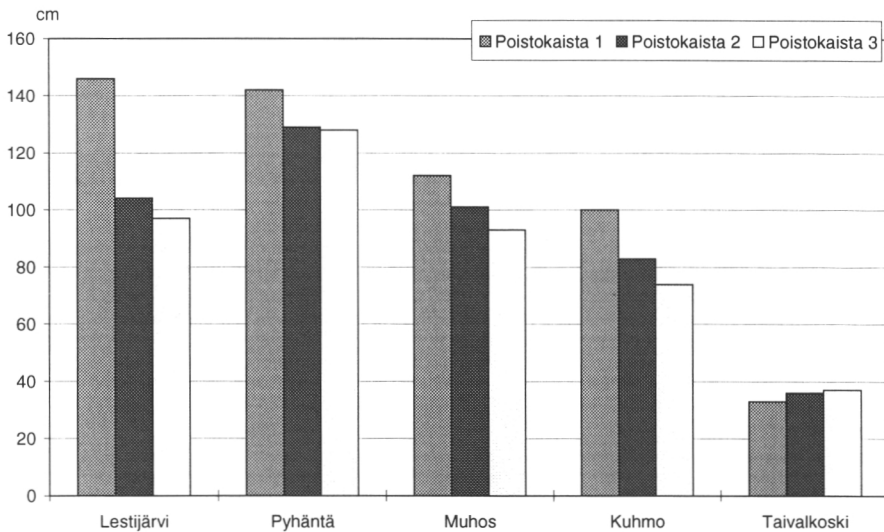


Kuva 25. Männynntaimien pituus 7, 12 ja 15 vuoden iässä.

Pitäjittäin tehdyssä pituuskehityksen tarkastelussa tuli maantieteellisen sijainnin merkitys esille hyvin selvänä. Pyhännällä ja Lestijärvellä taimikot kasvoivat parhaiten ja Taivalkoskella heikoimmin. Loppuinventoinnissa männynntaimien keskipituus oli Lestijärvellä 119 cm, Pyhännällä 140 cm, Muhoksella 107 cm, Kuhmossa 85 cm ja Taivalkoskella 35 cm (kuva 26). Vuotuinen keskipituuden lisäys viimeisellä kolmivuotisjaksolla oli samassa järjestyksessä 18, 25, 20, 15 ja 5 cm. Taivalkosken huonoon tulokseen pääsyyinä oli taimettuminen vasta tutkimusjakson lopulla.



Kuva 26. Männynntaimien pituuskehitys eri pitäjissä.



Kuva 27. Männyntaimien pituus eri pitäjissä. Ikä 15 v. Pylväsryhmässä poistokaistat 1, 2 ja 3.

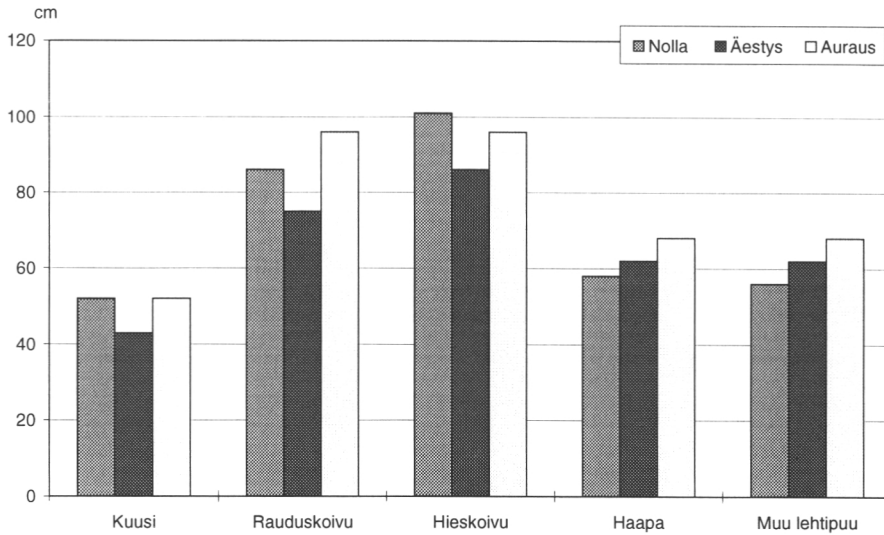
Aurausmuokkauksen vaikutus pituuskehitykseen kasvoi etelästä pohjoiseen. Muokkaamattomien koealojen tainten pituus verrattuna aurasalojen taimipituuteen oli Lestijärvellä 95 %, Pyhännällä 89 %, Muhoksella 73 % ja Kuhmossa 61 %. Taivalkoskella luku oli 112, koska siellä muokkaamattomien alojen vanhat (harvat) taimikot olivat luonnollisesti pitempiä kuin aurasalojen nuori taimiaines.

Siemenpuuston seisottamisen aiheuttamaa haittaa ei vielä näkynyt Taivalkoskella, mutta muissa pitäjissä se oli hyvin selvä (kuva 27). Suurin oli ero Lestijärvellä, missä ensiksi vapautetulla alueella taimet olivat 51 % pitempiä kuin viimeksi vapautetulla kaistalla (146 cm ja 97 cm).

Siemenpuuston tiheyden vaikutus männyntaimien pituuteen vaihteli pitäjittäin jonkin verran ja tulokset poikkesivat kokonaiskeskiarvosta. Lähes poikkeuksetta olivat tiheimmän asennon taimet kaikilla osakoealoilla lyhimmät. 20 ja 40 siemenpuun tiheyksillä vaihtelua oli enemmän. Mm. Kuhmossa äestysaloilla taimet olivat pisimmät 40 puun tiheydessä ja aurasaloilla ne olivat samassa tiheydessä lyhimmät.

Muiden puulajien taimien pituus

Kuusen taimien keskipituus 15 v. iässä oli keskimäärin 49 cm eli puolet männyn taimien pituudesta. Siemenpuuston tiheys ja poistoaika eivät vaikuttaneet kuusen pituuteen. Muokkaamattomilla ja auratuilla aloilla pituus oli 52 cm ja äestetyillä 43 cm (kuva 28). Muokkaamattomilla aloilla oli männyn tapaan eniten uuden uudistushakkuuta syntyneitä ns. vanhoja taimia. Lestijärvellä taimet olivat pisimpiä (76 cm). Syynä lienee osaksi vähän muita parempi viljavuus. Muhoksen kuuselle liian karulla koekentällä taimet olivat 35-senttisiä. Taivalkoskella kuuset olivat lyhimpiä (30 cm).



Kuva 28. Kuusen, rauduskoivun, hieskoivun, haavan ja muiden lehtipuiden taimipituudet. Ikä 15 v. Pylväsryhmässä muokkaukset nolla, äestys ja auraus.

Rauduskoivun taimien pituus oli 85 cm eli ne olivat 12 % mäntyä lyhyempiä. Taimet olivat pisimpiä aurasalalla ja lyhimpiä äestysalalla (kuva 28). Kuhmassa raudukset olivat pisimpiä (137 cm) ja Pyhännällä lyhimpiä (36 cm). Osa muokkaamattoman maan rauduksista oli vesasyntyisiä ja selvästi etukasvuisia.

Hieskoivun keskipituus oli 94 cm eli kolme senttiä alle männyn pituuden. Hieskoivut olivat pisimpiä muokkaamattomilla ja lyhimpiä äestetyillä aloilla (kuva 28). Pituutta hieksillä oli eniten Muhoksella (134 cm) ja vähiten Taivalkoskella (41 cm). Vesasyntyisiä oli samoin kuin rauduksessakin.

Haavan pituus oli 66 cm eli kaksi kolmasosaa männyn pituudesta. Pituus kasvoi muokkausvoimakkuuden kasvaessa (kuva 28). Haavan taimet olivat pisimpiä Lestijärvellä (90 cm) ja lyhimpiä Pyhännällä (46 cm).

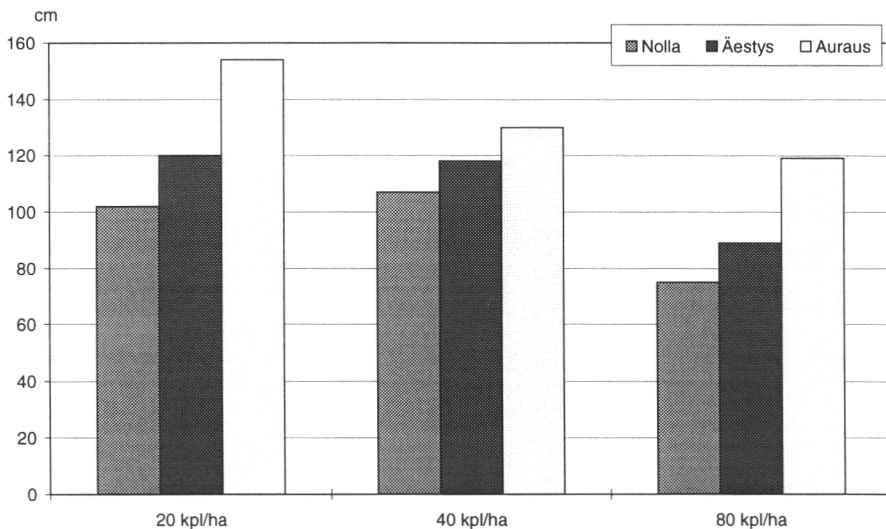
Muu lehtipuu (pihlaja ja paju) oli keskimäärin 62 cm:n pituisia. Muokkaus vaikutti samalla tavalla kuin haapaan (kuva 28). Lestijärvellä muut lehtipuut olivat 100 cm:n ja Taivalkoskella 46 cm:n pituisia.

Kaikkien puulajien keskipituusjärjestys oli mänty 97, hieskoivu 94, rauduskoivu 85, haapa 66, muu lehtipuu 62 ja kuusi 49 cm. Keskimäärin mänty oli siis pituuskehitystä ajatellen selviytynyt 15 vuoden alkukehitysvaiheessa kilpailevista puulajeista hyvin.

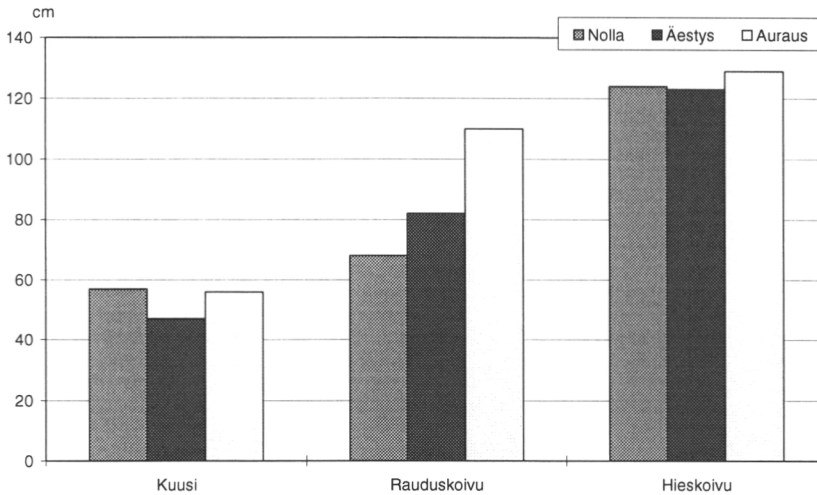
4.3.2 Kasvatettavien taimien pituus

Kasvatettavat *männynntaimet* olivat viimeisessä inventoinnissa keskimäärin 113 cm pitkiä ja 16 cm (= 16 %) pitempiä kuin kaikki männynntaimet ja 30 cm pitempiä kuin ei-kasvatettavat taimet. 12 ikävuoteen asti siemenpuuston eri tiheyksien ja eri muokkaustapojen välillä pituuseroa ei syntynyt, vaan vasta viimeisen kolmen vuoden aikana. *Muokkaustavan* vaikutus näkyi kasvatettavissa taimissa selvemmin kuin kaikissa taimissa; pituudet olivat muokkaustavoittain 95, 109 ja 134 cm eli pituusero saman muokkaustavan kaikkiin männynntaimiin oli 8, 13 ja 25 cm. Kaikkien taimien pituushajonta kasvoi muokkausvoimakkuuden mukaan, ja siten aurausaloilla kasvatettavaksi voitiin valita runsaasta taimipopulaatiosta suhteellisesti pitempiä taimia kuin muualla (kuvat 29 ja 23). Ero oli jyrkin 20 siemenpuun tiheydessä, missä kasvuolot taimille olivat parhaat. *Siemenpuutiheyden* vaikutus näkyi kasvatettavien taimien kohdalla vähän jyrkempänä kuin kaikilla männynntaimilla (kuvat 29 ja 23). Vuosijaksolla 12–15 vuotta olivat tiheyden 80 taimet jääneet harvempien tiheyksien taimista 20–26 % jälkeen, vaikka tilanne oli siihen asti tasavertainen. Viimeisellä inventointijaksolla vuotuinen keskikasvu oli 80 siemenpuun tiheydessä 12 cm ja muissa 20–21 cm. *Poistokaistojen* välille syntyi pieni ero jo 12 ikävuoteen mennessä, ja se suureni loppujakson aikana. Loppuinventoinnissa pituuseroa oli kaistojen välillä 16 cm (kaista 1/kaista 2) ja 4 cm (2/3).

