

Paula Jylhä

Nuorten metsien metsänhoidollinen tila ennen kunnostushakkuuta ja sen jälkeen Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla

Jylhä, P. 1995. Nuorten metsien metsänhoidollinen tila ennen kunnostushakkuuta ja sen jälkeen Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla. Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 1995(1): 3–20.

Tutkimuksessa inventoitiin 26 mäntyvaltaista ja 17 hieskoivuvaltaista nuoren metsän kunnostuskohdetta Keski-Pohjanmaalla. Tavoitteena oli arvioida ylitiheänä kasvaneiden puustojen elpymiskykyä kunnostushakkuiden jälkeen sekä kuvailla kunnostushakkuutarpeeseen vaikuttavia tekijöitä.

Runkolukuohjeet soveltuivat pohjapinta-alamalleja paremmin hoitotarpeen arviointiin, sillä puustot olivat epätasaisia ja pieniläpimittaisia. Hakkuupoistuma oli keskimäärin 37 m³/ha, josta ainespuuta oli 21 m³/ha. Puuston tilavuudesta poistettiin keskimäärin kolmasosa, voimakaimmin käsitellyillä kohteilla yli 60 %. Elävän latvuksen osuus puun pituudesta pieneni kasvatustiheyden noustessa. Suuri osa metsäojista oli kiireellisen kunnostuksen tarpeessa, joten voimakkaat harvennukset voivat aiheuttaa huomattavia kasvutappioita, ellei ojastoja kunnosteta. Merkittävimmät puiden ulkoista laatua heikentävät tekijät olivat mäntyjen oksikkuus ja koivujen mutkaisuus.

Asiasanat: kunnostushakkuu, ensiharvennus, latvussuhde, metsänhoito, metsäojitus
Kirjoittajan yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, PL 44, 69101 Kannus. Faksi (968) 871 164, sähköposti paula.jylha@metla.fi
Hyväksytty 3.3.1995

Merkinnät

- $d_{1,3}$ = rinnankorkeusläpimitta (mm)
 d_k = kantoläpimitta (mm)
 D = aritmeettinen keskiläpimitta rinnankorkeudelta (cm)
 G = pohjapinta-ala rinnankorkeudelta (m^2ha^{-1})
 RL = runkoluku (kpl/ha)
 a = kerroin
 b = kerroin
 df = jakauman vapausasteluku
 sd = keskihajonta
 n = havaintojen lukumäärä
 p = havaittu merkitsevyystaso
 R = korrelaatiokerroin
 R^2 = selitysaste
 SE = estimaatin keskivirhe
 \bar{x} = keskiarvo

1 Johdanto

Hakkuumahdollisuudet ovat lisääntyneet metsänparannustyön ansiosta huomattavasti, mutta puun käyttö ei ole lisääntynyt samassa suhteessa. Puuvarojen vajaakäyttö kohdistuu pääasiassa ensiharvennuspuustoihin, joiden puunkorjuun yksikkökustannukset ovat selvästi päätehakkuuleimikoita suuremmat (Harvennushakkuiden ... 1992). Vaikeiden puunkorjuuolojen vuoksi etenkin suometsien harvennuspinta-alat ovat jääneet tavoitteista. Suometsien puunkorjuuta vaikeuttavat maaston huono kantavuus, ojaverkosto, pieni rungon keskikoko, alhainen hakkuukertymä, pienpuuston suuri osuus sekä puuston epätasainen jakaantuminen (Eeronheimo 1991, Hökkä ja Laine 1988, Penttilä ja Pohjola 1985, Pohjola 1983). Lisäksi taimikonhoidon laiminlyönnit heikentävät ensiharvennuspuustojen markkinakelpoisuutta.

Hoitohakkuiden laiminlyönti pienentää tulevia hakkuumahdollisuuksia, sillä puuston järeytymisen hidastuu, metsien elinvoima heikkenee, luonnonpoistuma lisääntyy, puutavaralajirakenne muuttuu epäedulliseen suuntaan, korjuun kustannukset nousevat ja metsien tuottoarvo alenee (Hakkila

1992, Harvennushakkuiden ... 1992, Metsänparannustyöryhmän muistio 1994).

Metsävarojen vajaakäyttö vaikutti osaltaan siihen, että metsänparannustyön painopiste siirtyi metsänparannuslain uudistuksessa puuntuotannon tehostamisesta metsien hoidon ja käytön edistämiseen. Ylitiheidin ja pystyleimikkoina markkinakelvottomien nuorten kasvatusmetsien kunnostushakkuita on tuettu metsänparannusvaroin vuoden 1993 alusta alkaen. Nuoren metsän kunnostus jaettiin raivaukseen ja harvennukseen keväeseen 1995 saakka, jonka jälkeen raivausta ei ole enää tehty metsänparannustyönä. Raivauksessa kaadetaan pääasiassa kasvatettavan puuston kehittymistä ja koneellista puunkorjuuta haittaavaa riukuuntunutta puustoa. Harvennuksessa poistetaan pienpuuston lisäksi myös kuitupuun mitat täyttävää puuta. Tällöin puusto hakataan metsänhoito-ohjeiden mukaiseen kasvatustiheyteen, ellei metsän tila edellytä jättämään suurempaa tiheyttä (Nuoren metsän ... 1993).

Viivästyneiden ensiharvennusten vaikutuksia metsiköiden tuotokseen ei juuri tunneta. Puuston elpymiskykyä voidaan kuitenkin arvioida epäsuorasti kunnostuskohteiden metsänhoidollisen tilan perusteella. Aikaisemmissa ojitusaluepuustojen metsänhoidollista tilaa koskeissa julkaisuissa ei ole selvästi määritelty käsitteen *metsänhoidollinen tila* sisältöä. Keltikankaan ym. (1986) valtakunnallisessa ojitusalueinventoinnissa metsänhoidollista tilaa kuvattiin puuston kehitysluokalla, ravinneta- loudella, edellisellä hakkuulla, metsänhoitotoimenpiteiden tarpeella, alikasvoksen määrällä ja tuhoilla. Rantonen ja Päivänen (1989) arvioivat ojitusaluiden kasvatusmetsien metsänhoidollista tilaa puunkorjuun jälkeen ojien ja korjuu-urien osuuk- sien, ojien kunnan, puusto- ja maaperävaurioiden, jäävän puuston puulajien, runkoluvun, pohjapinta- alan ja puuston profiilin sekä hakkuupoistuman ja tuulenkaatojen esiintymisen perusteella. Valtakun- nan metsien inventoinnissa laadultaan hyviksi ar- vioiduissa metsiköissä puulaji on kasvupaikalle so- piva ja metsikön käsittely on ollut hyvän metsän- hoidon vaatimusten mukaista. Tällöin puuston tär- kein osa, vallitsevat latvuserrokset, muodostavat runkolukuna tai pohjapinta-alana mitattuna riittä- vän tiheän ja tasaisen metsikön, eikä ylitiheys hait- taa metsikön kehittymistä. Mm. paksuuskasvun sel-

vä taantuminen, tupsulatvaisuus ja ylitiheydestä johdettu tuhojen lisääntyminen ovat merkkejä nuorten metsien hoidon laiminlyönneistä (Valtakunnan metsien ... 1991).

Tässä tutkimuksessa selvitetään nuorten metsien puuston rakennetta ja kasvatuskelpoisuutta käyttäen pääasiassa edellä kuvattujen tutkimusten lähestymistapoja. Hakkuun jälkeisen metsänhoidollisen tilan tarkastelu on keskeisintä, mutta myös hakkuuta edeltävää tilaa käsitellään, jotta puuston elpymiskyvystä saataisiin mahdollisimman luotettava arvio.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusmetsiköt

Aineistona olivat Keski-Pohjanmaan metsälautakunnassa kesäkuun 1993 alkuun mennessä hyväksytyt, vähintään hehtaarin suuruiseksi ilmoitetut turvemaiden nuoren metsän kunnostuskuviot. Tutkimusaineistoksi valittiin Kannuksen ja lähikuntien (Alavieska, Toholampi, Ullava ja Ylivieska) kunnostuskohteet. Tiedot kohteista saatiin metsälautakunnan hankerekisteristä ja metsänhoitoyhdistysten ilmoituksista. Pinta-ala- ja kasvupaikkavaatimukset täyttäviä kohteita löytyi yhteensä 54. Maastotarkastuksen jälkeen niistä hylättiin 11 metsikköä seuraavista syistä: entinen niitty tai pelto (3 kpl), kuvionraja epävarma (4 kpl), vanha hakkuutyömaa (1 kpl), vaikeasti saavutettava paikka (1 kpl), kuvion mitattu pinta-ala alle 0,5 ha (1 kpl) ja sijainti turkistarhan vieressä (1 kpl).

Metsälautakunnan arkistotietojen mukaan inventoitujen alueiden ojitukset oli yhtä poikkeusta lukuun ottamatta toteutettu metsänparannushankkeenä, pääasiassa 1960- ja 70-luvuilla (taulukko 1). Muutamilla kohteilla oli näkyvissä merkkejä myös vanhemmista ojituksista. Puusto oli luontaisesti syntynyt kaikissa metsiköissä.

Vuonna 1993 Keski-Pohjanmaan metsälautakunnassa kunnostettiin metsänparannusvaroilla nuoria metsiä yhteensä 2 796 ha, joka jakaantui lähes tasan raivauksen ja harvennuksen kesken. Tässä tutkimuksessa inventoitu kunnostushakkuupinta-ala oli

yhteensä 74,7 ha. Keskimääräinen metsikkökuvion koko oli 1,7 ha pienimmän mitatun kuvion ollessa 0,6 ha ja suurimman 5,6 ha. Pinta-alasta oli metsänparannusavustusten tilityksessä luokiteltu 69 % harvennukseksi ja 31 % raivaukseksi. Kunnostushakkuu oli kaikissa tapauksissa tehty käsityövaltaisilla menetelmillä.

