

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

206

KANNUKSEN TUTKIMUSASEMA
MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ KANNUKSESSA 28.11.1985
Forest Research Day at Kannus 28.11.1985

Kannus ja Muhos 1985

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäntutkimuskeskus
Muhos

Metsäntutkimuslaitos
Kannuksen tutkimusasema
69100 Kannus
puh. 968-71161

Metsäntutkimuslaitos
Muhoksen tutkimusasema
Kirkkosaarentie
91500 Muhos
puh. 981-431404

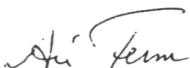
LUKIJALLE.....	3
KIMMO PAARLAHTI & EERO PAAVILAINEN: Turvemaiden vart- tuneiden kuusikoiden ja koivikoiden lannoitus. Ennak- kotuloksia.	4
Summary: The fertilization of mature spruce and birch stands on peat soils. Preliminary results.	16
ARI FERM: Pienikokoisen hieskoivun rungon kosteuden ja tiheyden vaihtelu turvemaalla.	19
Abstract: Variation in the water content and basic density of small-sized pubescent birch (<i>Betula pubescens</i>) stems on peatland..	39
JYRKI HYTÖNEN: Kaatoajankohdan, kaatotavan ja kannon- korkeuden vaikutus viljeltyjen ja luonnonpajujen sekä hieskoivun vesomiseen.	40
Abstract: Effect of cutting season, felling method and stump height on the sprouting ability of energy willows and some other hardwoods.	57
JUKKA VALTANEN: Muokattujen alueiden luontainen tai- mettuminen Keski-Pohjanmaalla.	58
JARMO POIKOLAINEN: Havaintoja erään uudistusalan tai- mituhoista Keski-Pohjanmaalla.	68
Abstract: Observations on the damages to the seedlings in a regeneration area in Keski-Pohjanmaa.	80
EERO KUBIN: Uudistamistavan valinta ja taimikonhoidon toteuttamistapa voimakkaasti vesottuvalla alueella. Esimerkki ongelmakentän tutkimisesta.	81
Abstract: How to select the regeneration method and to clean the sapling stand on wet mineral soil sites?.	91
TIMO KURKELA: Metsän taudit Pohjanmaalla.	92

LUKIJALLE

Muhoksen metsäntutkimusasema aloitti metsäntutkimuspäivien järjestämisen toimialueellaan 1975. Kannuksen asema järjesti ensimmäisen tutkimuspäivänsä 1983. Nyt 28.11.1985 ovat asemat koonneet päivän ohjelman yhteistyönä.

Tähän tiedonantoon on koottu tutkimuspäivän alustukset kahta lukuunottamatta. Mikko Moilasan tutkimuksesta lannoituksen ajankohdasta rämeillä on laadittu erillinen tiedonanto ja se jaetaan tutkimuspäivän osanottajille tämän julkaisun ohessa. Matti Oikarisen tutkimuksesta 20 - 30 -vuotiaiden viljelytaimikoiden tilasta on myös tulossa erillinen tiedonanto, joka valmistunee vuoden 1986 alussa.

28.11.1985


Ari Ferm


Jukka Valtanen

Kimmo Paarlahti ja Eero Paavilainen

TURVEMAAN VARTTUNEIDEN KUUSIKOIDEN JA KOIVIKOIDEN
LANNOITUS. ENNAKKOTULOKSIA.

1. JOHDANTO

Lähes kaikki turvemaiden metsänlannoitustutkimukset maasamme ovat koskeneet käytännön lannoitustoiminnan yleisimpiä kohteita: mäntyä kasvavia ojitettuja rämeitä ja entisiä nevoja, koska näillä esiintyy yleisimmin ravinteiden niukkuutta ja ravinne-epätasapainoa. Ojitusalueiden kuusikoiden lannoitusta on tutkittu paljon vähemmän ja niiden lannoituksesta onkin tähän mennessä käytettävissä tuloksia vain kahdesta Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen yhteistyönä perustamasta kokeesta (Paavilainen 1974, Hämäläinen ym. 1985).

Koivikoiden, jotka turvemailla ovat pääsääntöisesti hieskoivua, osalta ovat tiedot vieläkin niukemmat, Oikarinen ja Pyykkönen (1981) sekä Moilanen (1985) ovat selvittäneet lannoituksen käyttöä harvennusten yhteydessä.

Turvemaan varttuneiden kuusikoiden ja koivikoiden lannoituksen perusteiden selvittämiseksi perustettiin tekijöiden suunnittelemana vuosina 1974...1978 Suomen eri osiin lannoituskokeiden sarja.

Tässä julkaisussa esitetään ennakkotietona tulokset koesarjan ensimmäisestä mittauksesta. Tulosten esittelyssä ei ole pyrittykään yksityiskohtaiseen syy-yhteyksien analyysiin, vaan esitelty pääpiirteittäin ne tulokset, joilla voisi olla merkitystä lähinnä käytännön lannoitustoiminnan kannalta.

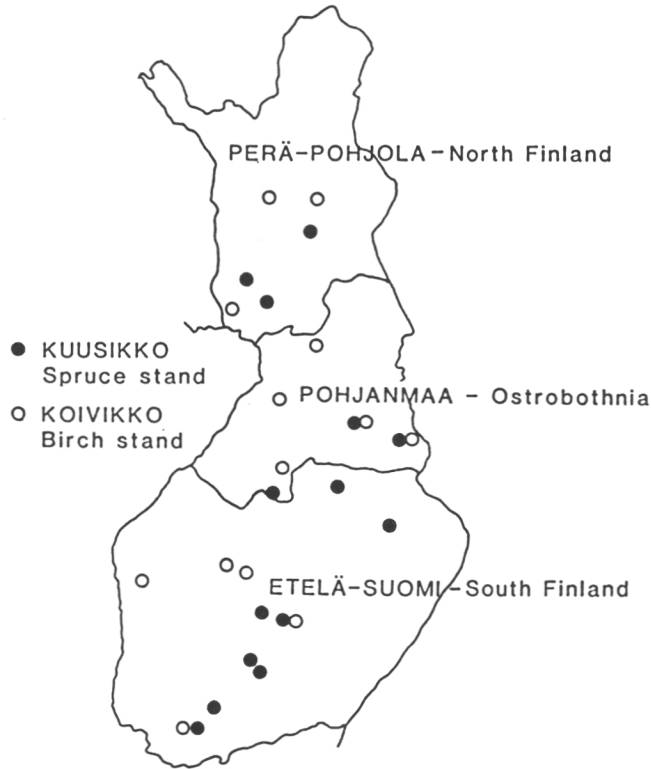
Tekijät esittävät parhaimmat kiitoksensa Metsähallitukselle sekä Tehdaspuu Oy:n osakasyhtiöille, Enso-Gutzeit Oy:lle, Rauma-Repola Oy:lle, Kajaani Oy:lle,

Veitsiluoto Oy:lle, Maataloustuottajain Keskusliiton Säätiölle, metsäteknikko Matti Mäkitalolle ja työnjohtaja Yrjö Kokolle, jotka ovat luovuttaneet maa-alueita tätä tutkimusta varten ja osallistuneet kokeiden perustamiseen ja ylläpitoon. Samoin kenttätyöt suorittaneille mt. Jorma Issakaiselle, mt. Kauko Taimelle ja tj. Kauko Kylmäselle sekä laskentatyöt tehneelle LuK Mirjami Niskaselle.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Koealueiksi pyrittiin löytämään tutkimuksen tarkoituksen mukaisesti mahdollisimman puhtaita, varttuneita ojitusalueen kuusikoita ja koivikoita siten, että maantieteellinen edustavuus (Kuva 1, s. 6), olisi mahdollisimman hyvä. Koska Metsäntutkimuslaitoksen mailla ei tällaisia ollut käytettävissä, tehtiin Metsähallituksen ja metsäteollisuuden kenttäorganisaatioille v. 1973 koe-kohteiden löytämiseksi tiedustelu, jonka perusteella ja kenttätarkastuksen jälkeen kokeita ruvettiin perustamaan v. 1974, mikä vaihe saatiin päätökseen v. 1978.

Yksityiskohtaiset tiedot kokeista on esitetty liitteissä 1 (s.17, kuusikot) ja 2 (s.18, koivikot). Kasvupaikan laadun kuvaamiseen on käytetty alkuperäistä suotyyppiä, jonka eriasteisia - riippuen ojituksen iästä ja tehosta, boniteetista, maantieteellisestä sijainnista jne. - muuttumia koealueet olivat kokeita perustettaessa. Kasvupaikat olivat luonnollisesti rehevähköjä, valtaosaltaan mustikka-ruohoisuustasoa. Puuston tilavuus koetta perustettaessa vaihteli varsin paljon ollen kuusikossa keskimäärin selvästi suurempi kuin koivikoissa ja Etelä-Suomessa suurempi kuin Pohjois-Suomessa. Puulajikoostumukseltaan kokeiden puustot täyttävät varsin hyvin asetetut tavoitteet - vieraiden puulajien osuus on melko vähäinen, enimmillään 30 %.



Kuva 1. Kokeiden sijainti.
Fig. 1. The location of experiments.

Koska kyseessä oli varttuneiden puustojen lannoitus, jossa on tarpeen käyttää melko suuria koealoja - tässä ne olisivat 0.09...0.24 ha - oli koejärjestelyn oltava mahdollisimman yksinkertainen, jotta kokeet saatiin mahtumaan käytävissä olleille suhteellisen pienialaisille kuvioille. Kun turvemilla on yleensä puutetta käyttökelpoisesta fosforista ja kaliumista käytettiin yhtenä käsittelynä PK-lannoitusta (suometsien PK-lannosta 500 kg/ha; v.v. 1974... 1976 (23 koetta): 0 % N - 10.5 % P - 12.5 % K, v. 1977 (3 koetta): 0 - 8.3 - 15.8, 0.2 % B, v. 1978 (1 koe): 0 - 8.7 - 16.6, 0.2 % B).

Typpilannoituksen tarpeen selvittämiseksi annettiin Oulunsalpietaria 400 kg/ha (v.v. 1974...1975 (19 koetta) 26.0 % N, v.v. 1976...1978 (8 koetta) 27.5 % N).

Lannoituskäsittelyt olivat:

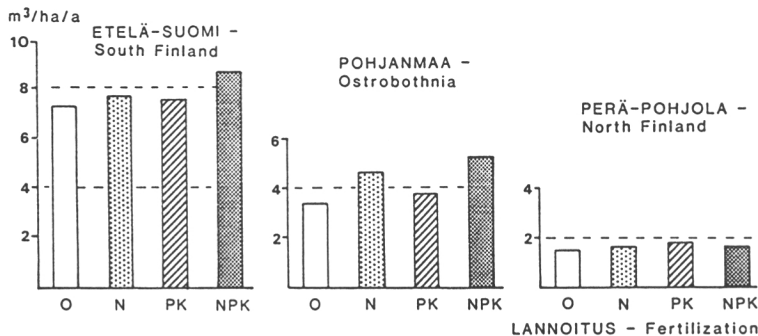
O	
N	(104 - 110 kg N/ha)
PK	(52,5 - 41,5 - 43,5 kg P/ha; 62,5 - 79,0 - 83,0 kg K/ha)
NPK	(kuin yllä)

Annosten erilaisuus johtuu siitä, että lannoitteiden koostumus muuttui, kuten edeltä käy ilmi, mitä kokeita perustettaessa ei tullut otetuksi huomioon. Annosten ero on kuitenkin melko vähäinen, varsinkin typen osalta ja valtaosa kokeista on perustettu samoilla lannoitteilla, joten se ei voi vaikuttaa merkittävästi tuloksiin käytettäessä jäljempänä esitettävää aineiston tarkastelutapaa.

3. TULOKSET

3.1. Kuusikot

Etelä-Suomen kuusikoissa on NPK-lannoitus lisännyt eniten puuston tilavuuskasvua (Kuva 2, s. 7), keskimäärin viidessä vuodessa n. 7 m³/ha, N- ja PK-lannoitusten aiheuttama kasvunlisäys oli vastaavana aikana vain n. 2 m³/ha. Kovarianssianalyysin mukaan lannoituksen vaikutus ei kuitenkaan ollut Etelä-Suomen osa-aineistossa suurehkon hajonnan vuoksi tilastollisesti merkitsevä (F = 0,94). Pohjanmaan osa-alueella saatiin, kuten Etelä-Suomessakin, NPK-lannoituksella paras tulos, 9,45 m³/ha viidessä vuodessa (Kuva 2, s. 7). Pelkkä typpilannoitus lisäsi puuston



Kuva 2. Kuusikon vuotuinen tilavuuskasvu lannoituksen jälkeen eri osa-alueilla

Fig. 2. The annual volume growth of spruce stand after fertilization in different regions

Taulukko 1. Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan kuusikoiden tilavuuskasvu eri suotyypeillä
 Table 1. Volume growth of the spruce stand at different site types in Ostrobothnia and North Finland

	Kasvupaikkatyyppi - Site type		
	RhK	MK	PsK
Lannoitus Fertilization	Tilavuuskasvu, m ³ /ha/a - Volume growth, m ³ /ha/a		
	Pohjanmaa - Ostrobothnia		
	(2/20)*	(1/8)	
O	3,10	3,99	-
N	4,64	4,72	-
PK	3,78	3,84	-
NPK	5,12	5,58	-
	Perä-Pohjola - North Finland		
	(2/24)		(1/8)
O	1,67	-	0,82
N	1,94	-	0,61
PK	2,21	-	0,28
NPK	1,75	-	1,15

() * Kokeiden/koealojen lukumäärä
 Number of experiments/sample plots

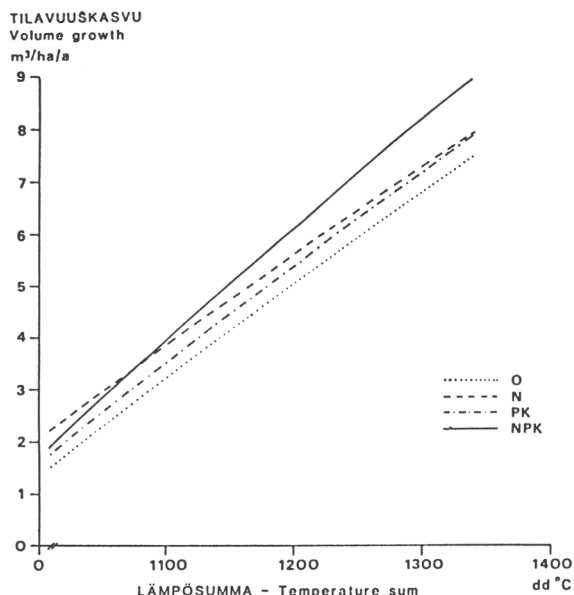
tilavuuskasvua keskimäärin 6,6 m³/ha viidessä vuodessa ja PK-lannoitus 2,3 m³/ha. Lannoituksen vaikutus oli tässä osa-aineistossa tilastollisesti merkitsevä (F = 3,63).^{*} Perä-Pohjolassa kuusikon tilavuuskasvu oli ilman lannoitusta varsin vähäistä, eikä lannoitus lisännyt sitä mairittavasti. (Kuva 2, s. 7).

Etelä-Suomen kaikki koealat olivat suotyypiltään mustikkakorpea (Liite 1, s. 17), minkä vuoksi suotyypin ja lannoitusreaktion välistä vuorosuhdetta ei voitu tällä alueella selvittää.

Pohjanmaan alueella puusto kasvoi ilman lannoitusta hieman paremmin mustikkakorven kuin ruohokorven koealoilla (Taulukko 1, s. 8). Sekä N- että NPK-lannoituksen aiheuttama kasvun lisäys oli RhK:lla hieman suurempi kuin MK:lla. PK-lannoituksen vaikutus oli selvästi vähäisempi.

Perä-Pohjolan alueella sekä puuston tilavuus (Liite 1, s. 17) että kasvu (Taulukko 1, s. 8) ovat varsin pieniä, mutta suotyypin merkitys tulee kuitenkin ilmi. Lannoituksella ei ollut juurikaan vaikutusta.

Kuusikon kasvun ja lämpösumman välillä vallitsi selvä riippuvuussuhde (Kuva 3, s. 9). Eri lannoituskäsittelyille laskettujen yhtälöiden selityksasteet vaihtelivat välillä 59...68 % (Taulukko 2, s. 9). Tähän sisältyy luonnollisesti se, että sekä puuston tilavuus että kasvu, joilla on keskinäinen riippuvuus, pienenevät etelästä pohjoiseen mentäessä.



Kuva 3. Kuusikon vuotuisen tilavuuskasvun riippuvuus lämpösummasta eri lannoituksilla

Fig. 3. The dependence of the annual volume growth of spruce stand on the temperature sum on different fertilizations

Taulukko 2. Kuusikon tilavuuskasvun (y) riippuvuus lämpösummasta (x = 100 dd°C)

Table 2. The dependence of the volume growth of spruce stand (y) on the temperature sum (x = 100 dd°C)

Lannoitus Fertilization		R ²
O	$y = -37,7646 + 12,3622x$	0,6821
N	$y = -35,2503 + 11,7977x$	0,7204
PK	$y = -38,4547 + 12,6557x$	0,6153
NPK	$y = -44,5766 + 14,6349x$	0,5914

NPK-lannoituksella aikaansaatu puuston kasvun lisäys suureni lämpösumman kasvaessa, mikä oli edellä esitettyjen osa-alueittaisten tulosten perusteella odotettavissakin. Ojituksen kunnan merkitystä voitiin tarkastella Etelä-Suomen osa-aineistossa, jonka kaikki kokeet ovat MK:lla (Liite 1, s. 17).

Taulukko 3. Puuston tilavuuskasvun riippuvuus ojituksen tilasta mustikkakorven kuusikoissa Etelä-Suomessa

Table 3. The dependence of the volume growth of spruce stand on Myrtillus - type in South Finland on the different drainage conditions

Ojitustila - Drainage conditions

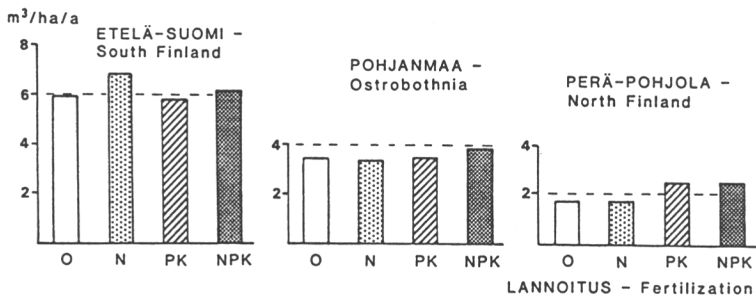
Lannoitus Fertilization	Ojitus kunnossa Well drained Tilavuuskasvu m ³ /ha/a (3/23)*	Ojat perattava Need of ditch repair Volume growth m ³ /ha/a (5/44)
O	8,94	6,48
N	9,42	6,84
PK	10,61	6,21
NPK	11,32	7,44

() * Kokeiden/koealojen lukumäärä
Number of experiments/sample plots

Osalla kokeista ojitus oli kunnossa, toisilla taas ojat olivat selvästi perkauksen tarpeessa. Edellisen ryhmän koealoilla puuston kasvu ja lannoituksella aikaansaatu kasvunlisäys olivat selvästi suuremmat kuin jälkimmäisen ryhmän koealoilla (Taulukko 3, s. 10).

3.2. Koivikot

Etelä-Suomen koivikoissa puuston tilavuuskasvu oli typpi-lannoituksen saaneilla koealoilla viiden vuoden aikana yhteensä n. 4 m³/ha suurempi kuin lannoittamattomilla vertailukoealoilla (Kuva 4, s. 11). PK- ja NPK-lannoitusten vaikutus puuston kasvuun oli varsin vähäinen. Ruoho- ja heinäkorvissa lannoitus ei näytä lisänneen tilavuuskasvua (Taulukko 4, s. 11). Muilla kasvupaikkatyypeillä (MK, VSR, PsR) typpilannoituksen vaikutus kasvuun oli jokseenkin yhtä suuri. Mustikkakorvissa myös NPK-lannoitus on voinut parantaa kasvu.



Kuva 4. Koivikon vuotuinen tilavuuskasvu lannoituksen jälkeen eri osa-alueilla

Fig. 4. The annual volume growth of birch stand after fertilization in different regions

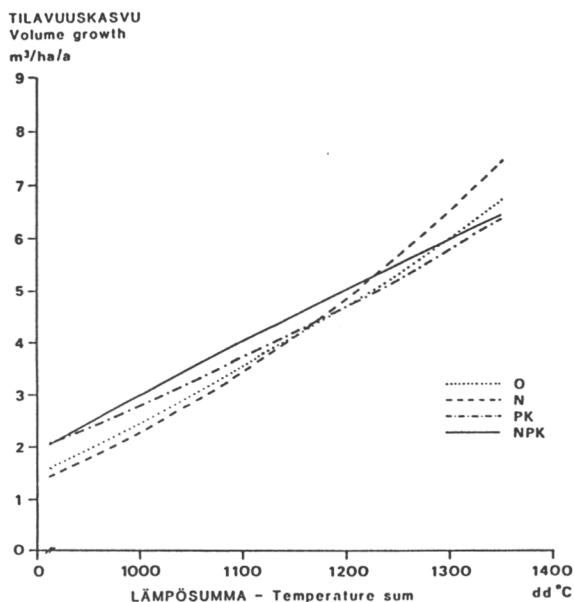
Taulukko 4. Koivikon tilavuuskasvu eri osa-alueilla ja suotyypeillä
Table 4. Volume growth of birch stand at different site types

Lannoitus Fertilization	Kasvupaikkatyyppi - Site type					
	LK	RhK	MK	RhSR	VSR	PsR
	Tilavuuskasvu, m ³ /ha/a - Volume growth, m ³ /ha/a					
	Etelä-Suomi - South Finland					
		(2/16)*	(1/4)		(1/8)	(1/8)
O	-	6,50	8,34	-	7,67 ²⁾	2,28
N	-	6,39	9,61	-	9,01	3,48
PK	-	6,01	8,55	-	7,56	2,72
NPK	-	6,19	9,85	-	7,58	2,79
	Pohjanmaa - Ostrobothnia					
		(2/28)	(1/8)	(1/8)	(1/8)	-
O	-	3,31	2,07	3,92	4,45 ²⁾	-
N	-	3,09	4,03	2,20	4,80	-
PK	-	3,09	2,42	3,76	5,08	-
NPK	-	3,64	1,52	6,04	4,43	-
	Perä-Pohjola - North Finland					
		(2/20)	(1/12)			
O		1,48	2,26	-	-	-
N		1,55	2,24	-	-	-
PK		2,21	3,00	-	-	-
NPK		2,20	2,99	-	-	-

- () * Kokeiden/koealojen lukumäärä -
Number of experiments/sample plots
2) Entinen pelto - former agricultural land

Suotyypittäiseen tarkasteluun on kuitenkin suhtauduttava aineiston vähäisen määrän vuoksi varovaisesti. Todettakoon myös, ettei lannoituksen vaikutus ollut Etelä-Suomen osa-aineistossa tilastollisesti merkitsevä.

Pohjanmaalla lannoitus ei koko aineiston perusteella vaikuttanut sanottavasti koivikoiden kasvuun (Kuva 4, s. 11). RhSR:llä todettiin puuston kasvaneen kahdella NPK-lannoituksen saaneella koealalla selvästi paremmin kuin muilla koealoilla (Taulukko 4, s. 11), mutta tähän tulokseen voi olla muitakin syitä kuin lannoitus.



Kuva 5. Koivikon vuotuisen tilavuuskasvun riippuvuus lämpösummasta eri lannoituksilla

Fig. 5. The dependence of the annual volume growth of birch stand on the temperature sum on different fertilizations

Taulukko 5. Koivikon tilavuuskasvun (y) riippuvuus lämpösummasta (= 100 dd°C)

Table 5. The dependence of the volume growth of birch stand on the temperature sum (x = 100 dd°C)

Lannoitus Fertilization		R ²
O	$y = -2,7374 + 0,0028 x^3$	0,5515
N	$y = -1,2404 + 0,0035 x^3$	0,4801
PK	$y = -1,5087 + 0,0428 x^2$	0,3908
NPK	$y = -18,1434 + 6,6883 x$	0,3969

Perä-Pohjolassa on sekä PK- että NPK-lannoitus saattanut hie-
man lisätä koivikoiden kasvu, vaikkakaan tilavuuskasvujen
erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä (F = 1,73). Mah-
dollinen lannoitusvaikutus oli lettokorvissa suurempi kuin
ruoho- ja heinäkorvissa.

Koivikon kasvun ja lämpösumman välillä oli riippuvuussuhde, joskaan ei yhtä kiinteä kuin kuusikoissa, ja N-lannoituksen vaikutus näyttäisi lisääntyvän selvimmin lämpösumman suurenessa (Kuva 5 ja Taulukko 5).