Kasvatettavaksi valittujen *kuusen* tainten keskipituus oli 53 cm eli neljä senttiä yli kuusen kokonaiskeskiarvon. Pituus eri muokkauksilla noudatti tarkoin kaikkien kuusentainten jakaumaa (kuvat 30 ja 28).



Kuva 29. Kasvatettavien männynntaimien pituus eri siemenpuutiheyksillä. Ikä 15 vuotta.



Kuva 30. Kasvatettavien kuusen, rauduskoivun ja hieskoivun tainten pituus. Ikä 15 v.

Rauduskoivun keskipituus oli 87 cm eli kaksi senttiä yli kaikkien raudusten keskipituuden. Kaikki vesasyntyiset yksilöt hylättiin kasvatettavien valinnassa, ja se alensi muokkaamattomilla aloilla valittujen keskipituutta. Siten muokkauksen vaikutus tuli esiin hyvin selvänä (kuva 30).

Hieskoivun pituus oli 87 cm, joka oli 7 cm alle keskipituuden (kuva 30). Kaikkien vesasyntyisten yksilöiden hylkääminen samoin kuin rauduskoivulla vaikutti pituuteen muokkaamattomalla alalla eniten. Koska hieskoivulla oli suhteellisesti enemmän vesoja kuin rauduskoivulla, vaikutus kasvatettavien pituuteen oli suurempi.

4.4 Tilajärjestys

Tilajärjestys esitetään 12. ja 15. ikävuotena tehtyjen inventointien tuloksista. Ensin mainitussa inventoinnissa näyteruudun koko oli 2,5 m². Sillä ruutukoolla taimikon tilajärjestys, so. tiheys ja tasa-asentoisuus, voidaan vähintään tyydyttävästi onnistuneella uudistusalalla päätellä riittävän varmasti. Jos jokaisessa näyteruudussa on yksi kasvatuskelpoinen taimi, se merkitsee hehtaarilla tasaista 4 000 yksilön taimikkoa. Mitä suurempi on tyhjien ruutujen osuus, sen huonommin taimikon tasaisuus voidaan päätellä. Jos tyhjäruutuja on vain vähänlaisesti, mutta ne kasaantuvat yhdelle osalle mitta-alueella, se antaa tulevalle metsänkasvatukselle huonomman lähtöaseman kuin tapaus, missä sama määrä tyhjäruutuja on hajallaan tasaisesti eri puolilla aluetta. Käytetyllä menetelmällä saatiin taimikon tasa-asentoisuudesta tässä työssä luotettava käsitys, koska uudistaminen oli keskimäärin onnistunut hyvin.

Loppuinventoinnissa näyteympyrä oli 50 m². Sillä taimikon tasa-asentoisuutta ei voi selvittää. Tosin jo toisen kehitysluokan metsässä juuristot käyttävät hyväkseen 50 m²:n aukon, mutta siihen mennessä sillä alalla olisi jo voitu kasvat-
taa useita puita teollisuuspuun vaatimukset täyttävään minimikokoon. Tukkimetsä-
vaiheessa 50 m²:n tyhjääla on jo täydessä hyötykäytössä. Se ei enää ole aukko. Alkuvaiheessa se kuitenkin merkitsee lievää vajaatuottoisuutta.

Tilajärjestystä tarkasteltaessa tulokset laskettiin vain kasvatettaviksi luokitel-
luille puille. Ohjeen mukaan inventoinnissa oli tavoitteena valita 4 000 kasvatet-
tavaa tainta hehtaarille eli edellisessä inventoinnissa yksi taimi ja jälkimmäisessä
20 tainta joka näyteruutuun (näyteympyrään), jos ainesta on riittävästi. Aineis-
tosta laskettiin taimellisten näyteruutujen osuus kullekin puulajille — männylle,
kuuselle ja koivulle — erikseen ja niiden yhdistelmille. Koivuja ei eroteltu. Haa-
paa ja muita puulajeja ei otettu laskentaan, koska niitä ei hyväksytty kasvatetta-
viksi puulajeiksi.

Neljännes inventoinnin näyteruuduista eli tuhat 2,5 m²:n ruutua hehtaarilla oli
tyhjiä (taulukko 14). Mänty oli ainoa puulaji 58 %:ssa ruuduista. Lisäksi se oli
ensimmäisenä puuna muuta puulajia olevan toisen yksilön kanssa 7 %:ssa. Koi-
vua oli 12:ssa ja kuusta 5 %:ssa ruuduista. Yhdistelmää mänty, kuusi ja koivu ei
voinut olla, koska näyteruudusta hyväksyttiin kasvatettaviksi enintään kaksi tain-
ta. Siemenpuuston tiheys vaikutti kasvatettavien taimien ruutujakaumaan vain
siten, että 20 puun tiheydessä koivua jouduttiin hyväksymään enemmän kuin
muualla, koska sopivaa mäntyainesta oli vähemmän. Taimellisten ruutujen osuu-
det eri muokkauksissa poikkesivat toisistaan erittäin merkitsevästi ($p = 0,0001$).
Muokkaus vaikutti ratkaisevasti taimikon tilajärjestykseen. Aurasaloilla tyhjiä
ruutuja oli vain 5 % ja äestetyillä 13 %. Muokkaamattomilla osakoealoilla tyhjiä
ruutuja oli 57 %. Se oli kolme neljäsosaa kaikista tyhjistä ruuduista. Mänty yksi-
nään oli puulajina aurasaloilla 81 %:ssa, äestysaloilla 68 %:ssa ja muokkaamat-
tomilla aloilla 25 %:ssa näyteruuduista.

Taulukko 14. Taimellisten näyteruutujen sadannesosuudet. Ikä 12 v. Vain kasva-
tettavat puut. Näyteruutu 2,5 m².

Näyteruudun puulaji	Siemenpuita, kpl/ha			Muokkaustapa			Taimellisia keskimäärin
	20	40	80	Nolla	Äestys	Aoraus	
Mänty yksinään	50	61	62	25	68	81	58
Kuusi yksinään	3	2	2	4	1	1	2
Koivu yksinään	10	7	6	8	10	4	8
Mänty ja kuusi yhdessä	3	3	2	2	2	4	3
Mänty ja koivu yhdessä	6	3	3	4	5	4	4
Kuusi ja koivu yhdessä	1	1	0	0	1	0	0
Tyhjiä näyteruutuja	27	23	25	57	13	5	25
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100

Taulukko 15. Taimellisten näyteympyröitten sadannesosuudet. Ikä 15 v. Vain kasvatettavat puut. Näyteympyrä 50 m².

Kasvatettava puulaji	Siemenpuita, kpl/ha			Muokkaustapa			Taimellisia keskimäärin
	20	40	80	Nolla	Äestys	Aoraus	
Mänty yksinään	23	33	37	26	30	36	31
Kuusi yksinään	0	-	1	1	-	-	0
Koivu yksinään	2	0	1	4	-	-	1
Mänty ja kuusi yhdessä	8	15	11	15	9	11	11
Mänty ja koivu yhdessä	25	31	28	36	22	29	30
Kuusi ja koivu yhdessä	1	-	1	2	-	-	1
Mänty, kuusi ja koivu yhdessä	35	26	18	20	25	32	26
Tyhjiä ruutuja	1	0	1	3	-	-	1
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100

Loppuinventoinnin tuloksista (taulukko 15) lasketut tilajärjestykset eivät ole yhtä selkeästi tulkittavissa kuin kolme vuotta aikaisemman. Kuitenkin voidaan todeta, että mänty on säilyttänyt kiistattoman pääpuulajin asemansa, sillä sitä oli 97 %:ssa näyteympyröistä. Kuusta oli 38:ssa ja koivua 55 %:ssa. Muokkaamattomilla aloilla kolmessa prosentissa näyteympyröistä ei ollut minkään puulajin taimia ja seitsemässä prosentissa kasvatettavaan taimikkoon tuli vain kuusia ja koivuja. Muokatuilla aloilla sellaisia ympyröitä ei ollut, vaan kaikissa oli mäntyä. Pelkästään mänty tuli kasvatettavaksi puulajiksi muokkaamattomilla koealoilla 26 %:ssa, äestysaloilla 30 ja aorausaloilla 36 %:ssa näyteympyröitä. Muokkauksen merkitystä korostaa vielä se, että näissäkin ympyröissä muokkaamattomalla maalla mäntyä oli vähiten ja aorausaloilla eniten. Kuusta ja koivua käytettiin täydentävinä puulajeina 65–70 %:n alalla muokkauksesta riippumatta. Luvut osoittavat, että sekapuilla on tärkeä merkitys kasvatettavien puiden valinnassa.

Yhdistämällä tilajärjestyksessä esille tulleet jakaumat ja aikaisemmin (luku 42) kasvatettavien taimien määristä saadut tiedot voidaan todeta, että koekenttien kaikille muokatuille aloille mutta myös monille muokkaamattomille aloille on saatu mäntyvaltaisia sekataimikoita, joissa metsän puulajisuhteita voidaan taimikkoa hoidettaessa ja kasvatushakuilla ohjata valitun kasvatustavoitteen mukaan. Etenkin kasvatettavaksi valitun koivuaineksen ohessa on runsaasti muuta koivua, jonka avulla koivun osuus voidaan yleensä nostaa hyvinkin korkeaksi. Myös puhtaisiin männiköihin on puulajikehitys mahdollisuus ohjata paikoin jo taimikon ensimmäisessä harvennuksessa.

4.5 Männyn runkosumma

Runkosumma on yhdellä hehtaarilla kasvavien puiden yhteispituus, hehtaarin “puumasto”. Käsitteessä yhdistyvät puuston tiheys ja pituus, ja uudistusalalla se kuvaa kohtalaisen hyvin uudistamisen onnistumista.