2.2 Mittaukset

Metsikkökuviot inventoitiin kesä-elokuussa 1993 linjoittaisella ympyräkoalamittauksella. Tavoitteena oli mitata kultakin kuviolta vähintään 100 puuta runkolukusarjan ja puuston rakenteen määrittämiseksi, joten mitattavien koalojen luku määräytyi silmämääräisesti arvioidun runkoluvun perusteella. Pinta-alaltaan 50 m²:n koalat sijoitettiin tasavälein sarkojen poikki kulkeville linjoille. Pääsääntöisesti linjaväli oli sama kuin koalaväli, mutta pitkillä ja kapeilla kuvioilla linjaväliä pidennettiin ja koalaväliä lyhennettiin. Koalojen lukumäärä metsikkökuvioilla vaihteli 9:n ja 17:n välillä.

Kuvioittain arvioitiin metsikön aiempi käsittely, hakkuutapa ja hakkuuvuosi.

Kultakin koalalta mitattiin sen keskipisteen etäisyys lähimmästä ojasta metrin tarkkuudella. Ojien kunto arvioitiin soveltaen Penttilän ja Honkasen (1986) ja Keltikankaan ym. (1986) käyttämää luokitusta. Koalan turpeen paksuus määriteltiin mittamalla kerroksen paksuus desimetrin tarkkuudella 2–3 kohdasta koalan keskeltä. Alle 13 dm pitkistä elinvoimaisista taimista laskettiin lukumäärä ja arvioitiin keskipituus. Koalalta määritettiin kuivatusaste, kasvupaikkatyypin ja alkuperäinen suotyyppi (ks. Penttilä ja Honkanen 1986). Silmämääräisesti arvioitu ajourien osuus koalojen pinta-alasta oli keskimäärin 12 % ja oja-aukkojen 1 %. Puustomittausten tulokset koskevat kuvion koko pinta-alaa.

Koalan kaikista yli 13 dm pitkistä puista kirjattiin puulaji, puujakso ja puustoryhmä sekä mitattiin rinnankorkeusläpimitta millimetrin tarkkuudella (ks. Penttilä ja Honkanen 1986). Koepuina mitattiin puulajeittain joka viides puu sekä lisäksi yhden puulajin koalalla kaksi paksuinta puuta tai useamman puulajin koalalla läpimitan perusteella kahdesta puulajista paksuimmat puut. Koepuista määritettiin Penttilän ja Honkasen (1986) esittämällä

Taulukko 1. Inventoitujen kunnostushakkuukuvioiden yleistiedot ja lähtöpuuston puustotunnuksia.

Kuvio n:o	Sijainti ¹⁾	Ojitusvuosi	Ravinteisuus-taso ²⁾	Käsittely ³⁾	Runkoluku, kpl ha ⁻¹ Yht. d _{1,3} > 3cm		Pääpuulaji ⁴⁾	Ppa, m ² ha ⁻¹	Valtapituus, m
1	Kan	1968	ps & p	h	4857	3114	mä	14,4	10,3
2	Kan	1968	ps & p	h	3554	2492	mä	22,3	11,4
3	Kan	1973	ps & p	r	4754	2246	mä	12,9	12,1
4	Kan	1973	ps & p	r	5569	2877	mä	16,6	12,1
5	Kan	1970	ps & p	h	8000	4246	mä	19,2	11,5
6	Kan	1970	ps & p	h	6500	3400	mä	14,3	10,8
7	Kan	1971	ps & p	h	7653	3345	mä	16,4	12,1
8	Kan	1971	ss & m	h	9217	5150	hk	24,9	12,3
9	Kan	1972	ss & m	h	5046	2939	mä	24,3	13,1
10	Kan	1972	ps & p	h	4214	2071	mä	16,8	12,2
11	Kan	1970	ps & p	h	6133	4111	hk	16,5	10,3
12	Kan	1970	ru	h	5459	3941	hk	30,8	15,0
13	Kan	1969	ss & m	h	6600	4400	mä	27,6	12,6
14	Kan	1971	ss & m	h	11431	4800	hk	22,2	13,5
15	Kan	1970	ps & p	h	5133	3333	mä	23,7	14,9
16	Kan	1970	ps & p	h	6033	4033	hk	23,3	13,3
17	Kan	1968	ss & m	h	8636	4709	hk	19,8	13,2
18	Ull	1969	ru	r	4911	3089	mä	25,3	16,7
19	Ull	1973	ps & p	h	6564	4036	hk	24,0	13,9
20	Ull	..	ps & p	h	4600	2787	hk	18,7	13,0
21	Ull	1969	ps & p	r	5077	1785	mä	22,1	15,2
22	Ull	1972	ps & p	h	6800	3822	mä	21,8	15,1
23	Ull	1969	ps & p	h	10455	5600	hk	20,8	11,7
24	Toh	1970	ps & p	r	5133	2587	mä	14,8	11,3
25	Toh	1965	ps & p	r	9340	5680	hk	19,3	12,0
26	Toh	1973	ps & p	h	6415	2492	mä	13,7	11,3
27	Toh	1964	ss & m	r	5493	3347	mä	32,5	16,1
28	Toh	1964	ss & m	r	8309	4873	mä	33,7	15,3
29	Toh	1973	ps & p	r	3229	1786	hk	9,8	13,0
30	Ala	1970	ps & p	r	7280	4787	mä	24,6	12,0
31	Ala	1968	ss & m	r	9420	4940	mä	20,9	11,1
32	Ala	1976	ps & p	r	7650	3933	mä	24,4	12,8
33	Ala	1971	ps & p	r	6417	2583	mä	15,0	10,4
34	Ala	1972	ps & p	r	4892	2015	mä	11,4	9,8
35	Ala	1976	ps & p	h	5262	2800	mä	15,5	11,1
36	Yli	1971	ru	h	3550	2250	hk	18,9	13,4
37	Yli	1980	ps & p	h	8739	5015	hk	29,5	14,4
38	Yli	1985	ru	r	8913	5488	mä	26,8	13,9
39	Yli	1965	ps & p	h	7967	4933	hk	25,3	15,0
40	Yli	1973	ps & p	h	7420	4000	hk	24,2	14,4
41	Yli	1964	ru	h	5050	3650	hk	26,2	15,1
42	Yli	1969	ps & p	r	5043	2514	mä	19,0	14,6
43	Yli	1964	ss & m	h	2880	2147	hk	16,0	14,5

1) Kan = Kannus, Ull = Ullava, Toh = Toholampi, Ala = Alavieska, Yli = Ylivieska

2) ru = ruohoinen, ss & m = suursarainen ja mustikkainen, ps & p = piensarainen ja puolukkainen

3) h = harvennus, r = raivaus

4) mä = mänty, hk = hieskoivu

Taulukko 2. Mitattujen puiden lukumäärät puulajeittain.

	Koepuut, kpl	Lukupuut, kpl	Kannot, kpl	Yht.
Mänty	1043	1916	2582	5541
Kuusi	150	457	425	1032
Rauduskoivu	0	0	5	5
Hieskoivu	771	1431	7982	10184
Haapa	0	2	23	25
Leppä	6	27	226	259
Muut lehtipuut	2	23	225	250
Yht.	1972	3856	11468	17296

tavalla tekninen laatu, latvuksen tila, latvuksen muoto sekä mahdollisen tuhon ilmiasu, syy ja aste. Lisäksi mitattiin koepuiden pituus, latvusraja ja kantoläpimitta ylimmän kaatoa haittaavan juureniskan korkeudelta. Sekä rinnankorkeus- että kantoläpimitat mitattiin kahdesta toisistaan vastaan kohtisuorasta suunnasta. Koealan kaikista vähintään 20 mm:n kannoista määritettiin puulaji ja mitattiin läpimitta kuten koepuilla. Pienemmistä kannoista kirjattiin ainoastaan lukumäärä. Yhteensä kantoina ja pystypuina mitattiin lähes 17 300 puuta 548 koealalta (taulukko 2).

2.3 Tulosten laskenta

Hakkuupoistuman selvittämiseksi määritettiin kantoläpimitan (d_k) ja rinnankorkeusläpimitan ($d_{1,3}$) suhteen ilmaiseva regressioyhtälö:

$$d_{1,3} = a + b \cdot d_k \quad (1)$$

Puulajeittain laskettujen regressioyhtälöiden ker-

toimet olivat samat männyllä ja kuusella, eikä muita lehtipuita kuin koivuja ollut riittävästi omien regressioyhtälöiden laskentaan, joten poistettujen puiden rinnankorkeusläpimittojen estimaattien laskennassa käytettiin taulukossa 3 ilmoitettuja kertoimia. Kannoista muodostui siten oma lukupuuaineisto.

Puutunnukset laskettiin Koalojen peruslaskentaohjelmalla (KPL) Heinosen (1994) kuvaamalla tavalla. Laskennassa käytettiin männylle ja koivulle kunkin kuvion omia koepuita. Kuusikoepuita ja muita lehtikoepuita kuin koivuja ei ollut riittävästi kuviokohtaisten tasoitusfunktioiden laskemiseen, minkä vuoksi näille kahdelle ryhmälle laskettiin tasoitusfunktiot koko aineistosta. KPL-ohjelman tuottamassa puukohtaisessa aineistossa jokaisella puulla oli tunnistetietojen ja rinnankorkeusläpimitan lisäksi pituus ja latvusraja sekä runko- ja ainespuutilavuudet. Koepuilla oli lisäksi subjektiivisiin luokituksiin perustuvia teknistä laatua, latvusta ja tuhoja kuvaavia tietoja. Lukupuiden pituuden laskennassa sovellettiin Näslundin pituusmallia, ja latvusrajojen estimaatit laskettiin puulajin ja rinnankorkeusläpimitan funktiona. Runko- ja ainespuutilavuudet laskettiin puulajin, rinnankorkeusläpimitan ja pituuden funktiona käyttäen Laasasenahon (1976, 1982) tilavuusyhtälöitä. Runkojen apterauksessa kuitupuun vähimmäisläpimittana oli 7 cm kuoren päältä ja pölkyn ohjepituutena 3,0 m. Ainespuun mitat täyttävistä lehtipuista ainoastaan koivu apteerattiin kuitupuuksi. Hakkuupoistuman tukkipuun mitat täyttävät rungot apteerattiin kuitupuuksi. Mittausaineiston ja pituusmallien yhteensopivuus varmistettiin KPL-ohjelmistoon kuuluvalla graafisella tarkastelulla. Kuviokohtaisten tunnusien laskentaan ja aineiston jatkokäsittelyyn käytettiin BMDP-ohjelmistoa. Muista puustotunnuksista

Taulukko 3. Parametrit kantoläpimitan (d_k) ja rinnankorkeusläpimitan ($d_{1,3}$) väliselle regressiolle $d_{1,3} = a + b \cdot d_k$ sekä tilastollisia tunnuslukuja.

