



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1990

744

Ari Ferm

NUORTEN VESASYNTYISTEN HIESKOIVIKOIDEN KEHITYS JA
LAHOISUUS TURVEMAALLA

Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands
on peatland

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n.150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research and field stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 744

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1990

Ari Ferm

NUORTEN VESASYNTYISTEN HIESKOIVIKOIDEN KEHITYS JA LAHOISUUS TURVEMAALLA

Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland

Approved on 26.1.1990

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Tutkimusmetsiköt	4
22. Koepuut lahon määrittämiseksi	5
23. Kasvukoepuut	6
24. Runko- ja oksamassan mittaus	6
3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
31. Pituuden ja läpimitan kehitys	7
32. Runko- ja oksapuun kuivamassan määrä	8
33. Juuristo	9
34. Lahoisuus	9
341. Lahon yleisyys	9
342. Lahon alkuperä	10
343. Lahon yhteys puustotunnuksiin	12
4. PÄÄTELMÄÄ	14
KIRJALLISUUS — REFERENCES	15
SUMMARY	17

FERM, A. 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla. Summary: Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland. Folia Forestalia 744. 17 p.

Pohjois-Karjalassa, ojitetulla turvemaalla kasvavien vesasyntyisten hieskoivumetsiköiden (ikä 9–23 vuotta) pituus ja paksuuskehitystä tutkittiin runkoanalyysien avulla sekä lahoisuutta viidestä metsiköstä otettujen 274 kaatokoepuun avulla. Myös puiden juuria tutkittiin. Neljästä metsiköstä mitattiin oksien ja rungon kuivamassa sekä keskimääräinen vuotuinen biomassatuotos. Useimmissa metsiköissä piteuden ja läpimitan alkukehitys oli varsin nopeata. Vesametsien oksien ja rungon kuivamassa oli keskimäärin 54 t/ha, josta oksien osuus oli 19 %. Keskimääräinen vuotuinen tuotos oli 3,1 t/ha. Vesaa vanhempien juurten osuus kaikista juurista puun tyvellä oli keskimäärin 20 %. Tyivistään lahoja oli 54 % mitatuista vesoista. Lahon läpimita oli keskimäärin 1,0 cm ja korkeus 112 cm. Lahon alkupeä jäi hyvin usein tunnistamatta. Neljäsosassa tapauksista laho oli siirtynyt kannosta vesaan eli lahoutuminen johtui vesasyntyisyydestä sinänsä. Juurten poikkileikkauspinta-alasta oli lahoa keskimäärin 5 %. Erityisesti vanhimmassa metsikössä juurten lahoisuus oli kuitenkin jo huomattavan runsasta. Vesojen lahoisuus lisääntyi puiden vanhetessa, vesaryhmän epätasaisuuden lisääntyessä ja vesojen latvuserkosaseman aletessa.

The height and diameter development of young (9–23-year-old) *Betula pubescens* Ehrh. coppice stands was investigated by means of stem analyses and decay by means of 274 felled sample trees from five stands. Roots were also included in the investigation. The branch and stem dry mass and the mean annual dry mass production were measured in four stands.

In most stands the development of height and diameter was rapid. The average branch and stem dry mass of coppice stands was 54 t/ha, the branch proportion of which was 19 %. The mean annual production was 3.1 t/ha. The average proportion of old roots, i.e. those of the parent tree, was 20 % out of all the roots at the base, although the variation was considerable. Butt rot was encountered in 54 % of the measured sprouts. The diameter of the decayed area of the affected trees was 1.0 cm and height 112 cm on average. In one fourth of the cases decay had originated in sprouting itself. An average of 5 % of the cross-sectional area of roots had decayed. Especially in the older stand, root decay was, however, more advanced. The sprout decay was increased particularly by the aging of the trees, the lowering crown class of the sprout and the heterogeneity of the coppice group.

Keywords: *Betula pubescens*, coppice, growth, stem mass, branch mass, decay, butt rot, roots.
ODC 176.1 *Betula pubescens* + 231.4 + 443

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Kannus Research Station, PL 44, SF-69101 Kannus, Finland.

Symbolit — Symbols

s	= Keskihajonta Standard deviation
h	= Puun pituus, m Tree height
d _{1,3}	= Rinnankorkeusläpimita, cm Brest height diameter
n	= Koepuiden lukumäärä Number of sample trees
R ²	= Selitysaste, % Degree of determination
s _e	= Yhtälön keskivirhe Standard error of the estimate
MAI	= Keskimääräinen vuotuinen tuotos, t/ha Mean annual increment

Tilastolliset testit — Statistical tests

*	= 5 % riskitaso — risk level
**	= 1 % " "
***	= 0,1 % " "

ISBN 951-40-1085-X
ISSN 0015-5543

Valtion painatuskeskus. Helsinki 1990

1. JOHDANTO

Metsistämme on lähes 1,2 milj. ha hieskoivu-
valtaisia (ks. Kuusela & Salminen 1980, 1983,
Kuusela ym. 1986), joista yli puolet on tur-
vemaalla. Vielä tämän vuosikymmenen alus-
sa koivun menekki oli heikohkoa ja hieskoivu
koettiin metsänhoidolliseksi ongelmaksi,
mutta tällä hetkellä teollisuuden koivun ky-
syntä on suuri. Paitsi paperiteollisuuden raa-
ka-aineeksi, on hieskoivua esitetty kasvatet-
tavaksi esimerkiksi polttopuuksi (Energia-
metsätoimikunnan mietintö II 1980, Hakkila
1985). Ferm ym. (1985) ovat tehneet selkoa
hieskoivuvesametsien kasvattamisesta eneri-
giapuuksi. Myös hieskoivun kasvattamista
tukki- ja vaneripuuksi on tutkittu (Verkasalo
1988).

Hieskoivu kasvaa parhaiten keskitasoa ra-
vinteisemmillä turvemailla (Saramäki 1977,
Keltikangas & Seppälä 1977, Ferm 1989). Se
on usein pioneeripuulaji soiden metsänkasva-
tuksessa. Hieskoivun alkukehitys on nopea-
ta, varsinkin vesasyntyisenä (Heikinheimo
1915, Yli-Vakkuri 1958, Mikola 1942, Leiko-
la & Mustanoja 1961, Etholén 1974, Björk-
dahl 1983, Ferm ym. 1985). Vesasyntyisten
hieskoivikoiden biomassatuotosta on jonkin
verran tutkittu (Björklund & Ferm 1982,
Ferm ym. 1985). Lisäksi kahden hieskoivikon
biomassan jakautumisesta, vuotuisesta koko-
naistuotoksesta ja siihen sitoutuneista ra-
vinnemääristä ovat Mälkönen & Saarsalmi
(1982) julkaisseet tuloksia. Siemensyntyisten
hieskoivikoiden runkotilavuuden tuotoksen
on todettu olevan ojitetulla turvemaalla vä-
hintään samansuuruinen kuin samaa ra-
vinteisuustasoa vastaavalla kivennäismaalla
(Keltikangas & Seppälä 1977, Saramäki
1977).

Vaikka hieskoivun vesomiskykyä on pidet-
ty heikkona (Hess ref. Mikola 1942), näyttäisi
se varsinkin turvemailla tekevän vesoja
runsaasti. Hieskoivu tuottaa paljon tyvisil-
muja vesomista varten (Kauppi ym. 1987,
1988a). Paitsi tyvisilmujen syntyä, kehitystä
ja rakennetta on viime vuosina tutkittu mui-
takin hieskoivun vesomiseen liittyviä morfo-
logis-ekologisia kysymyksiä (esim. Kauppi
1989, Kauppi ym. 1988b, Rinne ym. 1987).
Silti monia vesojen kehitykseen vaikuttavia

tärkeitä tekijöitä on vähän selvitetty. Tällai-
sia ovat juuri-versosuhteissa tapahtuvien
muutosten ja emopuun juurten merkitys ve-
sojen kehitykselle sekä vesan omien juurten
syntyminen.

Vesasyntyistä koivua on pidetty vähä-
arvoisena ja etukasvuisena haitallisena havu-
puunkasvatukselle. Eräs syy vesasyntyisen
koivun väheksyntään on käsitys sen lahoi-
suudesta. Yllättävää on kuitenkin, että kirjal-
lisuudesta ei löydy juuri lainkaan tutkimuk-
sia, joista kävisi ilmi, ovatko vesakoivikot
niin lahoisia kuin väitetään. Erilaisia havain-
toja on runsaasti. Mikola (1942) toteaa, että
”suurin vaara, joka vesaa uhkaa emokannon
ja sen juuriston taholta, on laho.” Lisäksi
hän täsmentää, että koivun vesataimet ovat
alttiimpia lahoisuudelle kuin siementaimet.
Sarvaksen (1948) mukaan vesauudistamisen
merkitystä vähentää se, että vesat ovat taval-
lisesti oksikkaita, tyvestä pahasti vääriä ja
lahovikaisia. Myös Heikinheimolla (1915) on
mainintoja vesoista ja lahosta. Hänen mu-
kaansa vesa voi estää lahon vain muodosta-
malla oman juuriston.