Eri käsittelyjen väliset erot ovat niin pienet, että lannoituksella mahdollisesti aikaansaadun kasvunlisäyksen ja lämpösumman riippuvuus jää epäselväksi.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Edellä esitetyt koetulokset perustuvat lannoituskoesarjaan, joka käsittää 14 kuusikko- ja 13 koivikkokoetta eri puolilla maata sijaitsevilla melko vanhoilla ojitusalueilla, jotka ovat ehtineet vähintään muuttuma- osittain turvekangasasteelle. Vaikka koealueet pyrittiin saamaan sekä kasvupaikan että puuston suhteen mahdollisemman homogeenisiksi, on tuloksissa melko suurta kokeittaista hajontaa, jonka selvittäminen edellyttää yksityiskohtaisia jatkotutkimuksia.

Selvimmän tuloksista käy ilmi, että lannoituksen aiheuttama kasvun lisäys kuusikoissa oli maan eteläosassa suurempi kuin pohjoisosassa. Tämä johtuu luonnollisesti osaksi siitä, että kasvun lisäykseen vaikuttavat puuston tilavuus ja lannoitusta edeltänyt kasvu (mm. Paarlahti 1972, Seppälä 1972, Hämäläinen ym. 1985) olivat Etelä-Suomessa suuremmat kuin Pohjois-Suomessa. Metsänparannustoimenpiteiden vaikutusten riippuvuus lämpösummasta on todettu yleensäkin hyvin samantyyppiseksi (mm. Keltikangas ja Seppälä 1973, Heikurainen ja Laine 1976, Heikurainen, Laine ja Lepola 1983).

Verrattaessa N-, PK- ja NPK-lannoitusten aiheuttamia kasvun lisäyksiä kuusikoissa, näyttää näiden kolmen pääravinteiden antaminen olleen tarpeen, koska NPK-lannoituksella on saatu suurin kasvun lisäys. Erityisesti typpilannoituksen tarpeellisuus saattaa kuitenkin vaihdella, luonnollisesti kasvupaikan, mutta myös puuston kehitysvaiheen mukaan (Paavilainen 1974, Hämäläinen ym. 1985).

Ojien tukkeutuminen on tulosten mukaan selvästi vähentänyt sekä kuusikoiden kasvua että lannoituksen aiheuttamaa kasvun lisäystä. Hyvän lannoitusvaikutuksen saavuttamiseksi on ojituksen siis oltava kunnossa.

Koivikoissa lannoituksen vaikutus oli epäselvä eikä millään osa-alueella tilastollisesti merkitsevä. Vain typpilannoitus näyttäisi lisänneen jonkin verran tilavuuskasvua Etelä-Suomessa. Oikarinen ja Pyykkönen (1981) sekä Moilanen (1985) ovat todenneet myös typpilannoituksen vaikutuksen hyvin vähäiseksi. Myös kangasmaiden rauduskoivikoissa on typpilannoituksen vaikutus todettu pienemmäksi ja lyhytaikaisemmaksi kuin havupuustoissa (mm. Viro 1974, Jonsson ja Möller 1975). Eräänä syynä tähän saattaa olla koivikon suurempi ravinteiden tarve (mm. Mälkönen 1977) ja se, että lannoituksen vaikutuksesta rehevöitynyt pintakasvillisuus valoisan koivikon alla käyttää huomattavan osan annetuista ravinteista (mm. Viro 1974, Mälkönen 1977).

KIRJALLISUUS

- HEIKURAINEN, L. & LAINE, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage, and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150: 1-38.
- HEIKURAINEN, L., LAINE, J. & LEPOLA, J. 1983. Lannoitus- ja sarkaleveyskokeita karujen rämeiden uudistamisessa ja taimikoiden kasvatuksessa. Summary: Fertilization and ditch spacing experiments concerned with regeneration and growing of young scots pine stands on nutrient poor pine bogs. Silva Fennica 1983, 17(4): 359-379.
- HUIKARI, O. 1952. Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. Summary: On the determination of mire types, especially considering their drainage value for agriculture and forestry. Silva Fennica 1952, 75: 1-22.
- HÄMÄLÄINEN, J., PAAVILAINEN, E., SALMINEN, O. & HEINONEN, R. 1985. Tuloksia ojitettujen korpikuusikoiden lannoituksesta. Summary: The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands. Folia For. 623.

- JONSSON, S. & MÖLLER, G. 1975. Björkens reaktion på kvävegödsling. Summary: The response of birch (*Betula verrucosa*) to nitrogen fertilization. Fören. skogsträdsförädl. o. inst. för. skogsförbättr. Årsb. pp: 103-144.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1973. Metsänlannoituksen edullisuuden vaihtelu. Summary: Variations in the profitability of forest fertilization. *Silva Fennica* 1973, 7(3): 192-235.
- 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 peat layer. *Folia For.* 629.
- MÄLKÖNEN, E. 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku eräässä koivikossa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(5): 1-35.
- OIKARINEN, M. & PYYKKÖNEN, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Summary: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia. *Folia For.* 486.
- PAARLAHTI, K. 1972. Koetuloksia vanhojen ojitusalueiden lannoituksesta. Översättning: Fältförsöksresultat angående gödsling av äldre dikningsområden. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 6/1972.
- PAAVILAINEN, E. 1975. Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa. Summary: On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. *Folia For.* 239.
- SEPPÄLÄ, K. 1972. Estimation of the effect of fertilizer application to peatland drained for forestry. The proceedings of the 4th international peat congress, Vol. III.
- VIRO, P.J. 1974. Fertilization of birch. Selostus: Koivun lannoitus. *Commun. Inst. For. Fenn.* 81(4): 1-38.

THE FERTILIZATION OF MATURE SPRUCE AND BIRCH STANDS
ON PEAT SOILS. PRELIMINARY RESULTS.

Summary

The fertilization investigations on peat soils drained for forestry have mainly concerned the most common objects of practical fertilization activity: pine bogs and afforested open swamps, where the deficiency and imbalance of nutrients are commonly occurring.

The fertilization of spruce and birch stands on peat soil has been very scantily studied. To clarify the basis of fertilization of those, the authors established in the years 1974...1978 a series of fertilization experiments in mature spruce (Picea abies) and birch (Betula pubescens) stands on drained areas (Fig. 1, p. 6). The detailed data of experiments is presented in appendices 1 (p. 17) and 2 (p. 18).

In spruce stands the NPK-fertilization has caused the highest increase in the volume growth (Fig. 2, p. 7, Table 1, p. 8). Accordingly, all these main nutrients have been more or less deficient. The volume growth in general and the influence of fertilization are increasing with the increasing temperature sum (Fig. 3, p. 9, Table 2, p. 9). The figures in table 3 (p. 10) indicate that the volume growth and the reactions to fertilization are higher when the drainage is in order.

The results from birch experiments are rather irregular. The increase in volume growth caused by fertilization is very small (Fig. 4, p. 11, Table 4, p. 11). The N-fertilization at any case, seems to be needed. The results are very similar to those of fertilization experiments in birch (Betula pendula) stands on mineral soils, where N-fertilization has shown smaller responses and shorter duration than that in coniferous stands.

Kuusikkokeeet

Experiments in spruce (*Picea abies*) stands

Koe	Koalojoja, kpl	Kasvupaik- katyyppi	Turpeen paksuus	Ojitus- vuosi	Lannoitus- vuosi	Puuston tila- vuus	Kuusi Stuuce	Koivu Birch	Mänty Pine
Experiment	No. of sample plots	Peatland(1 site type	Thickness of peat, m	Year, of ditching	Year of fertiliz- ation	Stand volume m ³ /ha	% of stand volume	% of stand volume	% of stand volume
Etelä-Suomi - South Finland									
Korpilahti	7	MK	0,2-0,6	1964 1984	1974	195	95	5	
Leivonmäki	8	MK	0,6-1,1	1962 1974	1974	150	100		
Sonkajärvi	8	MK	0,3-0,6	1960 1984	1975	135	85	15	
Juuka	8	MK	0,2-0,5	1968	1975	75	85	15	
Asikkala	7	-MK	1	1963	1974	85	90	10	
Padasjoki	8	MK	0,6-1+	1967 1974	1974	160	95	5	
Loppi	17	MK	1	1962	1977	130	95	5	
Suomusjärvi	4	MK	1+	1970	1977	160	95	5	
Pohjanmaa - Uus-Abootsnia									
Pyhäjärvi	8	MK	1	1934 1970	1975	70	80	10	10
Kuhmo	8	RhK	0,4	1936 1976	1976	125	90	5	5
Risti järvi	12	RhK	0,2-0,5	1936	1975	155	85	15	
Pirkanmaa - North Finland									
Ylitornio	8	RhK	0,3	1932	1975	45	85	15	
Pelkosenniemi	8	Psk	0,3	1970	1975	35	90	10	
Tervola	16	RhK	0,4	1969	1974	20	85	15	

(1 Ks-See Huikari 1952)

Koivikkokoikeet										
Experiments in birch (<i>Betula pubescens</i>) stands										
Koe	Koalojo, kpl	Kasvupaik- ⁽¹⁾ katyyppi	Turpeen pakkaus, m	Ojitus- vuosi	Lannoitus- vuosi	Puuston tila- vuosi	Koivu Birkh	Kuusi Spruce & tilavuudesta % of stand volume	Mnnty Pine	
Experiment	No. of sample plots	Peatland (1) site type	Thickness of peat, ditching m	Year of fertiliz- ation	Year of fertiliz- ation	Stand volume m ² /ha	% of stand volume	% of stand volume		
Etelä-Suomi - South Finland										
Leivonmäki	4	RK	1,0-1,5	1945- 1947	1978	45	100	0	0	
Xhtäri	8	RhK	0,5	1935	1975	105	85	15		
Multia	8	PsR	1,5+	1935 1965	1974	45	90	0	10	
Suomusjärvi	8	RhK	1+	1947	1977	80	95	5	0	
Kauhajoki	8	VSR ⁽²⁾	0,4-0,8	1900	1976	60	95	0	5	
Pohjanmaa - Oulubochnia										
Pudasjärvi	20	RhK	1+	1935 1952	1975	60	85	5	10	
Kärämäki	8	RhSR	0,3-0,7	1963 1970	1975	120	70	0	30	
Kuhmo	8	RK	1+	1976	1976	65	80	5	15	
Ristijärvi	8	RhK	0,6	1976	1975	40	95	5	0	
Muhos	8	VSR ⁽²⁾	0,6	-	1975	65	90	0	10	
Pirkanmaa - North Finland										
Kittilä	12	RhK	0,5-1+	1961	1975	30	90	10		
Sodankylä	12	LK	1+	1934 1975	1975	30	100	0		
Tornio	8	LK	1	1934	1976	60	100	0	0	

(1) Ks-See Huikari 1952

(2) Entinen pelto-foimet agricultural land

Ari Ferm

PIENIKOKOISEN HIESKOIVUN RUNGON KOSTEUDEN JA TIHEYDEN
VAIHTELU TURVEMAALLA

1. JOHDANTO

Kosteudella tarkoitetaan veden massan ja näytteen kokonaismassan suhdetta. Puutieteessä käytetään kuitenkin useammin käsitettä kosteussuhde, joka määritellään veden massan ja näytteen kuivan massan suhteeksi. Tiheys on massa tilavuusyksikköä kohti (kg/m^3). Nykyisin eniten käytetty tiheystun-
nus on kuiva-tuoretiheys, jossa puun massa mitataan kuivana ja tilavuus puun syiden kyllästymispistettä korkeammassa kosteudessa. Usein näytteiden liottamisesta riittävän kyl-
lästymisasteen saavuttamiseksi kuitenkin luovutaan ja tila-
vuus mitataan näytteen maastokosteudessa.

Puun sisältämä vesi lisää puun painoa, jopa 2-3 kertaisek-
si, minkä johdosta tuoreen puun kuormaus- ja kuljetuskustan-
nukset ovat paljon suuremmat kuin kuivan puun. Tämän lisäk-
si kosteus vaikuttaa moniin puun ominaisuuksiin, erityisesti
teholliseen lämpöarvoon. Kosteudella on merkitystä myös e-
nergiapuuta hakettaessa, sillä kosteuden pienetessä hieno-
murskeen osuus nousee ja haketuksen voiman tarve kasvaa.
Suuri kosteus on yleensä yhteydessä puun alhaiseen tihey-
teen. Puuaineen tiheydellä on merkitystä sekä kemiallisen
että mekaanisen puunjalostuksen kannalta, samoin kuin käy-
tettäessä puuta energialähteenä. Tiheys vaikuttaa tilavuus-
yksiköstä saatavan massan määrään ja laatuun, puutavaran lu-
juusominaisuuksiin sekä jälleen energiakäytössä puun lämpö-
arvoon.

Koivun kuiva-tuoretiheys on selvästi korkeampi kuin muiden
tärkeimpien puulajiemme. Tiheys ei jääne alle 400 kg/m^3 ,
joskin Vellingin (1979) mittaamat tiheydet 8- ja 10-vuoti-
aille rauduksen pluspuujälkeläistöille, 408 ja 410 kg/m^3

ovat melko alhaisia. Yksivuotiaiden hieskoivun vesojen tyviosan puuaineen tiheys oli jo 429 kg/m^3 (Bhat ym. 1981). Koivun puuaineen tiheys lisääntyy iän myötä, mahdollisesti nuorella iällä hyvin jyrkästikin. Yli 50 vuoden iällä tiheys ei enää kovin paljon lisäännny. Keskimäärin 57 vuotiaiden rauduskoivujen puuaineen tiheys oli Hakkilan mukaan (1966) 497 kg/m^3 ja vastaavan ikäisten hieskoivujen 482 kg/m^3 . Keskimääräinen runkojen välinen tiheyden hajonta oli rauduksella 6,3 % ja hieksellä 6,1 %. Tutkimuksen hieskoivuista puolet oli luonnontilaisilta soilta ja rauduskoivuista alle 10 %. Koko maan käsittävässä aineistossa koivun (hies ja raudus yhdistettynä) puuaineen tiheys oli 483 kg/m^3 ja runkojen välinen hajonta 4,9 % (Hakkila 1979).

Koivun puuaineen kosteus tavallisesti alenee ytimeistä pintaan päin ja kohoaa tyvestä latvaan päin. Myös kuoren kosteus lisääntyy latvaan päin. Puuaineen tiheys taas yleensä käyttäytyy päinvastaisella tavalla kuin puuaineen kosteus: se kohoaa ytimeistä pintaan päin ja alenee tyvestä latvaan. Eri vuodenaikoina tilanne kuitenkin saattaa vaihdella. Koivun kosteus vaihtelee vuodenajoittain ehkä enemmän kuin männyn ja kuusen (Hakkila 1966, Hakkila ym. 1970). Koivun runkojen kuiva-tuoretiheys taas vaihtelee huomattavasti metsiköiden välillä ja metsikön runkojen välinen vaihteluakin voi olla huomattava.

Puun ulkoisilla tunnuksilla koivun kosteutta tai tiheyttä ei ole onnistuttu kovin hyvin selittämään. Esimerkiksi ikä, rinnankorkeusläpimitta, puun pituus ja latvussuhde selittivät 24 % rauduksen ja 15 % hieksen rungkon puuaineen tiheyden keskimääräisestä varianssista (Hakkila 1966). Toisessa tutkimuksessa koivun koon, iän ja kasvunopeuden avulla voitiin selittää noin 40 % runkojen välisestä tiheyden vaihtelusta (Hakkila 1979). Selittämättömän vaihtelun on todettu johtuvan puiden välisestä perinnöllisestä vaihtelusta, jossa on mukana myös ympäristön ja perimän yhdysvaikutus. Kosteuden vaihtelun selittäminen puun ulkoisilla tunnuksilla on vaikeampaa kuin tiheyden vaihtelun selittä-

minen.

Suomessa ei koivun tiheydessä ole todettu selvää maantieteellistä vaihtelua (Hakkila 1979). Sensijaan Ruotsissa on rauduksella joko havaittu lievää puuaineen tiheyden alenemista etelästä pohjoiseen päin (Peterson ja Winqvist 1960, Erken 1973) tai tällaista ei ole havaittu (Andersson 1983).

Männyn ja kuusen tiheys on yleensä heikommalla kasvupaikalla - ainakin kivennäismaalla ja samanikäisillä puilla - korkeampi kuin paremmalla kasvupaikalla. Näillä puulajeilla on lisäksi todettu suopuustojen puuaineen tiheyden olevan korkeampi kuin kivennäismaalla kasvavien puustojen (Hakkila 1979). Koivulla tilanne on epäselvempi. Hakkila toteaa (1979) kasvupaikan ravinteisuudella olevan vähäisen vaikutuksen koivun puuaineen tiheyteen. Rauduskoivun puuaineen tiheys näyttäisi olevan korkeampi kivennäismaalla kuin turvemaalla, kun taas hieksellä ei eroja esiintyisi näiden kasvualustojen välillä (Hakkila 1966). Toisaalta ainakin ojittamattomilla soilla raudus- ja hieskoivun puuaineen tiheys näyttäisi olevan samansuuruinen.

Pohjanmaan puustojen puuteknisiä ominaisuuksia ei juuri-kaan ole tutkittu. Kannuksen tutkimusasemalla on eräänä tutkimusaiheena ollut alueen metsissä runsaana esiintyvän hieskoivun ekologian, tuotoksen ja kasvatusmenetelmien selvittäminen. Näihin tutkimuksiin liittyen on jo julkaistu pienikokoisen koivun biomass- ja puutekniset ominaisuudet -tutkimus (Björklund ja Ferm 1982). Nyt selostettava tutkimus liittyy ensisijaisesti koivun biomassan mittaustutkimien kehittämistutkimuksiin, mutta tutkimuksesta on saatavissa paljon lisätietoa pienikokoisen hieskoivun rungon ja oksien ominaisuuksista ja niiden vaihtelusta. Tutkimuksesta esitetään tässä vaiheessa alustavia ennakkotuloksia kosteudesta ja kuiva-tuoretiheydestä ja nekin vain runko-puta koskevana.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

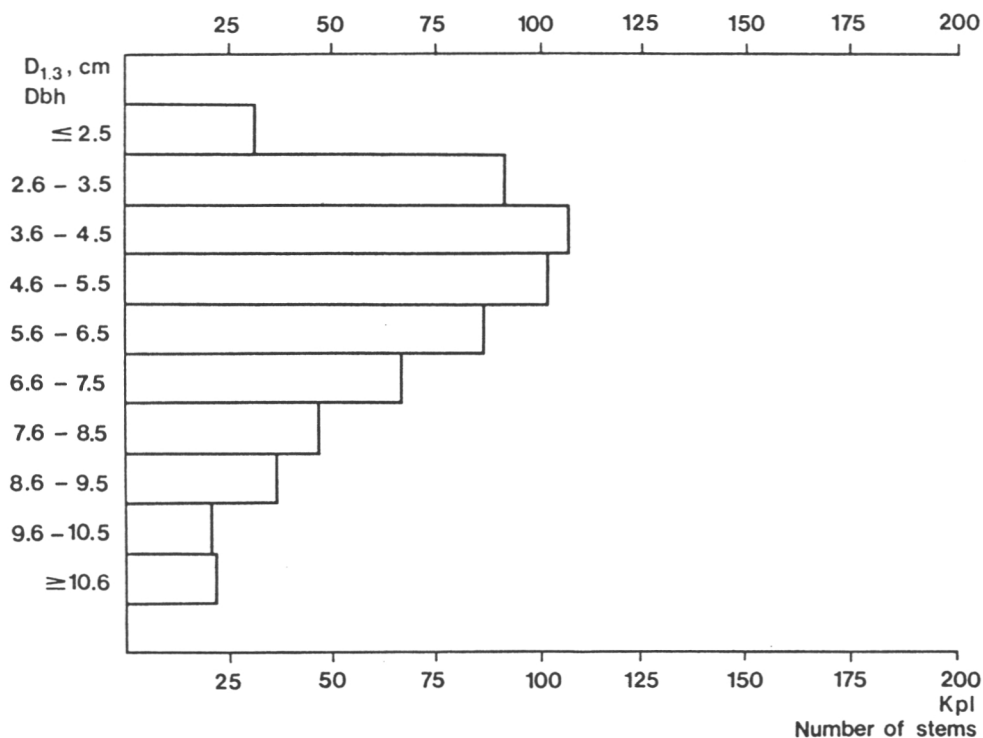
Tutkimuksen perusaineistona on kuusi käsittelemätöntä turvemaan hieskoivikkoja. Metsiköistä kolme sijaitsee Keski-Pohjanmaalla ja kolme Pohjois-Pohjanmaalla, Muhoksella. Koivikot ovat kuivatusasteeltaan vähintään muuttumia ja suotyypeiltään pääosin SsR. Turpeen paksuus vaihtelee 0,3...>1,0 m. Lisäksi puustot ovat nuoria (rinnankorkeus- iältään 13...28 vuotta) ja tiheitä (9 000...18 000 elävää runkoa/ha). Tällaisista koivikoista esimerkiksi energia- puun kertymä on suuri.

Metsiköihin perustettiin viisi aarin ympyräkoealaa, joista yksi arvottiin kutakin mittauskertaa varten. Puiden luku ja koepuumittaukset tehtiin vuoden 1983 marraskuussa ja vuoden 1984 helmi-, maaliskuussa, touko-, heinä- ja lokakuussa. Jokaisesta metsiköstä ja jokaisella mittauskerralla poimittiin noin 20 koepuuta tasaisesti kaikista läpimittaluokis- ta. Koepuita kertyi yhteensä 589 kappaletta (taulukko 1 sekä kuvat 1 ja 2).

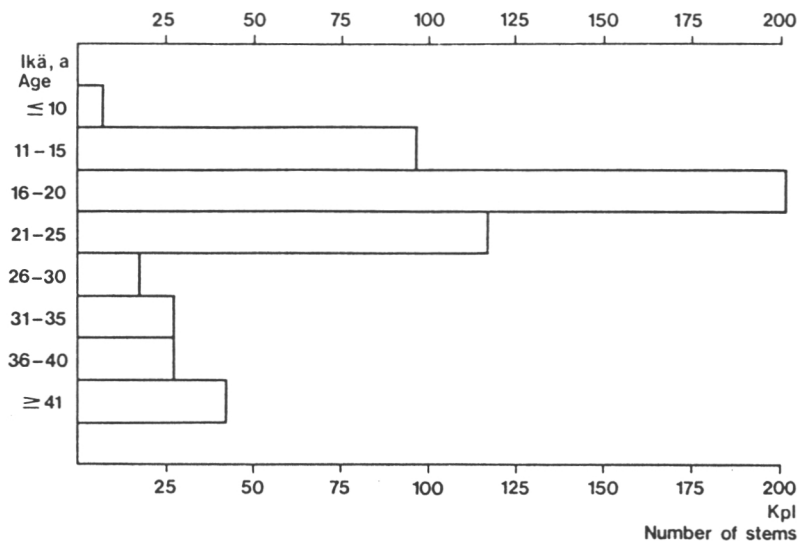
Koepuut kaadettiin 5...10 cm:n kantoon. Rungosta määräväl- lein sahatut kiekot (kanto, 0.6, 1.3, 2.0, 3.0, 5.0 jne. m) kuljetettiin muovipusseihin suljettuina kylmävarastoon, jossa ne säilytettiin laboratorioskäsitteilyyn saakka. Kie- koista mitattiin ennen kuorintaa kuorellinen tuoremassa, suurin ja sitä vasten kohtisuora läpimitta sekä tilavuus veteenupotusmenetelmällä. Kuorinnan jälkeen mitattiin puun ja kuoren massa, em. läpimitat sekä kuorettoman kiekon ti- lavuus. Tämän jälkeen puu ja kuori kuivattiin lämpökaapis- sa (105°C) ja kuivamassa punnittiin. Lopuksi kuivattu kiekko hiottiin ja siitä laskettiin vuosilustojen määrä se- kä viiden viimeisen vuoden sädekasvu. Laboratoriossa ana- lysoitiin yhteensä 3947 näytekiekkoa.

Taulukko 1. Koepuuaineistojen keskimääräistunnuksia.
Table 1. Mean characteristics of the sample trees.

Metsikkö Stand	D1,3 DBH cm	Pituus Height m	Latvus- suhde Crown %	Ikä, vuotta kannonkork. Age at stump level, years	rinnankork. Age at dbh, years
1 (Kruunupyy)	6,5	7,5	52	20	14
2 (Nivala)	5,6	7,5	52	22	17
3 (Kannus)	6,5	9,0	40	36	28
4 (Muhos)	4,9	6,1	63	17	13
5 (Muhos)	5,5	7,5	56	17	14
6 (Muhos)	4,7	7,4	48	18	16



Kuva 1. Koepuiden läpimittajakauma.
Fig. 1. Diameter distribution of the sample trees.