Puulajiryhmä	Parametrit			Tilastolliset tunnusluvut			
	a	b	n	R ²	F	p	SE
Havupuut	-5,1972	0,7821	1176	0,986	80043	< 0,001	0,0028
Lehtipuut	-3,4439	0,7949	773	0,979	36393	< 0,001	0,0041

poiketen valtapituus laskettiin suoraan kuviokoh-
taisuena tunnuksena KPL-ohjelmalla.

Jatkossa kaikkia lehtipuita käsiteltiin yhtenä ryh-
mänä, sillä lehtipuut olivat valtaosin hieskoivua.
Muiden kuin koivujen (haapa, leppä ym.) osuus
kaikkien lehtipuiden yhteisestä tilavuudesta oli läh-
töpuustossa 4,2 %, hakkuupoistumassa 5,8 % ja
jäävässä puustossa 0,6 %. Kuuset olivat valtaosin
alikasvoksia.

Tutkimusten vertailtavuuden vuoksi tuloksissa
ovat mukana vain rinnankorkeudelta yli 3 cm puut,
ellei toisin mainita. Puiden ulkoiseen laatuun, lat-
vusten tilaan ja tuhoihin liittyvät tulokset eivät kos-
ke alikasvokseksi ja ylispuiksi luokiteltuja puita.

Varianssianalyysillä tarkasteltiin kunnostushak-
kuukäsittelyn, taimikonhoidon, kasvupaikan ja pää-
puulajin vaikutusta keskimääräisten kuvioittaisten
puustotunnusten selittäjänä. Varianssien yhtäsuu-
ruus tutkittiin Levene'n testillä ja Tukey'n testiä
käytettiin puustotunnusten ryhmien välisiin vertai-
luihin (Dixon 1992, s. 201–226). Muuttujien välis-
tä lineaarista riippuvuutta mitattiin Pearsonin kor-
relaatiokertoimella. Korrelaatiokertoimien merkit-
sevyydestin luotettavuuden ehtona oleva jakaumi-
en normaalisuus varmistettiin Wilk'in testillä (Di-
xon 1992, s. 141–153). Puuston läpimittajakaumi-
en vertailu perustuu silmävaraiseen tarkasteluun.

3 Tulokset

3.1 Kasvupaikat

Alkuperäisistä suotyypeistä kangasräme oli yleis-
sin, neljänneksellä koealoista. Soista 32 %:lla tur-
vekerroksen paksuus oli korkeintaan 3 dm, 54 %:lla
3–10 dm ja 15 %:lla yli metrin. Mittausajankohta-
na 49 % kuvioista luokiteltiin kuivatusasteeltaan
turvekankaiksi, 47 % muuttumiksi ja 5 % soistu-
neiksi kankaiksi. Laskennassa korvet ja rämeet yh-
distettiin sillä korpikuvioita oli aineistossa vähän
(taulukko 4).

Puolella metsiköistä ojen kunto arvioitiin melko
huonoksi, viidesosalla huonoksi ja lopuilla tyydyt-
täväksi. Metsiköistä piirrettyjen karttojen perusteella
laskettu keskimääräinen ojatiheys oli 254 m/ha.

Taulukko 4. Tutkimusmetsiköiden jakaantuminen kasvupaikkojen pää-
tyypiryhmiin jaravinteisuusluokkiin.

Päätyyppi- ryhmä	Ravinteisuusluokka			
	Ruuhoinen	Mustikkainen ja suursarainen	Puolukkainen	Kaikki kasvupaikat
Osuus metsiköistä, %				
Korvet	33	50	27	14
Rämeet	9	17	74	81
Soist. kankaat	0	0	100	5
Kaikki päätyypit	12	21	67	100

Ojatiheydestä johdettiin Keltikankaan (1971) si-
teeraamaa laskutapaa käyttäen teoreettiseksi sarka-
väliksi 39 m.

3.2 Puustonrakenne

3.2.1 Puulajisuhteet

Valtaosa kuvioista oli sekametsiköitä. Puhtaita yh-
den puulajin metsiköitä, joissa vallitsevan puulajin
osuus on vähintään 90 % pohjapinta-alasta, oli en-
nen hakkuuta koko aineistossa vain kuusi. Näistä
männiköitä oli viisi ja hieskoivikoita yksi. Metsi-
kön pääpuulajiksi katsottiin se, jonka osuus pohja-
pinta-alasta oli suurin. Tällöin mänty oli lähtöpuus-
ton pääpuulaji 72 %:lla metsiköistä, lopuilla hies-
koivu. Hieskoivuvaltaisuus oli mäntyvaltaisuutta
yleisempää vain ruhoisilla kasvupaikoilla (tauluk-
ko 5).

Kunnostushakkuissa suosittiin mäntyä, sillä sen
keskimääräinen pohjapinta-alaosuus nousi 57 %:sta
67 %:iin. Lehtipuiden osuus pieneni vastaavasti.
Puhtaiden männiköiden lukumäärä nousi hakkuun
vaikutuksesta kahdeksaan ja puhtaiden hieskoivi-
koiden määrä säilyi ennallaan. Hakkuilla ei ollut
vaikutusta pääasiassa alikasvoksena esiintyneen
kuusen osuuteen, joka oli 3 % pohjapinta-alasta
sekä ennen hakkuuta että sen jälkeen.

Männyn suhteellinen osuus sekä lähtöpuuston että
jäävän puuston pohjapinta-alasta oli suurempi puo-
lukkaisilla ja piensaraisilla kuin sitä viljavammilla
kasvupaikoilla. Tulos ei kuitenkaan ollut tilastolli-

Taulukko 5. Metsiköiden jakaantuminen pääpuulajeittain ja kasvupaikkatyypeittäin sekä erilaisten suotyyppien esiintyminen kasvupaikkatyypiryhmien sisällä.

Kasvupaikan ravinteisuusluokka	Pääpuulaji, %:lla metsikkökuvioista				Eril. suotyyppien lukumäärä
	Lähtöpuusto		Jäävä puusto		
	Mänty	Hieskoivu	Mänty	Hieskoivu	
Ruohoiset suot ja turvekankaat	40	60	40	60	3
Suursaraiset ja mustikkaiset suot ja turvekankaat	56	44	89	11	4
Piensaraiset ja puolukkaist suot ja turvekankaat	66	35	83	17	6
Kaikki kasvupaikat	60	40	79	21	13

Taulukko 6. Runkotilavuuden ($d > 3$ cm) sekä ainespuuosuuksien kasvupaikkatyypiryhmien väliset erot.

	Kasvupaikan ravinteisuusluokka		Puolukkainen ja piensarainen		p
	Ruohoinen, mustikkainen ja suursarainen (n = 13)		(n = 29)		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
Runkotilavuus, m ³ /ha					
Lähtöpuusto	151	39	98	32	< 0,001
Jäävä puusto	95	32	70	25	0,010
Runkoluku, kpl/ha					
Lähtöpuusto	3906	1099	3393	1116	0,175
Jäävä puusto	1440	489	1552	383	0,428
Ainespuun osuus runkoluvusta, %					
Lähtöpuusto	44	16	33	8	0,005
Jäävä puusto	69	19	52	16	0,005
Ainespuun osuus tilavuudesta, %					
Lähtöpuusto	76	9	65	10	0,002
Jäävä puusto	83	8	72	12	0,004

sesti merkitsevä, sillä ryhmien sisäinen hajonta oli suurta. Suuri hajonta johtunee siitä, että samaan kasvupaikkatyypiryhmään kuului puulajisuhteiltaan erilaisia suotyyppejä (taulukko 5).

3.2.2 Kokojakauma

Hakkuuta edeltävä puuston tilavuus oli 114 m³/ha. Huomattava osa lähtöpuustosta oli pieniläpimittaista

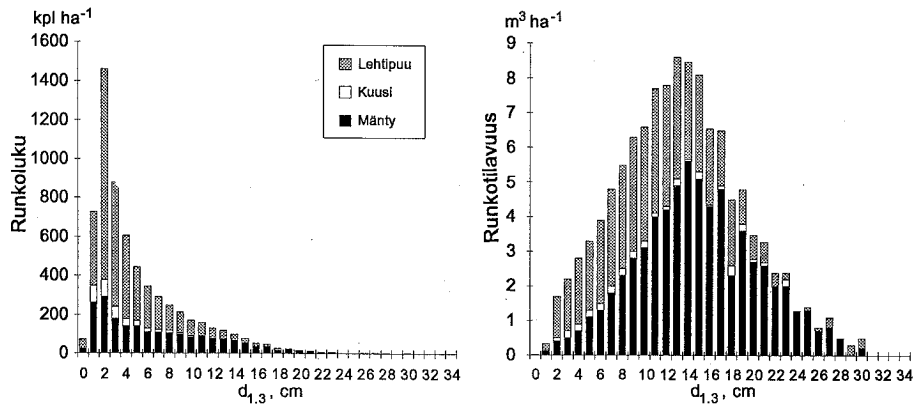
lehtipuuta, mutta männyn osuus keskimääräisestä runkotilavuudesta oli kuitenkin lehtipuita suurempi (kuva 1). Hakkuuta edeltävä kokonaisrunkoluku oli noin 6 300 kpl/ha, joista läpimitaltaan yli 3 cm:n puita oli 3 600 kpl/ha. Lähtöpuustosta puutuvat kantoläpimitaltaan alle 2 cm puut, joita oli kaadettu keskimäärin 1 450 kpl/ha. Hakkuun jälkeinen keskimääräinen runkoluku oli 2 100 kpl/ha, josta läpimitaltaan yli 3 cm puita oli 1 500 kpl/ha. Kokonaisrunkolukuun ei sisälly alle 1,3 m pitkät elinvoimaiset taimet, joita oli hakkuun jälkeen keskimäärin 450 kpl/ha.