Nuorten, sen paremmin turvemaiden kuin
kangasmaidenkaan koivikoiden lahoisuutta
ei ole juuri tutkittu. Heiskasen (1957) ja eri-
tyisesti Tikan (1935) aineistot ovat painottu-
neet vanhoihin koivikoihin. Koivun lahoi-
sushan lisääntyä merkittävästi iän myötä.
Edellä mainittujen lisäksi mainittakoon jul-
kaisematon metsänhoitotieteen opinnäytetyö
ojitettujen korprien koivikoiden lahovikai-
suudesta (Kahiluoto & Talvenheimo 1947).
Uusissa Yksityismetsälain noudattamisen val-
vontaohjeissa (1989) todetaan, että hieskoivu
voidaan hyväksyä pääpuulajiksi turvemailla,
mutta ei sellaisia taimia, joiden myöhempi
lahoutuminen on ilmeinen. Toistaiseksi ei
liene keinoja, joilla vähäinen, alkava lahovi-
kaisuus olisi vahingoittumattomista puista
todettavissa (Heiskanen 1957).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tuo-
da lisätietoa nuorten, turvemaalla kasvaneiden
hieskoivuvesakoiden alkukehityksestä ja
biomassatuotoksesta, nuorten vesasyntyisten
hieskoivikoiden lahovikaisuudesta kvantita-
tiivisilla suureilla mitaten sekä lahon alkupe-

rästä ja lahoutumiseen vaikuttavista tekijöistä. Koska lahon määrittämistä varten koe-
puista analysoitiin runko ja lähimmät maan-
alaiset osat, oli mahdollista myös tarkastel-
la vesojen juuria, erityisesti vanhojen, ns.
emopuun juurten merkitystä ja juurten lahoi-
suutta.

Tutkimus kuuluu tutkimushankkeeseen nimeltä ”Luon-
taisten lehtipuumetsiköiden mahdollisuudet puuntuo-
tannossa”. Tutkimuksen toteuttamisen eri vaiheisiin on

osallistunut MH Seppo Nevalainen. Hänelle kuuluu en-
sisijainen kiitos. Biomassamittauksista vastasivat kent-
täestari Olavi Kohal ja tutkimusmestari Jaakko Miet-
tinen. Aineiston käsittelyssä avusti operaattori Keijo
Polet. Kuvat piirsi tutkimussihteeri Maire Ala-Pönttiö ja
käsikirjoituksen viimeistelytöitä teki toimistos sihteeri
Ulla-Riitta Uusitalo. MMT Seppo Kaunisto on tehnyt
käsikirjoitukseen hyviä korjausehdotuksia. Metsäntut-
kimuslaitosta varten työn tarkastivat MMT Timo Kur-
kela ja MML Jussi Saramäki. Käännöstyön suomen-
englanninkielelle on suorittanut FM Leena Kaunisto.
Kaikille edellämainituille samoin kuin muille tutkimuk-
sessa avustaneille esitän parhaat kiitokseni.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Tutkimusmetsiköt

Vesasyntyisten koivikoiden löytämiseksi lähetettiin ke-
sällä 1981 kaikille Pohjois-Karjalan piirimetsälauta-
kunnan metsätalousneuvojille kyselylomake, jossa heitä
pyydettiin ilmoittamaan tiedossaan olevat vesasyntyiset
hieskoivikot. Vastauksia saatiin kahdeksalta neuvojalta
ja tietoon tuli 63 hieskoivikkoa. Näistä valittiin tutki-
mukseen kaikki sellaiset, jotka ilmoituksen ja maasto-
tarkastuksen perusteella sijaitsivat turvemaalla tai sois-
tuneella kangasmaalla ja joiden puusto oli pääosaltaan
vesasyntyistä ja harventamatonta. Tällaisia metsiköitä
löytyi viisi (taulukko 1 ja kuva 1).

22. Koeput lahon määrittämiseksi

Valittuihin koemetsiköihin sijoitettiin tasavälein syste-
maattisesti 3—5 kpl 100 m²:n ympyräkoealaa, metsikön
koosta ja muodosta riippuen yhdelle tai kahdelle linjal-
le. Koealojen kaikki vesaryhmät numeroitiin ja niistä
arvottiin mukaan niin monta vesaryhmää, että kustakin
metsiköstä tuli mukaan noin 50 koeputta (vesaa). Sa-
tunnaisotantaa käytettiin, koska koeputta ei haluttu va-
lita minkään ulkoisen tunnuksen mukaan. Vesasyntyisi-
nä pidettiin sellaisia puita, joiden tyvellä oli näkyvissä
emokannon jäännöksiä. Milloin tämä jäännös oli epä-
selvä, mutta ryhmän puut olivat tyvellä yhdessä ja ty-

Taulukko 1. Yleistietoja koemetsiköistä.

Table 1. Characteristics of the experimental stands.

Metsikkö Stand	Runkoluku kpl/ha Stem number per ha	Ikä, a Aga	Vesasynt. puita, % Percentage of sprout- origin trees	Vesoja kpl/kanto Sprouts per stool	Metsä- tai suotyyppi Mire or forest site type ¹⁾	Turvelaji ja maat.aste Peat type and humification scale	Turve- syvyys, cm Peat depth	Turpeen pH pH of peat	Totaali- typpi org., % Total nitrogen org.
1 Outokumpu	24800	9	85	4,0	MK	LC-t, H7	215	4,6	1,7
2 Tohmajärvi	21200	15	71	2,6	VNR	LC-, LS-t, H8	72	4,1	1,5
3 Outokumpu	6900	16	63	3,0	VNK	LC-t, H8	400+	4,7	2,1
4 Liperi	7500	17	66	2,9	RhNK	LC-, C-t, H8	67	4,9	2,4
5 Tohmajärvi	7700	23	96	3,4	MTsoist.	hieta, turve, H5 <i>fine sand, peat</i>	26	4,2	1,6

1)
MK = *Vaccinium myrtillus spruce mire*
VNR = *Tall-sedge pine mire*
VNK = *Tall-sedge hardwood-spruce mire*
RhNK = *Herbrich sedge hardwood-spruce mire*
MTsoist = *Paludified Vaccinium myrtillus forest site type*



Kuva 1. Outokummussa sijaitseva metsikkö 1.
Fig. 1. *Betula pubescens* coppice stand no. 1 in Outokumpu.

veltään vähän matkaa ylöspäin kaartuvia, hyväksyttiin puut vesasyntyisiksi (vrt. True & Tryon 1966). Lopullisessa aineistossa oli mukana 82 vesaryhmää ja 274 koe-puuta (taulukko 2).

Maastossa koepuista arvioitiin ensiksi niiden latvuskerros. Tässä työssä käytettiin neljää latvusluokkaa:

1. valtapuut
2. välipuut; latvus sivulta puristunut, pituus 85—70 % valtapuiden pituudesta
3. vallitut puut; latvus sivulta ja päältä puristunut, pituus alle 70 % valtapuiden pituudesta
4. kuollut tai kuoleva 2. tai 3. latvusluokan puu.

Vesaryhmän emokanto yritettiin mitata, mutta kanto oli useimmiten hävinnyt tai hajonnut niin pahasti, että aineisto jäi liian suppeaksi johtopäätösten tekemiseksi. Seuraavaksi kaadettiin ryhmän puut. Kannot nostettiin ylös siten, että juuret saatiin mukaan noin puolen metrin etäisyydeltä kannosta. Jokaisesta yli 1 cm:n paksui-

Taulukko 2. Koepuuaineiston keskiarvotietoja.
Table 2. Mean characteristics of sample trees for decay measurements.

Metsikkö Stand	Keski-ikä, a Mean age	d _{1,3} , cm	h, m	n
1	9	1,9	4,2	49
2	15	2,7	4,4	49
3	16	4,7	6,9	51
4	17	5,2	8,4	66
5	23	5,0	7,4	59
Koko aineisto All	16	4,0	6,4	274

sesta juuresta selvitetiin, mihin vesaan se kuului, ja juurista sahattiin näytekiekko 30 cm:n etäisyydeltä vesan syntypisteestä. Useassa tapauksessa oli mahdotonta saada selville, mihin runkoon jokin juuri kuului, jos vesat olivat tyveltä tiiviisti yhdessä. Tyvi- ja rinnankorkeusläpimitta mitattiin koepuista 1 mm:n tarkkuudella.

Jokaisesta vesasta otettiin näytekiekko tyveltä syntypiste-
teen korkeudelta iän määrittystä varten.

Mikäli puiden tyvellä oli havaittavissa lahoa, sen al-
kuperä sekä korkeus rungossa selvitetiin katkomalla
koepuu 10 cm:n pituisiin osiin. Tässä työssä ei eroteltu
erilaisia lahotyyppejä, vaan lahoksi määritettiin sekä
selvästi värivikaista että lahon johdosta jo hajonnutta
puuainesta. Puun ytimessä olevaa muutaman millimet-
rin vahvuista onttoa, tummaa aluetta ei luettu lahoksi,
eikä myöskään heikkoja värimuutoksia, jotka voivat olla
pelkäästään puun kemiallisista reaktioista aiheutuneita
(ks. Shigo 1965).

Koepuiden ikä selvitetiin laboratoriossa. Laskennan
helpottamiseksi ja vaelustojen havaitsemiseksi kaikki
näytekiekot hiottiin hiomakoneessa tasaisiksi, värjättiin
FeCl₃-liuoksella ja annettiin hetken kuivahtaa. Kun
kiekot kasteltiin laskennan yhteydessä, voitiin vuosilus-
tot erottaa selvästi hitaastikin kasvaneista koivuista.
Samantapaista menetelmää ovat käyttäneet mm. Begley
& Coates (1960). Vuosilustojen laskenta tehtiin stereomikroskoopilla 8-kertaisella suurennoksella. Suoraan
puun tyvestä lähtevien juurien näytepaloista mitattiin
juuren ja lahon poikkileikkauspinta-ala, jotta saatiin
koepuiden juuristoa karkeasti kuvaavat tunnuksat. Juur-
näytteistä määriteltiin myös, oliko se vanhempi vai
nuorempi kuin vesa, ts. oliko kysymyksessä vesan oma
juuri (ks. Lees 1981).