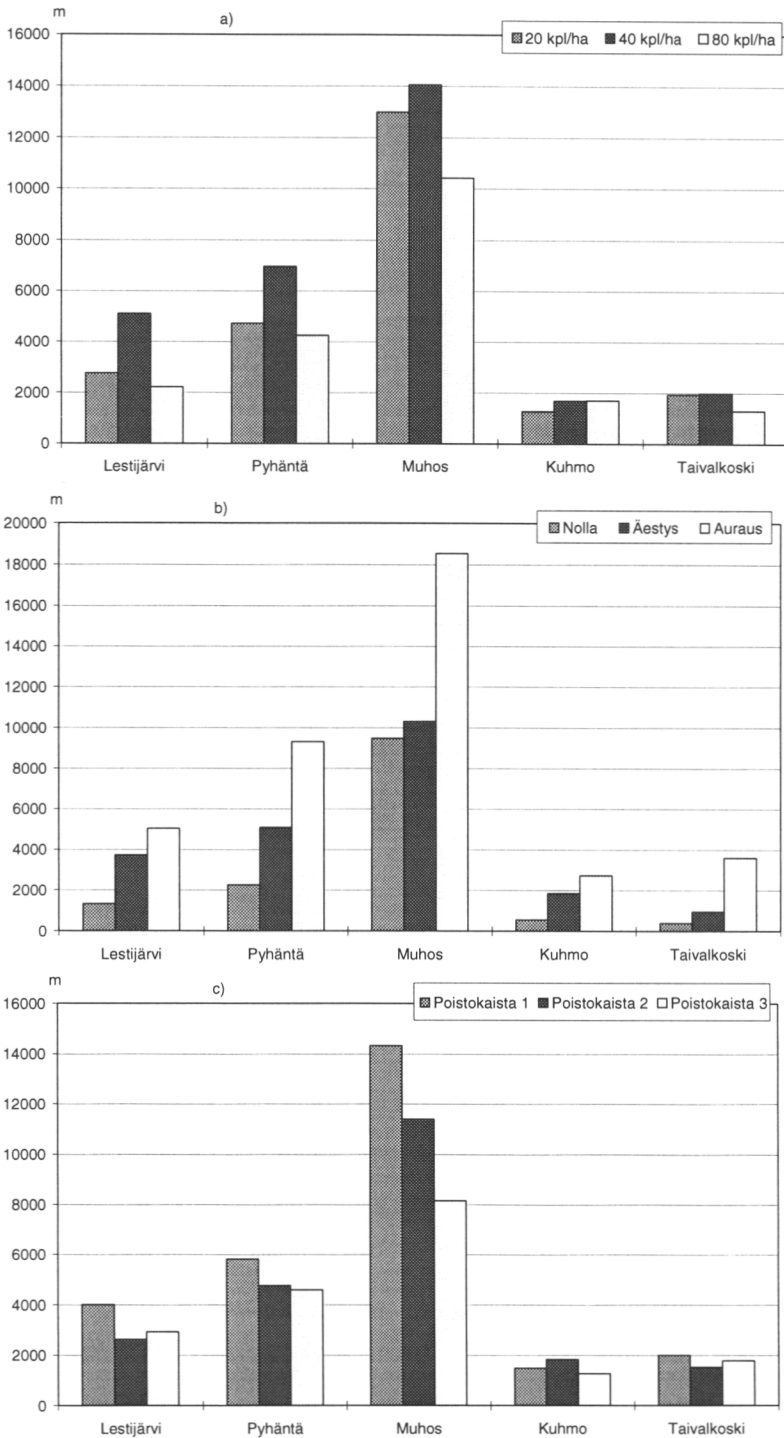
Männynntaimien runkosumman keskiarvo oli 5 020 m/ha. Lestijärvellä se oli 3 370, Pyhännällä 5 550, Muhoksella 12 800, Kuhmossa 1 720 ja Taivalkoskella 1 650 m. Korkein osakeskiarvo oli Muhoksen aurasaloilla, 18 538 m ja alin Taivalkosken muokkaamattomilla aloilla, 401 m eli vain 2 % Muhoksen luvusta. Muokkaustapa ja siemenpuitten poistoaika vaikuttivat seuraavasti (luvut runkosummametrejä):

	Poistokaista 1	Poistokaista 3
Nollamuokkaus	3210	1330
Äestys	5160	4080
Aoraus	9840	6450

Siemenpuuston tiheydestä ja sen pitkään seisottamisesta taimikolle aiheutunut haitta korostuu myös taulukon 16 suhdeluvuissa. 80 puun asennossa taimet jäivät lyhyiksi ja runkosumma jäi paljon keskitason alapuolelle. Sama tulos tuli kolmannella poistokaistalla. Runkosumma lisääntyi kolmen viimeisen vuoden aikana ensimmäisellä kaistalla 17 % ja alentui toisella yhden prosentin ja kolmannella 32 %. Kaikki mainitut luvut viittaavat sekä tiheän siemenpuuasennon haitallisuuteen että siemenpuitten nopean poiston tarpeellisuuteen.

Taulukko 16. Männynntaimien lukumäärän ja runkosumman suhteellisia arvoja eri siemenpuutiheyksillä ja poistokaistoilla.

	Siemenpuita, kpl/ha		
	20	40	80
Taimimäärä	100	132	107
Runkosumma	100	126	84
	Muokkaus		
	Nolla	Äestys	Aoraus
Taimimäärä	100	154	258
Runkosumma	100	156	280
	Poistokaista		
	1	2	3
Taimimäärä	100	88	81
Runkosumma	100	80	68



Kuva 31. Männyntaimien runkosumma eri pitäjissä. Ikä 15 v. a) Siemenpuutihe-
yksittäin b) Muokkaustavoittain c) Poistokaistoittain.

Taimimäärien ja pituuksien keskiarvojen (kuvat 7, 11 ja 27) merkitys selkiintyy ja tarkentuu vielä runkosummissa pitäjittäin tarkasteltuna. 40 siemenpuun edullisuus korostuu kolmessa eteläisimmässä pitäjässä (kuva 3 1a), muokkauksissa auraus osoittautuu edullisimmaksi (kuva 3 1b) ja siemenpuitten nopean poistamisen välttämättömyys vahvistuu (kuva 3 1c). Tulosten hajonta on suurta. Kun esimerkiksi Muhoksella on aurausalojen runkosumma 18 540 m, se on esimerkiksi Kuhmon muokkaamattomilla aloilla vain 560 m. Runkosummat osoittavat, että taimettuminen ja taimikoiden kasvu ovat Kuhmossa ja Taivalkoskella paljon hitaampia kuin Lestijärvellä, Pyhännällä ja Muhoksella.

4.6 Tuhot

Taimia tuhoutui ensimmäisestä vuodesta alkaen. Rouste tuhosi niitä ensimmäisen kesän syksyllä ja seuraavana keväänä. Siemenpuitten ympärille keväällä syntyneissä pälvissä maa sulii päivällä ja jäätyi yöllä. Se nosti sirkkataimia jonkin verran maan pinnalle, jossa ne kuivahtivat. Maan karkeuden takia tätä tuhoa ei havaittu paljon. Seuraavina vuosina männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*) hidasti taimien kehitystä etenkin Kuhmon aurausalooilla, missä haavanve-soja oli 4 200 kpl/ha.

Männylumihome (*Phacidium infestans*) tuli taimikoihin hitaasti ja vasta puolen metrin pituudesta alkaen se oli etenkin Kuhmossa yleinen. Se tuhosi versoruosteen takia hitaasti kasvaneita taimia ja sen ohessa myös pientä taimiainesta. Lumihometuhoa oli kaikissa pitäjissä ja eniten Kuhmossa. Se tuhosi lumipeitettä korkeampiakin taimia, jotka olivat syksyisen lumisateen alas taivuttamia. Parhaiten turvassa olivat aurausalueitten taimet, joiden keskipituus tutkimuksen päättyessä oli 109 cm (kasvatettavat 134 cm). Taivalkoskella edellytykset lumihometuhojen lisääntymiselle olivat suotuisat, koska taimien pituus tutkimuksen päättyessä oli siellä keskimäärin vasta 34 cm. — Lumihometuho voi olla ylitieheässä taimikossa taimikonhoitoa ajatellen edullinen tauti, sillä se vähentää liikatiheyttä ja helpottaa tulevassa taimikonhoidossa työmäärää ja valintaa.

Versosurmaa (*Gremmeniella abietina*) oli Kuhmossa varttuneimmista taimikoissa viimeisellä inventointijaksolla jonkin verran. Muutamain paikoin hirvi oli vaurioittaut joitakin etukasvuisia taimia. Tuholla ei ollut merkitystä.

Muhoksella tarkastettiin syksyllä 1985 toisella poistokaistalla edellisenä talvena tehdyn siemenpuitten poiston ja sen jälkeen hakkuutähteitten aikaansaamat taimituhot. Tarkastus painottui 80 siemenpuun tiheysalalle. Kaikkiaan tarkastettiin systemaattisella otannalla 3 900 tainta. Taimien keskipituus oli 17 cm ja valtipituus 32 cm. Tuhot luokiteltiin yhdeksään vaurioluokkaan:

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| 1. Ei tuhoa | 6. Latvakasvain katkennut |
| 2. Taipunut, nousee pystyyn | 7. Latva poikki 2. vuoden kohdalta |
| 3. Taipunut, ei nouse | 8. Latva ja oksia poikki |
| 4. Yksi oksa poikki | 9. Taimi katkennut tyvestä |
| 5. Kaksi+ oksaa poikki | |



Kuva 32. Alkutaivesta kaadetun siemenpuun latvusoksat lumessa huhtikuun alussa. Oksien alla voi olla vaurioituneita ja tuhoutuvia taimia. Muokkauksesta 10 v.



Kuva 33. Maahan taipunut taimi, joka ei jaksa nousta pystyyn, vaan tuhoutuu vähitellen. Vaurioluokka 3.

Vaurioitumattomia taimia (luokka 1) oli 95 % ja siemenpuitten kaadossa vaurioituneita tai hakkuutähteitten alle painuneita hakkuun jälkeen keväällä 5 %. Kaikki nämä tulivat vaurioluokkiin 2–8. Niistä lähes kaikki olivat keväällä enemmän tai vähemmän taipuneita, mutta pääosaksi ne oikenisivat kesä- ja heinäkuun aikana niin paljon, että niistä arvioitiin kehittyvän ennen 1–2 metrin pituusvaihetta tyydyttävän suorarunkoisia. Tuhotyypeistä ylivoimaisesti yleisin oli luokka 2, taipunut, nousee pystyyn. Sen osuus oli 4 % koko taimimäärästä ja 85 % tuhonalaisista taimista. Tyyppeistä 3 oli koko taimimäärästä 0,4 % (kuva 33). Ne taimet tuhoutuvat. Luokkiin 4 ja 5 (katkenneita oksia) tuli 0,2 %. Oksan katkeamisella ei ole mainittavaa merkitystä taimen kehitykselle. Latvakatkeamia (luokat 6, 7 ja 8) oli yhteensä 0,2 % (kuva 34). Tyvestä katkenneita (luokka 9) ei ollut.

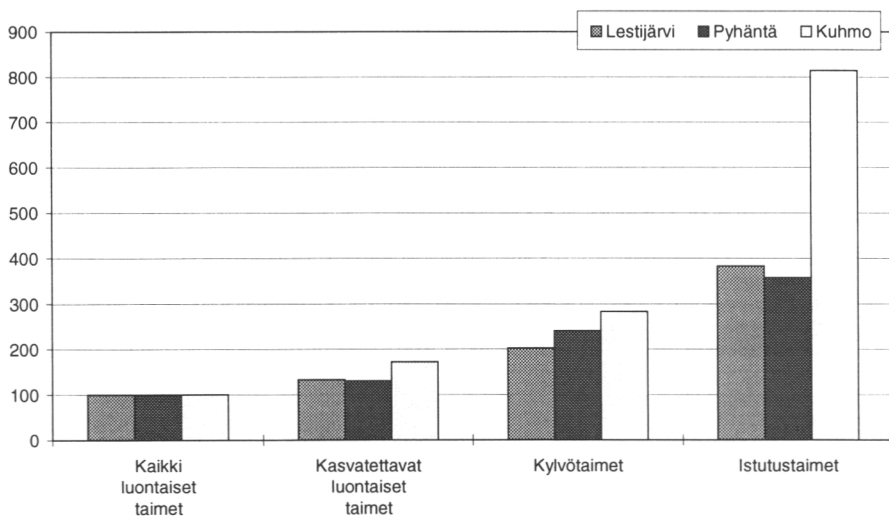


Kuva 34. Kummankin taimen latva on katkennut 2. kasvaimen kohdalta. Vaurioluokka 7. Taimet toipuvat.

Siemenpuuston tiheys vaikutti ratkaisevasti tuhoihin. 20 puun tiheydessä tuhonalaisia taimia oli 0,6 %, 40 puun tiheydessä 3,3 % ja 80 puun tiheydessä 6,4 %. Muokkaamattomalla alalla hakkuusta kärsineitä taimia oli 2,8 %, äestysalalla 3,1 ja aurausalalla 6,2 %. Kokonaisuutena siemenpuitten poistoa aiheuttavat vauriot olivat vähäiset. Taimien pituus oli Muhoksella hakkuun aikaan muokkaamattomilla aloilla keskimäärin 16 cm, äestysaloilla 15 cm ja aurausaloilla 12 cm, eli lumi suojasi ne hyvin talvella tehdyssä hakkuussa. On todennäköistä, että vapauttamishakkuun viivästyessä ja taimien saavutettua esimerkiksi puolen metrin pituuden katkeamis-, tallaus- ja ajovaurioita tulee runsaammin. Kuitenkin jo pienetkin taimet voivat kärsiä runsaista hakkuutähteistä, jotka keväällä lumen sulaessa painuvat taimien päälle. Se tuli tässä työssä esiin tiheimmän siemenpuu- asennon muita selvästi korkeampana haittaprosenttina.