Puolukkaisten ja sitä viljavampien kasvupaikkatyyppien välillä ei ollut merkitseviä eroja runkoluvuissa, mutta suuremman rungon keskikokoon ansiosta sekä runkotilavuus että ainespuuosuus olivat suurempia viljavilla kasvupaikoilla (taulukko 6).

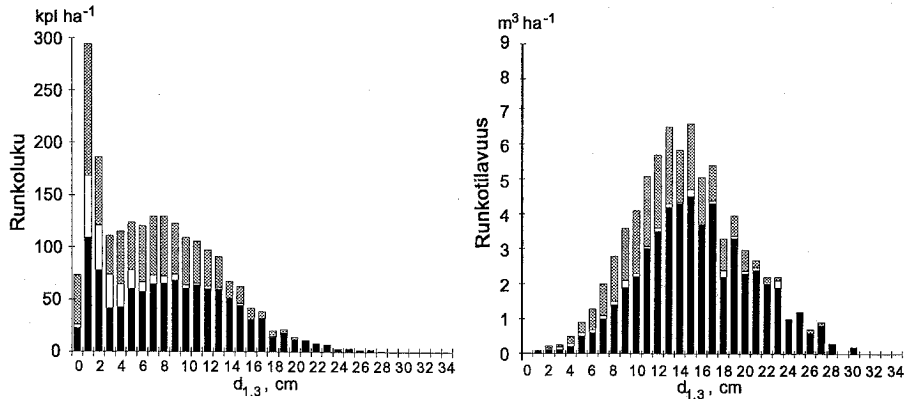
Kunnostushakkuut laskivat puuston valtapituutta keskimäärin 27 cm. Joka kymmenennessä metsikössä valtapituus laski yli metrin, enimmillään 2,2 m. Keskiläpimitta nousi 7,9 cm:stä 10,1 cm:iin (taulukko 7).

Ennen kunnostushakkuuta oli taimikonhoitoa tehty joka viidennessä metsikössä. Kolmessa tapauksessa taimikonhoidosta oli kulunut 2–5 vuotta, neljässä 6–10 vuotta ja kahdessa yli 10 vuotta. Taimikkovaiheessa hoidetuista metsiköistä oli kunnostushakkuussa raivattu kolme ja harvennettu kuusi. Lähtöpuustojen keskimääräisissä puustotunnuksissa ei ollut merkitseviä eroja aikaisemmin hoidettujen ja hoitamattomien metsien välillä. Silmämääräisen tarkastelun perusteella myöskään runkolukusarjoissa ei ollut eroja.

Lähtöpuusto



Jäävä puusto



Kuva 1. Puuston runkoluvun ja runkotilavuuden keskimääräinen jakaantuminen läpimittaluokkiin ennen hakkuuta ja sen jälkeen.

3.2.3 Metsikön sisäinen vaihtelu

Metsikön sisäistä puustotunnusten vaihtelua arviointiin laskemalla eräille tunnuksille metsiköittäin koealojen väliset variaatiokertoimet (taulukko 8). Lähtöpuusto oli merkitsevästi ($p < 0,05$) epätasaisempaa puolukkaisilla kuin sitä paremmilla kasvupaikoilla runkoluvun, tilavuuden ja pohjapinta-alan osalta. Esimerkiksi lähtöpuuston runkoluvun koealojen välinen keskihajonta oli puolukkaisilla kasvupaikoilla enimmillään 82 % metsikön keskiarvosta ja pohjapinta-alan 91 %, kun vastaavat luvut viljavammilla kasvupaikoilla olivat 46 % ja 49 %.

Variaatiokertoimien perusteella metsikön sisäinen vaihtelu lisääntyi hakkuun vaikutuksesta.

3.2.4 Kasvatettavan puuston terveys, tekninen laatu ja latvusten tila

Mäntykoepuista kolme neljäsosaa luokiteltiin ilmi-asultaan terveeksi ja lehtipuista n. 90 %. Männyillä yleisimpiä tuhoja oli neulaskato, jota esiintyi joka kymmenenellä koepuulla. Runko- ja juurivaurioita oli 6 %:lla männyistä. Lehtipuiden yleisimpiä tuhoja olivat runko- ja juurivauriot, joita oli 7 %:lla koepuista.

Taulukko 7. Puustotunnukset läpimitaltaan yli 3 cm:n puille.

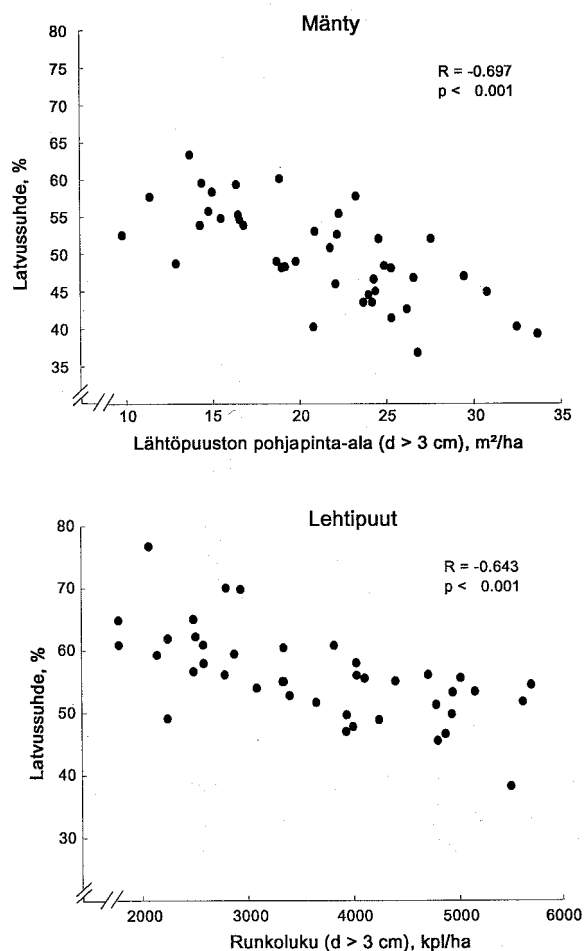
	Lähtöpuusto				Jäävä puusto			
	\bar{x}	min	max	sd	\bar{x}	min	max	sd
Runkoluku (kpl/ha)	3553	1785	5680	1123	1517	729	2533	416
Pohjapinta-ala (m ² /ha)	21,2	9,8	33,7	5,7	13,8	6,1	22,6	4
Keskiläpimitta (cm)	7,9	6,1	11,8	1,2	10,1	7,1	14,2	1,8
Valtapiuus (m)	13,0	9,8	16,7	1,7	12,7	9,8	16,2	1,8
Runkotilavuus (m ³ /ha)	114	50	219	42	78	33	161	30

Merkittävin tunnistetuista tuhon syistä mänyillä oli puiden välinen kilpailu, joka ilmeni runko- ja latvusvaurioina. Mäntykoepuilla oli puiden välisestä kilpailusta johtuvia tuhoja 6 %:lla ja puunkorjuusta aiheutuneita 3 %:lla. Lehtipuilla vastaavat luvut olivat 1 % ja 6 %. Puiden välisestä kilpailusta aiheutuvien tuhojen osuus korreloi heikosti lähtöpuuston runkoluvun kanssa. Mänyillä korrelaatiokerroin oli 0,324 ($p < 0,05$) ja lehtipuilla 0,292 ($p < 0,10$).

Mäntykoepuista 45 % luokiteltiin tekniseltä laadultaan normaaleiksi, lehtipuista ainoastaan 36 %. Mänyillä oksikkuus oli merkittävin laatua heikentävä tekijä (44 %), koivulla mutkaisuus (48 %). Puiden ulkoinen laatu ei vaihdellut kasvupaikkatyypeittäin, eikä lähtöpuuston tiheys vaikuttanut oksikkuuteen.

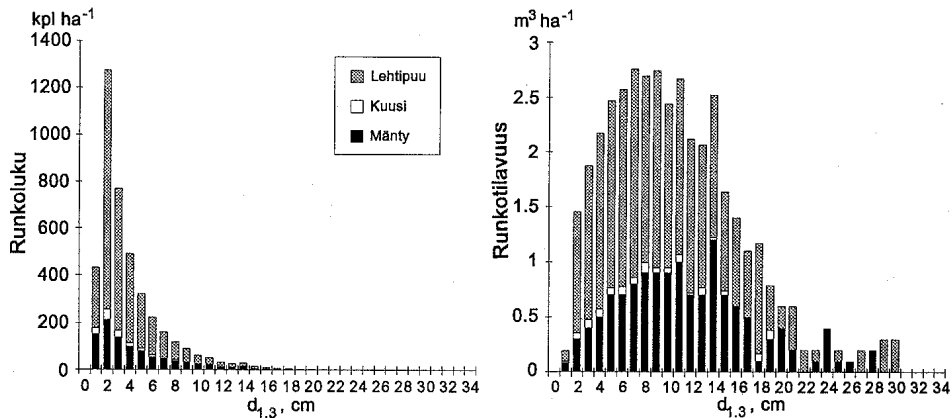
Elävän latvuksen osuus puun pituudesta pieni kasvatusiheyden noustessa (kuva 2). Mänyillä lähtöpuuston pohjapinta-alan vaikutus latvussuhteeseen oli voimakkaampi ($R = -0,697$, $p < 0,001$) kuin runkoluvun vaikutus ($R = -0,461$, $p < 0,01$). Lehtipuilla runkoluku selitti latvussuhdetta paremmin ($R = -0,643$, $p < 0,001$) kuin pohjapinta-ala ($R = -0,421$, $p < 0,01$). Männyen latvussuhteiden kuvioittainen keskiarvo oli 50 % (37–63 %, sd 6 %). Elävän latvuksen osuus oli puolukkaisilla ja pienisaraisilla kasvupaikoilla hieman suurempi kuin sitä viljavammilla kasvupaikoilla (52 % ja 47 %, df = 40, $p = 0,021$). Hieskoivun latvusosuus oli hakkuun jälkeen keskimäärin 56 % (38–77 %, sd 7 %).