23. Kasvukoepuut

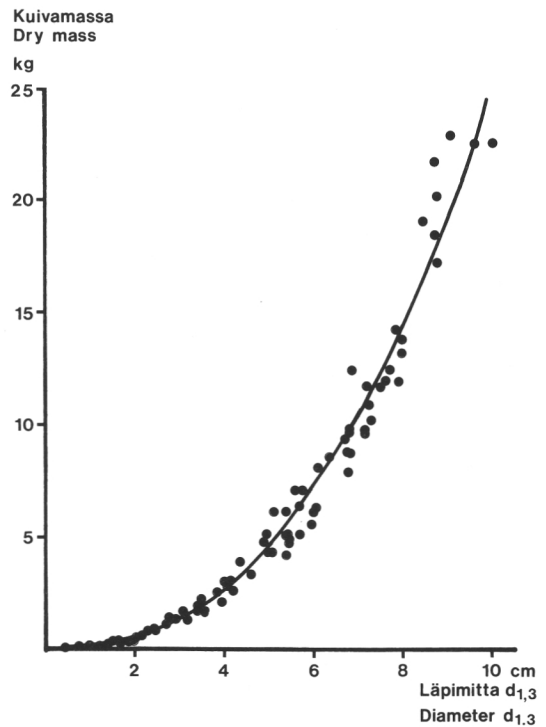
Joka neljännen mukaan otetun vesaryhmän kaikki puut
olivat kasvukoepuita, joita tuli mukaan yhteensä 64 kpl.
Näistä puista otettiin muiden mittausten jälkeen kiekko
kasvun määrittämiseksi ensiksi syntypiste-
teen korkeudelta, sitten 0,5, 1,3, 2,0, ja 3,0 m:n korkeudelta sekä tästä
ylöspäin 0,4 m:n välein. Kiekot tasoitettiin ja värjättiin
samoinkuin muidenkin koepuiden kiekot. Pituus- ja lä-
pimitan kasvu selvitetiin kasvukoepuista runkoanalyys-
sillä, joka tehtiin stereomikroskoopilla käyttäen 16-ker-
taista suurennosta.

24. Runko- ja oksamassan mittaus

Runko- ja oksamassan mittaamista varten sijoitettiin
neljään tutkimusmetsikköön (metsiköt 2—5, taulukko
1) 2—3 kpl 100 m²:n metsikkökoaloja. Ne perustettiin
20 m:n etäisyydelle niistä koealoista, joilta määritettiin
lahoisuus. Koealoilla luettiin aluksi kaikki puut. Luke-
misen yhteydessä merkittiin kaatokoepuut, 15—22 kpl

metsikköä kohti satunnaisesti siten, että jokaista 1 cm:n
läpimittaluokkaa edusti vähintään 2 puuta.

Kaatokoepuista mitattiin läpimitta rinnan- ja kan-
nonkorkeudelta puiden ollessa pystyssä. Kaadetuista
koepuista mitattiin pituus, läpimitta rungon puolivälistä
ja latvusraja. Koepuista karsittiin oksat ja punnittiin
elävät ja kuolleet oksat erikseen 0,01 kg:n tarkkuudella.
Oksien lisäksi punnittiin päärunko ja selvät haarat erik-
seen. Kosteusnäytteet otettiin elävistä ja kuolleista oks-
ista sekä runkopuusta erikseen samalla tavalla kuin
Ferm & Kaunisto (1983). Näytteitä kuivattiin 2 vrk
105°C:ssa. Koepuita mitattiin ja punnittiin kaikkiaan
83. Niiden rinnankorkeusläpimitan vaihteluväli oli
1,1—10,3 cm sekä kokonaiskuivamassan vaihteluväli
0,2—22,9 kg (kuva 2). Tässä tutkimuksessa biomassalla
tarkoitetaan kaikkea puun kantoleikkauksen yläpuolel-
la olevaa puu- ja kuoriainesta.



Kuva 2. Punnituskoepuiden kuivamassan (runko ja oksat) riippuvuus rinnankorkeusläpimitasta.
Fig. 2. Dependence of the dry mass (stem and branches) of weighed sample trees on breast-height diameter.

3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

31. Pituuden ja läpimitan kehitys

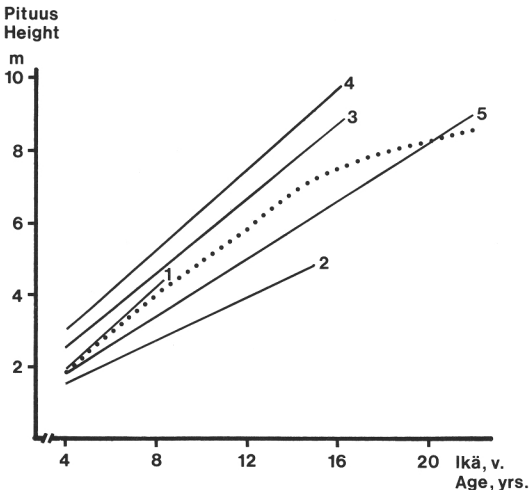
Metsiköiden välinen vaihtelu vesojen pituuskehityksessä oli melko suuri (kuva 3). Parhaiten kasvavissa metsiköissä vesasyntyinen koivu saavutti 16 vuoden ikäisenä 8—9 m pituuden. Kun tarkasteltiin metsiköittäin erikseen valtavesojen ja muiden vesojen pituuskehitystä, suuria eroja ei havaittu.

Hieskoivikot olivat saavuttaneet rinnankorkeuden viimeistään kolmessa vuodessa. Vesakoiden pituuskasvu oli jatkunut nopeana noin kymmenen vuoden ajan, minkä jälkeen se näytti hieman hidastuvan (taulukko 3). Vesojen pituuskehitys oli samaa luokkaa kuin esim. Björkdahlin (1983) esittämissä vesojen pituuskehityskäyrissä ja toisaalta nopeampaa kuin Y. & M. Ilvessalon (1975) luonnonnormaaleille hieskoivuvaltaisille metsille esittämä pituuskehitys.

Hieskoivun vesat kasvavat ainakin ensimmäisinä vuosinaan yleensä selvästi nopeammin kuin siemensyntyiset puuyksilöt (Kauppi

ym. 1988b). Koivusta ja sen alkukehityksestä puhuttaessa on eroteltava, onko kyse siemenvai vesasyntyisestä koivusta. Hartigin (ref. Heikinheimo 1915) mukaan koivun vesojen kasvu on ensimmäisenä viisivuotiskautena 4—5 kertaa suurempi kuin siementaimien. Wahlström (1976) havaitsi, että rauduskoivun vesat olivat saavuttaneet keskimäärin kahdessa tai kolmessa vuodessa rinnankorkeuden, kun siemensyntyisillä puilla tähän kului 7—10 vuotta. Lukkalan (1946) mukaan korpimetsissä siemensyntyisellä koivulla kesti 8—10 vuotta rinnankorkeuden saavuttamiseksi. Saramäen (1977) tutkimien hieskoivikoiden eri pituusboniteeteissa kesti 4—8 vuotta rinnankorkeuden saavuttamiseksi. Syyt vesayksilöiden nopeampaan alkukehitykseen ovat vielä epäselviä, mutta pääasiallisiksi syiksi on esitetty jo olemassa olevan juuriston suoma etua sekä hormoni-metaboliassa tapahtuvia muutoksia (Blake 1981). Myös vesojen morfologia, vesitalous, kasvurytmi ja lehtien ominaisuudet poikkeavat siemensyntyisten puiden vastaavista ominaisuuksista (Blake 1980, 1981, Kauppi 1989, Kauppi ym. 1988b).

Parhaimmillaan hieskoivun vesat saavuttivat käsittelemättömissä metsiköissä 16-vuotiaana noin 6 cm:n kuoretta rinnankorkeusläpimitan (kuva 4). Valtavesojen läpimitan kasvu oli useimmissa metsiköissä selvästi nopeampaa kuin muiden latvuskerrosten vesojen (kuva 4). Tämä viittaa siihen, että vesaryhmien sisäinen resursskilpailu vaikut-



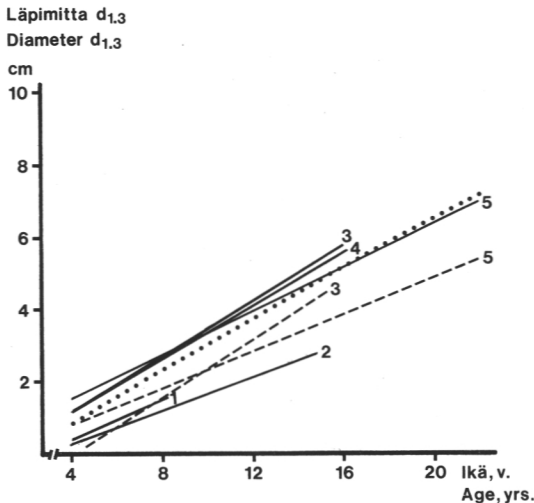
Kuva 3. Eri metsiköiden pituuskehitys (vesaryhmien valtavesat). Numerot viittaavat metsiköiden numeroihin (taulukko 1). Yhdistetyn aineiston mukainen kehitys pisteviivalla.

Fig. 3. Development of the mean height of birch coppice stands. Dominant sprouts in the stools. Numbers refer to the stands in Table 1. Combined data with dotted line.

Taulukko 3. Hieskoivuvesakoiden pituuden ja läpimitan (kuoretta) keskimääräinen kehitys viisivuotisjaksoina.

Table 3. Development of average 5-year height and diameter growth (without bark) in birch coppice stands.

Ikä, a Age	5-vuoden keskim. pituuskasvu, m Average 5-year height growth	n	5-vuoden keskim. sädekasvu, mm Average 5-year diameter growth	n
1—5	2,58	60	12,1	52
6—10	2,51	54	17,0	47
11—15	2,19	42	16,2	44
16—20	1,90	11	17,7	12



Kuva 4. Eri metsiköiden läpimitan (kuoretta) kehitys. Valtavesojen kehitys on esitetty yhtenäisellä viivalla ja muiden vesojen katkoviivalla. Numerot ks. kuva 3. Valtavesojen kehitys yhdistetyn aineiston mukaan on esitetty pisteviivalla.