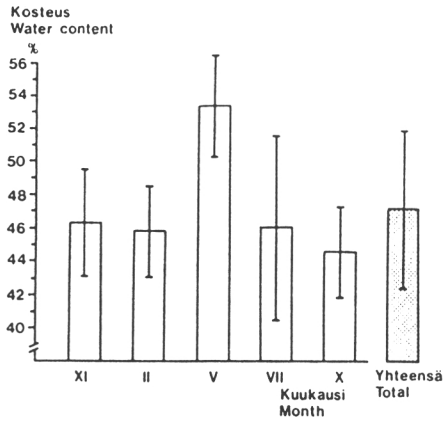
Kuva 2. Koepuiden ikäjakauma.

Fig. 2. Age distribution of the sample trees.

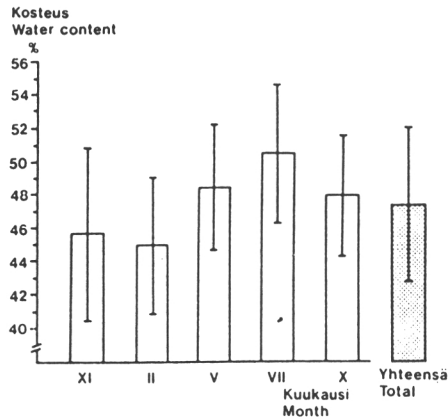
3. TULOKSET

Puuaineen kosteus oli koko aineistossa rinnankorkeuskiekkojen perusteella 47,2 % ($s=4,7$ %). Vastaava kosteussuhde oli 90,0 % ($s=19,1$ %). Kuorelle nämä tunnusluvut olivat 47,4 % ($s=4,7$ %) ja 91,8 % ($s=17,9$ %). Varianssianalyyysissä sekä puuaineen että kuoren kosteuden vaihtelu oli mitausajankohtien ja metsiköiden välillä erittäin merkitsevää ($p=0,000$). Metsiköiden välinen vaihtelu oli suurinta heinäkuussa.

Puuaineen kosteus oli korkeimmillaan toukokuussa, jolloin se oli koko aineistossa rinnankorkeuskiekkojen perusteella 53,3 % ($s=3,1$ %) (kuva 3). Vastaavasti alimmillaan puuaineen kosteus oli lokakuussa, jolloin se oli 44,6 % ($s=12,7$ %). Vertailuksi mainittakoon puuaineen kosteussuhteen arvot toukokuussa 114,9 % ($s=114,3$ %) ja lokakuussa 80,8 % ($s=9,4$ %). Hieskoivun kuori oli kosteimmillaan puuainetta myöhemmin, vasta kesällä (kuva 4). Kuoren kosteuden keskiarvo oli tuolloin 50,4 % ($s=4,2$ %), kun vastaavasti alimmillaan, helmikuussa keskiarvo oli 44,9 % ($s=4,1$ %).



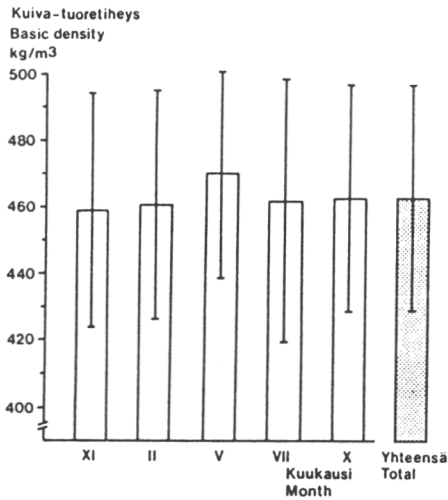
Kuva 3. Puuaineen kosteus eri kuukausina.
 Fig. 3. Water content of stem wood during the study months.



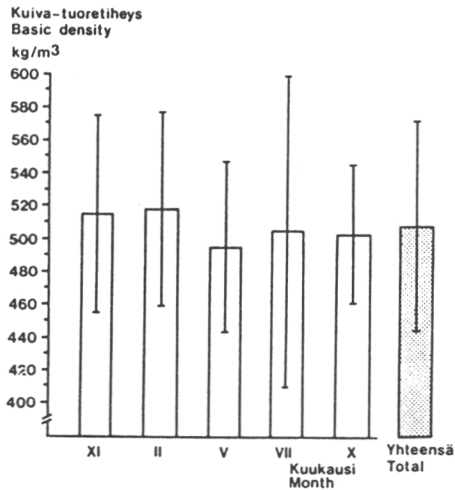
Kuva 4. Kuoren kosteus eri kuukausina.
 Fig. 4. Water content of stem bark during the study months.

Koko aineistossa puuaineen kuiva-tuoretiheys oli rinnan-korkeuskiekkojen perusteella $463,2 \text{ kg/m}^3$ ($s=34,1 \text{ kg/m}^3$) (kuva 5). Varianssianalyysin avulla testattiin kuukausien ja metsiköiden välistä puuaineen tiheysvaihtelua ja ainoastaan metsiköiden välinen vaihtelu oli tilastollisesti merkitsevää ($p=0,000$). Myöskään Ericson ja Persson (1970) eivät saaneet koivun puuaineen tiheydelle merkitsevää kausivaihtelua.

Kuoren kuiva-tuoretiheys oli koko aineistossa rinnankorkeuskiekkojen perusteella $507,5 \text{ kg/m}^3$ ($s=64,3 \text{ kg/m}^3$) (kuva 6). Varianssianalyysissä kuoren kuiva-tuoretiheys erosi metsiköiden välillä erittäin merkitsevästi ($p=0,000$). Kuukausien välinenkin ero oli merkitsevä ($p<0,01$).



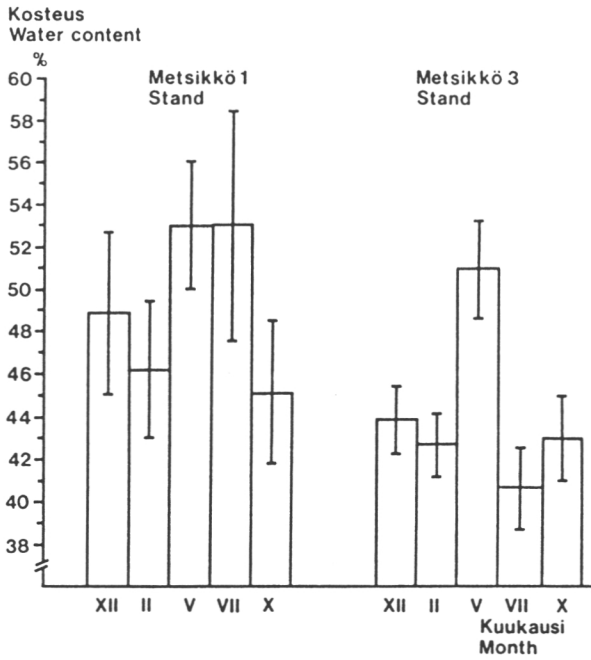
Kuva 5. Puuaineen kuiva-tuoretiheys eri kuukausina.
Fig. 5. Basic density of stem wood during the study months.



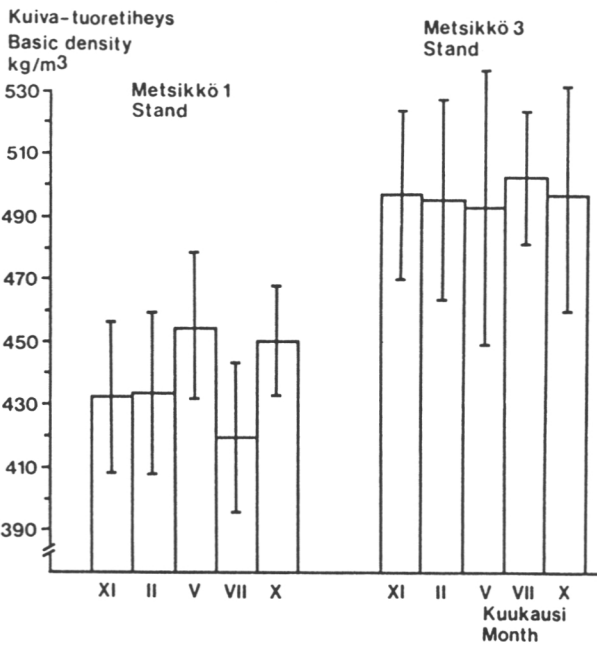
Kuva 6. Kuoren kuiva-tuoretiheys eri kuukausina.
Fig. 6. Basic density of stem bark during the study months.

Esimerkkinä metsiköiden sisäisestä, runkojen välisestä kosteus- ja tiheysvaihtelusta esitetään kuvat 7 ja 8, joihin on valittu kaksi erilaisinta metsikköä (1 ja 3). Puuaineen kosteus oli metsikkö 3:ssa kaikkina ajankohtina selvästi alemmalla tasolla kuin metsikkö 1:ssä, jossa runkojen välinen vaihtelu oli suurempaa (kuva 7). Varsinkin heinäkuussa tilanne oli hyvin erilainen näissä metsiköissä. Keskiarvojen välinen ero oli tällöin 12,5 %-yksikköä ja kosteus-suhteena ilmaisten tuo ero oli peräti 47,0 %-yksikköä. Tämä on osoituksena siitä, että kasvavien puiden kosteusvaihtelun ennustaminen saattaa olla hyvinkin hankalaa, mikäli esimerkiksi puiden vedenotosta ja muusta fysiologiasta, kasvupaikasta yms. ei ole syvällisempää tietoa käytettävissä.

Puuaineen kuiva-tuoretiheyden suhteen metsiköiden välillä oli myös selvä tasoero (kuva 8), mutta kunakin ajankohtana metsiköiden sisäiset vaihtelut olivat melko samansuuruisia. Suurimmillaan metsiköiden välinen tiheysero oli 89 kg/m^3 (heinäkuussa). Metsikkö 1:ssä suurimman ja pienimmän tiheyden kuukausikeskiarvon ero oli 36 kg/m^3 . Onko metsikkö 1:n tiheyden minimi heinäkuussa todellinen vai ei, jää vielä epäselväksi, mutta ainakaan tuolloin valittujen koepuiden läpimittajakauma ei näyttänyt poikkeavan muiden ajankohtien jakaumista. Mainittakoon vielä, että metsikkö 3:sta saataisiin samaa tilavuusyksikköä kohti keskimäärin 14 % enemmän kuivamassaa kuin metsikkö 1:stä.



Kuva 7. Puuaineen kosteus kahdessa metsikössä.
Fig. 7. Water content of stem wood in two of the stands.

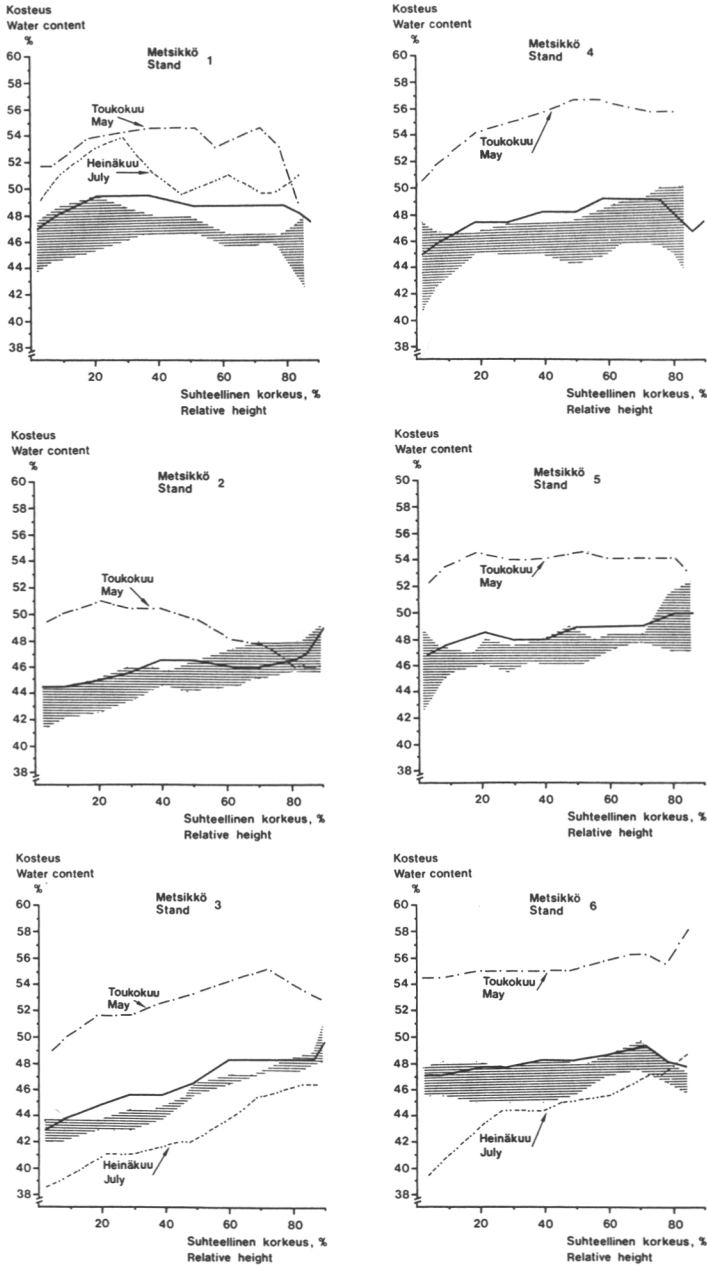


Kuva 8. Puuaineen kuiva-tuoretiheys kahdessa metsikössä.
Fig. 8. Basic density of stem wood in two of the stands.

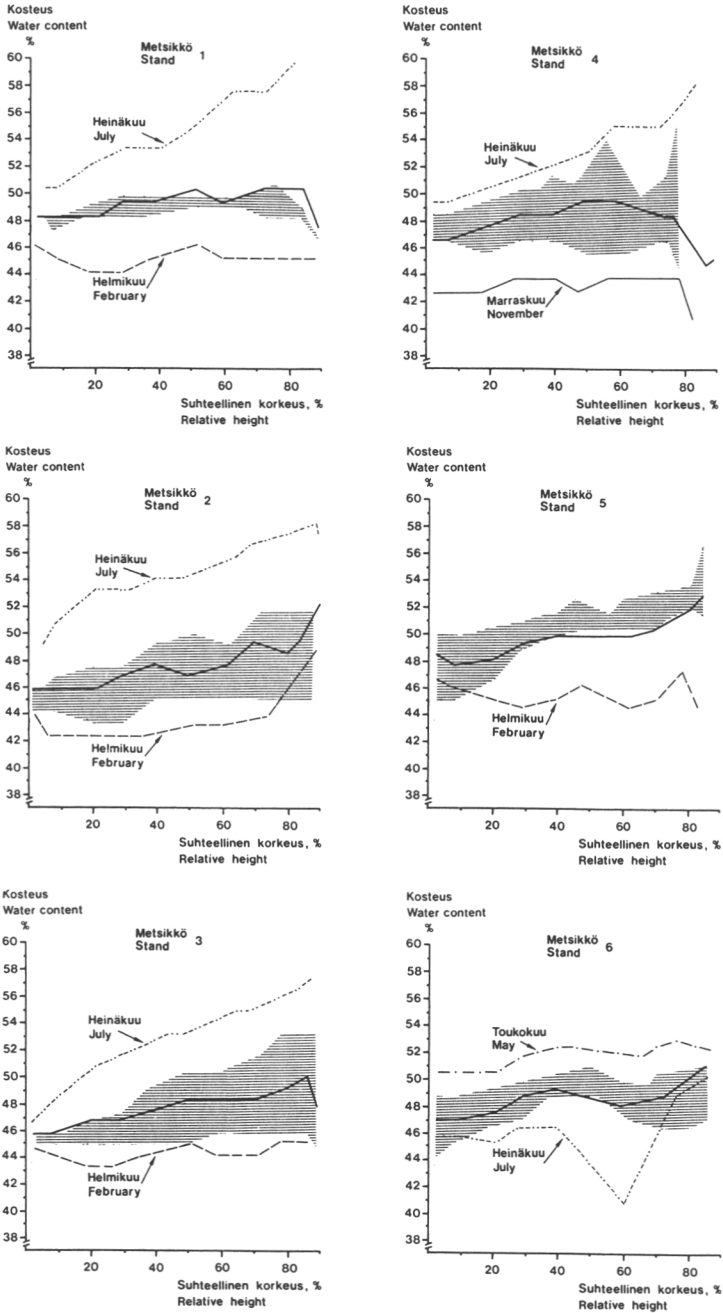
Edellä on selostettu tuloksia rinnankorkeudelta otettujen näytekiekkojen perusteella. Vaikka esim. Hakkila (1966, 1979) ja Velling (1979) ovat todenneet rinnankorkeudelta otetun näytteen kuvaavan hyvin tyydyttävästi ainakin tiheyden osalta rungon keskimääräistilannetta, rungon pituussuuntaista vaihtelua ei voida väheksyä. Rungon pituussuuntaisia puuaineen kosteusvaihtelun malleja kuukausittain metsiköissä on esitetty kuvassa 9. Rasterilla kuvattu se alue, jolla on yleisin peitto. Huomionarvoista on, että kaikissa metsiköissä toukokuun arvot esiintyvät muita kuukausia selvästi korkeammalla tasolla. Vain metsikkö 3:ssa, jossa puusto oli hieman kookkaampaa kuin muissa metsiköissä, kosteus kaikkina vuodenaikoina kohosi selvästi latvaan päin. Muissa metsiköissä rungon pituussuuntainen vaihtelu ei ollut kovin suuri. Björklund ja Ferm (1982) ovat saaneet jopa tuloksen, että pienissä koivuissa puuaineen kosteus alenee ja isommissa kohoaa tyvestä latvaan päin.

Kuoren kosteuden pituussuuntainen vaihtelu ei ollut keskimäärin kovin suuri eri metsiköissä, mutta esimerkiksi heinäkuussa kuori oli useimmissa metsiköissä latvassa selvästi kosteampaa kuin tyvässä (kuva 10).

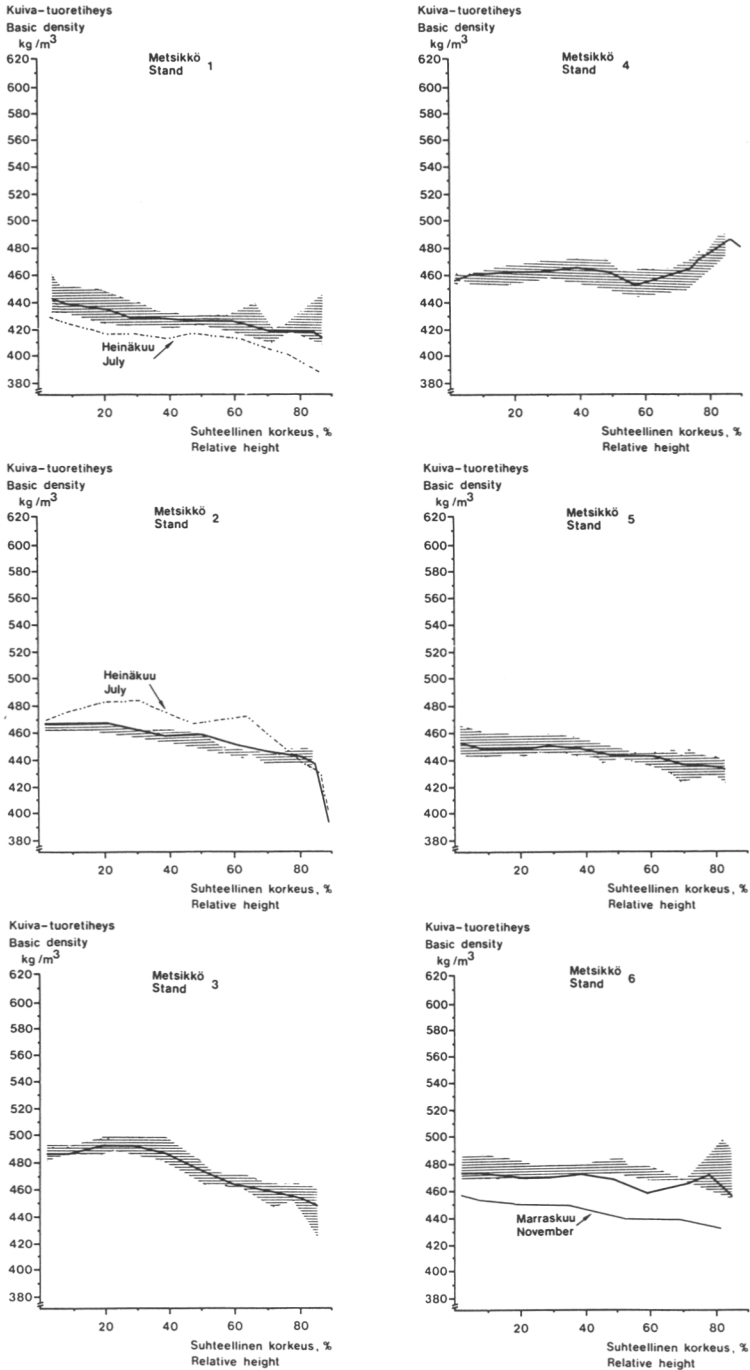
Puuaineen kuiva-tuoretiheyden rungon pituussuuntainen vaihtelu oli vähäistä, joskin tiheyden lievä laskusuunta tyvestä latvaan päin oli havaittavissa (kuva 11). Kuoren kuiva-tuoretiheys sensijaan vaihteli jonkin verran keskimääräisestikin laskien, mutta erityisesti eräät kuukausivaihtelut joissakin metsiköissä kiinnittävät huomiota (kuva 12).



Kuva 9. Puuaineen kosteuden vaihtelu rungon pituussuunnassa eri metsiköissä. Tumma viiva on keskimääräinen vaihtelu. Rasterilla on merkitty pääasiallisen vaihtelun alue.
 Fig. 9. Variation patterns in water content of pubescens birch wood in the longitudinal direction of the stem. Dark line is the average variation. The area of the main variation is hatched.

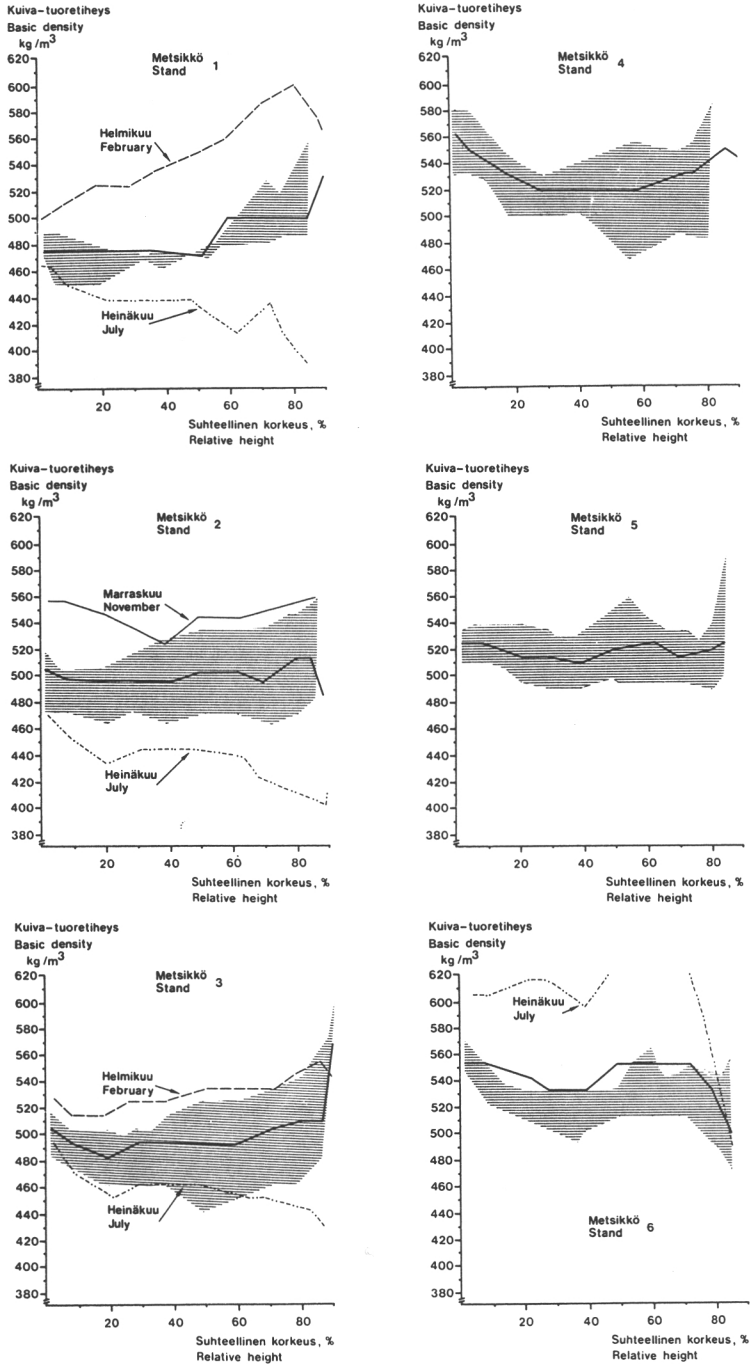


Kuva 10. Kuoren kosteuden vaihtelu rungon pituussuunnassa eri metsiköissä. (Selitykset, ks. kuva 9).
 Fig. 10. Variation patterns in water content of pubescens birch bark in the longitudinal direction of the stem. (Expl., see fig. 9).