Myös latvukseltaan puristuneiden (yhdelta ja kahdelta tai useammalta puolelta puristuneet) koepuiden osuus kaikista koepuista lisääntyi lähtöpuuston tiheyden lisääntyessä. Pohjapinta-alalla mitattuna



Kuva 2. Kuvioittain lasketun jäävän puuston keskimääräisen latvussuhteen riippuvuus lähtöpuuston kasvatusiheydestä.

Hakkuupoistuma



Kuva 3. Hakkuupoistuman runkoluvun ja runkotilavuuden keskimääräinen jakaantuminen läpimittaluokkiin.

tiheys lisäsi selvästi jäävien mäntyjen latvusten puristuneisuutta ($R = 0,604$, $p < 0,001$), mutta koivulla riippuvuus oli heikompi ($R = 0,371$, $p < 0,05$). Runkoluvun ja koepuiden puristuneisuuden väliset korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Puristuneiden latvusten osuus oli männyillä 50 ja lehtipuilla 55 %. Luvuissa ei ole mukana tupsu- maisiksi luokiteltuja latvuksia, joista osa saattoi olla myös puristuneita.

Elävän latvuksen alarajan kuvioittainen keskiarvo oli männyillä 4,9 m ja lehtipuilla 4,1 m. Männyllä se oli kahdessa metsikössä kolmesta vähintään 4 m ja joka neljännessä vähintään 6 m. Mäntyjä, joiden elävä latvus oli yli 4 m:n korkeudella, oli kuvioittain keskimäärin 474 kpl/ha. Näiden keskiläpimitta oli 13,6 cm, ja 79 %:lla kuvioista se oli korkeintaan 15 cm. Läpimitaltaan enintään 15 cm mäntyjä, joiden latvusraja oli yli 4 m, oli keskimäärin 335 kpl/ha.

3.3 Hakkuupoistuma

Suurin osa hakkuupoistumasta oli pieniläpimittaista lehtipuuta (kuva 3). Puita hakattiin keskimäärin 4 200 kpl/ha, joista läpimitaltaan yli 3 cm:n runkoja oli 2 000 kpl/ha. Runkolukusarjasta puuttuvat kantoläpimitaltaan alle 2 cm puut (1 450 kpl/ha).

Puuston pohjapinta-ala laski hakkuun vaikutuk-

Taulukko 8. Puustotunnusten metsikön sisäinen vaihtelu läpimitaltaan yli 3 cm:n puilla.

	Keskimääräinen variaatiokerroin		
	Lähtöpuusto	Jäävä puusto	Poistuma
Runkoluku	0,37	0,37	0,60
Runkotilavuus	0,46	0,54	0,68
Pohjapinta-ala	0,39	0,47	0,61
Keskiläpimitta	0,19	0,23	0,23
Keskkipituus	0,12	0,15	0,13

sesta 21,2 m²/ha:sta 13,4 m²/ha:iin. Pohjapinta-alan poistuma vaihteli välillä 2,3–16,0 m²/ha, mikä vastasi 8–86 m³/ha runkopuun poistumaa. Keskimääräinen 7,4 m²/ha:n poistuma vastaa 37 m³/ha runkopuuta, josta on ainespuuta 21 m³. Kaikkien kuitupuun mitat täyttävien runkojen kuvioittainen läpimittojen keskiarvo oli 11,3 cm. Mustikkaisten ja suursaraisten kasvupaikkojen keskimääräinen hakkuupoistuma (56 m³/ha) oli kaksinkertainen puolukkaisiin ja piensaraisiin kasvupaikkoihin (28 m³/ha) verrattuna ($df = 40$, $p < 0,001$). Eroa selitti hakattujen puiden suurempi koko, sillä runkoluku- poistumat eivät eronneet merkitsevästi kasvupaikkaryhmien välillä. Ainespuun osuus ruohoisten, mustikkaisten ja suursaraisten kasvupaikkojen hak-

kuupoistuman tilavuudesta oli 64 %, kun se puolukkaisilla ja piensaraisilla kasvupaikoilla oli 45 % (df = 40, $p < 0,001$).

Puuston tilavuudesta hakattiin keskimäärin 31 % (0,4–62 %, sd 13 %). Hakkuun jälkeen mäntyvaltaisiksi luokitelluissa metsiköissä puuta poistettiin vähemmän (29 % lähtöpuuston tilavuudesta) kuin koivuvaltaisilla (40 %) (df = 40, $p = 0,028$). Variatiokertoimien perusteella hakkuupoistuman metsikön sisäinen vaihtelu oli suurempaa kuin lähtöpuuston tai jäävän puuston (taulukko 8).

3.4 Metsänkasvatusohjeet kunnostushakkuissa

3.4.1 Pohjapinta-alamallit

Kuvassa 4 on esitetty Tapion harvennusmallit (Luonnonläheinen metsänhoito 1994) sekä kuviokohtaiset pohjapinta-alat ennen ja jälkeen hakkuun. Koska tutkimusalueen suopuustoille ei ole omia käsittelymalleja, käytettiin lähinnä sopiviksi katsottuja harvennusmalleja. Hakkuun jälkeen hieskoivuvaltaisia metsiköitä verrattiin Pohjois-Suomen viljavien turvemaiden hieskoivikon harvennusmalliin. Mäntyvaltaisille metsiköille käytettiin Etelä-Suomen kivennäismaiden vastaavan kasvupaikan malleja. Ruohoisten kasvupaikkojen mäntyvaltaisten kuvioiden puustopääoma jouduttiin vertaamaan tuoreen kankaan männikön harvennusmalliin, sillä männylle ei ole omia harvennusmalleja viljavimmille kasvupaikoille.

Mäntyvaltaisissa metsiköissä puustopääoma ylsi vain muutamissa tapauksissa Tapion metsänhoito-ohjeissa esitetyille leimausrajoille. Mäntyvaltaisissa metsiköissä jäätettiin useimmiten myös korjuun jälkeisten minimipohjapinta-alojen alle. Vuokilan (1987) mukaan hoitamattoman nuoren metsän ensiharvennuksessa voidaan laskea korjuun jälkeistä minimikäyrää noin 15 %:lla, jotta runkoluku ei nousisi liian korkeaksi. Mäntyvaltaisista kuvioista kymmenellä puustopääoma alittaa 15 %:lla laske-
 tun korjuun jälkeisen tavoitepohjapinta-alan. Hieskoivuvaltaisten kohteiden hakkuun jälkeinen puustopääoma asettui viljavien turvemaiden hieskoivikoille laaditun kasvatusmallin ylärajoille. Ainoastaan kahdessa metsikössä alitettiin korjuun jälkeisen minimipohjapinta-ala.

3.4.2 Runkolukuohjeet

Jokaisen metsikkökuvion valtapituutta vastaavista harvennusmallien tavoitepohjapinta-aloista johdettiin hakkuun jälkeiset runkolukutavoitteet Niemistön (1992) esittämällä tavalla:

$$\ln(RL) = 0,952 \cdot \ln(G) + 0,0033 \cdot D^2 - 8,963 \cdot \operatorname{acos}\left(\sqrt{(40-D)/40}\right) + 9,29 \quad (2)$$

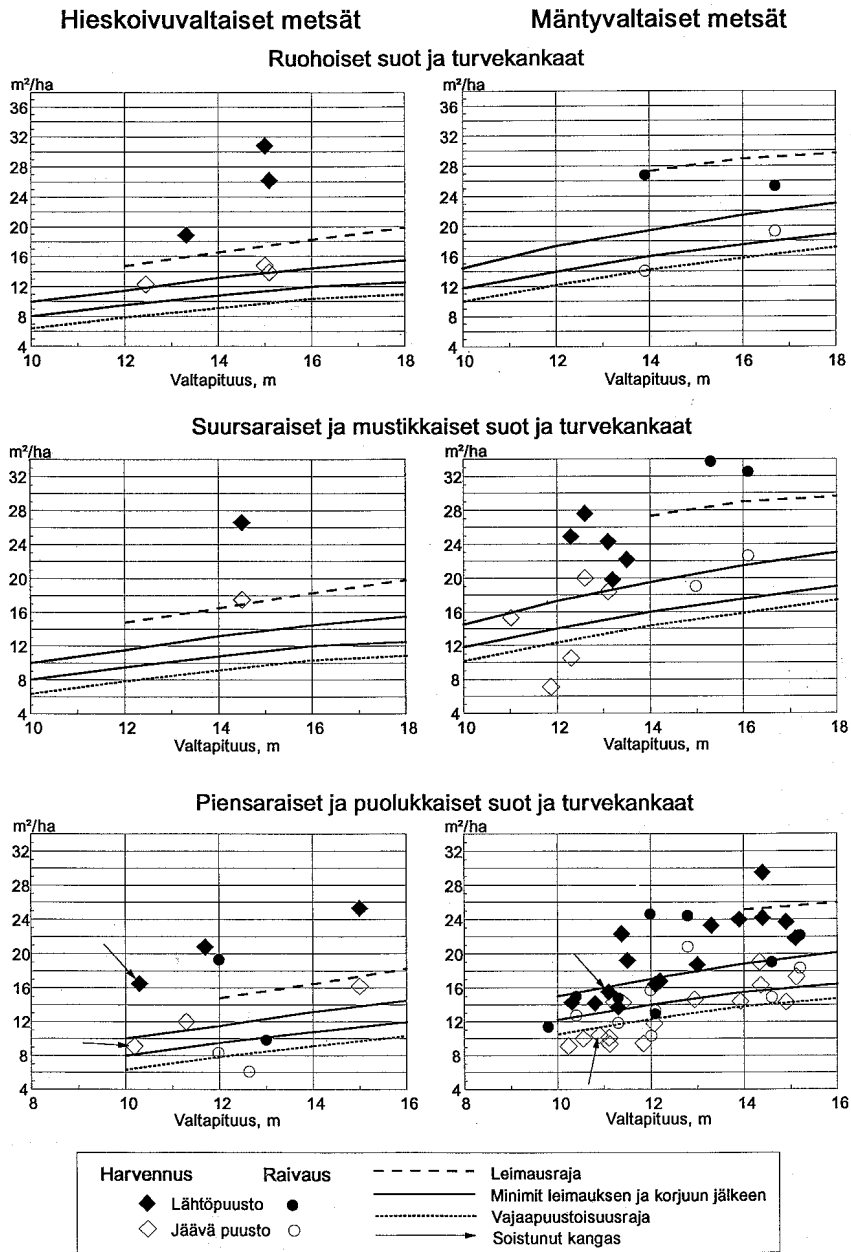
jossa RL on runkoluku, G pohjapinta-ala rinnan korkeudelta ja D aritmeettinen keskiläpimitta rinnan korkeudelta.