Fig. 4. Development of the mean diameter (without bark) of the birch coppice stands. Dominant sprouts with solid line, other sprouts with dashed line. Numbers, see Fig. 3. The development of the dominant sprouts according to the combined data with dotted line.

taa erityisesti puiden paksuuteen. Viisivuotiskasvojen sädekasvut osoittavat (taulukko 3), että läpimitan kasvussa ei ole havaittavissa hidastumista 20 ensimmäisen vuoden aikana, vaikka metsiköt olivat tiheitä ja käsittelemättömiä.

32. Runko- ja oksapuun kuivamassan määrä

Koemetsiköiden runko- ja oksamassa laskettiin kullekin metsikölle erikseen runkolukusarjan ja regressioestimoinnin avulla. Kuivamassamallit olivat muotoa

$$Y = a_0 + a_1 d_{1,3} + a_2 d_{1,3}^2 + \epsilon.$$

Esimerkiksi runkomassayhtälöt erosivat merkittävästi toisistaan ($p < 0,01$) eikä yhtälöitä voitu yhdistää yhdeksi yleiseksi yhtälöksi. Kuitenkin mitä enemmän malleissa oli tietoa puiden pituudesta sitä varmemmin yhtälöt pätevät eri metsiköihin. Kun verrattiin keskenään eri metsiköiden runkomassayhtälöitä, jotka olivat muotoa

$$Y = a_0 + a_1 d_{1,3}^2 h + \epsilon,$$

eivät yhtälöiden vakiot eivätkä regressiokerroimet eronneet tilastollisesti toisistaan ($p = 0,24$ ja $p = 0,07$). Tutkimuksen vesasyntyisten koiviköiden runkomassan (Y , kg) estimointiin voidaan käyttää siis yhtä, yleistä yhtälöä, joka on:

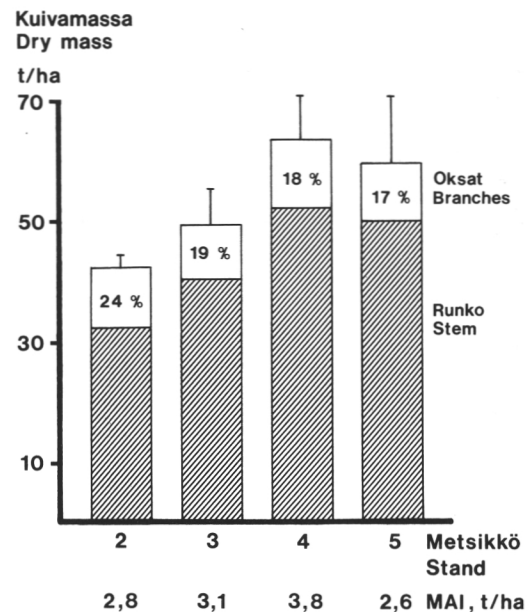
$$Y = 0,21002 + 0,01876 d_{1,3}^2 h$$

($n = 83$; $R^2 = 0,989$; $s_e = 0,51$ kg).

Vastaavasti kokonaiskuivamassan laskemista varten yleinen yhtälö on:

$$Y = 0,2619 + 0,02296 d_{1,3}^2 h \quad (R^2 = 0,985; s_e = 0,76 \text{ kg}).$$

Metsiköiden runko- ja oksamassa oli keskimäärin 54 t/ha, josta oksien osuus oli 19 % (kuva 5). Laskennassa olivat mukana vain elävät puut. Vaikka kuolleiden puiden osuus metsiköiden runkoluvusta vaihteli 21–36 %, niiden merkitys metsikön biomassaa määriteltäessä oli vähäinen (ks. myös Hytönen 1988, Tolonen 1988). Metsiköiden sisäinen vaihtelukoerros oli kokonaiskuivamassalle 5–19 %. Keskimääräinen vuotuinen tuotos oli keskimäärin 3,1 t/ha. Paras tuotos oli vesametsässä, jonka kasvupaikan ravinteisuusluokkakin oli paras. Vaikka kasvupaikan laadun vaikutus tuntuu itsestään selvältä, on esi-



Kuva 5. Puuston maanpäällisen osan kuivamassa ilman lehtiä ja keskimääräinen vuotuinen tuotos (MAI).

Fig. 5. Total dry mass and mean annual woody biomass increment (MAI) of the above-ground part.

merkiksi pohjoisamerikkalaisissa tutkimuksissa ristiriitaisia havaintoja kasvupaikan merkityksestä vesomiseen ja vesametsien tuotokseen (ks. Beck 1977, Johnson 1977, Mroz ym. 1985).

33. Juuristo

Vesaa vanhempien juurten osuus vesojen juurten poikkileikkauspinta-alasta oli keskimäärin 19,9 % ($s = 29,8\%$). Vesapuut olivat kehityksensä tässä vaiheessa keskimäärin siis enimmäkseen omien juurtensa varassa, joskin hajonta oli huomattava. Hajonta oli samanlaista kaikissa metsiköissä. Joukossa oli myös koepuita, jotka olivat vielä täysin riippuvaisia emopuun juuristosta. Näiden vesojen ikä oli 15–17 vuotta. Vanhojen juurten pinta-alaa ei kyetty tilastollisesti merkitsevästi selittämään tavallisilla puustotunnuksilla.

Koivusta on hyvin vähän tietoja siitä, kuinka kauan yhteys emokantoon ja sen juuristoon säilyy ja miten riippuvaista vesojen kehitys on näistä yhteyksistä. Koivun vesomisessa uusien juurien syntyminen, vanhojen säilyminen, sekä rungon ja juurten yhteydet ovat paljon ongelmallisempia kuin esim. kastanjan vesomisessa (Auclair 1988). Ehkä tästä syystä koivun perinteisessä vesametsäkasvatuksessa suositellaan vain kolmea tai neljää kiertoaikaa, kun sen sijaan kastanjalla kiertoja voi olla lukemattomia.

Laitakari (1934) toteaa, että mikäli voimakkaita vesoja syntyy ja ne saavat rauhassa kehittyä, säilyy pienien koivujen juuristo kokonaisuudessaan elossa toimien vesojen hyväksi. On mahdollista, että syntyvä laho katkaisee juuriyhteydet. Heikotkin vesat ylläpitävät juuristoa elinvoimaisena melko pitkän ajan. *Populus grandidentatan* juurivesat olivat hyvin riippuvaisia emopuun juuristosta vielä 25 vuotta niiden syntymästä (Zahner ja DeByle 1965). Leesin (1981) mukaan *Acer rubrumin* vesat aina 70 vuoden ikäisiksi olisivat sekä omien että emopuun juurien ylläpitämiä. *Eucalyptus botryoideksen* vesojen juuristo muodostuu sekä emopuun juurista että vesojen omista juurista (Lacey ym. 1982).

Vesan suhde emopuun kantoon ja juuristoon saattaa olla hyvin monimuotoinen. Vesa voi jäädä ilman juuristoa ja kuolla kannon mukana. Lähellä oleva emokannon juuri (juuret) tai jopa koko juuristo voi jäädä eloon toimien vesan hyväksi. Vesa voi myös

kasvattaa kokonaan oman juuriston. Juuristossa oleva vahva laho saattaa hidastaa vanhojen juurten käyttöönottoa (Lees 1981). Erään tammilajin juurista osa kuoli välittömästi puun kaadon jälkeen (Wood 1939). Todennäköisyys sille, että vesa ottaa käyttöönsä vain osan emokannon juuristoa on sitä suurempi, mitä alempana kannossa vesa on syntynyt (Fayle 1982). Koivun vesojen on todettu kasvattavan omia juuria helpoimmin silloin, kun vesat syntyvät maanpinnan alapuolelta (Mikola 1942). Kaiken kaikkiaan vesojen omien juurten määrittäminen on vaikea tehtävä, sillä vesoilta on emopuusta käyttöön otettujen juurten ja itse kasvatettujen juurten lisäksi vielä keskenään yhteisiä juuria ja muita juuriyhteyksiä.

34. Lahoisuus

34.1. Lahon yleisyys

Tyvilahoa löydettiin 54 %:lla kaikista koepuista (taulukko 4). Tämä osuus vaihteli metsiköittäin 32–71 %. Saatu tulos sopii aiempien koivun lahotutkimusten vaihteluväliin. Kahiluoto ja Talvenheimon (1947) saivat sisäisen lahon osuudeksi nuorissa korpiköivöissä 41 %. Heiskasen (1957) mukaan ojitetuilla turvemaidella oli ikäluokassa 20–40 vuotta lahoa peräti 70 %:lla koepuista, joskin laatua alentavaa lahoa oli vain 7,5 %:lla koko ikäluokasta. Kivennäismailla lahon osuus oli Heiskasen (emt.) aineistossa 46 %.

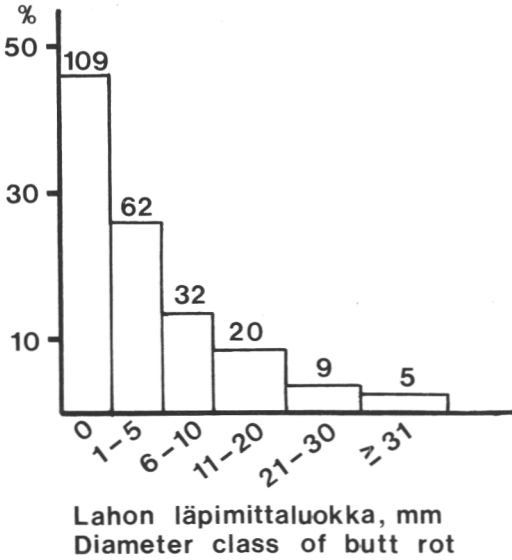
Lahon keskimääräinen läpimitta oli 1,0 cm ($s = 1,1$ cm) (taulukko 4). Eri metsiköiden välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja

Taulukko 4. Tyvilahoisuus.
Table 4. Amount of butt rot.