Kuva 11. Puuaineen kuiva-tuoretiheyden vaihtelu rungon pituus-suunnassa eri metsiköissä. (Selitykset, ks. kuva 9).

Fig. 11. Variation patterns in basic density of pubescens birch wood in the longitudinal direction of the stem. (Expl., see fig. 9).



Kuva 12. Kuoren kuiva-tuoreiheyden vaihtelu rungon pituussuunnassa eri metsiköissä. (Selitykset, ks. kuva 9).

Fig. 12. Variation patterns in basic density of pubescens birch bark in the longitudinal direction of the stem. (Expl., see fig. 9).

Tutkimuksessa yritettiin myös alustavasti selittää hieskoivurunkojen kosteutta ja tiheyttä puun ulkoisilla tunnuksilla. Taulukossa 2 on esitetty puuaineen ja kuoren kosteuden ja tiheyden sekä niitä mahdollisesti selittävien iän, läpimitan, pitemmän, latvussuhteen, lustonpaksuuden ja viiden vuoden sädekasvun väliset korrelaatiot (koko aineisto, kosteus ja tiheys rinnankorkeudelta).

Kosteuden kanssa korreloivat koko aineistossa parhaiten ikä (negatiivisesti), paksuus (negatiivisesti) ja lustonpaksuus (positiivisesti). Yksityiskohtana mainittakoon, että keväällä puun kosteuden ja läpimitan välinen korrelaatio oli kaikissa metsiköissä negatiivinen eli isommissa puissa oli suhteellisesti vähemmän vettä kuin pienemmissä puissa. Kesällä taas korrelaatio oli useimmissa metsiköissä positiivinen.

Puuaineen tiheys korreloi erittäin voimakkaasti iän ja kasvunopeustunnusten, lustonpaksuuden ja sädekasvun kanssa. Iän lisääntyessä tiheys kohosi, mutta ei lineaarisesti, vaan tässä aineistossa oli selvästi havaittava tiheyden taittuminen jo noin 30-35 vuoden iällä. Hakkilan (1966) mukaan hieskoivun tiheys lisääntyisi vielä huomattavasti myöhemmälle iälle. Tässä tutkimuksessa saatua, aika erikoista tulosta selittää muun muassa, että yli 40-vuotiaita koivuja ei juurikaan ollut ja vanhimmatkin koivut olivat yhdestä metsiköstä. Selvää on kuitenkin, että tutkimuksen ojitetuilla turvemaidella hieskoivun tiheys kohoaa voimakkaasti 5-30 vuoden iällä, jonka jälkeen tiheyden lisääntyminen on hidasta. Puuaineen tiheys taas väheni kasvunopeuden lisääntyessä. Tämä havainto päti yhtä poikkeusta lukuunottamatta kaikissa metsiköissä erikseenkin.

Taulukko 2. Kosteuden ja tiheyden sekä eräiden riippumattomien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet.

Table 2. Simple correlation coefficients between moisture content and basic density and some independent variables.

	Kosteus Water content		Kuiva-tuoretiheys Basic density	
	Puuaine Wood	Kuori Bark	Puuaine Wood	Kuori Bark
Ikä Age	*** -0,370	*** -0,300	*** 0,477	* -0,094
D Dbh	** -0,125	** -0,147		*** -0,177
Pituus Height	*** -0,263	*** -0,236	*** 0,193	* -0,109
Latvussuhde Crown ratio			*** -0,296	* 0,117
Lustonpaksuus Ring width	*** 0,257	*** 0,152	*** -0,550	* -0,099
5v. sädek. 5yr. radial incr.	*** 0,234	* 0,095	*** -0,489	

Askeltavan regressioanalyysin avulla (iän neliötä lukuunottamatta ei muunnoksia tehty selittäville muuttujille) saatiin seuraavat muuttujat mukaan kosteuden ja tiheyden ennusteyhtälöihin:

Selitettävä	Selittäjät	Selitysaste, %
Puuaineen kosteus	Ikä, ikä ² , 5v. sädek., latvussuhde	18,5
Kuoren kosteus	Ikä, ikä ²	10,6
Puuaineen kuiva-tuoretih.	Ikä ² , ikä, läpimitta	39,9
Kuoren kuiva-tuoretih.	Läpimitta, latvussuhde, pituus	6,3

4. TARKASTELU

Tässä tutkimuksessa on kysymyksessä vasta aineiston alustavan käsittelyn vaihe ja tuloksia onkin tarkasteltava tästä

näkökulmasta. Esimerkiksi rungon keskimääräistunnuksia ei ole vielä laskettu. Kun on kuitenkin osoitettu, että koivulla rinnankorkeudelta otettu kiekkonäyte kuvaa hyvin rungon keskimääräistä kosteutta tai tiheyttä (Hakkila 1966, 1979, Velling 1979, Auclair ja Metayer 1980, Björklund ja Ferm 1982), voidaan tässä tutkimuksessa nyt saatuja tuloksia pitää oikeansuuntaisina rungon keskimääräistilannetta-kin ajatellen. Tämä pätee erityisesti tiheyteen, sillä tiheyden vähäinen vaihtelu rungon pituussuunnassa todettiin tässä, kuten eräissä muissa hieskoivuaineistoissa (Hakkila 1966, Erkkilä 1981, Björklund ja Ferm 1982).

Pienikokoisen hieskoivun puuaineen ja kuoren kosteudella oli voimakas kausivaihtelu ja metsiköiden välinen vaihtelu. Kuoren kosteuden kausivaihtelua on tutkittu vähän. Tässä aineistossa kosteus oli korkeimmillaan keskikesällä ja alhaisimmillaan talvella. Puuaineen kosteuden osalta tutkimus tukee aikaisemmin esitettyjä tuloksia, että koivun kosteus on korkeimmillaan keväällä, toukokuussa (Peterson ja Wingvist 1960, Hakkila 1962, Nylinder 1967, Hakkila ym. 1970). Hieskoivun kosteus oli alhaisimmillaan koko aineistossa loka-kuussa, mutta useissa metsiköissä minimi oli kuitenkin jo heinäkuussa. Riippunee hyvin paljon kesän sääoloista ja erityisesti sateista, onko koivun kosteus alimmillaan keski- tai loppukesällä (Hakkila 1962, Hakkila ym. 1970) vai alkusyksyllä (Clark ja Gibbs 1957, Nylinder 1967). On muistettava vielä, että runkojen kosteus voi vaihdella kasvukauden aikana huomattavasti päivittäinkin. Tehtäessä esimerkiksi pinotavaraa vaikuttavat kaatohetken kosteuserot pitkään, sillä kuorellisen koivupuutavaran kosteus muuttuu hitaasti (ks. Hakkila ym. 1970). Sensijaan rasipuiden loppukosteus ei juurikaan riipu kaatohetken kosteudesta (Hakkila 1962).

Tässä tutkimuksessa havaittiin varsinkin keskikesällä hyvin huomattavia kosteuseroja eräiden metsiköiden välillä. Kosteus on muutamaa poikkeusta lukuunottamatta ilmaistu prosentteina tuoremassasta. Niinpä erot metsiköiden välillä ja rungon pituussuuntainen vaihtelu olisivat olleet suurempia,

jos kosteus olisi laskettu kuivamassasta. Kun kuitenkin esimerkiksi polttopuun kosteus ainakin toistaiseksi laskeaan tuoremassasta, on näin menetelty tässäkin tutkimuksessa.

Ojitettujen turvemaiden nuorista hieskoivikoista on mahdollista saada hyvää massa- ja polttopuuta, sillä puuaineen kuiva-tuoretiheys oli keskimäärin 463 kg/m^3 tässä aineistossa, jossa pääosa koepuista oli alle 20-vuotiaita. Tosin metsiköiden välinen vaihtelu oli huomattava, samoin kuin metsikön sisäinen runkojen välinen vaihtelu. Huomionarvoista on, että hieskoivun tiheys kohosi hyvin voimakkaasti aina 30 vuoden iälle. Mitä sen jälkeen tapahtuu, sitä ei voida tämän aineiston perusteella ennustaa. Toinen merkittävä seikka oli hieskoivun tiheyden ja kasvunopeustunnusten, lustonpaksuuden ja sädekasvun välinen negatiivinen vastavuussuhde. Useissa koivututkimuksissa on viitteitä, ettei koivulla kasvunopeus vaikuttaisi tiheyttä alentavasti, joskin esimerkiksi Björklundin ja Fermin (1982) tutkimuksessa tämä havaittiin. Kuoren tiheys oli jonkin verran korkeampi kuin puuaineen tiheys, kuten koivulla on havaittu muissakin tutkimuksissa.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, E. 1983. Torr-rådensiteten hos tall-, gran- och björkmassaved. Sammanställning av resultat från fem undersökningar. Summary: The basic density of pine, spruce and birch pulpwood. A presentation of the results from five investigations. Skogshögskolan. Inst. för Virkeslära. Rapport nr. 147: 1-24.
- AUCLAIR, D. & METAYER, S. 1980. Methodologie de l'evaluation de la biomasse aeriennne sur pied et de la production en biomasse des taillis. Summary: Acta Ecologica Ecol. Applic. 1(4): 357-377.
- BHAT, K.M., FERM, A. & KÄRKKÄINEN, M. 1981. On the properties of one-year shoots of *Betula pubescens* EHRH. and *Salix* spp. Seloste: Hieskoivun ja pajun yksivuotisten vesojen ominaisuuksista. *Silva Fenn.* 15(1): 18-22.

- BJÖRKLUND, T. & FERM, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomassa ja puutekniset ominaisuudet. Abstract: Biomass and technical properties of small-sized birch and grey alder. *Folia For.* 500: 1-37.
- CLARK, J. & GIBBS, R.D. 1957. Studies in tree physiology. IV. Further investigations of seasonal changes in moisture content of certain Canadian trees. *Can. J. Botany* 35: 219-253.
- ERICSON, B. & PERSSON, A. 1970. Ved- och massaekenskaper hos björk. En orienterande undersökning. Summary: Wood and pulp properties in birch. A pilot investigation. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 18: 1-55.
- ERKEN, T. 1973. Variationen i björkens torr-råvolymvikt. *Skogen* 60(1): 24.
- ERKKILÄ, A. 1981. Nuorten raudus- ja hieskoivujen kasvu, tuotos ja puuaineen laatu. Moniste. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 48 s.
- HAKKILA, P. 1962. Polttohakepuun kuivuminen metsässä. Summary: Forest seasoning of wood intended for fuel chips. *Commun. Inst. For. Fenn.* 54(4): 1-82.
- 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61(5): 1-98.
- 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch boles in Finland. Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot. *Commun. Inst. For. Fenn.* 96(3): 1-59.
- , HEIKKILÄ, P. & MICHELSEN, P. 1970. Vanerikoivujen rasiinkaatoausi. Summary: Leaf-seasoning in veneer birch logging. *Commun. Inst. For. Fenn.* 70(2): 1-42.
- NYLINGER, P. 1967. Synpunkter på inmätning av virke genom vägning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 6: 565-589.
- PETERSON, O. & WINQVIST, T. 1960. Vikt- och fugtighetsvariationer hos björk under olika årstider. Summary: Seasonal changes in weight and moisture content of birch. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära. Skogshögsk. 28: 1-20.
- VELLING, P. 1979. Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Summary: Wood density in two *Betula pendula* Roth. progeny trials. *Folia For.* 416: 1-24.

VARIATION IN THE WATER CONTENT AND BASIC DENSITY OF
SMALL-SIZED PUBESCENT BIRCH (BETULA PUBESCENS) STEMS
ON PEATLAND

Abstract

Variation in the water content and basic density of stem wood and bark in small-sized pubescent birch (*Betula pubescens*) was investigated from six dense thickets. The stands were young (15-30 yrs.) and they were situated on drained peatland. The study is part of the biomass studies of birch carried out at Kannus Research Station and is connected with the developing of biomass measurement methods. Only preliminary results are presented.

The stands were sampled five times throughout the year, approx. 20 sample trees per stand at every occasion (total 589 sample trees). Fresh and dry mass and volume of wood and bark and many independent variables were determined out of the sample discs taken from different parts of the stem.

Water content variation in wood and bark was very significant between the seasons and between the stands. Water content of wood was highest in May and lowest in October, although trees in some stands had the minimum in July. On the other hand, water content of bark was highest in July and lowest in winter. Variation patterns in the longitudinal direction of the stem in every stand are illustrated.

Basic density of pubescent birch wood had great variations between the stands but not between the sampling months. Also the longitudinal variation in the stems was slight. Basic density increased quite strongly along with the tree age. Negative correlation between the density and the ring width was found.

Jyrki Hytönen

KAATOAJANKOHDAN, KAAOTAVAN JA KANNONKORKEUDEN VAIKUTUS
VILJELTYJEN JA LUONNONPAJUJEN SEKÄ HIESKOIVUN VESOMISEEN

1. JOHDANTO

Lehtipuiden kantojen runsas ja nopea vesominen on hyväpohjaisilla kasvupaikoilla sijaitsevilla havupuun uudistusaloilla suuri haittatekijä (Etholén 1974). Toisaalta harjoitettaessa vesametsätaloutta tai lyhytkiertoviljelyä vesauudistamista käyttäen mahdollisimman runsas vesominen on etu. Vesametsätaloudessa pyritään edistämään vesomista ja uudistamista siten, että vesoista syntyy elinkelpoinen uusi kasvusto (Ferm ja Issakainen 1981). Myös lyhytkiertoviljelyssä esim. pajuja käyttäen uudistuminen korjuun jälkeen tapahtuu vesomalla.

Eräiden "mekaanisten" tekijöiden kuten kaatoajankohdan, kannonkorkeuden, kaatotavan, puiden iän ja läpimitan on todettu vaikuttavan lehtipuiden vesomiseen. Myös kasvupaikka, sääolot silmujen puhkeamisvaiheessa, eläin- ym. tuhot jne. saattavat vaikuttaa vesomiseen. Yleensä vesomista on selitetty vesojen lukumäärillä kantoa kohti, vesojen valtapituudella ja vesattomien kantojen osuudella, harvemmin biomasan määrällä. Tutkimukset on tehty pääasiassa lumettoman maan aikana ja niissä on selvitetty nimenomaan vesomisen minimointia, pyritty löytämään vanhan kansan kuvaamia "kuolemanaikoja". Sen sijaan vesomisen maksimointiin tähtääviä tarkasteluja on tehty vähän.

Vesomisilmiön, vaikka se on hyvin yleinen lehtipuilla, mekanismi on vielä suurelta osin selvittämättä. Vesomisen morfologiaa ja fysiologiaa selvittelyä tutkimus on aloitettu Suomessa (Ferm 1983) ja Kanadassa (Blake 1981).

Kaatoajankohdan vaikutusta vesomiseen ovat Suomessa tutkineet Heikinheimo (1930), Mikola (1942), Leikola ja Mustanoja (1961), Rummukainen (1967), Etholén (1974), Moilanen ja Oikarinen (1980) sekä Ferm ja Issakainen (1981). Useimmista tutkimuksissa on todettu hieskoivun vesojen lukumäärän vaihtelevan lievästi kaatoajankohdan mukaan ja olevan pienimmillään kesä-heinäkuussa kaadetuilla puilla ja valtapituuden alhaisin heinä-elokuussa kaadetuilla puilla. Sen sijaan vesattomien kantojen osuus on usein jäänyt pieneksi. Etholénin (1974) tutkimuksessa koivun ja haavan kannot ve-soivat kaatoajankohdasta riippumatta lähes poikkeuksetta. Moilasan ja Oikarisen (1980) kokeessa vesomattomien hieskoivun kantojen osuus oli suurimmillaan kesäkuun alussa 37 %, Fermin ja Issakaisen (1981) kokeessa n. 40 % heinä-elokuussa ja ruotsalaisen Anderssonin (1966) kokeessa n. 65 % toukokuun alun ja kesäkuun alun välisinä aikoina kaadetuilla koivuilla. Vesomisen maksimiajankohtia on tutkittu vähän. Runsainta vesominen ja vesojen valtapituuden kehitys on ollut yleensä kasvukauden ulkopuolella tehtyjen kaatojen jälkeen.

Vanhassa kirjallisuudessa viljeltyjen pajujen korjuu neuvotaan suorittamaan lehtien putoamisen tai syksyn ensimmäisten pakkasten jälkeen ennen pysyvän lumipeitteen muodostumista (Flinta 1882, Nordberg 1913, 1914, 1919, 1928, 1930, von Schulenburg 1951, Relander 1951, 1952, 1953, Tapio 1965). Talvella tapahtuvaa korjuuta suosittelee vain Flinta (1882), muut katsovat ilmeisesti lumen haittaavan tuolloin korjuuta. Pajut voidaan Flintan (1882) ja Nordbergin (1919, 1928, 1930) mukaan korjata varhain keväälläkin huhtikuussa "ennenkuin mehu on ruvennut liikkeelle". Tapion (1965) mukaan kuitenkin kevätkaato tuottaa viljelmälle vahinkoa, koska se kevätkorjuuta seuraavana kasvukautena ei jaksa tuottaa yhtä hyvää satoa kuin, jos korjuu olisi suoritettu syksyllä. Kesällä tapahtuvan korjuun katsotaan heikentävän juuriston vesomiskykyä ja lyhentävän viljelmän ikää (Nordberg 1914, 1919).

Vanhojen ohjeiden mukaan hyvän vesomistuloksen aikaansaamiseksi pajujen kaato olisi tehtävä kohtisuoraan (eikä viinon) ehdottomasti terävällä aseella, eikä koskaan lyömäaseilla. Katkaisupinnan olisi myös jäätävä sileäksi, eikä kuori saisi vioittua (Nordberg 1913, 1928, von Schulenburg 1951). Sopivina välineinä on pidetty oksasaksia, vesuria, sirppiä tai erityisesti tarkoitusta varten konstruoitua pajuveistä (Nordberg 1913, 1928, Relander 1951, Tapio 1965). Syynä ohjeisiin, jotka ovat samanlaisia kuin vanhat vesametsätalouden ohjeetkin (Mikola 1942), lienee ollut pelko lahovioista ja vesomisen heikkenemisestä. Ferm ja Issakaisen (1981) hieskoivukokeissa mikään heidän tutkimistaan kaatovälineistä ei osoittautunut selvästi paremmaksi tai huonommaksi vesomisen kannalta. Koivunkantojen vesomiskyky - murskattunakin - oli hyvä: toisessa kokeessa murskaaminen heikensi hieman vesomistulosta, muttei ratkaisevasti (Ferm ja Issakainen 1981). Myös Mikola (1942) ja Leikola ja Mustanoja (1961) epäilevät ettei koivun kaatotavalla ole suurtakaan merkitystä, koska vesat syntyvät suureksi osaksi juurtenniskojen välistä, jopa maan alta.

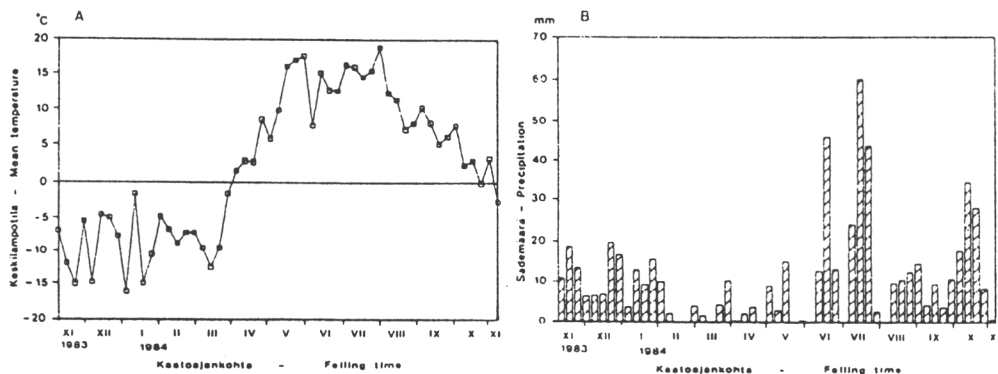
Korinpunontaan käytetyt pajut neuvotaan katkaisemaan mahdollisimman läheltä maanpintaa, jolloin syntyisi vain muutamia, mutta elinvoimaisia, suorja ja oksattomia vesoja (Flinta 1882, Nordberg 1914, 1928, 1930, von Schulenburg 1951). Myös koivut neuvotaan vesomisen parantamiseksi kaatamaan maan rajasta tai mahdollisimman alhaalta, jolloin vesat pakotettaisiin syntymään alhaalta (Mikola 1942). Jos koivun vesomista halutaan estää, suositellaan tavallista pitempien kantojen jättämistä (Heikinheimo 1930). Rummukainen (1967) ei kokeiluissaan saanut selviä eroja lyhyen ja pitkän kannon välille. Myöskään DeBell ja Alford (1972) eivät havainneet kannonkorkeuden ja kaatopinnan suoruden vaikuttavan poppelin (Populus trichocarpa) vesojen määrään, läpimittaan tai pituuteen eikä Belanger (1979) plataanin (Platanus occidentalis) vesojen pituuteen, läpimittaan tai tuotokseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää asettavatko kaatoajankohta, -menetelmä tai kannonkorkeus biologisia rajoituksia lyhytkiertoviljelmän biomassan korjuuseen. Tutkimuksessa selvitettiin eri lajien vesomista, vesojen puituuskehitystä, tuotosta ja vesattomien kantojen osuutta eri ajankohtina suoritettujen kaatojen jälkeen sekä kaatotavan ja kannonkorkeuden vaikutusta vesomiseen ja biomassatuotukseen.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Kokeet sijaitsevat Haapavedellä, pääasiassa Piipsannevan turpeennostosta vapautuneilla suon osilla sekä osin läheisillä turve- ja kivennäismaan pelloilla. Koealueiden turve kalkittiin ja viljeltyjä pajuja NPK-lannoitettiin istutuksen jälkeen. Viljeltyt pajut ovat pääasiassa aluperältään ulkomaisia.

Kuvassa 1 on esitetty Haapaveden ilmastoaseman tiedoista lasketut kunkin kaatoajankohdan jälkeisen viikon keskilämpötila ja sademäärä.



Kuva 1. Kunkin kaatoajankohdan jälkeisen viikon keskilämpötila (A) ja sademäärä (B).

Fig. 1. Mean temperature (A) and total precipitation (B) of the week following cutting in the cutting season experiment.

2.1. Kaatoajankohtakokeet

Kaatoajankohtakokeissa koemateriaalina käytettiin pääasiassa viljeltyjä pajuja sekä kahdessa kokeessa hylätyn turvepellon ojissa kasvanutta hieskoivua ja luonnonpajua. Paju oli pääasiassa kiiltolehtipajua (*Salix phylicifolia*), sekä hieman myös halavaa (*Salix pentandra*). Yleistietoja kaatoajankohtakokeista on esitetty taulukossa 1. Kunakin kaatoajankohtana kaadettiin 20-30 puuta tai vesaryhmää jokaisesta lajista raivaussahalla n. 10 cm:n korkuiseen kantoon.

Taulukko 1. Yleistietoja kaatoajankohtakokeista.
Table 1. Cutting season experiments.

Laji Species	Tutkittu ajanjakso Period investigated	Kaatoaikoja, kpl No. of cutting times	Kaadettuja puuta tai ve- saryhmiä, kpl No. of trees or stools felled	Mitattuja vesoja, kpl No. of sprouts measured	Vesojen ikä/juurien ikä kokeen alussa Age of sprouts/age of stumps at the beginning of experiment	Istutusitiheys, kpl/m ² Planting density, no. cuttings/m ²
Koripaju (<i>S. viminalis</i> , kloonit E7901)	23.07.1982- 12.08.1983	36	666	5979	1/2	7.1
Vannepaju (<i>S. x dasyclados</i> , kloonit P6011)	23.07.1982- 15.07.1983	32	419	3857	1/1	4.8
Koripaju (<i>S. viminalis</i> , kloonit E7901)	10.11.1983- 8.11.1984	53	1737	12929	1/4	7.1
Vannepaju (<i>S. x dasyclados</i> , kloonit P6011)	10.11.1983- 8.11.1984	53	2053	29897	1/3	4.8
Vannepaju (<i>S. x dasyclados</i> , kloonit V761)	10.11.1983- 8.11.1984	53	870	5966	1/4	4.1
Vesipaju (<i>S. 'Aquatica'</i> , kloonit K4856)	10.11.1983- 8.11.1984	53	1657	3896	1/4	4.1
Luonnonpajukko (<i>S. phylicifolia</i> , <i>S. pentandra</i>)	10.11.1983- 8.11.1984	53	1907	12770	10-15/?	-
Hieskoivu (<i>B. pubescens</i>)	10.11.1983- 8.11.1984	53	1066	6468	10-15/10-15	-

Kaatoajankohtakokeilta mitattiin syntyneiden vesojen keskipituus, kunkin kannon pisimmän vesan pituus (valtapituus), vesattomien kantojen määrä ja vesominen (vesojen määrä kantoa kohti). Tuloksista laskettiin kolmen peräkkäisen havainnon liukuvat keskiarvot. Yhteensä kaadettiin 10 375 puuta tai vesaryhmää ja vesoja mitattiin 80 762 kappaletta.