Korjuun jälkeisistä minimipohjapinta-aloista johdettu tavoiterunkoluku ($d_{1,3} > 3$ cm) oli keskimäärin 1 721 kpl/ha, kun toteutunut runkoluku oli 1 517 kpl/ha. Korjuun jälkeisen minimin alle jäätettiin 27 kohteella, joista harvennuksia oli 15 ja raivauksia 12. Alitustapauksissa runkoluku oli 22 % (1–57 %, sd 14 %) korjuun jälkeistä minimirunkolukua pienempi keskimääräisen alituksen ollessa 428 kpl/ha (18–1 119 kpl/ha, sd 300 kpl/ha). Runkolukutavoitteen alitus oli yleisempää mäntyvaltaisilla kuvioilla. Hieskoivuvaltaisilla kohteilla viljavien turvemaiden pohjapinta-alamallin korjuun jälkeistä alarajaa vastaava runkoluku alitettiin ainoastaan kahdessa tapauksessa.

Mikäli harvennusmallien minimipohjapinta-ala-tavoitetta laskettaisiin 15 %:lla, sitä vastaavat runkoluvut alitettaisiin 10 harvennus- ja 7 raivauskohdeella, joista kaksi olisi hieskoivuvaltaisia metsiköitä. Keskimääräinen alitus olisi tällöin 311 kpl/ha (30–839 kpl/ha, sd 221 kpl/ha). Jos puiden tavanomaista suuremman kokovaihtelun takia em. alennettua runkolukutavoitetta laskettaisiin edelleen 10 % (ks. Niemistö 1992), vielä tämänkin rajan alle jäisi 9 harvennus- ja 3 raivauskohdetta.

3.5 Raivaus- ja harvennuskäsittelyiden väliset erot

Raivaus- ja harvennuskäsittelyiden runkoluvun ja tilavuuden läpimittajakaumissa tai varianssianalyysien avulla vertailuissa keskimääräisissä puustotunnuksissa ei ollut suuria eroja käsittelyiden välillä. Yli 3 cm lähtöpuuston tai jäävän puuston runkoluvut eivät eronneet käsittelyiden välillä, mutta ko-



Kuva 4. Kunnostuskohteiden puusto ennen ja jälkeen kunnostushakkuusekä Tapion harvennusmallit (Metsänkasvatusohjeet 1994) ja vajaapuustoisuusrajat.

konaisrunkoluku oli hakkuun jälkeen raivauskohdeilla hieman suurempi (2 400 kpl/ha) kuin harvennuskohteilla (2 000 kpl/ha). Tulos oli kuitenkin vain suuntaa-antava (df = 40, p = 0,050). Puuston val-

tapituus laski 60 %:lla harvennuskuvioista ja 40 %:lla raivauskuvioista. Valtapiisuuden muutosten suuruudet eivät kuitenkaan eronneet käsittelyiden välillä. Myös ainespuun osuus hakkuupoistumasta

oli kunnostuskäsittelystä riippumaton. Hakattujen puiden keskiläpimitta oli harvennuskohteilla hieman suurempi (6,4 cm) kuin raivauksilla (5,9 cm). Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ($df = 40$, $p = 0,169$).

Pienistä yksittäisten puustotunnusten välisistä eroista huolimatta hakkuun voimakkuus oli harvennuskohteilla merkitsevästi suurempi kuin raivauskohteilla. Raivauksessa puuston tilavuudesta hakattiin keskimäärin 25 % ja harvennuksessa 35 % ($df = 40$, $p = 0,022$) kuviokohtaisen vaihtelun ollessa suurta. Mäntyvaltaisilla kohteilla puuston tilavuudesta hakattiin harvennuksilla enemmän (33 %) kuin raivauksilla (22 %) ($df = 31$, $p = 0,019$). Koivuvaltaisilla kohteilla käsittelyiden väliset erot eivät tulleet esiin. Erilaisista tavoitteistaan huolimatta kunnostuskäsittelyjen välillä ei ollut selviä eroja verrattaessa lopputulosta runkoluku- tai pohjapinta-alaohjeisiin.

4 Tulosten tarkastelu

Kasvupaikat

Tutkittujen ojitusalueiden jakautuminen soiden päätyyppiryhmiin vastasi erittäin hyvin Keltikankaan ym. (1986) Keski-Pohjanmaalta saamaa tulosta. Kohteet olivat alueelle tyypillisiä mänty- ja hieskoivuvaltaisia metsiköitä, joissa ainespuun mitat alittavan hukkapuun osuus on suuri (Aarne 1993). Ojitusiältään aineisto on varsin yhtenäinen, sillä kolmella neljästä metsiköstä ojitus oli valmistunut vuosina 1968–1973. Metsäojat luokiteltiin selvästi muita tutkimuksia heikkokuntoisemmiksi (ks. Keltikangas ym. 1986, Rantonen ja Päivänen 1989). Ojista viidenneksen katsottiin olevan välittömän perkauksen tarpeessa, ja puolet tulisi perata lähimmän 5-vuotiskauden kuluessa. Todellinen kunnostusojitustarve voi olla pienempi, koska luokituksessa ei otettu huomioon muita tekijöitä, kuten puuston kasvua (Ahti 1991). Keski-Pohjanmaan metsäojien kunto lienee kuitenkin muuta maata heikompi, sillä alueelle tyypilliset pienet ojakaltevuudet edistävät ojien rappeutumista.

Kunnostusojitus voidaan toteuttaa joko ojien per-

kauksena, täydennysojituksena tai niiden yhdistelmänä. Mitatuista metsikkökuvioista kahdella oli täydennetty ojaverkostoa kunnostushakkuun jälkeen halkaisemalla sarkoja. Toinen metsiköistä oli koko aineiston heikkopuustoisin sekä lähtöpuustoltaan (taulukko 1, kuvio no. 34) että hakkuupoistumaltaan. Lisäksi kolmella kuviolla oli avattu ojalinjat tulevaa täydennysojistusta varten. Kaikissa tapauksissa ojalinjat oli vedetty saran keskiosien vähäpuustoihin kohtiin.

Kunnostushakkuutarve

Jälkiä aikaisemmasta taimikonhoidosta oli näkyvissä ainoastaan viidesosalla kohteista. Todennäköisesti taimikonhoito oli ollut puutteellista, sillä hoidetut metsiköt eivät erottuneet hoitamattomista. Taimikonhoidon vaikutuksia puuston tilaan kunnostushakkuuhetkellä ei kuitenkaan voitu arvioida aineiston suppeuden vuoksi luotettavasti.

Alaharvennuksen luonteisissa kunnostushakkuissa poistetut puut ovat todennäköisesti olleet latvukseltaan heikompia kuin jäävät puut (ks. esim. Kaunisto ja Tukeva 1986, Kellomäki ja Väisänen 1986). Tässä tutkimuksessa jäävän puuston keskimääräinen latvussuhde oli pienempi kuin hakkuussa poistettavien puiden latvussuhde tavanomaisissa ensiharvennuksissa (Hakkila 1989, s. 46). Jäävän puuston runko- ja latvusvauriot viittaavat latvusten supistumisen ohella harvennusten viivästyminen. Myös valtakunnan metsien 8. inventoinnissa ylitiheys oli yleisimpiä tuhon syitä Keski-Pohjanmaan nuorissa metsissä (Salminen 1993).

Kunnostushakkuut eivät olleet vielä myöhässä verrattaessa keskimääräistä latvusosuutta nykyisiin metsänhoitosuosituksiin. Ohjeiden mukaisesti hoidettavissa metsissä ensiharvennus tulisi tehdä ennen kuin kasvatettavan puuston elävä latvus on supistunut koivulla noin puoleen ja männyllä 40 prosenttiin puun pituudesta (Luonnonläheinen metsänhoito 1994). Männyn metsiköittäinen latvusosuus oli keskimäärin 50 % ja hieskoivun 56 %, mutta todellisuudessa luvut voivat olla hieman pienempiä, sillä koepuuaineisto oli painottunut suurimpiin puihin, joiden on todettu säilyttävän latvuksensa muita puita paremmin kasvatustiheyden kohotessa (Kaunisto ja Tukeva 1986).

Harvennusten viivästyminen näkyi selvemmin hieskoivulla, jonka latvussuosus oli alle puolet joka neljännessä metsikössä (ks. Vuokila 1987). Männy latvussuhde oli alle 40 % noin kymmenesosalla metsiköistä. Yksistään latvussuhteen pieneneminen ei alentane tuotosta vielä ratkaisevasti (ks. Luonnonläheinen metsänhoito 1994, Niemistö 1991, Vuokila 1968). On kuitenkin huomattava, että noin puolet latvuksista oli puristuneita. Niemistön (1994) tutkimuksessa kivennäismaan ensiharvennusmännikössä latvukseltaan puristuneiksi arvioidut puut kasvoivat noin kolmannesta vähemmän kuin latvukseltaan normaalit samankokoiset puut. Harvennattomassa puustossa ero oli 50 %.

Sekä männyn että lehtipuiden elävän latvuksen osuudet pienenivät puuston tiheyden lisääntyessä. Saman suuntaisen riippuvuuden ovat aikaisemmin todenneet männnyllä mm. Erteld (1967), Mathieu (1967), Persson (1977), Kellomäki ja Tuimala (1981) ja Kaunisto ja Tukeva (1986) sekä hieskoivulla Moilanen (1985). Myös puristuneiden puiden osuus korreloi positiivisesti lähtöpuuston tiheyden kanssa.