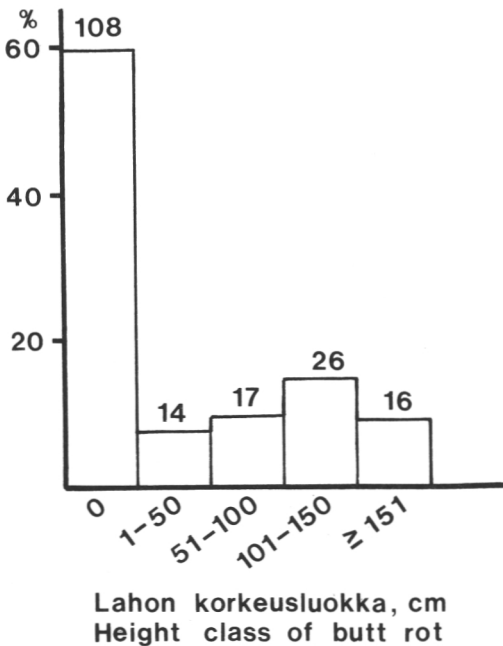
Metsikkö Stand	Metsikön ikä, a Age of the stand	Puista tyvilahoisia, % Percentage of butt rot	Tyvilahon läpimitta, cm Average dia- meter of butt rot	n
1	9	32	0,5 a	44
2	15	33	0,8 ab	46
3	16	53	0,8 ab	43
4	17	72	0,6 a	50
5	23	74	1,6 b	54
Keskim. Mean	16	54	1,0	
F=5, 88***				

Ne keskiarvot, joiden jälkeen on sama kirjain, eivät eroa merkitsevästi toisistaan Duncanin testin mukaan ($P = 0,05$).
Means followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P = 0,05$).

($p < 0,001$). Varsinkin vanhimmassa metsikössä (23 v.) oli nuorimpaan metsikköön (9 v.) verrattuna lahoisuutta selvästi enemmän. Kaiken kaikkiaan vesakoivujen tyvilahon absoluuttinen määrä oli melko vähäinen. Niistä puista, joissa lahoa tavattiin, oli suurin osa 1



Kuva 6. Lahon läpimitan frekvenssi.
Fig. 6. Frequency of butt rot according to diameter classes.



Kuva 7. Lahon korkeuden frekvenssi.
Fig. 7. Frequency of butt rot according to height classes.

cm:n laholäpimitaluokassa (kuva 6). Läpimitaltaan yli 4 cm:n lahoa tavattiin vain viidestä koepuusta ja suurimman havaitun tyvilahon läpimita oli 6,3 cm.

Puissa, joissa lahoa esiintyi ja sen korkeus voitiin luotettavasti mitata, tyvilahon korkeus oli keskimäärin 112 cm ($s = 60$ cm) (kuva 7). Metsiköiden tai puiden latvusluokkien välillä ei havaittu kovin merkittäviä eroja. Lahon suurin korkeus oli 310 cm.

Paitsi rungon tyven lahoisuudesta oli tässä työssä mahdollista saada käsitystä myös juurten lahoisuudesta. Lahon osuus juurten poikkileikkauspinta-alasta oli keskimäärin hyvin vähäinen, 4,9 %, mutta keskihajonta oli jo huomattavasti suurempi, 11,7 %. Tämä on selitettävissä sillä, että vanhemmissa metsiköissä juurten lahoisuus lisääntyi (kuva 8).

342. Lahon alkuperä

Niissä tapauksissa, joissa lahon alkuperä saatiin luotettavasti selville, rungosta tai oksasta alkaneita lahoja oli hieman enemmän kuin juuristosta tai emokannosta peräisin olevaa lahoa (taulukko 5). Useimmiten lahon alkuperää ei pystytty tunnistamaan. Lahon läpimitassa tai korkeudessa ei ollut tilastollisia eroja eri alkuperäryhmien välillä.

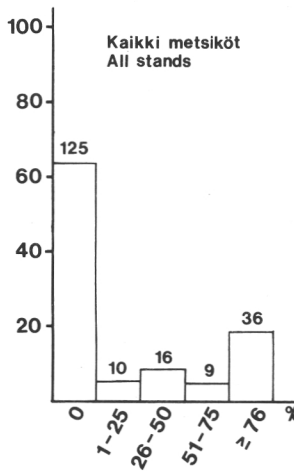
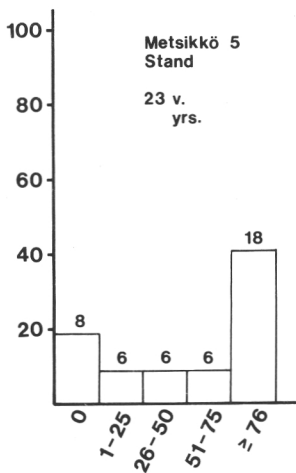
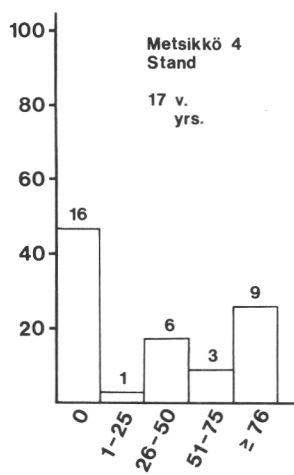
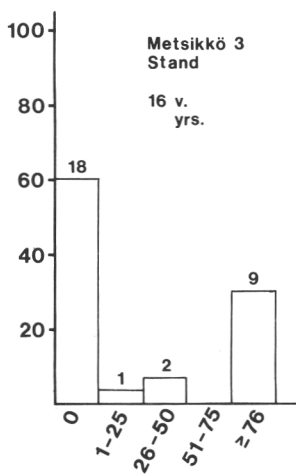
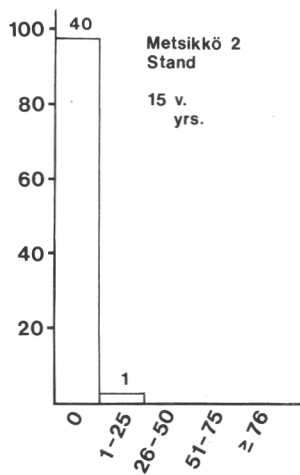
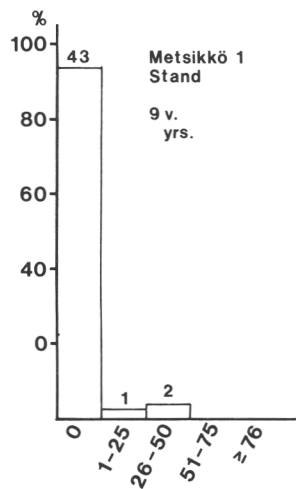
Vaikka on mahdollista, että suuri osa tuntemattomiksi jääneistä lahon alkuperätapauksista johtuisi emopuun juurista tai kannosta, vesasyntyisyys sinänsä ei näytä olevan niin huomattava lahon syy kuin saattoi ajatella. Monissa pohjoisamerikkalaisissa tutkimuksissa on osoitettu kantovesojen saavan

Taulukko 5. Tyvilahoisuus lahon alkuperän mukaan.
Table 5. Butt rot according to its origin.

Lahon alkuperä Origin of the butt rot	%	Tyvilahon läpimita, cm Diameter of butt rot	Lahon korkeus, cm Height of butt rot	n
Juuri tai emokanto Root or parent stump	23,8	0,8	92	29
Runko tai oksa Stem or branch	28,7	0,8	113	40
Molemmat e.m. Both	3,2	1,5	117	3
Tuntematon Unknown	44,2	0,8	88	54
Koko aineisto All	100,0	0,9	111	126

$F=0,38$ n.s $F=1,84$ n.s

Frekvenssi
Frequency



Lahojen juurten osuusluokat
Observed percentage of root decay

Kuva 8. Frekvenssi lahon osuudesta juurten poikkileikkauspinta-alasta.
Fig. 8. Frequency of the observed percentage of root decay.

emopuusta suurimman osan lahovioistaan. Byler & True (1966) havaitsivat, että *Liriodendron tulipiferan* kantovesoista oli 84 % kaikista lahotapauksista saanut lahon emopuun kannon ja vesan välisestä sydänpuuyhteydestä. Myös tammen vesojen lahon on todettu olevan 86 %:sti peräisin emokannosta (Roth & Hepting 1943).

Toisenlaisiakin havaintoja on. Laho, jota tavattiin yli 40-vuotiailla rauduskoivun vesoilla, ei ollut peräisin emopuun kannosta tai juurista (Wahlström 1976). Ecksteinin ym. (1979) mukaan lahon siirtyminen emokannosta poppelin vesaan on epätodennäköistä. Sensijaan heidän havaintonsa osoittivat lahon voivan lokeroitua juurenniskaan. Vaahteran vesojen värjäntymien ja lahon pääasiallisia aiheuttajia olivat oksatyngät, ei emopuun kanto (Shigo 1965). Samoin haavan vesojen lahon lähtökohtana oli yleisimmän oksanarpi (Schmitz & Jackson 1927).

Korkeaan kantoon kaatamisen on todettu lisäävän vesojen lahoamisalttiutta (Roth & Hepting 1943, Byler & True 1966). Korkeassa kannossa vesan kiinnitys, erityisesti vanhemman puun kantoon on usein heikko ja varsinkin ylempänä kannossa syntyvät vesat katkeavat helposti (Wilson 1968). Mitä ylempänä kannossa vesat syntyvät sitä pienempi mahdollisuus niillä on kasvattaa omaa juuristoa (ks. Heikinheimo 1915, Mikola 1942), minkä taas on usein todettu olevan edellytyksenä lahon välttämiseksi.