Viljellyt pajut kaadettiin mittauksen jälkeen, jolloin kunkin kaatoajankohtana kaadettuihin kantoihin syntyneiden vesojen lehdetön maanpäällinen biomassa punnittiin. Kaikista punnituista pajueristä otettiin kosteusnäytteet kuivamassan määrittystä varten.

2.2. Kannonkorkeuskoe

Piipsannevalle keväällä 1983 istutetulle vesipajualueelle (klooni V769) perustettiin saman vuoden marraskuussa kannonkorkeuden vaikutusta pajun vesomiseen selvittelevä koe kaatamalla pajut eri korkuisiin kantoihin raivaussahalla. Tutkitut kannonkorkeudet olivat 0 cm, 10 cm, 20 cm ja 40 cm. Koe toistettiin neljästi 60 m² kokoisilla koeruuduilla. Ennen kokeen perustamista mitattiin kaikkien vesojen pituus ja laskettiin juurtumattomien pistokkaiden määrä.

Syyskuun alussa 1985 kahden kasvukauden jälkeen laskettiin vesattomien kantojen määrä sekä kaadettiin pajut uudelleen vastaaviin kannonkorkeuksiin ja punnittiin niiden massa lehtineen. Jokaiselta koeruudulta otettiin kosteusnäytteet kuivamassan määrittystä varten. Varianssianalyysillä tutkittiin kannonkorkeuden vaikutusta vesomiseen ja tuotokseen.

2.3. Kaatotapakoe

Kaatotavan vaikutusta tutkittiin Piipsannevalle vuonna 1983 istutetulla vesipajualueella (klooni V769). Marraskuussa v. 1983 pajut kaadettiin tavallisesti käytettyyn n. 10 cm:n kannonkorkeuteen oksasaksilla, jolloin kaatojäljestä pyrittiin saamaan mahdollisimman hyvä ja tasainen sekä raivaussahalla, jonka työjälki on hieman karkeampaa eikä kannon reunaan tule aivan tasainen. Lisäksi kummallakin tavalla kaadettuja pajuja hakattiin puulekalla siten, että leikkauskohta tuli runneltua ja pajunkannot liikahtivat paikoiltaan. Tällä yritettiin jäljitellä korjuukoneen jälkiä viljelmällä. Kokeen em. neljä käsittelyä toistettiin neljästi 20 m²:n kokoisilla koeruuduilla.

Ennen kokeen perustamista laskettiin juurtumattomien pistokkaiden määrä sekä mitattiin pajujen pituudet. Kahden kasvukauden kuluttua, syyskuussa 1985 mitattiin kunkin kannon pisimmän vesan pituus (valtapituus) sekä laskettiin vesattomien kantojen määrä. Pajut kaadettiin n. 10 cm kantoon mittauksen jälkeen, minkä jälkeen ne punnittiin lehtineen, sekä otettiin kosteusnäytteet kuivamassan määrittämistä varten. Varianssianalyysillä tutkittiin kaatotapojen vaikutusta vesomiseen ja tuotokseen.

3. TULOKSET

3.1. Kaatoajankohtakokeet

Viljellyillä pajuklooneilla kaatoajankohta vaikutti hyvin selvästi seuraavan kasvukauden tuotokseen (kuvat 2 ja 3). Kaikilla tutkituilla klooneilla toukokuun lopun ja elokuun puolenvälin välisenä aikana tehty kaato johti seuraavan vuoden biomassatuotoksen romahtamiseen ja jopa täydelliseen kuolleisuuteen. Minimi oli vuoden 1982 aikana kaadetuilla pajuilla elokuun puolessavälissä ja vuonna 1983 heinäkuun viimeisellä viikolla. Vuoden 1984 keväällä, joka oli lämmin, kaadettujen pajujen seuraavan kasvukauden tuotos laski selvästi jo toukokuun alun kaatojen jälkeen. Huonoimmin kesäaikaisesta kaadosta selvisivät heikosti talvenkestävät lajit (koripaju ja vesipaju) ja parhaiten vannepajun klooni V761 ja Oulusta löydetty klooni P6011.

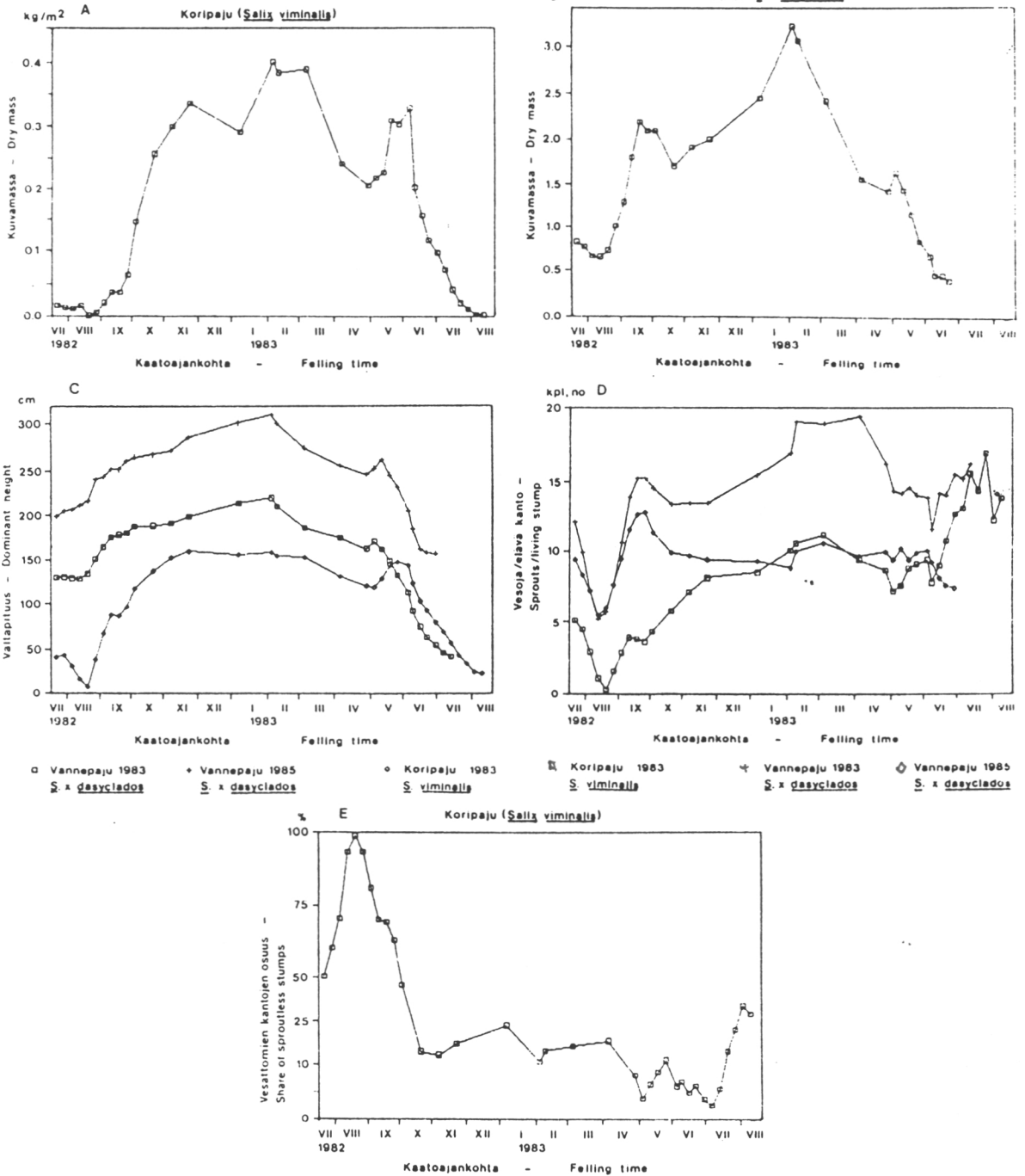
Heinäkuun lopussa - elokuun alussa kaadettujen pajujen vesojen valtapituus oli mittaushetkellä pienin (kuvat 2 ja 3). Kaikkien lajien vesojen valtapituus oli yli puolet pienempi kesäaikaisissa kuin muina ajankohtina tehdyissä kaadoissa. Hieskoivikossa ja luonnonpajukossa toukokuun puolenvälin ja heinäkuun puolenvälin välisenä aikana kaadettujen puiden vesojen valtapituus oli alhaisin (kuva 4). Näilläkin lajeilla valtapituus jäi n. puolet pienemmäksi kesäaikaisen kaadon jälkeen verrattuna talviaikaiseen kaatoon. Mielenkiintoista

oli, että eri ajankohtina kaadettuihin hieskoivuihin ja pajuihin syntyneiden vesojen valtapituuden kehitys oli samansuuntainen.

Kasvukauden aikana kaadettujen viljeltyjen pajujen vesattomien kantojen osuus oli erittäin suuri (kuvat 2 ja 3). Vesipajun (E4856) kuolleisuus kaikkina ajankohtina oli poikkeuksellisen korkea, erityisesti toukokuun lopun ja heinäkuun puolenvälin välisenä aikana kaadettaessa. Myös elokuun lopulla v. 1982 ja heinäkuun lopulla v. 1983 kaadettujen koripajujen vesattomien kantojen osuus oli lähes 100 % ja vannepajun kloonin V761 yli 90 % kaadettaessa heinäkuun alussa. Hieskoivun ja luonnonpajukon vesomattomien kantojen osuus vaihteli epäsäännöllisemmin ollen kaikkina kaatoajankohtina alle 20 % eikä kaatoajankohdan mukaisia selviä eroja voida osoittaa (kuva 4).

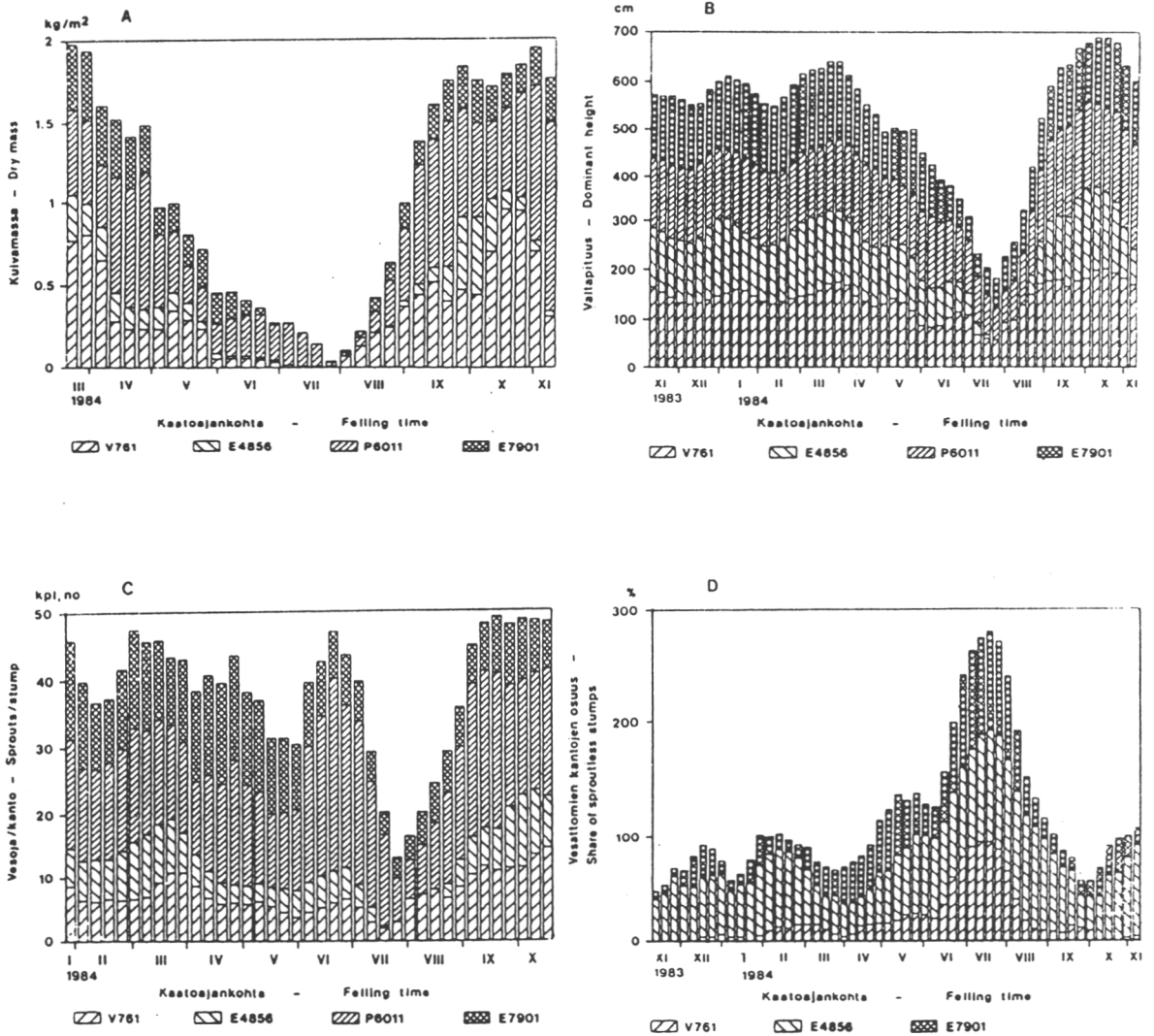
Myös vesojen määrä oli alhaisimmillaan mittaushetkellä, kun pajut oli kaadettu heinä-elokuussa (kuvat 2 ja 3). Tämä ei kuitenkaan osoita vesomisen olevan heikompaa kasvukauden aikaisten kaatojen jälkeen, koska vesat ovat saattaneet palttua talven aikana. Tätä osoittaa kuva 2C, jonka mukaan sekä vanne- että koripajun vesojen määrä oli pienin elokuun 1982 kaatojen jälkeen, mutta hyvinkin korkea heinä- ja elokuun 1983 kaatojen jälkeen, kun mittaukset tehtiin lokakuun lopulla 1983. Vannepajukoe mitattiin uudestaan keväällä 1984 ennen kasvukauden alkua, jolloin vesojen määrä, etenkin edellisen vuoden heinä- ja elokuun aikana tehdyissä kaadoissa oli jo laskenut huomattavasti. Havaintojen mukaan kesällä ja alkusyksylläkin kaadettuihin viljeltyihin pajuihin syntyy runsaasti pieniä vesoja jo saman kesän ja alkusyksyn aikana.

Hieskoivun vesojen määrä oli mittaushetkellä suurin kesäaikaisten kaatojen jälkeen. Luonnonpajujen vesomisen selvittämistä vaikeutti niiden vesasyntyinen alkuperä. Kaikki kannot olivat suuria tupaskantoja, joista yksilöiden erottaminen toisistaan oli hankalaa. Vesoja oli eniten kesällä ja syksyllä kaadetuissa pajuissa.



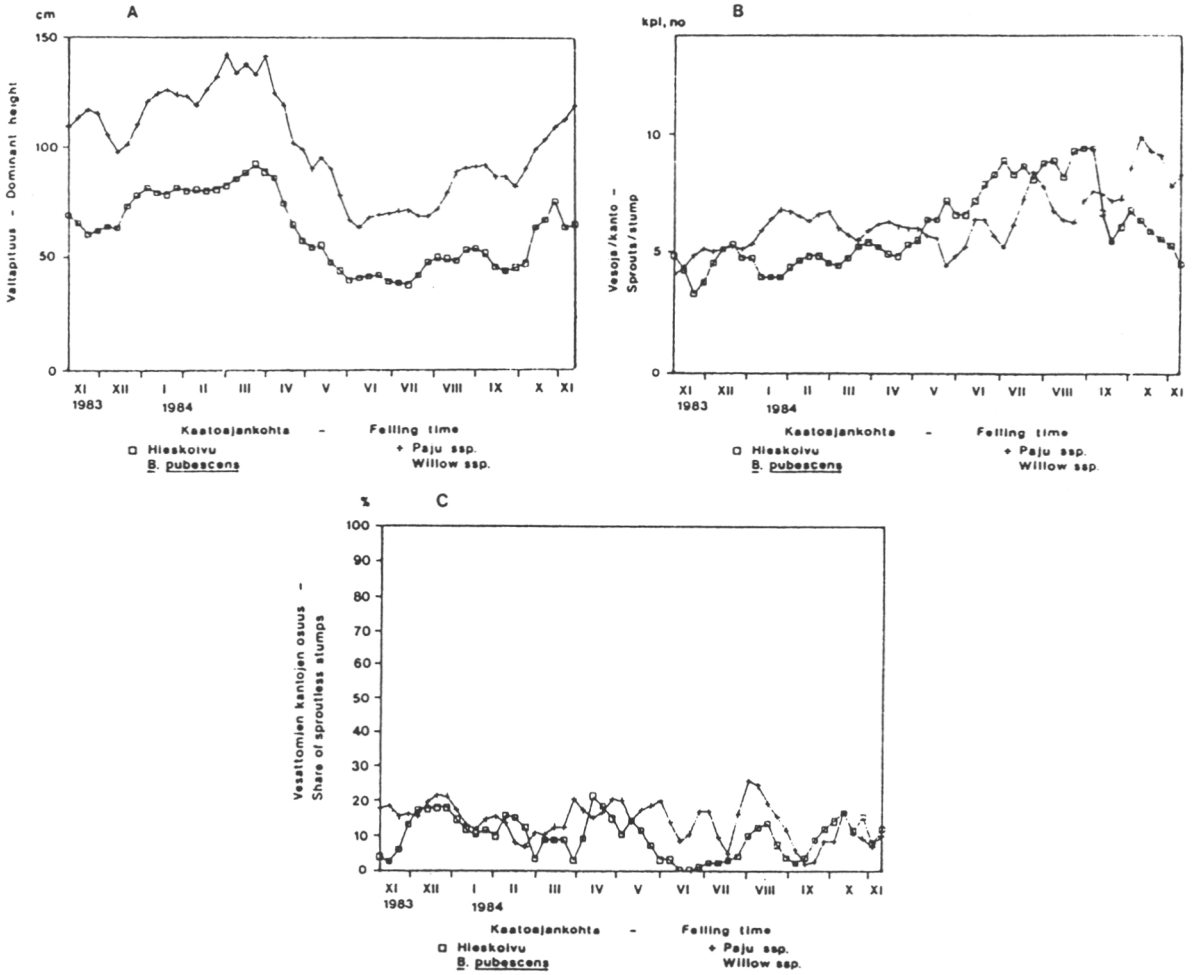
Kuva 2. Vuosien 1982-1983 kaatoajankohtakokeiden tuloksia. Yksivuotiaan koripajun (A) ja kaksivuotiaan vannepajun (B) lehdetön maanpäällinen kuiva-ainetuotos, valtapituus (C), vesomien (D) ja koripajun vesattomien kantojen osuus (E).

Fig. 2. Results of cutting season experiments of 1982-1983. Leafless above-ground dry mass production of one-year-old *S. viminalis* (A), two-year-old *S. x dasyclados* (B) and dominant height (C), sprouting (D) and share of sproutless stumps of *S. viminalis* (E).



Kuva 3. Eri ajankohtina kaadettujen (v. 1983-1984 kokeet) viljeltyjen pajujen lehdetön maanpäällinen kuiva-ainetuotos (A), valtipituus (B), vesominen (C) ja vesattomien kantojen osuus (D) yksi kasvukausi kaadon jälkeen.

Fig. 3. Leafless above-ground dry mass production (A), sprouting (C) and share of sproutless stumps (D) of energy willows one growing season after cutting at different times of the year.

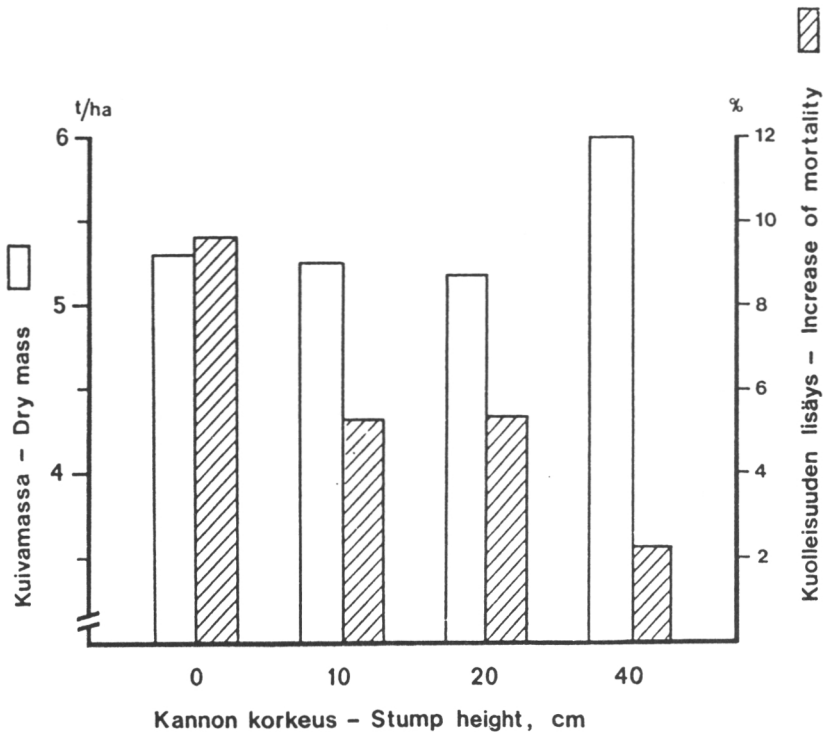


Kuva 4. Hieskoivun ja luonnonpajukon valtavuus (A), vesominen (B) ja vesattomien kantojen osuus (C) syksyllä 1985 eri aikoina tehdyn kaadon jälkeen.
 Fig. 4. Dominant height (A), sprouting (B) and share of sproutless stumps (C) of *B. pubescens* and natural willow in autumn 1985 after cutting at different times of the year.

3.2. Kannonkorkeuskoe

Katkaiseminen maantasalta lisäsi pajujen kuolleisuutta kahden vuoden aikana 10 %, 10 ja 20 cm:n kannon jättäminen 5 % ja korkeimman 40 cm:n kannon jättäminen 2 % (kuva 5). Kuolleisuus oli siis sitä pienempi, mitä pitempi kanto

jätettiin. Erot tosin eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Maanpinnantasalta, 10 ja 20 cm:n korkeudelta kaadettuihin kantoihin syntyneiden vesojen kuivamassa oli kahden kasvukauden jälkeen 5,2 - 5,3 t/ha. Suurin tuotos saatiin 40 cm:n kannonkorkeutta käytettäessä, 6,0 t/ha (kuva 5). Nämäkään erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 5. Kannon korkeuden vaikutus vesipajun tuotokseen ja kuolleisuuden lisääntymiseen kahden kasvukauden kuluttua kaadosta.

Fig. 5. Effect of stump height on the yield and increase of mortality of stumps of *Salix* 'Aquatica' after two growing seasons.

3.3. Kaatotapakoe

Kantojen vaurioittaminen, jolla pyrittiin jäljittelemään korjuukoneen ajoa kantorivin päällä, lisäsi selvästi vesattomien kantojen osuutta ja vaikutti haitallisesti pituuskasvuun (taulukko 2). Myös vesoneiden kantojen vesojen määrä oli "murskatuilla" koeruuduilla hivenen alhaisempi, tosin erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Vaurioittaminen vaikutti myös selvästi kahden seuraavan vuoden tuotosta alentavasti niillä koeruuduilla, joiden kantoja oli vaurioitettu. Kaatovälineellä (pistokassakset tai raivaussaha) ei ollut vaikutusta vesomiseen.

Taulukko 2. Kaatotavan vaikutus vesipajun vesattomien kantojen määrään, valtapituuteen, vesomiseen ja tuotokseen kaksi kasvukautta kaadon jälkeen.

Table 2. Effect of cutting method on the mortality of stumps, dominant height of sprouts, sprouting and yield of *Salix 'Aquatika'* after two growing seasons.