4.7 Viljelyvertailut

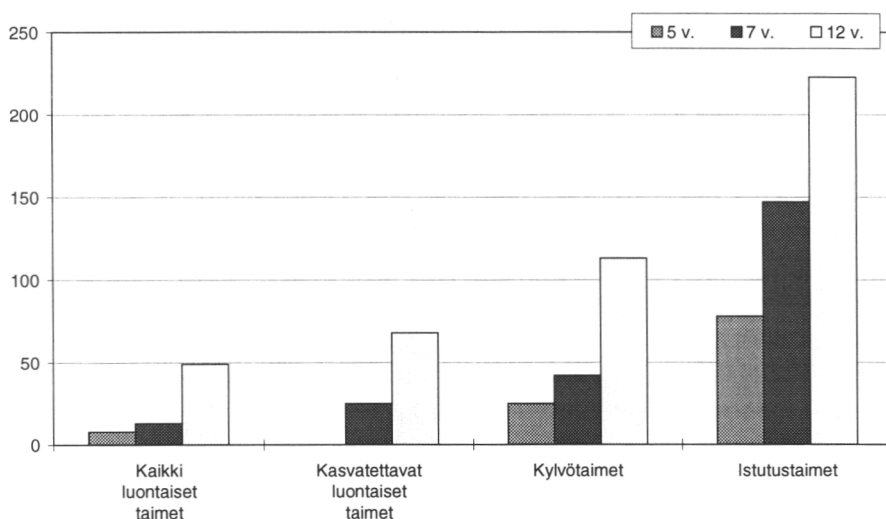
Viljelytaimien pituuskehitys oli paljon nopeampaa kuin luontaisten taimien (kuvat 35 ja 36). Pitäjittäiseen vertailuun vaikuttaa se, että vuoden 1982 inventoinnissa uudistamisikä oli Lestijärvellä viisi, Pyhännällä neljä ja Kuhmossa seitsemän vuotta. Myöhemmissä inventoinneissa ikäero oli sama. Siten esimerkiksi kuvassa 35 pitäjät eivät ole tarkalleen vertailukelpoisia. Kylvön ja istutuksen suhteellinen edullisuus oli Kuhmossa suurin.



Kuva 35. Männyn taimien suhteelliset pituudet. Lestijärvi 12 v., Pyhäntä 11 v. ja Kuhmo 14 v.

Luontaiset ja kylvötaimet pääsivät kasvuvauhtiin hitaasti (kuva 36). Suhteellinen pituuskehitys tasaantui vuosien aikana jonkin verran. Kun istutustaimet esimerkiksi 7 vuoden iässä olivat kuusi kertaa niin pitkiä kuin kasvatettavat luontontaimet, oli suhde viisi vuotta myöhemmin enää 3,3. Istutuksen ja kylvön pituusero oli 7 vuoden iässä 105 cm ja viisi vuotta myöhemmin 110. Mitään osoitusta siitä, että jokin taimilaji saavuttaisi edellään olevan etumatkan tai edes pienentäisi sitä, ei aineistossa ole.

Luontaisen taimikon alkukehitys 10–14 ikävuoteen asti oli hidasta viljelytaimikon kehitykseen verrattuna, vaikka luontaisesta aineksesta valittiin vertailuun sen paras osa eli kasvatettaviksi luokitellut taimet (taulukko 17). Esimerkiksi 10 vuoden iässä istutustaimet olivat kasvatettavia luontaisia taimia edellä seitsemän vuoden kasvun verran ja kylvötaimia edellä viiden vuoden verran. Vaikka otetaan huomioon istutustaimien biologinen ikäetu (kaksi vuotta), ovat ne kehityksessä vielä viisi ja kolme vuotta edellä. Mittaukset viittaavat siihen, että absoluuttinen pituusero on vielä kasvamassa.



Kuva 36. Männyn taimien pituudet 5, 7 ja 12 vuoden iässä. Lestijärven, Pyhännän ja Kuhmon kokeiden keskiarvo. 5 vuoden iässä ei kasvatettavia taimia rekisteröity.

Taulukko 17. Eri tavoin uudistettujen männyn taimikoiden pituusero vuosina. Uudistamistapa: 1 = kaikki luontaiset taimet 2 = kasvatettavat luontaiset taimet 3 = kylvötaimet 4 = istutustaimet 1M+1A.

Pitäjä ja taimikon ikä	Uudistamistapa	Uudistamistapa		
		2	3	4
<i>Ikäero vuosia</i>				
Lestijärvi 12 v.	1	2	4	7
	2		3	6
	3			4
Pyhämä 11 v.	1	2	5	8
	2		4	7
	3			3
Kuhmo 14 v.	1	4	4	13
	2		3	11
	3			9
Keskiarvo	1	3	4	9
	2		3	8
	3			5
Kaikki 10 v.	1	2	5	8
	2		2	7
	3			5

4.8 Lannoituskoee

Muhokselle perustetun lannoituskokeen taimet mitattiin ensimmäisen kerran kolmen kasvukauden ikäisinä. Taimimäärät olivat seuraavat (kpl/m²):

	Nolla	N	Lannoitus			Keskiarvo
			P	Ca	NP	
Sirkkataimia	6,2	4,5	3,7	5,0	2,7	4,4
2–5 -vuotiaita	0,4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4

Kaikki lannoitukset alensivat sirkkataimien määrää, typpi ja fosfori eniten. Siemenpuiden alimmasta tiheysluokasta sirkkataimimäärä kasvoi kaksinkertaiseksi siemenpuuston tiheimpään luokkaan mentäessä (2,7 kpl/20 puuta ... 5,7 kpl/100 puuta). Vanhemmilla taimilla puuston tiheys ei vaikuttanut taimimäärään.

Lannoituskoee mitattiin uudestaan seitsemän vuoden iässä toukokuussa 1983. Pituus mitattiin kevään 1982 mukaan, jolloin tieto on vertailtavissa varsinaisiin uudistamiskokeen taimiin. Iäksi muokkauksesta tuli seitsemän vuotta. Määrät ja pituudet olivat (kpl/m² ja cm):

	Nolla	N	Lannoitus			Keskiarvo
			P	Ca	NP	
Taimia	6,4	4,2	5,3	3,4	5,7	5,0
Pituus	6	6	6	8	6	6

Taimimäärä oli edelleen suurin lannoittamattomassa koeruudussa. Pituus oli normaaleilla uudistamisruuduilla 8 cm. Lannoituskokeessa taimet olivat jääneet yleensä lyhyemmiksi Ca-ruutua lukuunottamatta. Lannoituksesta ei siis ollut taimettumista ja pituuskehitystä ajatellen mitään hyötyä.

5 Tulosten tarkastelu

Tutkimus antoi myönteisen käsityksen männyn uudistamisesta siemenpuumene- telmällä. Taimettuminen oli nopeaa ja runsasta pohjoisinta eli Taivalkosken koe- kenttää lukuunottamatta. Taimia oli viidentoista vuoden iässä keskimäärin 5 000 kpl/ha. Uudistumisen onnistumisessa ratkaisevin tekijä oli maanpinnan pal- jastaminen. Mitä enemmän kivennäismaata avattiin esille, sitä runsaammin taimia syntyi. Siemenpuuston määrällä oli merkitystä vähemmän. Käytetyistä 20, 40 ja 80 siemenpuun hehtaarihiheydestä 40 osoittautui parhaaksi. 20 ja 80 puuta antoi- vat jonkin verran heikomman tuloksen. Siemenpuitten seisottaminen taimettumi- sen tapahduttua alensi taimimäärää ja hidasti kasvua.

Maan muokkaaminen

Kivennäismaan paljastaminen on vanhastaan tiedetty taimettumisen edellytyk- seksi. Asiaa korosti jo Suomen metsänhoidon isäksi mainittu A.G. Blomqvist (1891), joka piti maan jonkinlaista muokkaamista tarpeellisena, jotta taimia syn- tyisi siemenpuuhakkuun jälkeen. Cajanderin (1910) mukaan maapeitteen aukire- pminen juuri siemennystä edeltävänä syksynä on eduksi taimettumiselle. Myös Aaltonen (1919) tutkiessaan Lapin metsien uudistumista totesi kuivillakin kan- kailla taimettumisen olevan runsainta paljastuneeseen kivennäismaapintaan. Met- sänhoitajien jatkokurssilla 1937 hän korosti maan käsittelyn välttämättömyyttä luontaisessa uudistamisessa (Aaltonen 1938). Herzt (Tertti 1934) totesi männyn taimettuvan Etelä-Suomen kangasmailla muokkaamattomaan pintaan niukasti ja kivennäismaapintaan 15–50 kertaa paremmin. Myös Heikinheimo (1940) totesi kokeissaan maanpinnan käsittelyn välttämättömäksi. Muokkaus ei ole välttämät- tön pelkästään männyn taimettumiselle, vaan myös kuusi hyötyy siitä (Pöntynen 1929, Tertti 1932). — Useissa toisen maailmansodan jälkeisinä vuosikymmeni-nä tehdyissä uudistusalojen inventoinneissa on yhä uudelleen todettu luontaisen uudistamisen hitaus ja epävarmuus, koska maata ei ole muokattu (Sarvas 1944, 1949 ja 1950, Lehto 1956 ja 1969, Kallio 1965).

1970-luvulta alkaen on tehty useita uudistusalojen inventointeja, joissa toistu- vasti tullaan samaan päätelmään: kivennäismaa on tavalla tai toisella paljastetta- va. Oulun läänissä inventoitiin 1971 männyn luontaisen uudistamisen laikutus- aloja 83 kpl (Valtanen 1983). Laikutukset oli tehty 1–14 vuotta aikaisemmin. Laikuissa oli männyn taimia keskimäärin 4,6 kpl/m² ja 25-kertaisesti nollapintaan verrattuna. Suomussalmen pohjoisosassa ei männyn taimia ollut syntynyt vuo- den 1962 jälkeen kylmien kesien takia. Läänin eteläosassa riitti kaksi vuotta muokkauksen jälkeen hyvään taimettumiseen.

Tolonen (1990) inventoi Oulujärven eteläpuolella Vuolijoella 79 siemenpuualaa, jotka oli äestetty 2–6 vuotta aikaisemmin. Männyn taimia oli syntynyt 9 900 kpl, joista 94 % muokkausvaossa ja vain 6 % nollapinnassa. — Peiponen (1991) inventoi Kuusamossa 62 siemenpuualaa, jotka oli äestetty 2–9 vuotta aikaisemmin. Männyntaimia oli 6 800, ja niistä 95 % kivennäispinnassa ja 5 % nollapinnassa. — Komulainen (1992) inventoi Puolangalla kuusen kaistalehakuu-alojen uudistamistulokset. Kokonaistaimimäärä oli 12 800, josta kuusen taimia 4 400. Sekä kuusista että kaikista taimista 97 % oli muokkausjäljessä ja vain 3 % nollapinnassa.

Myös tässä tutkimuksessa tuli esille kivennäismaan paljastamisen keskeinen merkitys. Muokkaamattomassa pinnassa taimista oli äestysaloilla 14 % ja aurausaloilla 4 %. Maan pientopografisella muodolla on merkitystä siten, että alavat kohdat (laikku, vako ja piennar) taimettuvat hyvin, kun taas kohopaikka (palle) taimettuu selvästi niukemmin. Märkyys ei tässä tutkimuksessa haitannut uudistumista, koska koekentät oli perustettu kankaille ja niilläkin koelajien alavat vai-
pat oli ojitettu. Myös taimien kasvuun muokkauksella on vaikutus. Pientopografian korkeuserot vaikuttavat myönteisesti. Kysymys lienee sekä parantuneesta ilmanvaihdosta että kohonneesta maan lämpötilasta kasvukauden aikana.