Koivun vesojen alkukehitys on vaarallista. Esimerkiksi eläinten syönnökset ovat yleisiä (Ferm ym. 1985). Vaikka vesoja voi syntyä kymmenittäin yhteen kantoon, kuolee vesoista pian suuri osa. Kuolleista vesoista pääsee lahottaja kasvaviin vesoihin (Shigo 1980). Ratkaisevaa lahovaaran suuruudelle voi tällöin olla se, millä tavalla toisiinsa nähden vesat ovat syntyneet ja millä tavalla ne liittyvät toisiinsa (Roth & Sleeth 1939). Puhutaan U- ja V-tyypin liittymistä: mitä kauempana toisistaan vesat ovat, sitä enemmän liittymä muistuttaa U-tyyppiä, sitä enemmän mantopuuta on vesojen välissä ja sitä pienempi on lahon leviämisaara poistettun tai kuolleen vesan tyngästä elävään vesaan. Vesojen syntyprosessi voi olla hyvin mutkikas. Vesojen tyvelle syntyy jo hyvin varhain omia uinuvia silmuja tai niitä voi olla jo vesan silmussakin (Kauppi ym. 1987). Nämä silmut puhkeavat vesan kuoltua. Kun joissakin tapauksissa ilmeisesti myös elävän vesan tyvellä olevat silmut voivat puhjeta, ja

syntyvä vesa kuolla, voidaan tällaisten ”arpien” katsoa lisäävän lahoalttiutta. Hieskoivulla on usein lisäksi isoja silmuryhmiä, joista vesat syntyvät (Kauppi ym. 1987, 1988a). Lähekkäin syntyvillä vesoilla jää usein kuorta puuaineksen sisälle liittymäkohdan yläpuolelle. Tässä kohdassa kosteus pysyy jatkuvasti korkeana helpottaen potentiaalisten lahottajien elinmahdollisuuksia.

Siihen, lahoutuuko vesa vai ei, vaikuttanee vesan alkukehityksen elinvoimaisuus. Esimerkiksi elinvoimaisten tyvisilmujen ympäriltä on mitattu korkeita totaalfenolipitoisuuksia (Kauppi ym. 1989). Näiden alueiden on todettu välttävän lahoa kauemmin kuin kannon muiden osien.

343. Lahon yhteys puustotunnuksiin

Kun lahoisuutta tarkasteltiin tavallisten puustotunnusten perusteella, juuristotunnukset, ikä ja latvusluokka korreloivat positiivisesti lahon läpimitan kanssa (taulukko 6). Sen sijaan vain puun ikä ja läpimitta korreloivat merkitsevästi lahon korkeuden kanssa. Mainitut tekijät yksinään eivät sanottavasti selittäneet lahoa, mihin osasyynä lienee aineiston suppeus.

Tyvilahon läpimitta oli selvästi suurin latvusluokan 4 puilla (taulukko 7). Heikentyneet tai kuolleet vallittujen latvuskerrosten puut ovat siis huomattavan lahoisia. *Liriodendron tulipifera*-vesametsien vallituissa vesapuissa lahon leviäminen oli nopeinta, vaikka lahon esiintyminen sinänsä ei ollutkaan runsainta vallituilla puilla (Byler & True 1966).

Taulukko 6. Lahoisuuden ja puustotunnusten välisiä korrelaatioita.

Table 6. Correlations between the butt rot and tree characteristics of the sprouts.

	Lahon läpimitta Diameter of butt rot	Lahon korkeus Height of butt rot
Emopuun juurten osuus, % Percentage of parent roots	0,224**	0,076
Lahoja juuria, % Percentage of decayed roots	0,187*	0,056
d _{1,3}	0,095	0,225**
h	0,021	0,124
Ikä Age	0,204**	0,288***
Latvusluokka Crown class	0,282***	0,168*

Taulukko 7. Tyvilahoisuus latvusluokittain.
Table 7. Butt rot according to crown classes.

Latvusluokka Crown class	Tyvilahoisia puita, % Percentage of butt rot	Tyvilaho, cm Butt rot
1	48	0,6 a
2	59	1,0 a
3	70	0,9 a
4	89	2,6 b
F=9,29***		

Keskiarvojen vertailu, ks. taulukko 4.
Comparison among means, see Table 4.

Taulukko 9. Vesaryhmät luokiteltuna vanhimman ja nuorimman vesan ikäeron mukaan.
Table 9. Stools classified according to age difference between the oldest and youngest sprout.

Ikäero, a Age difference	Vanhimpien vesojen keski-ikä, a Mean age of the oldest sprouts	Vesaryhmiä, kpl Number of stools
0	15,6	19
1	15,0	16
2	11,0	4
3	13,0	1
4	17,2	4
5	17,8	5
6	15,0	1
7	20,0	3
8	19,0	2
9	22,0	3
11	30,0	2
20	30,0	1

Vesaryhmittäin tarkasteltaessa lahoisuus korreloi merkittävimmin vesaryhmän puiden välisen ikäeron kanssa (taulukko 8). Ikäeron havaittiin korreloivan positiivisesti myös vesaryhmän puiden pohjapinta-alasumman kanssa ($r=0,41$, $p<0,001$). Tämän vuoksi laskettiin tyvilahoisuudelle ja ikäerolle osittaiskorrelaatiokerroin vakioimalla pohjapinta-ala. Osittaiskorrelaatiokerroin oli myös merkitsevä ($r=0,50$, $p<0,001$).

Vesaryhmän vesat voivat olla hyvin erikäisiä. Vaikka tässä aineistossa vesaryhmän vanhimmalla ja nuorimmalla vesalla ei useimmiten ikäeroa ollut tai se oli yksi vuosi, oli ikäeron vaihteluväli kuitenkin 0—20 vuotta (taulukko 9). Kun luokitteluperusteena käytettiin vesaryhmän vanhimman ja nuorimman puun ikäeroa havaittiin, että suurimman ikäeron (7—20 v.) vesaryhmissä oli huomattavan paljon lahoa (taulukko 10). Vesaryhmiin voi siis syntyä vesoja myöhemminkin

Taulukko 8. Lahoisuuden ja vesaryhmien tunnusten väliset korrelaatiot.

Table 8. Correlations between the butt rot and characteristics of the stools.

	Tyvilahon pinta-alan summa/ryhmä Sum of the area of the butt rot per stool
Vesoja/vesaryhmä, kpl Number of sprouts/stool	0,222*
län vaihtelukerroin Coefficient of variation of age	0,073
Pituuden vaihtelukerroin Coefficient of variation of height	0,235*
Ikäero, a Age difference	0,596***
Lahojen juurten poikkileikkauksen pinta-ala/puu, cm ² Cross-sectional area of decayed roots/tree	0,171
Emopuun juurten poikkileikkauksen pinta-ala/puu, cm ² Cross-sectional area of parent roots/tree	0,155

Taulukko 10. Tyvilahoisuus vesaryhmän vanhimman ja nuorimman puun ikäeron mukaan.
Table 10. Butt rot as regards the age difference between the oldest and youngest tree in the stool.

Ikäero, a Age difference	Lahopinta-alan summa cm ² /ryhmä Sum of the area of the butt rot, cm ² /stool	Ryhmiä, kpl Number of stools
0	3,4 a	19
1—3	1,6 a	21
4—6	8,0 ab	10
7—20	49,1 b	10
F=3,768* (logaritimuunnos) (logarithmic transformation)		

Keskiarvojen vertailu, ks. taulukko 4.
Comparison among means, see Table 4.

kuin välittömästi hakkuun jälkeen (ks. sivu 12). On mahdollista, että ne heikon elinvoiman sekä alistetun asemansa takia saavat lahon ja mahdollisesti niiden kautta laho saattaa siirtyä vanhempiinkin vesoihin.

Puun lahoutumiseen vaikuttaa puulajin, iän ja kasvupaikan lisäksi kasvunopeus (Kärkkäinen 1977). Yleensä on voitu havaita puiden nopeakasvuisuuden edistävän niiden lahoutumista (Kärkkäinen emt.). Tässä tutkimuksessa vesakoivujen tyvilahon läpimitan ja sädekasvun (laskettuna 5-vuotisjaksoille) välinen korrelaatio osoittaa aluksi positiivista suuntaa ja myöhemmällä iällä selvästi negatiivista suuntaa.

tiivista, kuten alla olevasta asetelmasta ilmenee:

Tyvilahon läpimitan ja
sädekasvun välinen korrelaatio

Sädekasvu- jaksot	Lahon läpimitta
1—5	0,250*
6—10	-0,061
11—15	-0,079
16—20	-0,811**

Tämän aineiston vanhimmat puut ovat peräisin pääosin yhdestä metsiköstä, joten kasvu-nopeuden vaikutuksesta hieskoivuvesakoiden lahoutumiseen ei voi sanoa mitään varmaa. Nopeakasvuisuus voi kuitenkin olla seurausta monista eri tekijöistä, jotka jo sinällään vähentävät tai ovat jo vähentäneet lahonvauraa; vesat ovat valtapuita, naapurivesoja on vähän, vesaryhmän puut ovat samanikäisiä ja oma juuristo on kehittynyt.

4. PÄATELMIÄ

Vesasyntyisen hieskoivun pituuden ja läpimitan kehitys oli mittaushetkellä useimmissa metsiköissä nopeampaa kuin luonnollisnormaalien hieskoivumetsiköiden (ks. Y. & M. Ilvessalo 1975) ja parhaimmillaan luontaisesti syntyneiden taluskoivikoiden parhaiden pituusboniteettiluokkien tasolla (ks. Gustavsen & Mielikäinen 1984). Vesasyntyisyys ei kuitenkaan takaa tietyntasoisia nuoruuskehitystä, vaan metsiköiden pituus- ja paksuuskehityksessä oli suuria eroja. Valtavesojen paksuuskasvu oli usein selvästi nopeampaa kuin muissa latvuserroksissa olevien vesojen.