Tunnus Characteristic	Kaatotapa - Cutting method								F
	A		B		C		D		
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Kuolleisuuden lisäys, % Increase of mortality	1.0	1.2	15.2	11.4	4.3	4.4	7.8	7.4	2.94 ^o
Valtapituus, cm Dominant height	128.6	7.3	112.5	8.2	135.1	14.7	119.0	6.9	5.25 [*]
Vesoja/elävä kanto, kpl No. of sprouts per living stump	7.3	1.6	7.0	1.1	7.0	1.5	6.6	1.4	0.14
Kuivamassa, t/ha Dry mass	5.66	0.93	4.23	1.26	6.10	1.49	4.45	1.24	5.84 [*]

A = Oksasakset - Secateurs

B = Oksasakset + runtelu - Secateurs + crushing

C = Raivaussaha - Clearing saw

D = Raivaussaha + runtelu - Clearing saw + crushing

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Kaatoaika vaikutti selvästi viljeltyjen pajujen kaatamisen jälkeisen vuoden biomassatuotokseen ja muihinkin mitattuihin vesomistunnuksiin. Heinä-elokuussa tehty kaato johti kaikkien mitattujen tunnusten (biomassatuotos, valtapituus,

vesominen, vesattomien kantojen osuus) osalta heikoimpaan vesomistulokseen. Erot näkyivät selvimmin ja jyrkimpänä kuiva-ainetuotoksessa. Kaikki kasvukauden aikana suoritetut kaadot heikensivät pajujen seuraavan kasvukauden tuotosta selvästi. Vesattomien kantojen osuus oli heinä- ja elokuussa tehtyjen kaatojen jälkeen jopa 90-100 %. Hieskoivulla ja pajulla ei voitu osoittaa kaatoajankohdan ja kuolleisuuden riippuvuutta. Näyttääkin siltä, että vanhoja ohjeita, joissa neuvottiin kaatamaan pajut lehtien putoamisen, ensimmäisten pakkasten jälkeen tai keväällä ennen kasvukauden alkua (Flinta 1882, Nordberg 1913, 1914, 1919, 1928, 1930, von Schulenburg 1951, Relander 1951, 1952, 1953, Tapio 1965) on syytä noudattaa edelleen. Kevätkaato heikentää korjuuta seuraavan kasvukauden tuotosta, kuten Tapio (1965) on esittänyt. Tuotoksen kannalta kevätkaatoa huonompi ajankohta on keskikesä.

Viljellyt pajut olisikin kaadettava kasvukauden päätyttyä tai ennen sen alkamista. Heikosti talvenkestävillä paju-klooneilla (E4856 ja E7901) kesäkaato johtaa selvästi huonompaan tulokseen kuin kestävimmillä klooneilla (V761 ja P6011).

Hieskoivikosta ja luonnonpajukosta ei määritetty biomassaa. Hieskoivun valtapituus jäi kesäaikana tehdyn kaadon jälkeen noin puolta pienemmäksi, loivan minimin ajoittuessa toukuun lopun ja heinäkuun alun väliselle ajalle kuten Anderssonin (1965) kokeessakin, mutta noin kuukautta aikaisemmaksi kuin Etholénin (1974) ja Fermin ja Issakaisen (1981) tutkimuksissa.

Kaatoajankohdan jälkeisen viikon lämpötilalla näyttäisi tämän aineiston mukaan olevan yhteys vesojen kehitykseen siten, että kun kaatoajankohdan jälkeinen viikko on ollut lämmin, vesojen valtapituus on jäänyt alhaiseksi. Lämmin ja kuiva kevät 1984 on saattanut siirtää hieskoivun valtapituuden minimiajankohdan ajoittumista aikaisemmaksi. Tosin Moilanen ja Oikarinen (1980) eivät havainneet kaatohetken lämpötilalla

eivätkä sateiden ajoittumisella, mitä Etholén (1974) korostaa, ja vesomiskyvyllä olevan selvää yhteyttä.

Eräs syy viljeltyjen pajujen huonoon menestymiseen kesäaikaisten kaatojen jälkeen lienee niiden hyvä vesominen kasvukauden loppupuolellakin ja jopa alkusyksyllä lämpötilan ollessa riittävä. Silmujen puhjetessa loppukesällä vesat jäävät pieniksi, eivät talveennu ja koska niiden kosteus on suuri, vesat paleltuvat herkästi loppusyksyn ja talven aikana. Keski- ja loppukesän kaatoajankohtien havaittu huono vesominen ei siis niinkään johtuisi vesomiskyvyn puuttumisesta tai heikentymisestä vaan näiden vesojen paleltumisesta talven aikana ennen mittausta. Tämä selittäisi myös suurta kuolleisuutta, heikkoa tuotosta ja elinvoimaansa menettäneihin kantoihin jäljelle jääneiden vesojen huonoa pituuskasvua. Hieskoivun ja kotimaisten pajujen silmut eivät puhjenne niin herkästi loppukesän kaatojen jälkeen samana syksynä vaan vasta seuraavana keväänä ja mahdollisesti syntyvät vesatkin talveentuvat paremmin. Tosin Mikola (1942) pitää paleltumisvaaraa koivunkin osalta merkittävänä, sillä yleisesti on havaittu heinä- ja elokuulla kaadettujen puiden kantoihin syntyvän heti hakkuun jälkeen runsaasti reheviä vesoja, jotka vielä lokakuussa ovat olleet aivan puutumattomia. Seuraavana keväänä ovat kaikki sellaiset vesat olleet kuolleita (Mikola 1942).

Vastoin vanhoja ohjeita pajujen kaataminen maantasalta lisäsi kuolleisuutta eniten ja pisimmän (40 cm) kannon jättäminen vähiten, tosin ei tilastollisesti merkitsevästi. Mahdollisia pajujen vesojen murtumisia tai lahon iskeytymistä, jota vanhojen ohjeiden eräänä tarkoituksena oli välttää, ei vielä voitu todeta. Kaatovälineillä, joko raivaussahalla tai pistokassaksilla, ei ollut vaikutusta vesomistulokseen. Sen sijaan kantojen runtelu lisäsi kuolleisuutta ja alensi valtapituutta ja tuotosta selvästi.

Tutkimustulosten mukaan väärällä tavalla väärään aikaan suoritettu biomassan korjuu pienentää selvästi viljeltyjen pajujen tuotosta ja lyhentää viljelmän ikää. Tosin pajujen juuristojen nuori ikä on saattanut vaikuttaa tulokseen. Jo pelkällä väärän kaatoajankohdan valinnalla voidaan kumota esim. lannoituksen tai muiden hoitotoimenpiteiden vaikutus ja jopa tuhota lyhytkiertoviljelmä. Sen sijaan kotimaiseen pajuun ja hieskoivuun kaatoajankohdan vaikutus ei ollut niin selväpiirteinen. Kasvukauden aikana tehdyn kaadon jälkeen syntyneiden vesojen valtapituus jäi pienemmäksi kuin talvikaikana kaadettuihin kantoihin kehittyneiden elinvoimaisten vesojen valtapituus, mutta mitään "kuolemanaikoja" ei tässä kuin ei muissakaan kotimaisissa tutkimuksissa ole koivulle löytynyt.

KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, O. 1966. Något om björkens stubbskottsbildning. Sveriges skogsvårdsförenings tidskrift 1966(5): 441-450.
- BELANGER, R.P. 1979. Stump management increases coppice yield of sycamore. Southern Journal of Applied Forestry 3(3): 101-103.
- BLAKE, T.J. 1981. Dieback and stump senescence following decapitation of eucalypts in relation to auxin and phenols. Can. J. For. Res. 11(2): 291-297.
- DeBELL, D.S. & ALFORD, L.P. 1972. Sprouting characteristics and cutting practices evaluated for cottonwood. Tree Planters Notes 23: 1-3.
- FERM, A. 1983. Aspects of physiology of coppicing. Workshop on the Nordic problems in energy forestry. Suomenjoki Research Station 3.-4.3.1983: 59-77.
- & ISSAKAINEN, J. 1981. Kaatoajankohdan ja kaatotavan vaikutus hieskoivun vesomiseen turvemilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 33: 1-13.
- ETHOLÉN, K. 1974. Kaatoajan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of Betula pubescens and Populus tremula in the seedling stands in Northern Finland. Folia For. 213: 1-16.

- FLINTA, G. 1882. Neuvoja kopan kutomisesta tyttökouluja ja yksityisiä varten sekä lyhyitä ohjeita piilipuun viljelemiseen. Yleishyödyllinen käsikirjasto 11: 1-36.
- HEIKINHEIMO, O. 1930. Kaatoajankohdan vaikutus lehtipuuden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio. Helsinki. ss. 113-117.
- LEIKOLA, M. & MUSTANOJA, K. 1961. Koivun kantojen vesominen. Konekirjoite. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos.
- MIKOLA, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagsbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. Acta For. Fenn. 50(3): 1-93.
- MOILANEN, M. & OIKARINEN, M. 1980. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmailla. Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 19: 1-12.
- NORDBERG, S. 1913. Pajun viljelemisestä koritöitä varten. Tapio 6(12): 349-353.
- 1914. Pajuvesametsäviljelyksestä. Tapio 7: 353-358.
- 1919. Pajunviljelys ja sen edellytykset meillä. Kansanvalistusseuran Käsieteollisuuskirjasto N:o 24. Helsinki.
- 1928. Vertaileva katsaus pajun viljelykseen ja sen edellytyksiin ulkomailla ja Suomessa. Referat: Die Weidenkultur und ihre Voraussetzungen im Ausland und Suomi (Finnland). Silva Fenn. 9: 1-63.
- 1930. Pajun viljelys. Maa ja metsä IV, Metsätalous II: 526-539.
- RELANDER, E. 1951. Jalopajunviljely ja sen mahdollisuudet Suomessa. Puutarha 1951(10): 448-449, 1951(11): 500-501.
- 1952. Jalopajukokeista saatuja tuloksia Suomessa. Koe-toim. ja käyt. 9(6): 4.
- 1953. Jalopajun viljelystä saamiamme alkukokemuksia. Puutarha 1953(1): 30-32.
- RUMMUKAINEN, U. 1967. Kokemuksia mekaanisesta vesakon torjunnasta. Metsälehti 17.
- SCHULENBURG, A.F. v.d. 1951. Jalopajun viljely Suomessa. Metsätietoa 1951(2): 7-15.
- TAPIO, E. 1965. Pajunviljely ja sen mahdollisuudet Suomessa. Konekirjoite Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitoksella.

EFFECT OF CUTTING SEASON, FELLING METHOD AND STUMP HEIGHT
ON THE SPROUTING ABILITY OF ENERGY WILLOWS AND SOME OTHER
HARDWOODS

Abstract

Effect of cutting season, method and stump height on the sprouting, height growth and yield of cultivated willows was studied on a peat cut-away area of Piipsanneva at Haapavesi.

Cutting during growing period decreased biomass production of the following year, increased mortality up to almost 100 % and the sprouts grew less and the number of sprouts per stump was low. In a pubescent birch or natural willow stand no increase of mortality due to cutting season could be noted, but dominant height of sprouts was shorter when cut during summer. Contrary to cultivated willows, the amount of sprouts was highest when cut during summer or autumn. It is suggested that because cultivated willows are able to sprout even when cut in late summer their small sprouts which have high water content do not enter dormancy and thus are easily killed during cold periods in the autumn and winter. This leads to decreased productivity and increased mortality during the following year.

Low stump height increased mortality of cultivated willows. No difference in productivity, mortality, sprouting or height growth occurred whether the willows were cut smoothly with secateurs or with a clearing saw. But crushing of the stumps after cutting simulating effects of harvesting machines increased mortality and decreased productivity and height growth.

Jukka Valtanen

MUOKATTUJEN ALUEIDEN LUONTAINEN TAIMETTUMINEN
KESKI-POHJANMAALLA

1. TUTKIMUKSEN KUVAUS JA MENETELMÄ

Keski-Pohjanmaalla tarkastettiin kesällä 1984 118 män-
nyn siemenpuualueetta, jotka oli muokattu TTS-metsä-äkeel-
lä 2 - 6 vuotta aikaisemmin (1978 - 82). Tutkimusalueena
oli neljä metsänhoitoyhdistystä rannikolta sisämaahan:
Lohtaja (25 aluetta), Kannus (25), Sievi-Reisjärvi (24)
ja Haapajärvi (25) sekä viidentenä n. 50 km etelämpänä
Veteli-Halsua (19).

Pohjoisen pitäjärühmän alueella tarkastettujen uudistus-
alojen etäisyys merestä oli 1 - 105 km ja korkeus 10 - 170 m.
Veteli-Halsuan alueella vastaavat luvut olivat 50 - 80 km
ja 90 - 160 m.

Taulukko 1. Uudistusalojen yleistietoja. Luvut ovat
minimi - keskiarvo - maksimi.

Pitäjä	Pinta-ala, ha	Korkeus, m	Lämpösumma, d.d.
Lohtaja	0,5 - 2,7 - 11,0	10 - 24 - 90	1000 - 1030 - 1040
Kannus	0,5 - 2,9 - 9,2	30 - 60 - 90	970 - 996 - 1030
Sievi ym.	0,7 - 1,9 - 4,0	70 - 111 - 170	910 - 958 - 990
Haapajärvi	0,5 - 1,7 - 6,0	100 - 132 - 160	910 - 938 - 970
Veteli ym.	0,2 - 1,8 - 4,7	90 - 113 - 160	960 - 1000 - 1020
Kaikki	0,2 - 2,2 - 11,0	10 - 86 - 170	910 - 984 - 1040

Uudistusosalalle sijoitettiin tasavälein alan koosta riippuen 3 - 9 koealaa. Koeala koostui viidestä koeruudusta á 2 m x 5 m. Ruutu otettiin vaon päältä sen pituussuuntaan. Yksi ruutu tuli koealan keskipisteeseen ja muut sen neljälle sivulle noin kahdeksan metrin päähän. Koealoja kertyi 541 ja koeruutuja 2 705.

Kullakin koealalla mitattiin vakotiheys, maan kivisyys ja 0,2 ha:n alalta siemenpuiden ja tuulenskaatojen lukumäärä. Silmävaraisesti arvioitiin siemenpuiden laatu, kasvupaikkatyyppi, maalaji, soistuneisuus, heinäisyys, muokkaustyön laatu eli huolellisuus, etäisyys lähimpään reunametsään 90 metriin asti, reunametsän puulajiosuudet, reunametsän mäntyjen siemennyskyky hyvälaatuiseen tukkimännikköön verrattuna, siemenpuiden poiston ja taimikon perkauksen tarve ja ajankohta, ojituksen tarve, vesasyntyisen lehtipuuaineksen peittävyys puulajeittain sekä uuden muokkauksen, täydennysviljelyn ja viljelyn tarve.

Koealan koeruuduista arvioitiin muokkausvaon sammaleisuus (taimettumiskelpoisuus) ja laskettiin erikseen muokkausvaosta ja vakovälistä männyntaimet, kuusentaimet ja koivun siemensyntyiset taimet sekä mitattiin niiden keskipituudet. Rauduskoivun osuus koivuaineksesta arvioitiin.

2. AINEISTO

Siemenpuumenetelmän käyttö näyttää Keski-Pohjanmaalla rajoittuneen kuivahkoille ja kuiville kankailla (96 % aineistosta). Tuoreilla kankailla, rämeillä ja kallioilla sitä oli vain nimeksi.

Taulukko 2. Kasvupaikkatekijätunnuksia.

	Trk	Trks	Khk	Khks	Kk	R	Klm
Koealoja, %	0,2	2,0	57,0	18,0	21,0	1,0	1,0
Korkeus, m	120	109	83	78	93	84	132
Humus, cm	10	32	6	13	4	23	4
Heinäisyys	1,0	2,4	1,2	1,6	0,1	1,8	0,2
Kivirassin painuma, cm	22	30	18	24	19	30	3
Vakotiheys, kpl/100 m	40	37	38	37	39	35	39
Muokkaustyön laatu	1,0	2,1	1,6	1,8	1,1	1,8	1,3
Koivuvesakon peittävyys 1/10	-	8,1	4,7	7,0	3,0	5,4	6,8
Vakojen taimet- tumiskunto	3,0	3,7	3,4	3,5	2,7	3,0	3,9
Siemenpuita, kpl/ha	35	36	32	32	36	26	54
Siemenpuiden laatu	1,0	1,8	1,3	1,5	1,3	1,0	1,3

Selityksiä:

Heinäisyys: 0 = ei haittaa taimia... 4 = taimet eivät selviä heinästä

Muokkaustyön laatu: 1 = hyvin onnistunut... 4 = huonosti tehty

Vakojen taimettumiskunto: 1 = hyvä... 4 = sammaloitunut umpeen, ei taimetu enää

Siemenpuiden laatu: 1 = hyvä, 2 = tyydyttävä, 3 = huono

Siemenpuita oli keskimäärin 38 kpl/ha (taulukko 1).
Lohtajalla oli yritetty vähimmillä puilla (keskiarvo 24), ja Veteli-Halsuan alueella puustot olivat tiheimmät (40). Kokonaisuudessaan näkyy siemenpuita jätettävän Keski-Pohjanmaalla niukasti ja alle Kml Tapion suosituksen (50 - 150 puuta/ha).

Taulukko 3. Siemenpuuston määrä ja vakotiheys.

Pitäjä	Siemenpuita, kpl/ha	Vakotiheys, kpl/ha	Kivennöismaan pintaa, %
Lohtaja	11 - 24 - 42	32 - 36 - 40	15 - 17 - 18
Kannus	12 - 32 - 59	28 - 36 - 44	13 - 16 - 20
Sievi	18 - 32 - 61	29 - 39 - 46	14 - 18 - 21
Haapajärvi	12 - 34 - 62	34 - 40 - 50	16 - 19 - 23
Veteli	15 - 40 - 66	29 - 38 - 43	14 - 18 - 20
Kaikki	33	38	18

Keskimääräinen vakotiheys oli 38 vakoa/100 metriä. Se oli 16 % alle ohjeen, joka on 45 vakoa/100 metriä. Harvan vaotuksen takia paljastunutta kivennäispintaa oli vain 18 %. Hyvän tuloksen turvaamiseksi tämä luku pitää saada nousemaan.

Taulukossa 4 esitetään kasvupaikkatietoja pitäjittäin. Humus oli ohuinta Sievissä, soistuneisuutta ja heinäisyyttä oli vähiten Vetelissä ja Halsualla, maat kivisimmät Sievissä, konetyö huolellisinta Haapajärvellä ja Veteli-Halsuan alueella ja vesottumisen voimakkainta Haapajärvellä.

Taulukko 4. Kasvupaikkatietoja pitäjittäin.

	Lohtaja	Kannus	Sievi-Reisjärvi	Haapajärvi	Veteli-Halsua	Kaikki
Koealoja, kpl	123	128	103	101	86	541
Koealoja, %	23	24	19	19	16	100
Humus, cm	7,4	8,4	5,3	9,3	7,0	7,5
Soistuneisuus	0,3	0,5	0,3	0,6	0,2	0,4
Heinäisyys	1,4	1,2	0,9	0,8	0,6	1,0
Kivirassin painuma, cm	24	21	13	21	18	20
Muokkaustyön laatu	1,8	1,7	1,6	1,3	1,3	1,6
Vaon taimettumiskunto	3,2	3,1	3,2	3,4	3,5	3,3
Tuulenskaatoja, kpl/ha	1,4	1,4	1,4	1,4	0,7	1,3
Siemenpuiden laatu	1,3	1,6	1,2	1,4	1,3	1,3
Ko-vesakko	5,0	3,8	4,9	6,5	4,2	4,9
Ha-vesakko	0,7	0,7	1,6	1,8	0,2	1,0
Le-vesakko	0,0	0,0	0,3	0,4	0,2	0,2
Pi-vesakko	0,3	0,1	0,6	0,4	-	0,3
Etäisyys reunametsään, m	33	46	42	36	31	38
Männyn osuus reunam.	7,2	7,2	7,2	6,8	7,7	7,2

Selityksiä:

Soistuneisuus: 0 = ei soistunut... 4 = kaikki soistuneet, 5 = suo
 Heinäisyys: 0 = ei häitää taimia... 4 = taimet eivät selviä heinästä
 Muokkaustyön laatu: 1 = hyvin onnistunut... 4 = huonosti tehty
 Vaon taimettumiskunto: 1 = hyvä... 4 = sammaloitunut umpeen, ei taimetu enää
 Siemenpuiden laatu: 1 = hyvä, 2 = tyydyttävä, 3 = huono
 Vesakot: 0 = ei vesakkoa, 1 = n. 10 %... 9 = täysi vesakko 90 - 100 %
 Männyn osuus reunametsässä: 0 = ei yhtään, 1 = n. 10 %... 9 = 90 - 100 %

3. TULOKSET

Taimimäärät pitäjittäin esitetään taulukossa 5, kasvu-
paikkatyypeittäin taulukossa 6 ja eri-ikäisillä muok-
kausalueilla taulukossa 7.

Taulukko 5. Taimimäärät pitäjittäin, kpl/ha.

	Lohtaja	Kannus	Sievi	Haapa- järvi	Veteli	\bar{x}
Mänty						
vakotaimet	3 170	2 900	3 080	2 950	3 990	3 192
sirkkataimet	100	110	390	160	50	157
vakovälitaimet	2 340	2 020	1 680	1 720	1 950	1 958
yhteensä	5 610	5 030	5 150	4 830	5 990	5 307
hyväksytty määrä	4 560	3 400	3 830	3 490	4 750	3 970
Kuusi						
vakotaimet	80	220	570	930	30	342
vakovälitaimet	180	200	240	950	110	332
yhteensä	260	420	810	1 880	140	674
Koivu						
vakotaimet	3 240	1 950	1 840	7 880	2 230	3 307
Rko-osuus, %	1	3	1	17	9	6
vakovälitaimet	2 410	880	640	5 200	650	1 961
Rko-osuus, %	0	1	1	8	5	3
yhteensä	5 650	2 830	2 480	13 080	2 880	5 268
Yhteensä						
vakotaimet	6 590	5 180	5 880	11 920	6 300	6 998
vakovälitaimet	4 930	3 100	2 560	7 870	2 710	4 251
Kaikki	11 520	8 280	8 440	19 790	9 010	11 249

Taulukko 6. Taimimäärät kasvupaikkatyypeittäin, kpl/ha.

	Trk	Trks	Khk	Khks	Kk	R	Klm
Mänty							
vakotaimet	1 760	1 190	3 200	3 240	3 550	560	1 420
sirkkataimet	160	40	120	140	280	60	100
vakovälitaimet	210	1 580	1 980	1 800	2 210	740	1 390
yhteensä	2 130	2 810	5 300	5 180	6 040	1 360	2 910
Kuusi							
vakotaimet	480	460	420	400	100	-	30
vakovälitaimet	210	130	480	180	110	130	40
yhteensä	690	590	900	580	210	130	70
Koivu							
vakotaimet	9 600	7 400	3 460	4 150	1 770	5 430	440
vakovälitaimet	1 060	10 980	1 630	3 920	400	4 700	210
yhteensä	10 660	18 380	5 090	8 070	2 170	10 130	650
Yhteensä							
vakotaimet	12 000	9 090	7 200	7 930	5 700	6 050	1 990
vakovälitaimet	1 480	12 690	4 090	5 900	2 720	5 570	1 640
Kaikki	13 480	21 780	11 290	13 830	8 420	11 620	3 630

Taulukko 7. Taimimäärät eri-ikäisillä muokkausalueilla, kpl/ha.