Muokkauksessa poistetaan kivennäismaata peittävä humus, joka estää tehokkaasti auringon säteilyenergian pääsyn kivennäismaahan ja juuriston kasvuvu-
vyyteen. Sen jälkeen maa lämpiää. Lapin läänissä 2–3 vuotta vanhoilla auraus-
aloilla tehdyssä tutkimuksessa (Turtiainen & Valtanen 1970) saatiin humuksen
alaisen maan lämpötilaksi päiväsaikaan keskikesällä yleisesti 12–14 astetta, aura-
uspientareessa 17–20 astetta ja palteessa 23–25 astetta. Kuokkalaikussa maan
lämpötila oli 13–15 astetta. Palle ja piennar jäätyivät yöllä enemmän kuin hu-
muksen alainen maa. Kuitenkin ne olivat yölläkin lämpimämpiä. — Leikolan
(1974) tutkimuksessa pientareen lämpösumma nousi kasvukauden aikana 50 %
korkeammaksi kuin käsitlemättömän maan lämpösumma. Palteessa luku oli
60 %. Leikola toteaa Pohjois-Suomessa tehdyn metsäaurauksen merkitsevän sa-
maa kuin uudistusalan siirtämisen 400–600 km etelämmäksi.

Metsänuudistajan päätettävissä on maanmuokkaustavan valinta. Tämän ja
kaikkien muiden esiteltyjen tutkimusten tulosten perusteella kivennäismaan pal-
jastaminen on uudistamisen onnistumisessa ratkaiseva. On valittava muokkaus-
tapa, joka on luotettava. Tavanomainen laikutus ei riitä eikä epäsuotuisissa tapa-
uksissa normaali äestyskään, vaan kivennäismaata on paljastettava enemmän.
Jos metsänuudistaja tinkii tästä vaatimuksesta, hän ottaa riskin ja rikkoo metsänhoi-
don taloudellisuusvaatimusta vastaan. Tämän tutkimuksen mukaan metsäauraus
on jokaisessa tapauksessa suositeltavin ja vaikeissa luonnonoloissa ainoa hyvään
tulokseen johtava muokkaustapa.

Siemenpuitten lukumäärä ja siemensato

Siemenpuuston tehtävä on uudistumiseen tarpeellisen siemenen tuottaminen. Sie-
menpuita valitaan usein runsaasti sekä riittävän siemensadon varmistamiseksi
että myöhemmän siemenpuitten poiston kannattavuuden takia. Edellinen näkö-

kohta on tutkimusten mukaan merkitykseltään vähäinen. Lehdon (1956) mukaan siemensato oli eteläsuomalaisissa puolukkatyyppin männiköissä seuraava:

Runkoluku kpl/ha	Vuotuinen siemensato kpl/m ²
10 - 50	38,9
51 - 200	48,1
201 - 400	19,1
401 - 600	16,8

Harvin tiheysluokka (10–50 puuta) oli siemenpuuasentoja. Siinä siemenmäärä oli lähes sama kuin seuraavassa luokassa. Heikinheimon (1937) mukaan siemenpuustot tuottavat heikkoinakin siemenvuosina siementä suhteellisen runsaasti tiheihin metsiin verrattuna.

Lehdon (1956) mukaan 10–50 siemenpuun metsikkö tuottaa Etelä-Suomessa kanervatyypillä 17 ja puolukkatyyppillä 39 siementä neliömetrille vuodessa. Sen mukaan yksi siemenpuu varistaa noin 5 700 tai 13 000 siementä vuodessa. Nyt käsillä olevan tutkimuksen koekentillä siemensatoa tutkittiin vain Kuhmossa 40 siemenpuun koealalla. Siellä vuosijaksolla 1975–81 siemeniä varisi keskimäärin 2,4 kpl neliömetrille vuodessa eli jokainen puu varisti 600 siementä vuodessa. Mittausjakson siemensato oli siis niukka Etelä-Suomen siemensatoihin verrattuna. Kosken & Tallqvistin (1978) mukaan siemensatokoealoilla varisi 1960-luvulla Paltamossa 107, Pudasjärvellä 89 ja Rovaniemen viidessä metsikössä 48, 48, 51, 75 ja 108 siementä neliömetrille.



Kuva 37. Siemensatometsikkö Kuhmossa. Runkoluku on 236 kpl/ha. Siemensuppilon suuaukon ala on puoli neliometriä. Siemenet valuvat suppilon alla olevaan kangaspussiin, joka vaihdetaan kesällä kuukauden välein.

Taulukko 18. Siemensato vuosina 1986–93 Sievin, Muhoksen, Kuhmon ja Taivalkosken siemensatokoealoilla. Koealan suuruus 0,25 ha.

	Puita koealalla	Yhden puun ala, m ²	Siemeniä vuodessa, /m ²	kpl /yksi puu
Sievi	191	13	104	1365
Muhos	88	28	132	3750
Kuhmo	64	39	48	1875
Taivalkoski	91	28	82	2253

Tutkimuksen loppuvaiheessa 1986–93, jolloin koekenttien taimettuminen oli jo tapahtunut, mitattiin Oulun läänissä neljässä pitäjässä siemensatoja puhtaissa tukkimänniköissä. Eteläisin siemensatokoeala oli Sievissä 20 km Lestijärven tutkimuskoekentältä pohjoiseen. Muhoksen siemensatometsä oli 5 km koekentältä länteen. Kuhmon siemensatometsä (kuva 37) oli 40 km koekentältä länteen ja Taivalkosken siemensatometsä koekentältä 20 km pohjoiseen. Lestijärvellä puusto oli ylitiheää. Runkoluku oli 764 kpl/ha. Muhoksella puita oli 352, Kuhmossa 236 ja Taivalkoskella 364 kpl. Siemensato oli niukin Kuhmossa ja runsain Muhoksella (taulukko 18). Koealojen keskiarvopuu varisti noin 2 300 siementä vuodessa (vaihtelu 1 365–3 750). Jos jokainen siemenpuu varistaisi siemenensä tarkalleen omalle kasvualalleen, esimerkiksi Taivalkoskella tyvensä ympärille 28 m²:n alalle, olisi siemenmäärä siinäkin 82 kpl/m².

Tässä tutkimuksessa taimettuminen tapahtui Taivalkoskea lukuunottamatta nopeasti, eli puissa olleet kypsät kävyt, pikkukävyt ja emikukkien aiheet tuottivat tarpeellisen siemenmäärän. Taimettuminen siis tapahtui ennen kuin siemenpuut olivat ehtineet mukautua väljään kasvutilaan. Siten on todennäköistä, että siemensadon määrä oli alkuvuosina hyvin pitkälle riippuvainen siemenpuitten määrästä. Se näkyi kolmen vuoden kuluttua muokkauksesta tehdyssä ensimmäisessä inventoinnissa siten, että 20 siemenpuun koealoilla taimia oli vain puolet siitä mitä 40 puun tiheydessä. Määrän kasvaessa 80 puuhun taimimäärä ei kuitenkaan nousut yhtään. On mahdollista, että taimia on ollut parina ensimmäisenä vuotena tiheimmän siemenpuuston alueella enemmän ja niitä on tuhoutunut, mutta sitä ei voitu enää kolmen vuoden kohdalla tehdyssä mittauksessa todeta. Keski-Pohjanmaalla tehdyssä männyn luontaisten uudistusalojen inventoinnissa (Valtanen 1994) suurin taimimäärä tuli 40–50 siemenpuulla.

Taivalkoskella taimia syntyi runsaasti vasta 7. ja 12. vuoden välillä. Siemenpuut olivat jo siihen mennessä tottuneet väljään kasvutilaan, ja niiden siemen-
tuotto oli hyvä. Seitsemännen vuoden inventoinnissa taimia oli 2 100 (20 puuta)–
1 400 (80 puuta). Kahdenteentoista vuoteen mennessä taimimäärä kasvoi 20 siemenpuun tiheydessä kuusinkertaiseksi (13 000 tainta/ha), 40 puun tiheydessä viisitoistakertaiseksi (25 000) ja 80 puun tiheydessä samoin viisitoistakertaiseksi (20 000). Eri tiheysluokkien siemenpuut olivat silmävaraisen arvion mukaan siemenentuottajina samanarvoisia, sillä ennen uudistushakkuuta puusto oli ollut

mäntyvaltaista ja valintamahdollisuuksia oli runsaasti. 80 siemenpuun koealoilla puut olivat samanlaisia kuin 40 ja 20 puun koealoilla.

Siemen leviää tuulen mukana useita kymmeniä metrejä. Lehto (1956) sai koealoillaan Etelä-Suomessa tehokkaaksi leviämismatkaksi aukeassa maastossa 30–40 metriä. Siten yhden siemenpuun antama peitto on 0,3–0,5 ha. Tämän mukaan kolme siemenpuuta on riittävä määrä hehtaarille, jos niiden siemensato on riittävä ja taimettumisedellytykset kunnossa. Pohjois-Pohjanmaalla Siikalatvan alueella tehdyssä inventoinnissa (Valtanen & Lehtosaari 1991) auratuille viljelyaloille syntyi reunametsän lähelle 2 600 luontaista männyntainta, jos reunametsä oli mäntyvaltaista ja mäntyjen siemenniskyky hyvä. Vielä 40 metrin etäisyydelle syntyi 1 600 tainta. Luontaisia taimia oli muutama sata mitattuun 180 metriin asti.

Siemenpuut vaikuttavat myös taimien pituuskehitykseen. Tässä tutkimuksessa taimet olivat 15 vuoden iässä 20 siemenpuun alueella keskimäärin 109 cm pitkiä mutta 80 puun alueella vain 81 cm. Keski-Pohjanmaalla (Valtanen 1994) taimien pituus oli kahdeksan vuotta muokkauksen jälkeen 164 cm pitkiä, jos siemenpuuta oli ollut alle 20. Tiheyden lisääntyessä taimikon pituus aleni tasaisesti ja oli yli 50 siemenpuun luokassa 119 cm.

Metsäkeskus Tapion (1994) suosituksissa siemenpuitten tavoitemäärä on 50–150 puuta hehtaarille. Metsähallitus (1990a) antaa ohjeeksi Pohjanmaan—Kainuun alueelle 60–100 siemenpuuta. UPM-Kymmenen (1996) ohjeessa siemenpuiksi valitaan latvuksen voimakkuudesta riippuen 40–80 suurinta, hieno-oksaisinta ja suorarunkoisinta puuta. Mitkään näistä ohjeista eivät ole yhdenmukaisia sen kanssa, mitä jo pitkään on tutkimuksista, inventoinneista ja havainnoista saatu. Esimerkiksi A.G. Blomqvist suosittelee jo yli 100 vuotta sitten siemenpuumääräksi 30–40 puuta hehtaarille (Blomqvist 1891). Nykyisissä ohjeissa toteutettu “varmuuden lisääminen” ei johda haluttuun tavoitteeseen, vaan heikentää tulosta, jos siemenpuuta seisotetaan uudistusalan muokkauksen jälkeen yli kaksi vuotta.

Käsillä olevan tutkimuksen tulokset oikeuttavat laajentamaan männyn luontaisen uudistamisen alaa. Sellaiset kuusikot, joissa on siemenpuiksi kelpaavia mäntyjä 30–40 kpl/ha, voidaan uudistaa luontaisesti männylle. Jopa 20 puuta riittää. Muokkauksessa on silloin paljastettava kivennäismaata runsaasti, mielellään yli puolet pinta-alasta. — Oulun läänissä 1971 tehdyssä inventoinnissa (Valtanen 1984) 10 siemenpuulla saatiin yhtä hyvä tulos kuin sadalla siemenpuulla. Yli 60 puun tiheys hidasti taimikon kehitystä. Haitta tuli näkyviin noin viisi vuotta muokkauksen ja taimettumisen jälkeen. — Siemenpuuston valinnassa voidaan käyttää hyväksi myös reunametsän siemenniskykyisiä mäntyjä. Niiden siemen leviää kohtalaisen tasaisesti 20–40 metrin matkalle uudistusalan puolelle. — Keski-Pohjanmaalla tehdyssä 118 äestetyt siemenpuualan inventoinnissa (Valtanen 1994) siemenpuumäärän vaihtelu välillä 10–100 ei vaikuttanut taimimääriin juuri mitään. Alojen keskikoko oli 2,2 ha, eli keskimääräisen pyöreän uudistusalan keskipisteestä metsänreunaan oli matkaa 80 m. Reunametsän vaikutus ei voinut

ulottua vahvana alan keskelle asti. Voidaan tehdä päätelmä, että Keski-Pohjanmaalla taimettuminen onnistuu niukallakin siemenpuustolla, jos uudistamistoimenpiteet tehdään oikein.