Metsiköiden kuivamassatuotos ei ollut aivan niin suuri kuin koivutiheiköistä on aiemmin esitetty (Issakainen 1980, Björklund & Ferm 1982, Ferm & Kaunisto 1983), mutta korkeahkoja tuotokset silti olivat ottaen huomioon metsiköiden nuoren iän. Eräät siemensyntyisistä koivutiheiköistä tehdyt tutkimukset ja myös vertailevat tutkimukset viittaavat siihen, että vesasyntyiset koivikot eivät biomassatuotoksen kannalta olisi 15—20 vuoden iästä lähtien yhtä tuottoisia kuin siemensyntyiset koivutiheiköt (Ferm & Kaunisto 1983, Ferm & Issakainen, julkaisematon aineisto).

Sisäistä lahoa havaittiin noin puolella tutkituista vesakoivuista. Erityisesti lahon läpimitta, mutta myös korkeus oli useimmissa tapauksissa melko vähäinen. Tämän tutkimuksen ja Heiskasen (1957) sekä Kahiluodon & Talvenheimon (1947) mukaan luontaisissa suokoivikoissa ja myös kangasmaiden koivikoissa on siis aina osa puista jonkin verran lahoisia. Sen sijaan ulkoisesti havaittavaa lahoa on suokoivikoissa äärimmäisen vähän

(Kahiluoto & Talvenheimo 1947, Heiskanen 1957).

Koska lahoisuus myöhemmällä iällä huomattavasti lisääntyy (ks. Heiskanen 1957), kelpaavat tutkimuksen koivikot vain massa- ja polttopuiksi. Luonnonoloissa on hyvin tavallista, että laho alentaa puun kuivaa massaa 10 % tai vähemmän (Kärkkäinen 1977). Vain todella pilalle lahonneen puun yhteydessä voidaan käyttää suurempia lukuja painon ja myös lämpöarvon (ks. Salmi 1964) alenemisesta. Vaikuttaa siltä, että lahoisuus ei kovin paljon vaikuttaisi puiden kasvukuntoon. Olisi kuitenkin syytä tarkemmin tutkiakseen selvittää lahon vaikutus koivikoiden kasvuun ja kehitykseen. Esimerkiksi suokoivikoiden kiertoajan määrittämisessä tällaisista tutkimuksista olisi hyötyä.

Lahon alkuperä on hyvin vaikeata määrittää, etenkin suokoivikoissa (ks. Heiskanen 1957). Ojitettujen soiden koivikoissa yleisin lahon syntytapa oli Heiskasen (1957) mukaan ns. ”maannousema”, jonka aiheuttajasta ei päästy selville. Tässä tutkimuksessa näytti siltä, että vesasyntyisyys ei ollut ehdoton ensisijainen syy lahon esiintymiseen, vaikka usein olikin mahdotonta määrittää lahon alkuperä. Heti kaadon jälkeen on emopuun kannon ja kehittyvien vesojen fysiologinen tila altis erilaisille häiriöille (Ferm ym. 1985). On mahdollista, että ne vesat ja vesaryhmät, joihin lahottajat iskeytyivät heti kaadon jälkeen, eivät olleet enää elossa. Tutkimuksen vanhimmissa vesakoivikoissa lahojen juurten osuus oli jo suurehko, mikä voi olla seurausta useista vesomiskierroista. Lisätutkimukset olisivat tarpeen suokoivikoiden, sekä siemen- että vesasyntyisten, juuriston

tilasta ja sen mahdollisista yhteyksistä puiden kasvuun ja kehitykseen sekä lahoutumiseen.

Vesojen lahoisuuteen voitiin tässä tutkimuksessa havaita selvimmin vaikuttavan puiden iän, vesan latvuskerrosaseman ja vesaryhmän eri-ikäisyyden. Heikkokuntoiset valitut puut infektoituvat helpoimmin, mikä on samalla osoitus metsiköiden itseharvenemisestä ja pienempien puiden vähittäisestä kuolemista. Nuorten vesaryhmien harventamisella voidaan mahdollisesti vähentää valtave-

sojen lahoutumisriskiä (Beck 1977, Stroempel 1983). Tähän viittaa tässäkin tutkimuksessa havaittu alistetussa asemassa olevien vesojen suuri lahoutuneisuus. Itse asiassa Shigon (1980) mukaan vesapuiden tärkein lahon väylä onkin juuri pienistä, alistetuista vesoista suurempiin vesoihin. Harvennuksessa on naapurivesojen lahon välttämiseksi kaatoleikkauksesta tehtävä mahdollisimman tasainen (McCracken 1985).

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Auclair, D. 1988. Growth and physiology of coppice. Julkaisussa: Ferm, A. (toim.) Proceedings of the IEA Task II meeting and workshops on cell culture and coppicing in Oulu, Finland, August 24—29, 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 304: 42—50.
- Beck, D.E. 1977. Growth and development of thinned versus unthinned yellow-poplar sprout clumps. USDA For. Serv. Res. Pap. SE-173. 11 s.
- Begley, C. D. & Coates A. E. 1960. Estimating yield of hardwood coppice for pulpwood growing. Great Britain Forestry Commission, Report on Forest Research 1960: 189—193.
- Blake, T. J. 1980. Effects of coppicing on growth rates, stomatal characteristics and water relations in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Aust. J. Plant Physiol. 7: 81—87.
- 1981. Growth-related problems of ageing and senescence in fast growing trees grown on short rotations. IEA Report NE-21. 43 s.
- Björkdahl, G. 1983. Höjdtveckling hos stubbskott av värt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Stencil nr 18. Institutionen för skogsproduktion. Garpenberg.
- Björklund, T. & Ferm, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomassa ja tekniset ominaisuudet. Abstract: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. *Folia For.* 500. 37 s.
- Byler, J. W. & True, R. P. 1966. Root and butt rot in young yellow-poplar stump sprouts. *Phytopathology* 56: 1091—1097.
- Eckstein D., Liese, W. & Shigo, A. L. 1979. Relationship of wood structure to compartmentalization of discoloured wood in hybrid poplar. *Can. J. For. Res.* 9: 205—210.
- Energiametsätoimikunnan mietintö II. Komiteamietintö 1980: 50. 323 s.
- Etholén, K. 1974. Kaatoajan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistohoitaoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in Northern Finland. *Folia For.* 213. 16 s.
- Fayle, D. C. F. 1982. Root growth and development in relation to coppice management. IEA, Report on JAB-23 to PGB. Oslo. 5 s.
- Ferm, A. 1989. Hieskoivun kasvatusta soilla. Abstract: Growing of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained peatland forests. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 40—51.
- & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. *Folia For.* 558. 32 s.
- , Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H.-L. & Saarsalmi, A. 1985. Energiapuun tuottaminen luonnonvesakoissa. Julkaisussa: Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. (toim. Hakkila, P.). *Folia For.* 624: 29—41.
- Gustavsen, H.G. & Mielikäinen, K. 1984. Luontaisesti syntyneiden koiviköiden kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Abstract: Site index curves for natural birch stands in Finland. *Folia For.* 597. 20 s.
- Hakkila, P. (toim.-ed.) 1985. Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Summary: The potential of forest energy in Finland. Interim report of PERA project. *Folia For.* 624. 86 s.
- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyn vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. *Acta For. Fenn.* 4. 472 s.
- Heiskanen, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Summary: Quality of the common birch and the white birch on different sites. *Commun. Inst. For. Fenn.* 48(6). 99 s.
- Hytönen, J. 1988. Biomass production of *Salix 'Aquatika'* on an abandoned field in South Finland. Julkaisussa: Ferm, A. (toim.) Proceedings of the IEA Task II meeting and workshops on cell culture and coppicing in Oulu, Finland, August 24—29, 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 304: 74—90.
- Ilvessalo, Y. & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen puuntuotokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. *Acta For. Fenn.* 144. 101 s.
- Issakainen, J. 1980. Luontaisten vesaköiden biomassan tuotoskyvystä. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä

- Kannuksessa. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 18: 37—47.
- Johnson, P. S. 1977. Predicting oak stump sprouting and sprout development in the Missouri Ozarks. USDA For. Serv. Res. Pap. NC-149. 10 s.
- Kahiluoto, J. & Talvenheimo, O. 1947. Ojitettujen korpion koivikoitten lahovikaisuudesta. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 70 s.
- Kauppi, A. 1989. Sprouting in birches. A morphological and ecophysiological approach. Acta Universitatis Ouluensis. Series A 209. 32 s.
- , Rinne, P. & Ferm, A. 1987. Initiation, structure and sprouting of dormant basal buds in *Betula pubescens*. Flora 179:55—83.
- , Rinne, P. & Ferm, A. 1988a. Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on *Betula pubescens* Ehrh. stumps. Scand. J. For. Res. 3: 343—354.
- , Kiviniitty, M. & Ferm, A. 1988b. Growth habits and crown architecture of *Betula pubescens* Ehrh. of seed and sprout origin. Can. J. For. Res. 18: 1603—1613.
- , Tela, H.-L. & Ferm, A. 1989. Total phenol content in the xylem of stumps, sprouts and seedlings of birch (*Betula pubescens* and *B. pendula*). Käsikirjoitus. Oulun yliopisto, kasvitieteen laitos.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. Summary: The economics of growing birch on drained peatlands. Silva Fenn. 11(1): 49—68.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977—1979. Summary: Forest resources in the province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry Board Districts in Finland 1977—1979. Folia For. 446. 90 s.
- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982. Summary: Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982. Folia For. 568. 79 s.
- , Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982—1984. Summary: Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984. Folia For. 655. 86 s.
- Kärkkäinen, M. 1977. Puu. Sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki. 422 s.
- Lacey, C. J., Gillison, A. N. & Whitecross, M. I. 1982. Root formation by stems of *Eucalyptus botryoides* Sm. in natural stands. Aust. J. Bot. 30: 147—159.
- Laitakari, E. 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (*Betula verrucosa* and *odorata*). Acta For. Fenn. 41 (2). 216 s.
- Lees, J. C. 1981. Three generations of red maple stump sprouts. Maritimes Forest Research Centre, Canada. Inform. Rep. No 14-X-119. 9 s.
- Leikola, M. & Mustanoja, M. 1961. Koivun kantojen vesominen. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 72 s.
- Lukkala, O. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Commun. Inst. For. Fenn. 34(3). 150 s.
- McCracken, F.I. 1985. Decay following thinning of sweetgum sprout clumps: 26-year results. Southern Journal of Applied Forestry 9(1): 26—28.
- Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoivollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagsbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta For. Fenn. 50(3). 102 s.
- Mroz, G. D., Frederick, D. J. & Jurgensen, M. F. 1985. Site and fertilizer effects on northern hardwood stump sprouting. Can. J. For. Res. 15: 535—543.
- Mälkönen, E. & Saarsalmi, A. 1982. Hieskoivikon biomassatuotos ja ravinteiden menetykset kokopuun korjuussa. Summary: Biomass production and nutrient removal in whole tree harvesting of birch stands. Folia For. 534. 17 s.
- Rinne, P., Kauppi, A. & Ferm, A. 1987. Induction of adventitious buds and sprouts on birch seedlings (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.). Can. J. For. Res. 17: 545—555.
- Roth, E. R. & Hepting, G. H. 1943. Origin and development of oak stump sprouts as affecting their likelihood to decay. J. For. 41(1): 27—36.
- & Sleeth, B. 1939. Butt rot in unburned sprout oak stands. USDA Tech. Bull. 684. 43 s.
- Salmi, J. 1964. Lahovikaisuuden vaikutus koivupuun lämpöarvoon. Summary: The influence of decay on the heat value of birch wood. Pienupuualan toimikunnan julkaisu 168. 26 s.
- Saramäki, J. 1977. Ojitetuttujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: Development of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) stands on drained peatlands in Northern Central Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 91(2). 59 s.
- Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 35(4). 91 s.
- Schmitz, H. & Jackson, L. W. R. 1927. Heartrot of aspen with special reference to forest management in Minnesota. Univ. Minnesota Agr. Exp. Sta., Tech. Bull. 50. 43 s.
- Shigo, A. L. 1965. Decay and discoloration in sprout red maple. Phytopathology 55: 957—962.
- 1980. Personal letter. USDA NE For. Exp. Sta. N.H. Julkaisussa: Stroempl, G. 1983. Thinning clumps of northern hardwood stump sprouts to produce high quality timber. Ont. Min. Natur. Resour., Forest Res. Inform. Pap. 104. 27 s.
- Stroempl, G. 1983. Thinning clumps of northern hardwood stump sprouts to produce high quality timber. Ont. Min. Natur. Resour., Forest Res. Inform. Pap. 104. 27 s.
- Tikka, P. S. 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollis-metsäpatologinen tutkimus. Referat: Über die Schadhaftheiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (-Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. Acta For. Fenn. 41(1). 371 s.
- Tolonen, R. 1988. Hieskoivuvesakon varhaiskehityksen dynamiikka ja pituuskasvun mallintaminen. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, biofysiikan laitos. 67 s.
- True, R.P. & Tryon, H. 1966. Butt decay in yellow-poplar sprouts in West Virginia. West Virginia University, Agricultural Experimental Station, Bulletin 541 T. 67 s.
- Wahlström, C.-G. 1976. Björkstubbkotten bättre än sitt rykte? Skogen 3:84—86.
- Verkasalo, E. 1988. Hieskoivu vaneripuuna. Julkaisussa: Metsäteknologian teemapäivä Suomenjoella 16.2. 1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 96—109.
- Wood, O. M. 1939. Relation of the root system of a

sprouting stump in *Quercus montana* Willd. to that of an undisturbed tree. *J. For.* 37: 309—312.

Wilson, B. F. 1968. Red maple stump sprouts: development the first year. *Harvard Forest Paper* 18. 10 s.

Yksityismetsälain noudattamisen valvontaohjeet. 26.9. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. 7 s.

Yli-Vakkuri, P. 1958. Tutkimuksia ojitettujen turve- maiden kulotuksesta. Referat: Untersuchungen über

das Absengen als waldbauliche Massnahme auf entwässerten Torfböden. *Acta For. Fenn.* 67(4). 33 s.

Zahner, R. & DeByle, N. V. 1965. Effect of pruning the parent root on growth of aspen suckers. *Ecol.* 46(3): 373—375.

Total of 63 references

SUMMARY

Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland

Betula pubescens is the most common treelike birch in Finland. Its typical growing sites are peatlands and other wetlands. At the moment there is a great demand for birch for raw material in paper industry. It is also popular as fuelwood. The vegetative regeneration, ecology and growing methods of *Betula pubescens* have recently been under several studies (Ferm 1989, Kauppi 1989). However, our knowledge of the development, biomass production and decay of *Betula pubescens* coppice stands is still poor. The sprouts of *Betula pubescens* are usually regarded as decayed, although there exist no investigations on the topic. Altogether the decaying process of young birch stands has been very little investigated.

The development of the height and diameter of the sprouts in five young (9—23-years-old) *Betula pubescens* coppice stands (Table 1, Fig. 1) was investigated by means of stem analyses (64 sample trees). Decay was determined by means of 274 felled sample trees (Table 2). Roots were also included in the investigation. The branch and stem dry mass and the average annual dry mass production were measured in four stands. The field work was carried out in North Karelia (62°30' N, 29—30' E) in 1981.

The height and diameter development of *Betula pubescens* coppice stands were in the most advanced stands better than the development of natural normal *Betula pubescens* stands (Figs. 3 and 4, Table 3), but owing to the small number of stands the result cannot be generalized. There were also considerable differences between the stands. The average branch and stem dry mass of coppice stands was 54 t/ha, the branch proportion of which was 19 % (Fig. 5). The mean annual

production was 3.1 t/ha. The best production was in stands on nutritionally good sites. There are signs that the biomass production of birch coppice stands would, at the age of 15—20 years and after, fall behind seedling thickets.

Butt rot was encountered in 54 % of the measured sprouts (Table 4). The results remain within the range that has been earlier observed in peatland birch stands. The decaying process was most severe in the oldest stand (Fig. 6). The average diameter of the decayed area of the affected trees was 1.0 cm (Table 4, Fig. 6) and height 112 cm (Fig. 7). The origin of decay was in most cases unknown (Table 5). In one fourth of the cases the origin of decay was in roots or the parent stump i.e. decay may have been caused by coppicing itself.

An average of 4.9 % of the cross-sectional area of roots had decayed. Especially in the oldest stands root decay was, however, noticeably abundant (Fig. 8). This may result from several sprouting cycles and be a symptom of an overall poor shape.

The average proportion of old roots i.e. the roots of the parent tree was 19.9 % out of all the roots at the tree base, although variation was considerable. There were sprouts that were still — at the age of 15—17 years — completely dependent on the old roots.

This investigation showed that the decaying degree of sprouts was affected particularly by the tree age, the crown position of the sprout and the heterogeneity of the sprout clump (Tables 6—10). A suggestion for practical measures would be to thin the sprout clumps sufficiently early, which might decrease the decaying process of the dominant sprouts.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Field Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



- No 732 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1986—1987.
Wood utilization and total drain in Finland 1986—1987.
- No 733 Saksa, Timo: Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla
Etelä-Savossa.
State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation
areas in central Finland.
- No 734 Korhonen, Kari T: Puutavaralajijakauman arvioinnin luotettavuus
valtakunnan metsien inventoinnissa.
Reliability of estimation of timber assortment distribution in National
Forest Inventory of Finland.
- No 735 Salonen, Tommi & Oja, Seppo: Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1988.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1988.
- No 736 Poikajärvi, Helena, Sepponen, Pentti & Varmola, Martti (toim.): Tutkimus
luonnonsuojelualueilla.
Research activities on the nature conservation areas.
- No 737 Lyly, Olavi & Kurki, Hannu: Fenoksiherbisidit ja glyfosaatti kasveissa.
Kirjallisuuskatsaus.
Phenoxy herbicides and glyphosate in plants. Literature review.
- No 738 Raulo, Jyrki & Hokkanen, Tatu: Harmaa- ja tervalepän karikesato.
Litter fall of *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*.
- No 739 Ripatti, Pekka & Reunala, Aarne: Yksityismetsälöiden lukumäärän kehitys
rekisteritietojen perusteella.
Utvecklingen av antalet privata skogsbruksheter på basen av
registeruppgifter.
Development of the number of private forest holdings in Finland.
- No 740 Hämäläinen, Jouko, Laakkonen, Olavi & Kukkola, Mikko: Toistuvan
lannoituksen kannattavuus kangasmailla.
Profitability of repeated fertilization on mineral soils.
- No 741 Laakkonen, Olavi: Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen
kuivahkon kankaan männiköissä.
The profitability of repetitive fertilization in pine stands on dryish mineral
soils in southern Finland.
- No 742 Silfverberg, Klaus & Hotanen, Juha-Pekka: Puuntuhkan
pitkäaikaisvaikutukset ojitetulla mesotrofisella kalvakkanevalla
Pohjois-Pohjanmaalla.
Long-term effects of wood-ash on a drained mesotrophic *Sphagnum
papillosum* fen in Oulu district, Finland.
- No 743 Sirén, Matti: Pienet hakkuukoneet varhaisissa harvennushakkuissa.
Small multi-function machines in early thinning operations.
- No 744 Ferm, Ari: Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus
turvemaalla.
Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on
peatland.