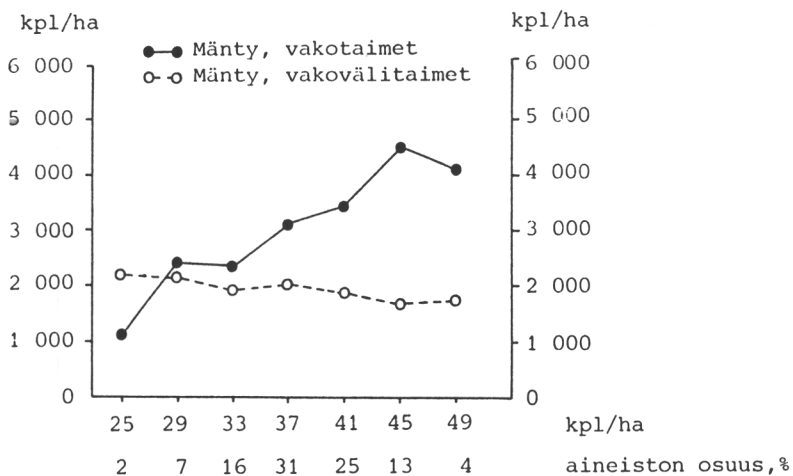
	2 v	3 v	4 v	5 v	6 v
Mänty					
vakotaimet	770	2 160	2 550	2 960	8 200
sirkkataimet	180	230	180	140	50
vakovälitaimet	900	1 610	1 450	1 900	4 470
yhteensä	1 850	4 000	4 180	5 000	12 720
Kuusi					
vakotaimet	20	110	150	180	1 400
vakovälitaimet	130	340	300	250	710
yhteensä	150	450	450	430	2 110
Koivu					
vakotaimet	2 980	3 660	4 060	2 120	3 620
vakovälitaimet	3 030	1 540	2 090	830	2 070
yhteensä	6 010	5 200	6 150	2 950	5 690
Yhteensä					
vakotaimet	3 950	6 160	6 940	5 400	13 270
vakovälitaimet	4 060	3 490	3 840	2 980	7 250
Kaikki	8 010	9 650	10 780	8 380	20 520

Pitäjittäisinä keskiarvoina männyn taimimäärä vaihtelee 4 800 ja 6 000 välillä. Ryhmittäisyyden ja aukkoisuuden takia ns. hyväksytyt taimia on neljännestä vähemmän (3 400 - 4 750). Kuusta ja erityisesti koivua on Haapajärvellä paljon enemmän kuin muualla. Kokonaistaimimäärä on pienin Kannuksessa (8 300) ja suurin Haapajärvellä (19 800). Luvut osoittavat, että metsän ainekset ovat runsaat.

Kasvupaikkatyypeistä kuivahkot ja kuivat kankaat ovat taimettuneet parhaiten. Tuoreilla mailla oli mahdollisesti vesi haitannut vakojen taimettumista. Rämellä männyntaimia oli vähiten, 1 400 kpl/ha, tuoreilla mailla 2 000 - 3 000 ja kuivilla mailla 5 000 - 6 000. Kuusia oli 600 - 900 paitsi rämellä ja kuivilla kankailla 100 - 200. Koivua oli kalliomailla alle tuhat, rämellä 10 000 ja kangasmailla 2 000 - 18 000. Tuoreus ja soistuneisuus lisäsivät koivun määrää.

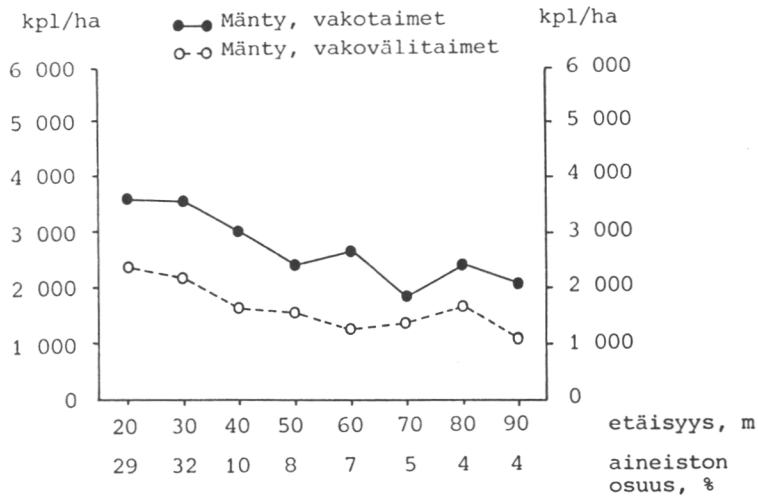
Muokkauksen vanhetessa taimimäärä lisääntyi. Kaksivuotisilla alueilla männyntaimia oli vaossa alle tuhat ja kolmesta vuodesta alkaen yli 2 000. Kuusi vuotta sitten (1978) muokatuilla aloilla männyntaimia oli sekä vaossa että vakoväleissä paljon, sillä 1979 (ja myös 1978) oli männyllä hyvä siemenvuosi. Myös kuusella oli hyvä siemenvuosi 1979, ja se näkyy muuta suurempana taimimääränä kuusivuotiailla muokkausalueilla. Koivun siementaimien määrä on havupuista poiketen sama nuorilla kuin vanhoillakin alueilla.

Siemenpuumäärällä ei ollut vaikutusta taimimäärään, mutta pituuteen vaikutus oli selvä. 10 puun tiheydessä taimien pituus oli 30 cm ja 60 puun tiheydessä 20 cm. Vakotiheys vaikutti vakotaimien määrään enemmän kuin mikään muu mitattu tekijä (kuva 1). Vakovalitaimien määrä puolestaan aleni vakojen määrän lisääntyessä.



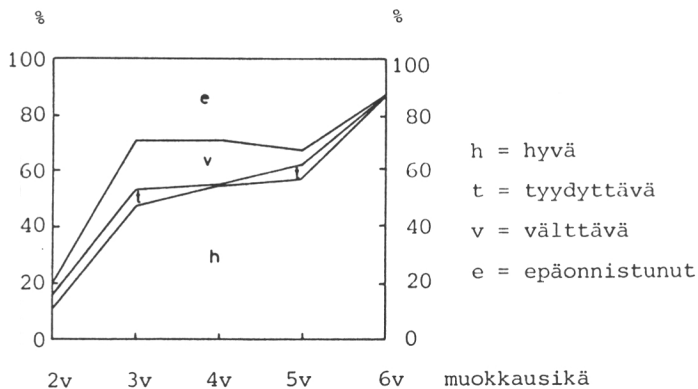
Kuva 1. Vakotiheyden vaikutus männyntaimien määrään.

Myös etäisyys reunametsästä vaikutti taimimäärään (kuva 2). Metsänreunan lähellä taimia oli vähän. 20 metrin päässä oli männyn vakotaimien maksimi, 3 600 tainta. 70 - 90 metrin etäisyydellä taimia oli 2 000. Myös kuusen ja koivun vakotaimilla ja männyn ja koivun vakovälitaimilla riippuvuus reunametsäetäisyydestä oli jotakuinkin sama. Vain kuusen vakovälitaimien määrä oli riippumaton metsän etäisyydestä.



Kuva 2. Reunametsän etäisyyden vaikutus männyn-
taimien määrään.

Tulevan metsikön kehitystä ajatellen pelkkä taimimäärä ei ole riittävä tunnus, vaan myös aukkoisuudella ja puulajien soveltuvuudella eri kasvupaikoille on merkitystä. Kuvassa 3 on esitetty taimikon aukkoisuuden (tyhjäruutusadanneksen) mukaan korjattuun taimimäärään perustuva tulos, johon on hyväksytty männyn lisäksi jonkin verran kuusta ja koivua, mikäli ne ovat kasvupaikalle sopivia. Luokan "hyvä" vaatimustasona on 3 500 - 4 000 jokseenkin tasaisesti olevaa kasvatuskelpoista tainta. Myös vaatimustasot "tyydyttävä" ja "välttävä" täyttävät metsähallituksen ja Tapion ohjeiden mukaisen hyväksyttävän taimikon rajan.



Kuva 3. Taimettumistulos 2 - 6 v muokkauksen jälkeen.

Kahden vuoden kohdalla hyviä alueita on ollut 10 % ja kuuden vuoden iällä 90 %. Epäonnistuneet alueet ovat joissakin tapauksissa alavia maita, joissa äestys ei ole sopiva muokkaustapa. Myös sellaisia alueita on, missä taimettumisen hitautta ei ole osattu selittää.

4. TIIVISTELMÄ

Keski-Pohjanmaalla 1984 tehty männyn luontaisten uudistusalojen inventointi osoitti, että siemenpuumenetelmä on luotettava ja tyydyttävän nopea uudistamistapa. Taimettumiseen vaikuttivat eniten vaotuksen tiheys ja reu-nametsän läheisyys. Siemenpuuston määrällä ei ollut vaikutusta taimimäärään, mutta pituuskehitys oli sitä hitaampaa, mitä enemmän siemenpuita oli. Taimia oli keskimäärin 11 200 kpl/ha. Siitä oli mäntyä 5 300, kuusta 700 ja koivua 5 200. Määrä on riittävä täys-tiheän metsän aikaansaamiseksi.

Jarmo Poikolainen

HAVAINTOJA ERÄÄN UUDISTUSALAN TAIMITUHOISTA
KESKI-POHJANMAALLA

1. JOHDANTO

Viljelyn jälkeisinä ensimmäisinä vuosina taimia uhkaavat lukuisat tuholaiset. Pelkästään jo taimien kasvu- paikkaan ja ilmastoon liittyvät tekijät saattavat aiheuttaa tuhoja. Ne voivat myös heikentää taimien kuntoa niin, että taimiin iskeytyvät erilaiset sienitaudit ja eläintuholaiset. Eläintuhojen on yleensä todettu olevan suurimmillaan juuri taimien kehityksen alkuvaiheissa (Juutinen 1962, Heikkilä 1981). Pohjois-Suomessa sienitaudit kuitenkin aiheuttavat taimikoissa pahimmat tuhot (Kurkela 1969, Norokorpi 1971, Heikkilä 1981, Jalkanen ja Kurkela 1984). Yksittäisillä uudistusaloilla tuhot ovat vaikeasti ennakoitavissa, koska esimerkiksi sienituhojen voimakkuus vaihtelee vuosittain suuresti sääolosuhteiden mukaan. Uudistusalan erityisolosuhteista voi lisäksi aiheutua yllättäviä, paikallisia tuhoja.

Tämän työn aineisto on kerätty koekentältä, jossa selvitetään metsänuudistamismenetelmän valintaa ja taimikonhoitotapojen vaikutusta taimien kasvuun voimakkaasti vesoittuvalla alueella (Kubin 1985). Tuhojen arvioinnin tarkoituksena oli kerätä tietoja koealueen taimien alkukehityksestä. Niillä on merkitystä myöhemmin, kun tarkastellaan syitä taimien erilaiseen kasvuun eri käsittelyaloilla. Lehtipuuston käsittelyn vaikutus taimituhoihin ei vielä tuhoja arvioitaessa ollut nähtävissä, sillä ensimmäiset käsittelyt tehtiin vasta tuhoarvioinnin

jälkeen. Tämän vuoksi tässä esityksessä on yhdistetty muutamien koejäsenten tuloksia ja vertaillaan tuhojen esiintymistä vain erilaisilla maankäsittelyaloilla ja eri puulajeilla.

2. KOEJÄRJESTELYT JA TUHOJEN ARVIOINTI

Koealue käsittää kokonaisuudessaan 25 hehtaaria eri tavoin käsiteltyä kangasmaata, josta 17,5 hehtaarille taimet istutettiin keväällä 1983. Ne istutettiin muokkaamattomilla aloilla kuokkalaikkuun ja aurausaloilla palteeseen istutustiheyden ollessa 2 500 tainta hehtaarilla. Männyt ja kuuset olivat 2-vuotisia kennotaimia ja lehtikuuset 1-vuotisia kennotaimia.

Tuhot arvioitiin ainoastaan istutetuista taimista. Jokaisella koeruudulla (50 m x 50 m) on viisi pysyvää ympyräkoetalaa, joilta tarkastettiin yhteensä noin 100 merkittyä tainta. Otos edustaa 16 % koeruudulle kaikkiaan istutetusta taimimäärästä. Kuusten tuhoja ei vielä määritetty ja rauduskoivuista arvioitiin pääasiassa vain hirvien ja jänisten aiheuttamat tuhot. Muut rauduskoivujen tuhot merkittiin tuntemattoman tekijän aiheuttamaksi. Tuhoarvioinnissa todettiin tuhon kohteeksi joutuneista taimista tuhon aiheuttaja, taimen kunto ja tuhon seuraukset.

Tuhomäärityksissä arvioitiin merkittävimpien sienitautien ja tuhohyönteisten, hirvien, myyrien ja kanalintujen aiheuttamat tuhot. Lisäksi määritettiin aluskasvillisuuden ja eräiden abioottisten tekijöiden kuten pakkasen, maaperän liiallisen kosteuden ja kuivuuden aiheuttamat tuhot. Taimituho huomioitiin vain silloin, kun siitä oli selvää haittaa taimen kasvulle. Sellaisista abioottisista tuhois-

ta, joissa tuhon aiheuttajan vaikutusta taimen kuntoon oli vaikea arvioida, määritettiin vain täysin selvät tapaukset.

Taimien kunto määritettiin siten, että tuhoa huomioimatta luokkaan 1 kuuluivat normaalia rehevämät taimet, luokkaan 2 normaalit taimet ja luokkaan 3 normaalia heikommät taimet.

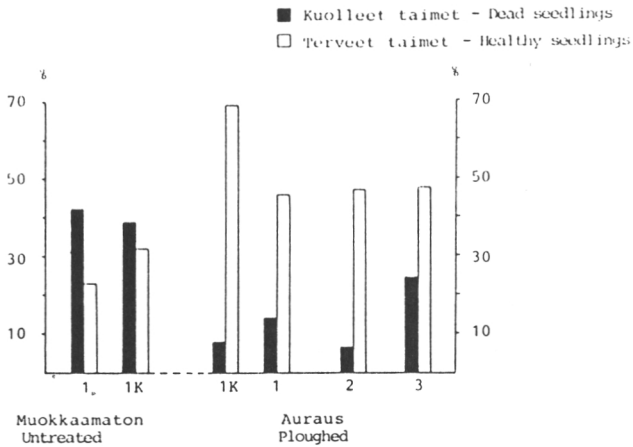
Tuhon seurausta arvioitaessa käytettiin neljää eri luokkaa siten, että luokkaan 1 kuuluivat taimet, joille tuho aiheuttaa vain lievää vahinkoa, luokkaan 2 taimet, joille tuho aiheuttaa selvän kasvun hidastumisen, luokkaan 3 taimet, joille tuho aiheuttaa latvan menetyksen ja luokkaan 4 kuolleet taimet.

3. TAIMIEN TUHOT

3.1. Taimien kuolleisuus

Kuolleita taimia todettiin muokkaamattomilla aloilla lähes neljä kertaa enemmän kuin auratuilla mailla (ks. kuva 1). Kulotetuilla ruuduilla kuolleisuus näytti olevan jonkin verran vähäisempää kuin kullottamattomilla. Puulajeittain tarkasteltuna vähiten kuolleita taimia löytyi lehtikuusen koealoilta, keskimäärin noin 6 %.

Terveiden taimien määrä eri käsittelyillä oli yleensä käänteisessä suhteessa kuolleiden taimien määrään. Terveiksi tässä tapauksessa on luettu taimet, joissa ei näennäisesti ollut mitään tuhoa tai tuho oli niin vähäinen, ettei sillä ollut merkitystä taimen kasvulle. Prosentuaalisesti eniten terveitä taimia oli kulotetulla, auratulla männynistutusosalalla (69 %), vähiten muokkaamattomilla aloilla (keskimäärin n. 27 %).



Kuva 1. Kuolleiden ja terveiden taimien osuudet eri maankäsittelyillä (% alkuperäisestä taimimäärästä). K = kulotettu, 1 = Mänty (*Pinus sylvestris*), 2 = Lehtikuusi (*Larix sibirica*), 3 = Rauduskoivu (*Betula pendula*).

Fig. 1. The proportions of the dead and the healthy seedlings in the different kinds of plots (per cent of the original number of the seedlings). K = slash burned area, 1 = Pine (*Pinus sylvestris*), 2 = Siberian larch (*Larix sibirica*), 3 = Silver birch (*Betula pendula*).

Suurin osa kuolleista taimista oli jo siinä kunnossa, että varmaa kuolinsyytä ei enää pystynyt niistä määrittämään. Muokkaamattomilla aloilla todettiin määnyillä kuitenkin kaksi merkittävää tekijää, jotka aiheuttivat taimikuolemia. Toinen näistä oli ojituksesta huolimatta maaperän liiallinen kosteus. Toinen tekijä olivat tukkikärsäkkäät (*Hylobius* spp.), jotka olivat usein lopullisesti tuhonneet kosteudesta kärsineen taimen.

Auratuilla aloilla kosteus oli osaltaan myös syynä taimikuolemiin paikoilla, joissa taimet oli kunnollisen palteen puuttuessa jouduttu istuttamaan palteen ulkopuolelle. Tukkipärsäkkäät ja sienitaudit olivat myös usein tuhonneet tällaisille paikoille istutettuja taimia. Osa palteiden taimista lienee kuollut heti istutusten jälkeen mahdollisesti kuivuuteen tai huonon istutuksen seurauksena.

Lehtikuusella taimien kuolinsyyt tukkipärsäkkäitä lukuunottamatta olivat suurin piirtein samat kuin männyillä. Rauduskoivulla hirvet ja kuivuus olivat pääsyyt taimikuolemiin. Lisäksi rauduskoivulla todettiin paljon tapauksia, joissa taimesta ei ollut jäljellä enää mitään merkkejä.

3.2. Tuhot elävissä taimissa

Eläinten aiheuttamia tuhoja todettiin männyllä keskimäärin noin 20 %:lla ja lehtikuusella noin 14 %:lla elävistä taimista (ks. taulukko 1). Rauduskoivusta ei kaikkia eläintuhoja määritetty, mutta niitä lieinee ollut noin 30 %:lla taimista.

Hyönteisistä tukkipärsäkkäät (*Hylobius* spp.) saivat aikaan pahimmat tuhot. Ensimmäiset merkit tukkipärsäkkästuhoista havaittiin muokkaamattomilla, kulotteuilla aloilla heti istutusten jälkeen kesällä 1983. Myöhemmin tuhoja on esiintynyt koko koalueella männyin ja lehtikuusen taimissa. Lehtikuusella tuhot ovat kuitenkin jääneet suhteellisen lieviksi. Keväällä 1985 arvioitaessa tuoreita vioituksia todettiin erityisesti aurasalueiden taimissa. Muokkaamattomilla aloilla tukkipärsäkkästuhojen määrä männyillä on huomattavasti suurempi, jos mukaan lasketaan myös pärsäkkäiden vioittamat kuolleet taimet. Lähes kaikissa kuolleissa taimissa, joista tuhot pystyttiin arvioimaan oli tukkipärsäkkäiden vioituksia.

Taulukko 1. Tärkeimpien tuhonaiheuttajien vaurioit-
tamien elävien taimien määrä (% alkupe-
räisistä taimista) eri käsittelyaloilla.

Table 1. The number of the seedlings alive damaged by the
most common reasons for the damage (per cent of
the original amount of the seedlings) in the
different kinds of plots.

	Mänty Pinus sylvestris				Lehti- kuusi Larix sibirica	Raudus- koivu Betula pendula
	Muokkaa- maton	Muokkaa- maton + kulos Untreated + slash burned	Auraus + kulos Ploughed + slash burned	Auraus Ploughed	Auraus Ploughed	Auraus Ploughed
	Untreated	Untreated + slash burned	Ploughed + slash burned	Ploughed	Ploughed	Ploughed
ELÄINTUHOT - ANIMAL DAMAGE						
Hirvi (<i>Alces alces</i>) ja metsäjänis (<i>Lepus timidus</i>)	0,0	0,0	0,6	1,5	0,2	26,4
Myyrät (<i>Microtidae</i>)	0,8	0,0	0,0	2,5	5,4	-
Kanalinnut (<i>Tetraonidae</i>)	0,4	0,0	0,0	0,9	0,0	-
Tukkikärsäkkäät (<i>Hyllobius</i> spp.)	11,8	28,5	13,8	15,8	8,4	-
Kääriäiset (<i>Tortricidae</i>)	0,8	0,4	1,0	0,3	-	-
Neulaspistiäiset (<i>Diprionidae</i>)	0,0	0,4	0,8	0,2	-	-
SIENITUHOT - FUNGAL DAMAGE						
Männynversoruoste (<i>Melampsora pinitorqua</i>)	8,6	2,4	3,1	13,3	-	-
Männynversosyöpä (<i>Scleroderris lagerbergii</i>)	0,0	0,2	1,2	0,2	-	-
Lumikariste (<i>Phacidium infestans</i>)	0,4	0,2	1,0	0,9	-	-
MUUT TUHOT - OTHER TYPES OF DAMAGES						
Kuivuus - Drought	0,0	0,0	0,6	0,2	0,2	(-)
Kosteus - Excess moisture	6,9	4,9	0,6	1,9	3,4	0,4
Pakkaneen - Frost	-	-	-	-	29,8	(-)
Pintakasvillisuus - Ground vegetation	0,8	0,4	0,0	1,3	1,0	(-)
Tunnistamattomat - Unidentified	7,5	7,1	2,7	6,9	5,6	8,8
KUOLLEET - DEAD	42,2	38,7	7,7	13,9	6,4	24,4
TERVEET - HEALTHY	22,9	31,9	68,8	45,8	47,0	47,6

Muita hyönteistuhoja esiintyi vähän. Näistä mänty-
kääriäisten (*Tortricidae*) ja mäntypistiäisten
(*Diprion* spp.) aiheuttamat tuhot olivat merkittä-
vimät.

Toistaiseksi hirvituhot ovat olleet männyillä ja
lehtikuusilla vähäisiä. Sen sijaan rauduskoivuja
hirvet (*Alces alces*) ja paikoin myös jänikset (*Le-
pus timidus*) ovat katkoneet runsaasti. Näitä tu-
hoja todettiin noin 26 %:lla rauduskoivuista.

Myyrätuhot (Microtidae) rajoittuivat pienelle alueelle. Tuhoja esiintyi sekä männyn että lehtikuusen taimissa. Tavallisesti myyrät olivat kalunneet koko pääverson paljaaksi, mutta taimet olivat silti jääneet eloon. Syömistavasta päätellen kyseessä lienee ollut metsämyyrä. Metso (*Tetrao urogallus*) oli avohaikkualueen reunamilla katkonut myös männyntaimia jonkin verran.

Sienituhoja todettiin koealueella hieman vähemmän kuin eläinten aiheuttamia tuhoja. Pahin sienitauti oli männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*), joka aiheutti tuhoja noin 10 %:lle koealueen männyntaimista. Paikoin taimista oli vain 1 - 2 % versoruosteen vicioittamia, kun taas toisin paikoin yli 50 %:lla taimista havaittiin versoruostetuhoja. Kulotetuilla aloilla tuhoja näytti olevan keskimäärin vähemmän kuin kulottamattomilla.

Männynversosyövän (*Scleroderris lagerbergii*) ja lumikaristeen (*Phacidium infestans*) aiheuttamat tuhot olivat suhteellisen vähäisiä.

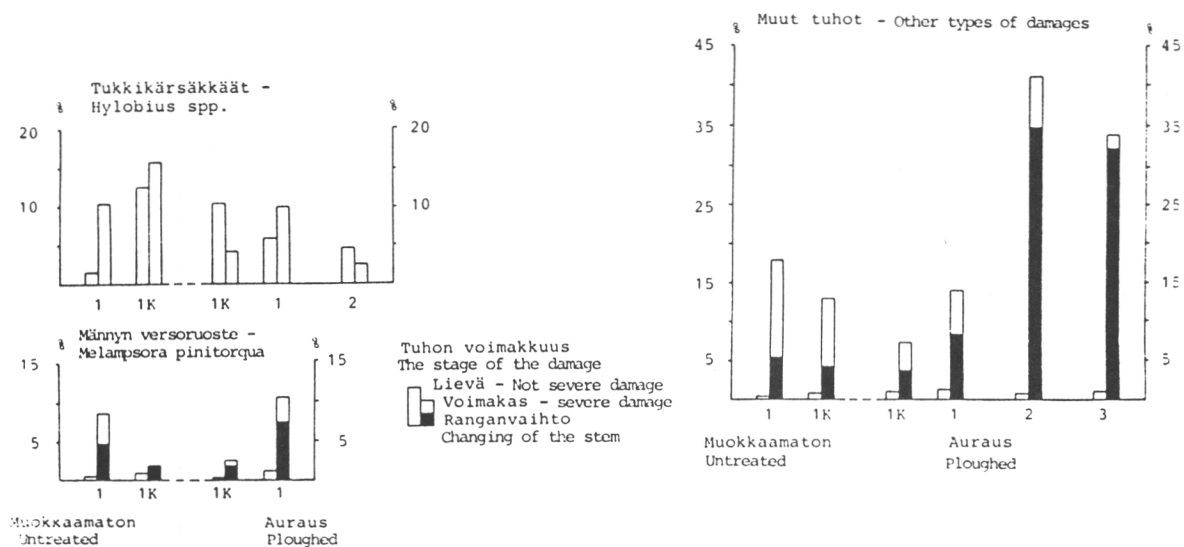
Maaperän liiallinen kosteus heikensi taimien kuntoa muokkaamattomilla aloilla. Kosteuden merkitys taimituhoissa saattaa olla arvioitua suurempi, sillä tarkastuksessa huomioitiin vain selvät tapaukset.

Pakkanen oli tuhonnut latvakasvaimen noin 30 %:lta lehtikuusen taimista. Pakkasvauriot olivatkin pahin tuho lehtikuusella. Muut lehtikuusilla todetut tuhot olivat yleensä suhteellisen lieviä.