Peiposen (1991) tutkimus männyn uudistamisesta Kuusamossa viittaa siihen, että siemenpuumäärä voi olla yli sadan. Samoin tässä tutkimuksessa Taivalkoskella 80 siemenpuun tiheydellä on saatu runsaampi taimiaines kuin 40 ja 20 siemenpuun asennoissa. Pohjoisuuden vaikutus näkyy myös luonnonmetsissä. Mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä yleisempiä ovat männyn taimikot harvan päällysmetsän alla. Päällysmetsässä voi olla myös kuusia runsaasti. Kesäajan auringon matala kaari ja pitkä päivä voivat olla tämän eteläisistä oloista poikkeavan ilmiön selityksenä.

Siemenpuitten seisottaminen uudistusalalla riittävän taimimäärän syntymisen jälkeen on tarpeetonta, ja muutamassa vuodessa siitä tulee iso haitta. Uusia taimia tosin syntyy vielä usean vuoden ajan etenkin aurasaloille, missä maa säilyy taimettumiskelpoisena kymmenenkin vuotta. Tässä tutkimuksessa siemenpuitten pitäminen 12 vuoteen asti ei vähentänyt taimimäärää, mutta seuraavan kolmen vuoden aikana määrä väheni jyrkimmin niillä aloilla, missä siemenpuut olivat vielä pystyssä. Pituuskehitykseen siemenpuut vaikuttavat enemmän. 3–4 vuoden iässä vapautettujen taimikoitten keskipituus oli 107 cm, kun taas 10 vuotta pitempään seisoneitten siemenpuitten alla kehittyneitten taimikoitten pituus oli 85 cm. Keski-Pohjanmaalla keskimäärin 12 vuoden ikäisillä muokatuilla siemenpuualoilla tehdyssä tutkimuksessa (Valtanen 1994) oli kasvatettaviksi luokiteltujen taimien pituus 165 cm niillä aloilla, missä siemenpuut olivat seisseet vain muutaman vuoden. Jos puut oli poistettu noin neljä vuotta myöhemmin, oli pituus 136 cm. Seuraavien neljän vuoden seisotus alensi taimien pituuden 110 cm:iin. Niemistön ym. (1993) tutkimuksessa uudistusalalla pitkään (8–35 v.) seisotettujen siemenpuitten vaikutus taimikon kehitykseen mitattiin ottamalla 5 m²:n koealoja 2, 5, 10 ja 15 metrin päästä puun tyveltä. Taimimäärä kasvoi lähes kaksinkertaiseksi puun tyveltä 15 metriin. Pituus kaksinkertaistui. Kubinin (1995) tutkimuksessa Kuhmossa pidettiin siemenpuita taimikon päällä 1–8 vuotta. Nopeimman poiston alueella taimet olivat kahdeksan vuoden iässä 52 cm pitkiä. Koko ajan siemenpuuston alla olleitten taimien pituus oli vain 20 cm. — Siemenpuuston seisottamisen haitta näkyy selvimmin runkosummissa (luku 4.5). Jos runkosummaa nopean poiston aloilla (poistokaista 1) merkitään luvulla 100, on luku vain 68 siellä, missä siemenpuita seisotettiin 10 vuotta pitempään (poistokaista 3).

Kun otetaan huomioon siemenpuista taimiainekselle aiheutuva haitta, joka alkaa heti taimien synnyttyä, voidaan uudistamisen kannalta asettaa siemenpuitten enimmäismääräksi pohjoisimpia oloja lukuunottamatta noin 40 kpl/ha. Sen yli nouseva määrä on haitaksi, mikäli puita seisotetaan alalla paria vuotta pitempään. Siemenpuita valittaessa on syytä kiinnittää huomiota puun siemennyskykyyn, joka voidaan päätellä puun tyvellä olevien käpyjen määrästä. Siemenpuusto olisi siis valittava lumettomana aikana.

Muut puulajit ja uudistumistulos

Mäntyä uudistettaessa myös muiden puulajien taimet ovat yleensä tarpeellisia tai jopa välttämättömiä. Joskus niitä syntyy haitallisen paljon. Hieskoivu on aggressiivinen lisääntyjä. Sen taimia oli keskimäärin 6 400 eli neljännes enemmän kuin mäntyjä. Rauduskoivua ja kuusta oli vain muutamia satoja. Kaikkien määrä oli suurin auratuilla aloilla. Hyvin samanlaisia taimimääriä on saatu myös aikaisemmissa Pohjanmaalla tehdyissä tutkimuksissa. Keski-Pohjanmaalla tehdyssä männyn luontaisen uudistamisen inventoinnissa (Valtanen 1994) kuusia oli 590 (tässä tutkimuksessa 340), rauduskoivuja 510 (780) ja hieskoivuja 6 900 (6 400). Myös mäntyjä oli suunnilleen saman verran (5 900) kuin tässä tutkimuksessa (5 020). Yhtäläisyyttä on myös Siikalatvan alueella tehdyn männyn viljelyalojen inventoinnin tulosten kanssa (Valtanen & Lehtosaari 1991). Siinä kuusien määrä oli 590, rauduskoivujen 530 ja hieskoivujen 15 300 kpl/ha. Hieskoivun suuri määrä johtunee siitä, että viljelyalojen maaperä on vähän tuoreempaa kuin luontaisesti uudistettavien alojen.

Kuusen ja koivujen taimia hyväksikäyttämällä voi taimikonhoitaja ja metsänkasvattaja valita useimmissa tapauksissa hyvin erilaisia kasvatusyhdistelmiä puhtaasta männiköstä puhtaaseen hieskoivikkoon. Materiaalia on etenkin muokatuilla aloilla runsaasti. Taivalkoskella metsä voi muokkaamattomilla aloilla jäädä vajaapuustoiseksi, vaikka kaikki puulajit käytetään hyväksi.

Viljelyyn verrattuna luontainen uudistaminen osoittautui hitaaksi siitä huolimatta, että taimettuminen pääosalla koelajoja oli nopeaa. 15 vuoden uudistamisjakson päätyttyä kylvötaimikoitten pituuskehitys oli 3–4 vuotta ja istutustaimikoitten 7–13 vuotta luontaista ainesta edellä. Eroa tasoittaa luontaisen taimikon tiheys, jolla estyy mahdollinen viljelymetsän vajaapuustoisuuden aiheuttama tuostappio ja jolla voidaan turvata korkea tekninen laatu.

Tutkimuksen tulokset ovat yhdenmukaiset muiden männyn luontaisesta uudistamisesta ja uudistumisesta saatujen tutkimustulosten kanssa. Tästä eteenpäin on kysymys siitä, miten saatuja tietoja sovelletaan ja miten tulosten perusteella laadittuja ohjeita noudatetaan. Myös luontaisen uudistamisen nopeus (hitaus) ja syntyvän metsän laatu verrattuna viljelyuudistamisen nopeuteen ja viljelymetsän laatu- ja tuotoskehitykseen ovat uudistamisratkaisua tehtäessä näkökohtia, jotka on lähes joka kerta harkittava uudistamistavan valintaa tehtäessä.

6 Käytäntöön sovelletut johtopäätökset

Jo vuosikymmenien ajan on Suomessa ollut käytettävissä oikeata tietoa männyn luontaisesta uudistamisesta. Tietoa on kuitenkin sovellettu käytäntöön liian vähän. Muokkaus on ollut heikkoa tai sitä ei ole tehty ollenkaan. Siemenpuita on seisotettu uudistusalalla liian pitkään, "niin että ohikulkiessa näkee että taimien latvat ulottuvat lumenpinnan yläpuolelle". Metsäorganisaatioitten ohjeet ovat voineet olla vajaita tai niitä ei ole noudatettu.

Kaiken sen tiedon perusteella, jota meillä on toistuvasti sekä tutkimuksin että käytännön uudistusalojen inventoinneilla ja silmävaraisilla havainnoilla saatu jo sadan vuoden ajan, voidaan männyn luontaisen uudistamisen suunnittelijalle ja toteuttajalle asettaa seuraavat velvoitteet:

1. Siemenpuita valitaan noin 30–50 kpl/ha. Valinta tehdään mielellään sulan maan aikana, jolloin puun tyvellä olevien käpyjen määrästä voidaan päätellä, mitkä ovat hyviä ja huonoja siemenpuita. Jo 20 siemenpuuta hyväksytään, jos enempää ei ole.
2. Muokkauksessa on kivennäismaata paljastettava hyvissä oloissa 2 000–3 000 m², keskinkertaisten edellytysten vallitessa 4 000–5 000 m² ja Taivalkoskea vastaavassa kylmässä ilmastossa tai muuten vaikeissa oloissa enemmän.
3. Metsäauraus on niin paljon edullisempi taimikon kehityksen kannalta, että se tai sitä vastaava muokkaustapa olisi otettava käyttöön myös luontaisessa uudistamisessa. Tähän asti sen käyttö on rajoitettu paksuhumuksisille istutusaloille.
4. Siemenpuut poistetaan heti, kun alalta löydetään muutama tuhat pientä tainta.
5. Tuulenskaatoriski todetaan. Jos metsää on hoidettu kasvatushakkuin ja väljenyksin, ei vaaraa ole. Jos siemenpuusto on tuuleen tottumaton ja maa on märkää, on tuulituhot hyväksyttävä. Tarvittaessa suoritetaan täydennysviljely.

Edellisistä kohta 3 on vaikeasti toteutettavissa metsänhoito-ohjeitten muututtua viimeisen 10 vuoden aikana metsänuudistamiselle epäedulliseen suuntaan. Muista kohdista on kohta 4 käytännön havaintojen perusteella vaikeimmin toteutettava. Siksi suunnitelman laatineen ammattimiehen tulee korostaa tämän kohdan merkitystä. Koska kuitenkin viivästymisiä tapahtuu, saadaan haitta ja korjuuaikainen vahinko vähimmäksi, jos siemenpuusto voidaan valita riveittäin esimerkiksi 40–50 metrin riviväleihin. Myös reunametsän siemennyskyky otetaan huomioon.

7 Tiivistelmä

Muhoksen tutkimusasema perusti vuosina 1974–77 siemenpuumenetelmän käyttökelpoisuuden tutkimiseksi viisi koekenttää. Ne sijaitsivat Lestijärvellä, Pyhännällä, Muhoksella, Kuhmossa ja Taivalkoskella. Männyn siemenen tuleentumisen kannalta tärkeä 880 lämpösummayksikön linja (ns. Pudasjärven linja) kulkee tutkimusalueen poikki siten, että Taivalkoski on sen kylmemmällä puolella, Kuhmo linjalla ja Muhos, Pyhäntä ja Lestijärvi sen lämpimämmällä puolella.

Koekentän keskimääräinen ala oli 14 hehtaaria. Se jakaantui kolmeen koealaan (noin 5 ha), joilla siemenpuumäärä oli 20, 40 tai 80 puuta/ha. Kukin koeala jakaantui kolmeen muokkausosakoealaan (noin 1,6 ha), joissa muokkaukset olivat muokkaamaton kontrolli eli nolla sekä äestys ja auraus. Kukin osakoeala jakaantui edelleen kolmeen poistokaistaan (noin puoli hehtaaria), joista ensimmä-

mäiseltä siemenpuut poistettiin heti riittävän taimettumisen jälkeen, toiselta viisi vuotta myöhemmin ja kolmannelta taas viisi vuotta myöhemmin. Taimimäärät inventoitiin 3, 5, 7, 12 ja 15 vuoden kuluttua.

Taimia syntyi riittävästi ja jopa ylimäärin (10 000–15 000 kpl) kaikille muokatuille aloille Taivalkoskea lukuunottamatta jo ensimmäiseen inventointiin mennessä. Sen jälkeen taimimäärä pysyi jokseenkin vakaana kunnes 12 ja 15 ikävuoden välillä putosi puoleen. Taimien pituus oli silloin puolesta yhteen metriin. Tuhon pääsyy oli männynlumihome. Loppuinventoinnissa taimia oli keskimäärin 5 020 kpl/ha. Muokkaustavoittain taimien suhteelliset määrät olivat 100 (nolla) : 154 (äestys) : 258 (auraus). Suurin mitattu taimimäärä, 55 000 tainta/ha, oli Muhoksen aurasalalla seitsemän vuoden iässä.