Kaivolan (1993) mukaan kunnostushakkuun tarpeessa olevat nuoret metsiköt eivät juuri eroa ensiharvennettavista metsiköistä pohjapinta-alansa perusteella. Tässä tutkimuksessa mäntyvaltaisten metsiköiden harvennustarve oli lievä ja koivuvaltaisten metsiköiden selvempi. Harvennussmallien leimausrajat on asetettu siten, että hakkuukertymät olisivat riittävän suuria taloudellisesti kannattavaan puunkorjuuseen, joten pohjapinta-alamallit eivät sovellu hoitamattomiin metsiin. Mäntyvaltaisten metsiköiden hakkuun jälkeiset tiheydet jäivät yleisesti pohjapinta-alamallien mukaisten tavoitepuustojen alle, sillä puusto oli tiheän kasvatusasennon vuoksi pieniläpimittaista. Penttilän ja Pohjolan (1985) mukaan suotyypin rinnastus vastaavaan kangasmaan kasvupaikkatyyppiin ja tätä vastaavaan pituusboniteettiin johtaa ilmeisesti liian hyvän kasvupaikan käsittelymallin käyttöön.

Myös suopuustojen ryhmittäisyys vaikeuttaa harvennussmallien soveltamista, sillä metsien käsittelytarve määräytyy tiheimpien paikkojen mukaan (Keltikangas ym. 1986, Penttilä ja Pohjola 1985, Rantonen ja Päivänen 1989). Tulokset tukevat käsityksiä suopuustojen epätasaisuudesta. Variaatio-kertoimella mitattu metsikön sisäinen vaihtelu oli

suurta, erityisesti hakkuupoistumassa. Todennäköisesti puuston kokoerot vaikuttivat siihen, että hakkuun jälkeisistä pohjapinta-alamineistä johdettujen runkolukujen alle jäätiin useammin kuin verrattaessa puustopääomia suoraan pohjapinta-alamalleihin (Niemistö 1992). Ylitiheinä kasvaneiden ensiharvennusmetsien runkolukuohjeisiin verrattuna kunnostuskohteet eivät kuitenkaan olleet hakkuun jälkeen vajaapuustoisia (Vuokila 1987), joskin rinnankorkeusläpimitan valinnaisuus vaikeuttaa vertailuja.

Hakkuuta edeltäneen ylitiheyden suoria vaikutuksia puuntuotukseen ei voitu tutkia, koska kasvumittauksia ei tehty. Kunnostushakkuutarpeen arvoimista vaikeuttaa myös se, että hakkuupoistuma selvitettiin kannoista, minkä vuoksi poistettujen puiden laatua ei tunneta. Esimerkiksi tiedot poistettujen puiden latvusten tilasta ja tuhojen esiintymisestä olisivat olleet tärkeitä tekijöitä määrittäessä kunnostushakkuutarvetta. Kantomittaukset soveltuvat kuitenkin varsin hyvin hakkuupoistuman tilavuuden määrittämiseen (ks. Nyssönen 1955, Rantonen ja Päivänen 1989). Kunnostushakkuureaktioiden selvittäminen olisi edellyttänyt pitkäaikaista puuston kasvun seuranta.

Hakkuupoistuma

Hakkuupoistuma oli hieman pienempi kuin ojitusalueiden ensiharvennusleimikoissa keskimäärin, mutta tulosten vertailu on vaikeaa, sillä tutkimuksessa on käytetty erilaisia mitattavien runkojen vähimmäismittoja ja kuitupuun laatuvaatimuksia (ks. Penttilä ja Pohjola 1985, Rantonen ja Päivänen 1989). Keskimääräisestä 37 m³/ha:n runkopuun poistumasta ainespuun mitat täyttävää puuta oli 21 m³/ha. Muutamilla kunnostuskohteilla hakkuupoistuma oli huomattavasti suurempi, jopa 75 m³/ha. Yksistään suuri hehtaarikohtainen kokonaispoistuma ei tee leimikosta markkinakelpoista, sillä valtaosa kunnostuskohteiden puustosta oli hakkuuta haittaavaa pienpuustoa. Hakkuupoistuma vastasi erittäin hyvin ylitiheyden kivennäismaiden ensiharvennuksista saatua tulosta (ks. Vuokila 1981). Turvemaiden kunnostushakkuukohteet eivät todennäköisesti eroa paljon kivennäismaiden kunnostuskoh-teista lukuun ottamatta soiden vaikeampia puun-

korjuuolaja ja puuston epätasaisuutta. Suometsien kunnostushakkuussa runkopuun poistuma lienee samaa luokkaa kuin varsinaisissa ensiharvennuksissa, mutta ainespuun mitat alittavan puuston suhteellinen osuus on kunnostushakkuissa todennäköisesti suurempi.

Metsänparannustuella rahoitettavassa kunnostusharvennuksessa edellytetään poistettavaksi ainoastaan kasvatettavan puuston kehitystä haittaavat puut (Nuoren metsän ... 1993). Harvennuksissa on tehty osittain metsänhoidollisesti tarpeetonta työtä hakkaamalla pieniä puita, jotka eivät olisi haitanneet kasvatettavaa puustoa. Puuston keskimääräinen valtapituus pieneni hakkuun vaikutuksesta, mikä saattoi johtua soille tyypillisten ylispuiden poistosta. Jäävän puuston määrää (78 m³/ha) pidetään riittävänä nuorille kasvatusmetsille (Rantonen ja Päivänen 1989).

Metsänkäsittelyohjeiden mukaan aikaisemmin hoidetuissa metsiköissä ei kerralla tulisi hakata kolmasosaa enempää puuston tilavuudesta, koska voimakkaat harvennuksat aiheuttavat kasvutappioita ja saattavat lisätä lumi- ja tuulituhoriskejä (Luonnonläheinen metsänhoito 1994, Vuokila 1987). Erityisesti koivulajit ovat herkkiä voimakkaan harvennuksen aiheuttamille kasvutappioille (Vuokila 1987). Oikarisen ja Pyykkösen (1981) mukaan harvennuspoistuman ollessa 40 % puuston tilavuudesta kasvutappio on 10 %. Saramäen (1977) ja Niemistön (1991) tutkimuksissa vastaava pohjapinta-alan pudotus johti huomattavasti suurempaan kasvutappioon: esimerkiksi 13 m:n valtapituudella tuotos pieneni 25–35 % harventamattomaan puustoon verrattuna. Moilasen (1985) tutkimuksessa lievä harvennus (poistuma 30 % tilavuudesta) aiheutti alle 10 % kasvutappion, mutta voimakas harvennus (poistuma 50 %) alensi tuotosta yli 30 %.

Hoitamattomia metsiköitä tulisi hakata varovaisemmin kuin hoidettuja (Vuokila 1987). Varovainen käsittely on tarpeen erityisesti ojitusalueilla, joilla vähäininkin haihduttavan puuston poisto nostaa selvästi pohjavesipintaa (Heikurainen 1980a), jolloin puuston kasvu heikkenee (Niemistö 1988). Tässä tutkimuksessa voimakkaimmin käsitellyissä metsiköissä puuston tilavuudesta hakattiin jopa yli 60 %. Kunnostusojituksen yhdistäminen kunnostushakkuisiin lienee useissa tapauksissa perusteltua kasvutappioiden välttämiseksi. Kunnostusoji-

tus on ajankohtainen myös ojituksesta kuluneen ajan perusteella suurella osalla kuvioista (ks. Heikurainen 1980b). Ojien perkauksen tai täydennysojituksen yhdistämisellä kunnostushakkuisiin voitaneen parantaa puunkorjuun kannattavuutta, sillä hakkuukertymä kasvaa ojalinjojen hakkaamisen ansiosta. Ojalinjojen avaaminen parantaneekin myös kaivutyön tuottavuutta ja vähentäneekin koneiden aiheuttamia puustovaurioita.

Jäävä puusto

Hieskoivun järeytymistä pystyttäisiin edistämään erittäin voimakkailla harvennuksilla, mutta kasvutappiot olisivat silloin huomattavat (Niemistö 1991). Verkasalo (1988) on todennut soilla kasvaneet hieskoivut mutkaisiksi, joten ne soveltuvat huonosti saha- ja vaneripuuksi. Myös lahoisuus voi heikentää raaka-aineen laatua (Ferm 1990). Keski-Pohjanmaalla hieskoivun kasvatuksen tavoitteena voidaan pitää mahdollisimman suurta kuitupuun tuotantoa, johon päästään pitämällä kasvatettavan puuston määrä mahdollisimman suurena ja kasvutappiot vähäisinä (Ferm 1988, Ferm 1990, Niemistö 1988, Niemistö 1991).

Männyn oksikkuuden on todettu vähenevän kasvatusiheyden noustessa ja kasvupaikan viljavuuden heikentyessä (Kellomäki ja Väisänen 1986, Turkia ja Kellomäki 1987). Puuston tiheys edistää oksien kuolemista mutta hidastaa karsiutumista, sillä tuuli, sade ym. karsiutumista edistävät tekijät vaikuttavat tiheässä metsikössä heikommin kuin harvemmassa (Kellomäki ja Tuimala 1981, Kellomäki ja Väisänen 1986, Jokinen ja Kellomäki 1987). Lähes puolet mäntykoepuista luokiteltiin tässä tutkimuksessa oksikkaiksi. Tulokseen saattoi vaikuttaa ylitheyden lisäksi soille tyypillisten ”susipuiden” muita puita suurempi edustus koepuuaineistossa. Pystykarsinnalla voitaisiin parantaa mäntynjen laatua sahapuuna (esim. Uusvaara 1993). Kuitenkin taloudellisesti kannattavan pystykarsinnan edellytykset olisivat karsintakelpoisten puiden vähyyden vuoksi heikot Keski-Pohjanmaan ojitusalueilla (ks. Varmola 1980, Vuokila 1987, Luonnonläheinen metsänhoito 1994).

Kunnostushakkuuntyölajit

Nuoren metsän kunnostusvaihtoehtojen, raivauksen ja harvennuksen, keskimääräisten puustotunnusten ja hakkuupoistumien erot olivat odotettua pienemmät, eikä käsittelyiden välille saatu selviä eroja. Vielä raivauksen jälkeenkin huomattava osa jäävästä puustosta alitti ainespuun mitat, joten taloudellisesti kannattaviin ensiharvennuksiin kulunee vielä vuosia. Mikäli varsinaista ensiharvennusta ei tehdä kohtuullisen pian raivauksen jälkeen, kunnoshakkuulla saavutettua hyötyä puunkorjuussa menetetään. Suurin osa hakkuupoistumasta oli herkästi vesovaa hieskoivua, joka Fermin (1990) tutkimuksessa saavutti rinnankorkeuden viimeistään kolmessa vuodessa. Kunnostushakkuun vähäiset käsittelyiden väliset erot voivat osittain johtua puustojen epätasaisuudesta. Työjäljen vaihtelevasta tasosta kertoo se yllättävä havainto, että kunnostushakkuu lisäsi variaatiokertoimella mitattua puuston metsikön sisäistä vaihtelua.

Kiitokset

Tutkimus on osa Metsäntutkimuslaitoksen ”Metsänkasvatus- ja harvennusvaihtoehdot” hanketta. Tutkimus rahoitettiin pääosin maa- ja metsätalousministeriön myöntämällä metsänparannusvaroilla. Lisärahoitusta maastomittausten toteuttamiseen saatiin Bioenergian tutkimusohjelmasta.

Professori Kari Mielikäinen kommentoi maasto-työsuunnitelmaa. Maastotöissä avustivat Timo Saarinen, Juha Yli-Korpela ja Ari Lamberg sekä aineiston atk-tallennuksessa Aila Iso-Heiniemi ja Eeva Parkkila. VTK Jaakko Heinonen muokkasi aineiston KPL-ohjelmistolle sopivaan muotoon ja opasti ohjelmiston käytössä. Seppo Vihanta avusti tulosten laskennassa ja Keijo Polet viimeisteli kuvituksen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja antaneet arvokasta palautetta MML Jyrki Hytönen, MML Hannu Hökkä, MML Risto Lauhanen sekä MMK Pentti Niemistö. Kaikille edellä mainituille parhaat kiitokset.

Kirjallisuus

- Aarne, M. (toim.). 1993. Metsätilastollinen vuosikirja 1992. Skogsstatistisk årsbok 1992. Yearbook of Forest Statistics 1992. SVT Maa- ja metsätalous 1993:5. 317 s. ISBN 951-40-1320-4-, ISSN 0784, ISSN 0359-968X.
- Ahti, E. 1991. Kunnostusojituksen puuntuotanto- ja ympäristövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 12–14. ISBN 951-40-1145-7, ISSN 0358-4283.
- Dixon, W.J. (toim.). 1992. BMDP statistical software manual. Volume 1. University of California Press. 678 s. ISBN 0-520-08138-2.
- Eeronheimo, O. 1991. Suometsien puunkorjuu. Summary: Forest harvesting on peatlands. Folia Forestalia 779. 29 s. ISBN 951-40-1173-2, ISSN 0015-5543.
- Erteld, W. 1967. Kronenkennwerte als Leistungsweiser in Kieferjungwüchsen verschiedenen Ausgangsverbandes. Sozialistische Forstwirtschaft 1967(8): 236–240.
- Ferm, A. 1988. Hieskoivun kasvatus soilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 40–52. ISBN 951-40-1035-3, ISSN 0358-4283.
- 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaidella. Summary: Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stand on peatland. Folia Forestalia 744. 17 s. ISBN 951-40-1085-X, ISSN 0015-5543.
- Hakkila, P. 1989. Utilization of residual forest biomass. Springer-Verlag, Heidelberg. 568 s. ISBN 3-540-50299-8. ISBN 0-387-50299-8.
- (toim.) 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s. ISBN 951-40-1236-4, ISSN 0358-4283.
- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Maa- ja metsätalousministeriö. 121 s. ISBN 951-40-1191-0.
- Heikurainen, L. 1980a. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. Acta Forestalia Fennica 167. 39 s. ISBN 951-651-042-6.
- 1980b. Metsäojituksen alkeet. Gaudeamus, Helsinki. 284 s. ISBN 951-662-270-4.
- Heinonen, J. 1994. Koealojen puu- ja puustotunnusten laskentaohjelma KPL. Käyttöohje. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 504. 80 s. ISBN 951-40-13697, ISSN 0358-4283.
- Hökkä, H. & Laine, J. 1988. Suopuustojen rakenteen kehitys ojituksen jälkeen. Summary: Post-drainage

- development of structural characteristics in peatland forest stands. *Silva Fennica* 22 (1): 45–65. ISSN 0037-5330.
- Jokinen, P. & Kellomäki, S. 1987. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scot pine stems at pole stage. *Folia Forestalia* 508. 12 s. ISBN 951-40-0560-0, ISSN 0015-5543.
- Kaivola, A. 1993. Nuoret metsät kunnostettava. *Teho* 4/1993: 21–23.
- Kaunisto, S. & Tukeva, J. 1986. Istutustiheyden vaikutus männyn kehitykseen turvemaidilla. Summary: Effect of tree spacing on the development of pine plantations on peat. *Folia Forestalia* 646. 36 s. ISBN 951-40-0727-1, ISSN 0015-5543.
- Kellomäki, S. & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. *Folia Forestalia* 478. 27 s. ISBN 951-40-0526-0, ISSN 0015-5543.
- & Väisänen, H. 1986. Kasvatustiheyden ja kasvupaikan viljavuuden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density and site fertility on the branchiness of Scots pines at pole stage. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 139. 38 s. ISBN 951-40-0758-1, ISSN 0358-9609.
- Keltikangas, M. 1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. *Acta Forestalia Fennica* 123. 70 s.
- , Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930–1978: results from field surveys of drained areas. *Acta Forestalia Fennica* 193. 94 s. ISBN 951-651-070-1.
- Laasasenaho, J. 1976. Männyn, kuusen ja koivun kuittoimisytälöt. *Metsänarvioimistieteen lisensiaattitutkimus*. Helsingin yliopisto. Konekirjoite. 109 s.
- 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. *Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 108. 74 s. ISBN 951-40-0589-9, ISSN 0358-9609.
- Luonnonläheinen metsänhoito. 1994. *Metsänhoitosuosukset*. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6/1994. 72 s. ISBN 951-96739-9-7, ISSN 1236-6331.
- Mathieu, J. H. 1967. Einfluss von Pflanzenverband und Herkunft auf das Wachstum der Kiefer im Versuch Bremerwörde. Göttingen. 117 s.
- Metsänparannustyöryhmän muistio. 1994. Maa- ja metsätalousministeriö, Työryhmämuistio 1994:5. 55 s.
- Moilanen, M. 1985. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämeillä. Summary: Effect of fertilization and thinning on the growth of birch (*Betula pubescens*) on the drained mires with thin peatlayer. *Folia Forestalia* 629. 29 s. ISBN 951-40-0712-3, ISSN 0015-5543.
- Niemistö, P. 1988. Pohjanmaan hieskoivikot ja niiden käsittely. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 295: 13–26. ISBN 951-40-0815-4. ISSN 0358-4283.
- 1991. Hieskoivikoiden kasvustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemaidilla. Summary: Growing density and thinning models for *Betula pubescens* on peatlands in northern Finland. *Folia Forestalia* 782. 36 s. ISBN 951-40-1185-6. ISSN 0015-5543.
- 1992. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 432. 18 s. ISBN 951-40-1249-6, ISSN 0358-4283.
- 1994. Männikön ensiharvennus ala-, ylä- tai laatu-harvennusta käyttäen. *Folia Forestalia - Metsätieteen aikakauskirja* 1994(1): 19–32. ISSN 0015-5543.
- Nuoren metsän kunnostuksen toimintaohjeet. *Metsäkeskus* Tapio 3.3.1993.
- Nyyssönen, A. 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45. 68 s.
- Oikarinen, M. & Pyykkönen, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia. *Folia Forestalia* 486. 15 s. ISBN 951-40-0536-8, ISSN 0015-5543.
- Penttilä, T. & Honkanen, M. 1986. Suometsien pysyvien kasvukoealojen (SINKA) maastotyöohjeet. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 226. 98 s. ISBN 951-40-0882-0, ISSN 0358-4283.
- & Pohjola, T. 1985. Suometsien ensiharvennusleimikoiden rakenne. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 196: 154–166. ISBN 951-40-0910-x, ISSN 0358-4283.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Summary: Quality development in young spacing trials with Scots pine. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapport och Uppsatser 45. 152 s.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusmetsissä. *Metsähallitus, kehittämisjaosto, Tutkimusselostus* 137. 10 s.

- Rantonen, H. & Päivänen, J. 1989. Kasvatusmetsien metsänhoidollinen tila ojitusalueilla puunkorjuun jälkeen. Summary: Silvicultural condition of tree stands after thinning of drained peatlands. *Silva Fennica* 23(1): 33–50. ISSN 0037-5330.
- Salminen, S. 1993. Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan alueen metsävarat ja niiden kehittyminen vuosina 1952–1992. Esitelmä 8. valtakunnan metsien inventoinnin tulosten julkistamistilaisuudessa Kokkolassa 26.3.1993. Metsäntutkimuslaitos. 2 s.
- Saramäki, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in Northehm Central Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(2). 59 s. ISSN 0026-1610.
- Turkia, K. & Kellomäki, S. 1987. Kasvupaikan viljavuuden ja puuston tiheyden vaikutus nuorten mäntyjen oksien läpimittaan. Abstract: Influence of the site fertility and stand density on the diameter of branches in young Scots pine stands. *Folia Forestalia* 705. 16 s. ISBN 951-40-0800-6, ISSN 0015-5543.
- Uusvaara, O. 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned pine stands. *Folia Forestalia* 816. 26 s. ISBN 951-40-1332-8, ISSN 0015-5543.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi. 1991. Kenttätyön ohjeet. Keski-Suomen, Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan versio. Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. Helsinki. 94 s.
- Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia Forestalia* 451. 21 s. ISBN 951-40-0475-2, ISSN 0015-5543.
- Verkasalo, E. 1988. Hieskoivu vaneripuuna. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 96–109. ISBN 951-40-0824-3, ISSN 0358-4283.
- Vuokila, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(5). 61 s.
- 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning. *Folia Forestalia* 468. 13 s. ISBN 951-40-0513-9, ISSN 0015-5543.
- 1987. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY, Helsinki. 258 s. ISBN 951-0-09916-3.

49 viitettä