Muokkaustapa oli taimettumisessa ratkaisevin. Siemenpuiden määrällä oli vain pieni vaikutus. Loppuinventoinnissa 20 puun alalla oli 4 440 tainta, 40 puun alalla 5 860 tainta ja 80 puun alalla 4 770 kpl. — Siemenpuitten seisottaminen alensi taimimäärää siten, että taimimäärien suhde poistokaistoittain oli 100 : 88 : 81. Poiston viivästyttäminen alensi etenkin nolla-alojen taimimäärää. Runkosumma eli yhdellä hehtaarilla kasvavien männyntaimien yhteispituus oli aurasaloilla 1. poistokaistalla 9 840 m ja 3. poistokaistalla 6 450 m. Äestysaloilla vastaavat luvut olivat 5 160 ja 4 080 m ja nollamuokkauksilla 3 210 ja 1 330 m. Siemenpuitten poistoa eli taimikon vapauttamishakkuuta ei saa siis viivyttää yhtään siitä, kun taimiaines on syntynyt.

Muokkauksessa on tärkeätä saada kivennäismaata kuorittua esiin paljon. Pien-topografian muuttaminen — vaot, palteet — ei vaikuta taimimäärään, mutta edistää pituuskasvua. Jos olosuhteet ovat epäedulliset — kylmä ilmasto, huonot siemenpuut, kivikkoinen maa — on metsäauraus suositeltavin. Tavanomaiseen äestykseen ei silloin voida luottaa. Hyvissä oloissa äestys riittää. 2 000 kpl puolen neliömetrin laikkuja merkitsee riskinottoa hyvissäkin oloissa.

Ilmastollinen tekijä on männyn luontaisessa uudistamisessa otettava huomioon. Ns. Pudasjärven linja eli linja Pello – Tervola – Pudasjärvi – Puolanka – Hyrynsalmi – Kuhmon pohjoisosa on linja, jolla tämänkin tutkimuksen mukaan männyn uudistaminen tulee vaikeammaksi. Niinpä Taivalkoskella taimettuminen tapahtui vasta noin 10 vuotta muokkauksen jälkeen. Silloin vain auraskoelat olivat taimettumiselle kelvollisia. Myös jokseenkin linjalla olevalla Kuhmon koekentällä tulos oli selvästi heikompi kuin eteläisissä pitäjissä. Lestijärvellä, Pyhännällä ja Muhoksella koekentät taimettuivat runsaasti jo kahdessa vuodessa.

Mäntyjen lisäksi oli loppuinventoinnissa kuusia 340, rauduskoivuja 780, hieskoivuja 6 400, haapoja 1 800 ja muuta lehtipuuta (pihlajaa ja pajua) 3 300. Kaikki ne olivat keskimäärin mäntyä jonkin verran lyhyempiä. Männyn taimia oli yleensä niin paljon, että taimikonhoidossa voidaan luoda kasvatettavaksi puhtaita tai lähes puhtaita männiköitä. Niillä paikoilla, missä mäntyä on liian vähän, saadaan taimikonhoidossa riittävä yksilötiheys hieskoivun, rauduskoivun ja kuusen avulla. Haluttaessa voidaan tehdä myös koivuvaltaisia metsiä, jopa puhtaita koivikoita. Joillakin muokkaamattomilla paikoilla voi metsikkö jäädä vajaapuus-toiseksi (aukkoiseksi), vaikka kaikki aines käytetään hyväksi.

Tutkimus osoitti, että männyn luontainen uudistaminen on luotettava menetelmä, joskin se on viljelyyn verrattuna keskimäärin hidas. Paljon kivennäismaata paljastavan muokkauksen ylivoimaisuus korostui erityisesti ilmastollisesti vaikeissa oloissa. Tutkimus osoitti myös sen, että männyn luontaisen uudistamisen käyttöalaa voidaan laajentaa niihin kuusivaltaisiin metsiin, missä siemenpuiksi kelpaavia mäntyjä on vain 20 - 30 kpl/ha eli alle nykyisten ohjemäärien. Uudistamistoi-
menpiteet on kaikissa tapauksissa tehtävä huolellisesti ja ammattitaitoisesti.

Kirjallisuus

- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 1(1): 319+56 s.
- Aaltonen, V.T. 1938. Maa ja metsän uudistuminen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937 III. *Silva Fennica* 46: 25–42.
- Appelroth, E., Heikinheimo, O., Kalela, E.K., Laitakari, E., Lindfors, J. & Sarvas, R. 1948. Julkilausuma. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* (11): 1–2.
- Blomqvist, A.G. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta. I Mänty. Suomentanut T. A. Cannelin. Keisarillisen Senaatin kirjapaino. Helsinki. 211 s.
- Cajander, A.K. 1910. Metsiemme uudistushakkuut toisiinsa verrattuina. Teoksessa: Maahenki II. Maataloudellinen tietokirja. Jälkimmäinen osa. s. 584–635. Helsinki.
- Enroth, G.Hj. 1915. Lohkohakkauksesta Suomen sotilasvirkataloilla. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisu. Erikoistutkimuksia 4. Helsinki. 106 s.
- Heikel, T.A. 1910. Käsikirja Suomen kruununmetsien metsänhoitoviranomaisia varten. 551 + 67 s.
- Heikinheimo, O. 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 95 s.
- Heikinheimo, O. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 161 s.
- Heikinheimo, O. 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Samungsfähigkeit der Waldbäume. II. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.
- Heikinheimo, O. 1940. Uudistusalojen maanpinnan käsittely ja taimettuminen. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* (12): 195–202.
- Heikinheimo, O. 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. Summary: On the seeding capacity of forest trees. III. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(3). 15 s.
- Ivessalo, Y. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldbeschätzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second National Forest Survey. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 30. 384 s.
- Ivessalo, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921 - 24 vuosiin 1951 - 53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The

- forests of Finland from 1921-24 to 1951-53. A survey based on three national forest inventories. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 4(1). 227 s.
- Kallio, K. 1965. Valtion metsien uudistusalojen inventoinnin tuloksia. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* (4): 121–126.
- Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980. Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- Kinnunen, K. & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö- ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland. *Folia Forestalia* 535. 16 s.
- Komulainen, V.-M. 1992. Kuusen luontaisen uudistamisen onnistuminen kaistalehakkuihin Puolangalla. *Metsänhoitotieteen pro gradu-tutkielma*. Helsingin yliopisto. 85 s.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. *Folia Forestalia* 364. 60 s.
- Kotisaari, A. 1982. Metsän luontaisen uudistamisen tutkiminen. Esitutkimusraportti. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja n:o 38. 132 s.
- Kotisaari, A., Leikola, M. & Smolander, H. 1983. Metsänuudistamismenettelmät - vastakkainasettelusta yhdistämiseen. *Metsä ja Puu* (6 - 7): 11–13.
- Kubin, E. 1995. Männyn siemenpuiden poiston ajankohta. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 552: 20–27.
- Laiho, O. 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 182: 39–50.
- Laiho, O. 1987. Kuusen luontainen uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 270: 24–37.
- Laiho, O. 1988. Mitä tehdä alikasvoksille. *Metsä ja Puu* (9): 34–35.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66(2). 106 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in Northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(2). 64 s.
- Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa I. Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830 - 1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja nro 57. 202 s.
- Leikola, M. 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948 - 1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja nro 60. 198 s.
- Maatalouskomitean mietintö 1962. 181 s. Liite VII. Heikinheimo, L., Heikurainen, L., Holopainen, V., Keltikangas, M., Kuusela, K. & Möttölä, T. Metsätalouden parannusten työllisyys- ja tulovaikutukset. s. 129–158.

- Meratoimikunta. 1964. MERA. Metsätalouden rahoitusohjelma. Metsätiedotustoimisto. Helsinki. 32 s.
- Meratoimikunta. 1966. MERA. Metsätalouden rahoitusohjelma II. Metsätiedotustoimisto. Helsinki. 52 s.
- Meratoimikunta. 1969. MERA. Metsätalouden rahoitusohjelma III. Metsätiedotustoimisto. Helsinki. 64 s.
- Metsä 2000 -ohjelman tarkistustoimikunta. 1991. Metsätalouden jaoston muistio. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 75 s.
- Metsä 2000 -seurantatoimikunta. 1986. Metsä 2000 -ohjelman ensimmäisen kymmenvuotisjakson 1986 - 95 tarkistetut hakkuu- ja puuntuotantotavoitteet. Maa- ja metsätalousministeriö. Moniste. 8 s.
- Metsähallitus. 1990a. Metsänhoito. Pohjanmaa - Kainuu. 76 s.
- Metsähallitus. 1990b. Metsänhoito. Etelä-Suomi. 75 s.
- Metsähallitus. 1991. Metsänhoito. Lappi. 83 s.
- Metsäkeskus Tapio. 1994. Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuositukseset. Helsinki. Metsäkeskus Tapion julkaisuja 6. 71 s.
- Metsätalouden suunnittelukomitea. 1961. Mietintö nro 1 - 1961. Liite 1. Heikurainen, L., Kuusela, K., Linnamies, O. & Nyyssönen, A. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. s. 145–166.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1892. Kruununmetsät. Metsänhoitohallituksen alama- mainen kertomus Suomenmaan kruununmetsien hoidosta vuonna 1891. 68 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1904. Metsänhoitolaitos. Metsähallituksen alama- mainen kertomus vuodelta 1902. 61 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1924. Kertomus metsähallinnon toiminnasta 1922. 69 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1988. Helsinki. 1989. 243 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1997. Helsinki. 1998. 348 s.
- Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti (1): 4–7, 16.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkätietyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. Folia Forestalia 826. 26 s.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57–71.
- Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti (6-7): 225–230.
- Parviainen, J. & Lappi, J. 1983. Laskentamalli metsänviljelyketjujen vertailemiseksi. Folia Forestalia 549. 24 s.
- Parviainen, J., Ruotsalainen, M. & Sokkanen, S. 1984. Metsänviljelyn toimenpiteketjuja vertaileva laskentaohjelma “Viljo”. Metsäntutkimuslaitoksen tiedon- antoja 134. 66 s.
- Parviainen, J., Sokkanen, S. & Ruotsalainen, M. 1985. Metsän uudistamisen vaihtoehtoja vertaileva laskentaohjelma “Viljo”. Metsäntutkimuslaitoksen tie- donantoja 179. 93 s.
- Peiponen, P. 1991. Äestysten ja siemenpuuston vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen Kuusamossa. Metsänhoitotieteen pro gradu -työ. Joensuun yli- opisto. 56 s.

- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. *Acta Forestalia Fennica* 35(1). 235 s.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kiviilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 46(1). 146 s.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwäldern Südfinnlands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 255 s.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistamisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- Sarvas, R. 1962. Männyn kukkiminen ja siemensato. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* (12): 473–475.
- Talousneuvosto. 1964. Talousneuvoston mietintö lähivuosien kasvupolitiikasta. Komiteamietintö 1964: A 16. 139 s. Liite 1. Ervasti, S., Heikinheimo, L., Holopainen, V., Kuusela, K. & Sirén, G. Suomen metsien kehitys vuosina 1964 - 2000. s. 79–103.
- Talousneuvosto. 1969. Ervasti, S., Heikinheimo, L., Kuusela, K. & Mäkinen, V. Suomen metsä- ja puutalouden tuotantomahdollisuudet vuosina 1970 - 2015. *Moniste*. 172 s.
- Talousneuvosto. 1985. *Metsä 2000 -ohjelma*. 53 s.
- Tapio. 1987. Yksityismetsien käsittelyohjeet. 24 s.
- Tapio. 1989. *Metsänhoitosuosituks*. 55 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 Heideböden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(4). 206 s.
- Tertti (Hertz), M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 20(2). 98 s.
- Tertti (Hertz), M. 1938a. Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. *Metsänhoitajien jatkokurssit I. 1935. Silva Fennica* 37: 87–96.
- Tertti (Hertz), M. 1938b. Miksi metsä ei ole uudistunut. *Keskusmetsäseura Tapio*. Helsinki. 30 s.
- Tolonen, J. 1990. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Vuolijoen, Kainuun metsälautakunnan eteläosassa. *Metsänhoitotieteen pro gradu -tutkielma*. Helsingin yliopisto. 115 s.
- Turtiainen, M. & Valtanen, J. 1970. Metsäaurauksen vaikutus maan lämpötilaan. *Metsä ja Puu* (12): 10–13.
- UPM-Kymmene. 1996. *Metsän uudistaminen*. Koria. 64 s.

- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(3). 133 s.
- Valtanen, J. 1972. Laikutettujen siemenpuuasentojen inventointituloksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta v. 1971. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2(5). 12 s.
- Valtanen, J. 1976. Metsänuudistamisen suunnanmuutoksia. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 15. 15 s.
- Valtanen, J. 1983. Muokkaustavat ja metsänuudistamisen tulos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119. s. 63–72.
- Valtanen, J. 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158. s. 37–50.
- Valtanen, J. 1985. Muokattujen alueiden luontainen taimettuminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 58-67.
- Valtanen, J. 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 503. 65 s.
- Valtanen, J. & Lehtosaari, A. 1991. Männyn uudistumiseen vaikuttavista tekijöistä Siikalatvan alueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 388. 127 s.
- Viro, P.J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stones. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(3). 23 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1961. Taimien synty ja ensi kehitys uudistumisen kriisivaiheessa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* (6-7): 237–240.

Liitteet

Liite 1. Muokkausjäljen osapinta-alat vuonna 1984 (m²/ha).

Paikkakunta Muokkaustapa	Vako	Piennar	Palle	Yhteensä	Luonnonp.
1. Lestijärvi					
Äestys	1787	.	1899	3686	6314
Aurus	888	952	3001	4841	5159
2. Pyhäntä					
Äestys	2038	.	2536	4574	5426
Aurus	1136	1306	3882	6324	3676
3. Muhos					
Äestys	1654	.	1837	3491	6509
Aurus	1287	2084	4176	7547	2453
4. Kuhmo					
Laikutus	954	.	411	1365	8635
Aurus	954	1866	2938	5758	4242
5. Taivalkoski					
Äestys	1439	.	2164	3603	6397
Aurus	1406	1382	2666	5454	4546
Keskiarvo					
Laikutus (Kuhmo)	954	.	411	1365	8635
Äestys	1730	.	2109	3839	6161
Aurus	1134	1518	3333	5985	4015

Liite 2. Männyntaimien määrä pitäjittäin eri inventoinneissa.

	3	5	Ikä, v. 7	12	15
<i>Nollamuokkaus</i>					
Lestijärvi	..	269	1022	1644	1135
Pyhäntä	..	1284	2178	2070	1822
Muhos	..	7401	10773	11267	9718
Kuhmo	..	272	1044	1222	931
Taivalkoski	..	424	289	733	1115
Keskiarvo	..	1930	3061	3387	2944
<i>Äestys, Kuhmossa laikutus</i>					
Lestijärvi	28106	7363	9055	8748	3256
Pyhäntä	19043	5167	5859	6401	3614
Muhos	20211	24479	20121	25810	11303
Kuhmo	4419	3777	3807	4989	1925
Taivalkoski	196	637	847	4783	2626
Keskiarvo	14395	8285	7938	10146	4545
<i>Auraus</i>					
Lestijärvi	27334	11466	11843	9389	4070
Pyhäntä	10356	7116	9571	9872	5946
Muhos	23460	39388	54759	37283	13921
Kuhmo	7187	14647	16651	13412	2784
Taivalkoski	559	870	1720	19293	11193
Keskiarvo	13779	14697	18909	17850	7583

Liite 3. Männyn taimimäärät poistokaistoittain ja muokkauksittain eri pitäjissä. Ikä 15 v. *Vinotekstillä* merkitty vuosiluku on ensimmäinen siemenpuitten poiston jälkeinen kasvukausi.

Paikkakunta Muokkaustapa	1	Poistokaista 2	3	Keskiarvo
Lestijärvi	1980	1985	1991	
Nolla	1726	1244	600	1190
Äestys	2190	2944	4888	3896
Aurus	4338	3400	3625	3788
Pyhäntä	1981	1986	1991	
Nolla	2000	1962	1490	1817
Äestys	3864	3924	3900	3896
Aurus	6443	5173	5390	5669
Muhos	1980	1985	1990	
Nolla	13140	7260	5100	8500
Äestys	12720	10800	10067	11196
Aurus	12686	15657	11971	13438
Kuhmo	1980	1985	1990	
Nolla	447	1453	907	936
Laikutus	1421	2365	1965	1917
Aurus	2576	2808	2283	2556
Taivalkoski	1988	1993	(1998)	
Nolla	1263	1163	900	1109
Äestys	3689	1478	2644	2604
Aurus	13000	10259	10671	11310
Keskiarvo, paikkakunnat				
Lestijärvi	2601	2529	3038	2958
Pyhäntä	2148	3686	3593	3794
Muhos	12849	11239	9046	11045
Kuhmo	1482	2209	1718	1803
Taivalkoski	5984	4300	4738	5008
Keskiarvo	5013	4793	4427	4744/4922

ylhäältä alas laskien

Liite 4. Taimien sadannesosuudet muokkausosapinnoilla vuonna 1984.

<i>Muokkaustapa</i> Paikkakunta	Vako	<i>Osapinta</i> Piennar	Palle	Nolla	Kaikki
<i>Äestys</i>					
Lestijärvi	84	.	9	7	100
Pyhäntä	74	.	15	10	100
Muhos	60	.	15	25	100
Kuhmo, laikutus	78	.	4	18	100
Taivalkoski	70	.	17	12	100
Keskiarvo	73	.	12	14	100
Taimia keskimäärin	5664	.	1025	1447	8136
<i>Auraus</i>					
Lestijärvi	43	36	15	6	100
Pyhäntä	39	39	15	6	100
Muhos	30	42	26	2	100
Kuhmo	40	46	13	1	100
Taivalkoski	31	38	22	9	100
Keskiarvo	37	40	19	4	100
Taimia keskimäärin	6684	8019	4185	491	19379

Liite 5. Lehtipuitten taimien määrä. Ikä 15 v.

Muokkaustapa	Siemenpuuston tiheys, kpl/ha			Keskiarvo	Suhde
	20	40	80		
<i>Rauduskoivu</i>					
Muokkaamaton	71	91	170	111	100
Äestys	221	563	406	397	358
Auraus	1363	2673	1463	1833	1651
Keskiarvo	552	1109	679	780	703
<i>Hieskoivu</i>					
Muokkaamaton	5804	4241	2542	4195	100
Äestys	6526	6276	4510	5771	137
Auraus	11188	8553	7890	9210	220
Keskiarvo	7839	6357	4981	6392	152
<i>Haapa</i>					
Muokkaamaton	2653	868	3036	2186	100
Äestys	1767	1424	1100	1430	65
Auraus	1728	1445	2444	1872	86
Keskiarvo	2049	1246	2193	1829	84
<i>Muu lehtipuu</i>					
Muokkaamaton	2037	2561	1787	2128	100
Äestys	3221	3078	2614	2971	140
Auraus	6227	4121	4399	4916	231
Keskiarvo	3828	3253	2933	3338	157

Liite 6. Männyn pituus (cm) 1982–92 muokkaustavoittain eri paikkakunnilla.

Paikkakunta Muokkaustapa	Inventointivuosi			
	1982	1984	1988	1992
Lestijärvi				
Nolla	22	23	80	117
Äestys	9	16	57	114
Aurus	10	16	61	124
Pyhäntä				
Nolla	13	23	71	124
Äestys	7	18	68	140
Aurus	6	13	56	156
Muhos				
Nolla	20	16	51	97
Äestys	9	15	40	91
Aurus	8	12	46	133
Kuhmo				
Nolla	19	12	42	60
Laikutus	10	14	51	97
Aurus	7	10	30	98
Taivalkoski				
Nolla	22	17	27	36
Äestys	5	7	18	36
Aurus	7	11	41	32
Keskiarvo, paikkakunnat				
Lestijärvi	13	18	66	119
Pyhäntä	9	18	65	140
Muhos	12	14	46	107
Kuhmo	12	12	41	85
Taivalkoski	10	10	20	35
Keskiarvo, muokkaukset				
Nolla	19	18	54	87
Äestys	8	14	47	96
Aurus	7	11	41	109
Keskiarvo	11	15	47	97

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa aiemmin ilmestyneitä julkaisuja (Muhoksen tutkimusasema):

- Nro 206 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1985. Kannuksen ja Muhoksen tutkimus-
asemien yhteinen julkaisu.
- Nro 222 Matti Oikarinen ja Yrjö Norokorpi. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimi-
koiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. 1986.
- Nro 255 Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986.
- Nro 281 Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen. Kasvihuonekokeita erilais-
ten jäteaineiden vaikutuksesta hieskoivun alkukehitykseen turvealustalla.
1987.
- Nro 290 Pentti Niemistö. KTP-84 tiedonkeruupäätteen metsässä kerättävän tiedon tal-
lennusvälineenä. 1988.
- Nro 295 Metsäntutkimuspäivä Kärsämäellä 1987. 1988.
- Nro 299 Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen (toim.). Ekologisten ja ekofysiologisten
tutkimusten painopistealueet ja mittausvälineiden tarve metsänhoidon tut-
kimusosastolla. 1988.
- Nro 327 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1988. 1989.
- Nro 361 Metsäntutkimuspäivät Oulussa 1989. 1990.
- Nro 381 Jukka Valtanen. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla
1970-luvulla. 1991.
- Nro 387 Metsäntutkimuspäivät Haapajärvellä 1990. 1991.
- Nro 388 Jukka Valtanen ja Arne Lehtosaari. Männyn uudistumiseen vaikuttavat te-
kijät Siikalatvan alueella. 1991.
- Nro 389 Matti Oikarinen. Suomussalmen männynviljelyinventointi. 1991.
- Nro 419 Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. 1992.
- Nro 432 Pentti Niemistö. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. 1992.
- Nro 461 Eero Kubin. Metsäekologisen havaintoverkoston kehittäminen. 1993.
- Nro 464 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. 1993.
- Nro 499 Jorma Issakainen, Mikko Moilanen & Klaus Silfverberg. Turvetuhkan vaiku-
tus männyn kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla rämeillä. 1994.
- Nro 503 Jukka Valtanen. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. 1994.
- Nro 508 Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1993. 1994.
- Nro 520 Riikka Repo ja Jukka Valtanen. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä - mätäs-
tyksen perusteet. 1994.
- Nro 528 Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Uudisojituksen ja lannoituksen keski-
näisen ajoituksen vaikutus puuston kehitykseen rämeillä. Summary: The
importance of the mutual timing of ditching and fertilization to the growth
increase of tree stands on pine mires. 1994.
- Nro 533 Jukka Valtanen. Pohjois-Suomen suuret avohakkuut 1946-70. Yhteiskunnal-
linen tausta, toteutus ja vaikutukset. 1994.
- Nro 550 Jukka Valtanen. Koekentiltä käytäntöön. Muhoksen tutkimusasema 1969-94.
1995.
- Nro 551 Jukka Valtanen (toim.). The natural regeneration of forests in Finland and
Russian Karelia. 1995.
- Nro 552 Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. 1995.
- Nro 598 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1995. 1996.
- Nro 608 Jukka Valtanen ja Tapani Tasanen. Männyn viljelytavan valinta. 1996.
- Nro 666 Eero Kubin, Jorma Pasanen ja Pentti Savilampi. Korkeiden alueiden metsien
uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. 1997.
- Nro 668 Pentti Niemistö ja Tuula Väärä (toim.). Rauduskoivu tänään — ja tulevaisuu-
dessa. Tutkimuspäivä Tampereella 12.3.1997. 1998.
- Nro 674 Mikko Moilanen, Pekka Pietiläinen ja Tuula Väärä (toim.). Metsäntutkimus-
päivä Pyhäsalmeilla 1996. 1998.
- Nro 687 Samuli Kempainen, Harri Lippo, Risto Hiljanen ja Pirkko Selin. Haihdutus ja
maaperäimeytys turvetuotannon vesienkäsittelyssä. 1998.
- Nro 699 Ari Meriläinen, Marja-Leena Piironen, Pentti Niemistö ja Irene Murtovaara
(toim.). Metsätalouden kestävyys ojitusalueilla ja puuvarojen hyödyntämi-
nen Pohjanmaalla. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1998. 1998.

ISBN 951-40-1634-3
ISSN 0358-4283