3.3. Tuhojen voimakkuudesta elävissä taimissa

Suurin osa arvioiduista tuhoista oli sellaisia, että ne aiheuttivat taimille selvän kasvutappion (kuva 2). Kaikista männyillä todetuista tuhoista 25 %:ssa tuho aiheutti latvan menetyksen. Lehtikuusella latvan menetys oli tapahtunut 70 %:lla taimista. Männyillä pääasiallisia latvaverson tuhoajia olivat männynverso-ruoste, hirvi, myyrät, metso ja mäntykääriäiset. Lehtikuusella latvaversotuhot olivat lähes yksinomaan pakkasen aiheuttamia.

Tukkikärsäkkäiden tuhot olivat männyillä vakavimpia muokkaamattomilla aloilla ja lievimpiä auratuilla kulo-
tusalloilla. Lehtikuusilla kärsäkästuhot olivat pääasiassa lievähköjä.

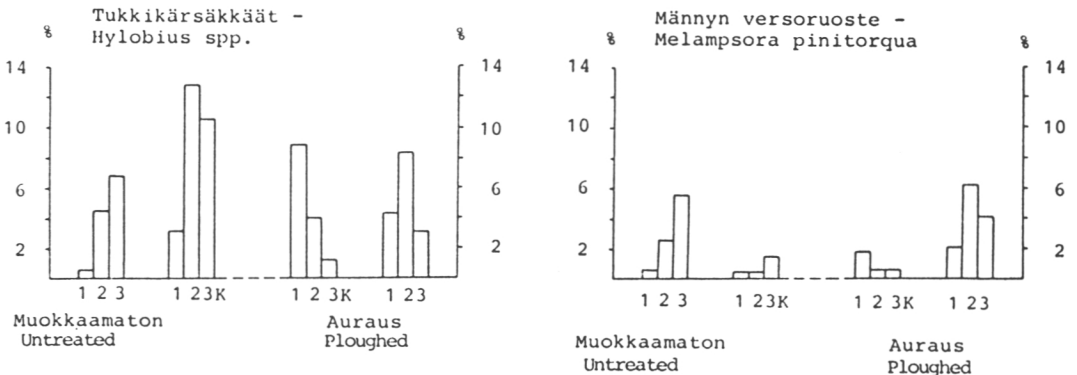


Kuva 2. Taimituhojen voimakkuus eri maankäsittelyillä (% alkuperäisestä taimimäärästä). K = kulo-
tettu, 1 = Mänty (*Pinus sylvestris*), 2 = Lehtikuusi (*Larix sibirica*), 3 = Rauduskoivu (*Betula pendula*).

Fig. 2. The damages to the seedlings in the plots prepared with different methods (per cent of the original number of the seedlings). K = slash burned area, 1 = Pine (*Pinus sylvestris*), 2 = Siberian larch (*Larix sibirica*), 3 = Silver birch (*Betula pendula*).

3.4. Tuhon kohteena olleiden taimien kunto

Kuvassa 3 on esimerkki kahden tuhonaiheuttajan, männynversoruosteen ja tukkikärsäkkäiden, esiintymisestä eri kuntoluokan taimissa. Kuvasta saa myös jonkinlaisen käsityksen taimien yleisestä kunnosta eri maankäsittelyaloilla. Muokkaamattomilla aloilla taimien kunto oli yleensä heikko ja siksi siellä tuhoja oli myös suhteellisesti runsaimmin heikkokuntoisissa taimissa. Auratuilla aloilla, varsinkin kulotetuilla, tuhot sen sijaan olivat pääasiassa normaaleissa ja rehevissä männyntaimissa. Hyväkuntoisilla taimilla tukkikärsäkkäs vioitukset olivat yleensä lievempiä kuin heikkokuntoisilla taimilla. Sen sijaan männynversoruoste näytti aiheuttavan latvan menetyksen yhtä hyvin rehevissä kuin heikkokuntoisissa taimissakin.



Kuva 3. Tukkikärsäkkäiden (*Hylobius* spp.) ja männynversoruosteen (*Melampsora pinitorqua*) aiheuttamat tuhot eri kuntoluokan taimissa (% alkuperäisestä taimimäärästä). K = kulotettu. Kuntoluokat: 1 = rehevä, 2 = normaali, 3 = heikko.

Fig. 3. The damages by the weevils (*Hylobius* spp.) and by the pine branch twist (*Melampsora pinitorqua*) in the seedlings of the different condition classes (per cent of the original number of the seedlings). K = slash burned area. The condition classes: 1 = vigorous, 2 = normal, 3 = weak.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Muokkaamattomilla koealoilla männyntaimien elossaolo-prosentit jäivät poikkeuksellisen alhaisiksi (vrt. Valtanen 1977, Heikkilä 1981). Suuri osa elävistäkin taimista oli niin huonokuntoisia, että elossaolo-prosentti tulee vielä huomattavasti laskemaan. Tällaisilla lievästi soistuneilla kangasmailla liika kosteus ilmeisesti tukahduttaa taimien kasvua. Kituliaat taimet kärsivät lisäksi kaikenlaisista seuraustuhosta. Pelkkä kulotus ei vähentänyt merkittävästi taimien kuolleisuutta, vaan näytti päinvastoin lisäävän tukkikärsäkästuhon. On kuitenkin todettava, että kulotus ei maaperän kosteuden vuoksi koealueella täysin onnistunut.

Auratuilla aloilla männyntaimien kuolleisuus ei sen sijaan ollut mitenkään poikkeuksellista (vrt. Levula ja Heikkilä 1979, Heikkilä 1981), kun vielä huomioidaan, että melkoinen osa kuolleista taimista oli palteen ulkopuolelle istutettuja. Kulotus näytti auratuilla mailla vähentävän taimien kuolleisuutta. Lisäksi taimet olivat kulotetulla aurasalalla keskimääräistä terveempiä.

Männyn tuholaisista tukkikärsäkkäiden esiintyminen koealueella näytti aikaisempien selvitysten perusteella (Juutinen 1962, Heikkilä 1975, Långström 1985) tyypilliseltä, joskin niiden tuhot olivat ehkä keskimääräistä hieman suurempia. Tukkikärsäkkäät viihtyivät erityisen hyvin muokkaamattomilla, kulotetuilla mailla (Juutinen 1962), varsinkin jos taimet on istutettu heti avohakkuun ja kulotuksen jälkeen kuten koealueella. Kärsäkästuhon runsaus aurasaloilla saattaa osittain johtua koekentän rakenteesta; kärsäkkäät ovat ehkä levinneet kulotetuilta mailta aurasalueille. Tosin tukkikärsäkästuhot voivat myös aurasaloilla sopivissa olosuhteissa nousta suureksi (Långström 1985).

Lähes vuosittain on eri puolilla Pohjois-Suomea todettu pahoja versoruoste-epidemioita (Jalkanen ja Kurkela 1984). Versoruosteen aiheuttamien tuhojen määrä riippuu olennaisesti haapojen runsaudesta ja kesän sääoloista (Kurkela 1969, Jalkanen ja Kurkela 1984). Koealueella oli jonkinlainen versoruoste-epidemia, koska männyistä versoruosteen vioittamia oli noin 10 %. Versoruostetuhot näyttivät olevan suorassa suhteessa haapojen määrään. Kulotetuilla aurasaloilla versoruostetta esiintyi selvästi vähemmän kuin kulottamattomilla aurasaloilla, mikä saattaa johtua siitä, että kulotuksen jälkeen ei ole vielä noussut uutta haapavesakkoa.

Myyrätuhot rajoittunevat vastaisuudessakin koealueen rehevimpiin osiin, sillä suuri osa alueesta on liian karua elinympäristöä myyrille (vrt. Teivainen 1979). Mikäli heinittyminen jatkuu yhtä voimakkaana kuin tähän asti, saattavat myyrätuhot kuitenkin ulottua hyvinä myyrävuosina nykyistä laajemmalle alueella. Hirvituhot eivät toistaiseksi ole olleet merkittäviä männyillä, koska taimet ovat vielä pieniä (vrt. Kangas 1949). Kun taimien latvukset nousevat lumen pinnan yläpuolelle, hirvituhot saattavat lisääntyä. Muista tuhoista myös aurasalojen heinittyminen voi aiheuttaa nykyistä enemmän taimituhoja tulevaisuudessa.

Lehtikuuset ovat pakkasvaurioita lukuunottamatta menestyneet koealueella suhteellisen hyvin. Pakkasvauriot johtunevat pääasiassa viime talven poikkeuksellisen kylmästä säästä, mutta taimet saattavat myös olla alkuperältään sellaisia, etteivät ne kestä normaalitalvenkaan pakkasia.

Rauduskoivu näyttää kärsivän hirvien ja jänisten aiheuttamasta tuhosta. Tuhot saattaisivat olla huomattavasti suurempiakin ellei alueella kasvaisi run-

saasti luontaisesti syntyneitä koivuja ja muita lehtipuita, joita hirvet myös käyttävät ravinnokseen. Myyrrien on todettu Lapissa aiheuttaneen rauduskoivuviljelmillä pahoja tuhoja (Lähde ja Raulo 1977). Koealueella myyrät eivät toistaiseksi ole kuitenkaan koskeneet rauduskoivuihin.

KIRJALLISUUS

- HEIKKILÄ, R. 1975. Männyn viljelytaimistojen eläintuhoista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14:20-25.
- HEIKKILÄ, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia For.* 497:1-22.
- JALKANEN, R. & KURKELA, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia For.* 587:1-15.
- JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 54(5):1-80.
- KANGAS, E. 1949. Hirven metsässä aikaansaamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. *Suomen Riista* 4:62-87.
- KUBIN, E. 1985. Uudistamistavan valinta ja taimikonhoidon toteuttamistapa voimakkaasti vesoittuvilla alueilla. Esimerkki ongelmakentän tutkimisesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206.
- KURKELA, T. 1969. Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa. Summary: Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. *Folia For.* 64:1-4.
- LEVULA, T. & HEIKKILÄ, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasaman tiedonantoja 18:1-12.
- LÄNGSTRÖM, B. 1985. Tukkimiehentäin aiheuttamat tuhot Suomessa vuosina 1970-1971. Yhteispohjoismaisen tutkimuksen Suomea koskevat tulokset. Summary: Damage caused by *Hylobius abietis* in Finland in the years 1970-1971. Results from the Finnish part of a joint Nordic study. *Folia For.* 612:1-11.
- LÄHDE, E. & RAULO, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistumisen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of Silver Birch (*Betula pendula* Roth) seedlings outplanted at different development stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(6):1-30.

- NOROKORPI, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 4:23-26.
- TEIVAINEN, T. 1979. Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsitetyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973-76. Summary: Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973-76. *Folia For.* 387:1-23.
- VALTANEN, J. 1977. Tutkimustuloksia suurten avoalojen metsittymisestä Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 6:1-8.

OBSERVATIONS ON THE DAMAGES TO THE SEEDLINGS IN
A REGENERATION AREA IN KESKI-POHJANMAA

ABSTRACT

The estimation of the seedling damages has been carried out as a part of an experiment dealing with the different methods of cleaning the sapling stand on wet mineral soil sites. The aim for the estimation was to get information about the development of the seedlings in the beginning of the regeneration stage. The experimental area consisted of 25 hectares of mineral soil divided to plots prepared with different methods.

The pine seedlings survived remarkably weaker in the unprepared areas compared with the ploughed areas. The dying of the seedlings was mainly due to the excessive wetness of the soil and to the damages caused by the weewils (*Hylobius* spp.).

On the average the damages caused by the animals were about 20 % to the pine and about 14 % to the larch of the seedlings alive. Most of the damages were caused by the weewils (*Hylobius* spp.) and moles (*Microtidae*) to the pine and larch and by the moose (*Alces alces*) and the hare (*Lepus timidus*) to the silver birch. The damages by fungi to the seedlings were not as common as the damages by animals. The worst fungal disease was the pine branch twist (*Melampsora pinitorqua*). The damages to the larch were mainly caused by frost.

Eero Kubin

UUDISTAMISTAVAN VALINTA JA TAIMIKONHOIDON
TOTEUTTAMISTAPA VOIMAKKAASTI VESOTTUVALLA ALUEELLA
Esimerkki ongelmakentän tutkimisesta

1. JOHDANTO

Metsänuudistaminen tuoreilla alavilla kangasmailla on paikoin koettu varsin ongelmalliseksi. Jotta uudistamismenetelmän valintaan ja erityisesti taimikonhoidon toteuttamistapaan saataisiin alueellista lisätietoa, esitettiin syksyllä 1980 metsähallituksen Pohjanmaan piirikuntakonttorin taholta kokeen perustamista asian tutkimiseksi. Tähän tarkoitukseen osoitettiin kohde Keski-Pohjan hoitoalueesta, n. 20 km Ylivieskasta koilliseen.

Kokeen suunnittelu aloitettiin jo samana syksynä ja koekenttä perustettiin Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston ja metsähallituksen yhteistutkimuksena vuosina 1981 - 1982. Tässä esityksessä tarkastellaan sitä, miten tämänlaatuista vaikeaa ja monitahoista ongelmakenttää on lehdetty tutkimaan. Samalla esitetään joitakin alustavia tutkimustuloksia.

2. KOEJÄRJESTELY

Tutkimuksessa selvitetään uudistamistavan, puulajivallinnan ja maanpinnan käsittelyn vaikutusta uudistamistulokseen sekä taimikonhoitotavan vaikutusta viljelytaimien menestymiseen. Koko ongelman laajuus huomioon ottaen kaikkea siihen liittyvää ei ole kyetty sisällyttämään kokeeseen, vaikka tavoitteena onkin ollut pyrkimys päästä mahdollisimman laajaan selvitykseen.

Uudistamismenetelmän valinnan osalta kokeessa verrataan männyn luontaista uudistamista männyn viljelyyn ja hajakylvöön. Puulajivertailu käsittää männyn lisäksi rauduskoivun, kuusen ja lehtikuusen istutuksen. Maanpinnan käsittelyn vaihtoehtoina ovat kuokkalaikutus, kulotus, kulotus + auraus ja auraus. Koejärjestelyyn sisältyy myös muokattu ja muokkaamaton ruutu, joihin ei tehty istutusta. Tutkimuksessa seurataan myös pienpuuston (raivauspuu ja hakkuutähteet) keruun vaikutusta männyn uudistamistulokseen.

Taimikonhoidon osalta verrataan keskenään mekaanista ja kemiallista vesakontorjuntaa sekä seurataan eriasteisen perkauksen vaikutusta viljelytaimien menestymiseen. Valikoivalla perkauksella säädelään taimikon kokonaistiheyttä ja samalla saadaan tietoa myös energiapuun kasvattamismahdollisuudesta metsänhoidon sivutuotteena.

Tutkimukseen sisällytettiin myös varttuneen metsän harvennushakkuu sekametsäksi. Tällä tavalla saadaan vertailua viljellen tapahtuvaan uudistamiseen. Kasvatushakkuu sekametsäarakenteisuutta suosien katsottiin mahdolliseksi runsaan, suhteellisen nuoren lehtipuuaineksen ansiosta. Edellisten lisäksi säilytettiin jokaiselta lohkolta yksi ruutu täysin hakkaamattomana ja yksi hakattiin siten, että koivusta saatiin verhopuusto kuuselle.

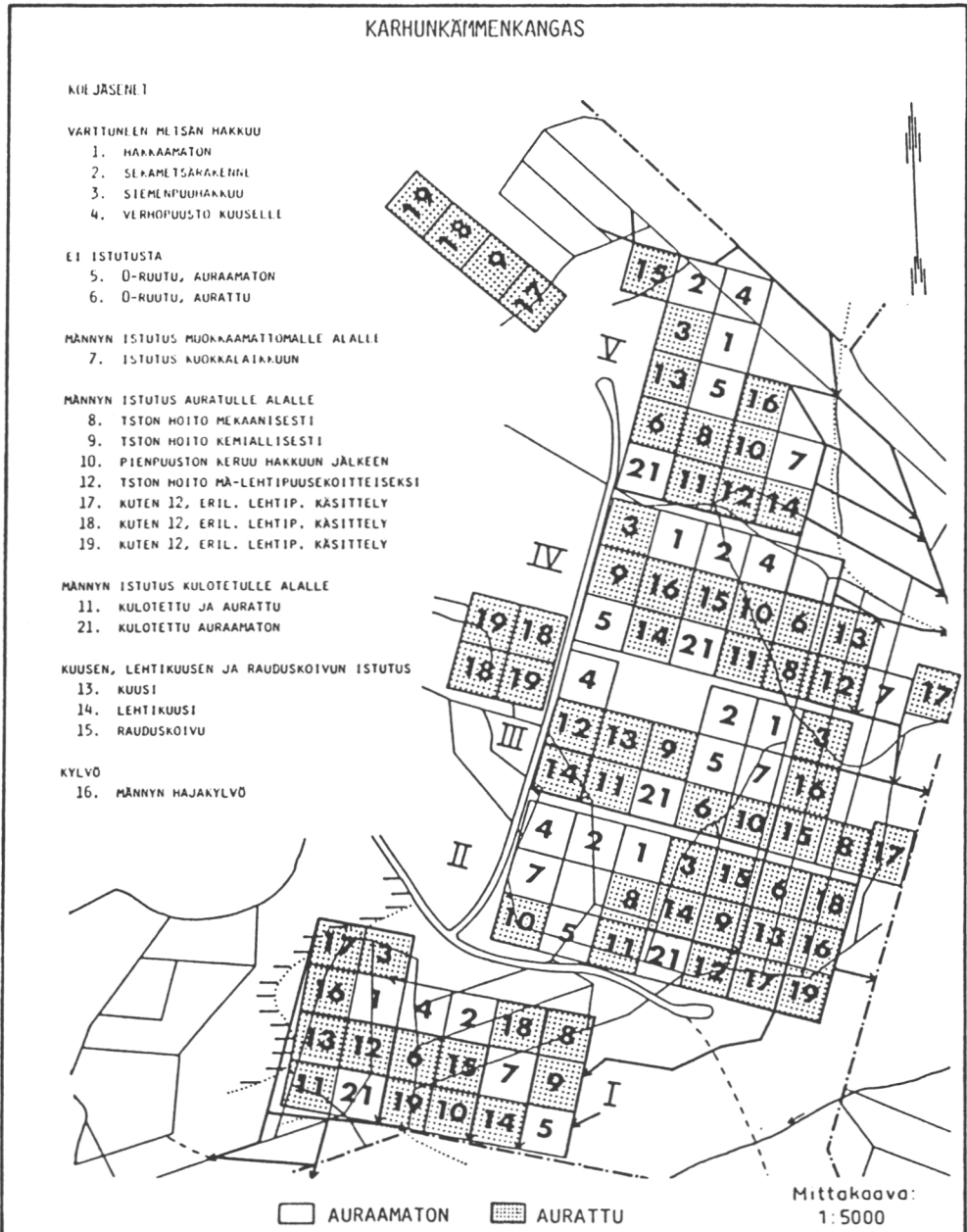
3. KOEKENTTÄ JA TÖIDEN AIKATAULU

Koekenttä (kuva 1) käsittää viisi lohkoa. Yksittäisen ruudun pinta-ala on neljänneshehtaari ja koeruutuja on kussakin lohkoissa 20. Yhden lohkon pinta-ala on siten 5,00 ha ja koko alueen pinta-alaksi tulee 25,00 ha.

Koekentän perustamisessa tehtiin runsaasti työtä. Perustamisen sekä tähän mennessä tehtyjen mittausten aikataulu on ollut seuraava:

1. Vuosi 1980. Kokeen suunnittelu aloitettiin.
2. Vuosi 1981. Koealue rajattiin maastoon. Ohjeellisin hakkuin käsiteltävistä koeruuduista mitattiin puustotunnukset.
3. Syksy 1981. Koealan hakkuu loka-joulukuussa.
4. Kesä 1982. Maanmuokkaus ja tarpeelliset ojitukset sekä koeruutujen paalutus.
5. Kevät 1983. Kulotus, koeruutujen istutus ja hajakylvö.
6. Syksy 1983. I viljelytaimien elossaolon sekä kaiken luontaisen taimiaineksen inventointi.
7. Syksy 1984. II viljelytaimien elossaolon sekä kaiken luontaisen taimiaineksen inventointi.
8. Kevät 1985. I viljelytaimissa esiintyvien tuhojen inventointi.
9. Syksy 1985. III viljelytaimien elossaolon inventointi.

Tavoite on, että taimien elossaolo ja luontainen taimiaines inventoidaan jatkossakin vuosittain. Näin menetellen saadaan esille yksittäisten vuosien vaikutus taimikon kehittymiseen.



Kuva 1. Koekenttä.

Fig. 1. The experiment area.

4. ERÄITÄ MITTAUSTULOKSIA

4.1. Muokkausjäljen osuus pinta-alasta

Maanmuokkaus muuttaa pientopografiaa, minkä vuoksi on keskeistä tietää aurausjäljen osuus koko pinta-alasta. Vaon ja palteen leveys mitattiin samalla kertaa, kun niiltä laskettiin luontainen taimiaines. Yhteensä 70:ltä koeruudulta kaikkiaan 550:stä pisteestä tehtyjen mittausten perusteella saatiin seuraavat pinta-alaosuudet:

aurauskoko	17,9 %	
aurauspalle	38,0 %	
vako + palle yht.		55,9 %
palteiden väli	<u>44,1 %</u>	
yht.		100,0 %

Käytännössä maanmuokkauksen jälki on hyvin vaihtelevaa kantojen ja kivisyyden takia. Niinpä koko aineistossa vaon osuuden pienin arvo oli 9, palteen 21 ja palteiden välin 23 %. Vastaavasti suurimmat arvot olivat 34, 59 ja 69 %. Suuren vaihteluvälin tuomaa hankaluutta ta-soittaa kuitenkin jonkin verran se, että eri pienmuotojen osuudet ovat tiedossa koeruuduittain, minkä vuoksi tulosten arvioinnissa ei tarvitse nojautua yksistään keskimääräisiin lukuihin.

Legend to Fig. 1.

1. Uncut forest 2. Mixed stand (thinned) 3. Seed tree cutting
 4. Shelterwood cutting 5. 0-plot without ploughing 6. 0-plot, ploughed
 7. Planting to the handle scalp 8. Mechanical cleaning of sapling stand
 9. Chemical cleaning of sapling stand
 10. Smallwood collecting 12. Mechanical cleaning of sapling stand
 17. Like no. 12 18. Like no. 12 19. Like no. 12 11. Prescribed burning and ploughing
 21. Prescribed burning without ploughing
 13. Spruce, *Picea abies* 14. Larch, *Larix sibirica* 15. Birch, *Betula pendula*
 16. Broadcast sowing of pine.

4.2. Männyn luontainen uudistaminen ja hajakylvö

Siemenpuuhakkuu tehtiin syksyllä 1981 ja maanmuokkaus kesällä 1982. Ensimmäinen inventointi syyskuussa 1983 osoitti, että luontainen uudistaminen oli jo heti ensimmäisenä vuonna tuottamassa tulosta ja että muuta taimiainesta oli myös runsain määrin (taulukko 1).

Taulukko 1. Luontainen taimiainest ja taimet siemenpuuasentoon hakatuilla koeruuduilla ensimmäisen kasvukauden jälkeen.

Table 1. Seedlings in the naturally regenerated area after the first growing period.

Pienmuoto Topography	Taimia (kpl/ha) - Seedlings (pcs/ha)								
	Hieskoivu Betula pubescens		Rauduskoivu Betula pendula		Haapa Populus trémula	Muut leh- tipuut Another deciduous trees	Mänty Pinus sylvestris	Kuusi Picea abies	Yhteensä Total
	Siemensyn- tyiset From seeds	Vesat Coppice shoots	Siemensyn- tyiset From seeds	Vesat Coppice shoots					
Vako Furrow	5 992	320	0	336	1 384	8 936	416	0	17 384
Palle Tilt	7 904	0	0	0	2 872	19 368	320	0	30 464
Väli Between tilts	9 033	1 994	0	0	2 302	25 097	201	0	39 146
Yhteensä Total	22 929	2 314	0	336	6 558	53 401	937	0	86 994

Taimien ja taimiaineksen kokonaismäärä oli suuri, yli 80 000 kpl/ha. On syytä kuitenkin korostaa, että lukumäärään sisältyvät kaikki erotettavissa olevat taimet, joista varsin huomattava osa saattaa lehtipuidenkin osalta olla ns. vaihtuvaa taimiainesta. Joka tapauksessa lukumäärä ilmaisee sitä suurta luonnon kasvupotentiaalia, mikä maalla tälläkin paikalla on.

Seurattaessa männyn luontaisen uudistamisen ja hajakylvön vuotuista kehitystä seuraavina vuosina (taulukko 2), havaittiin luontaisessa uudistamisessa syntyvän taimia vuosi vuodelta lisää siten, että kolmen kesän jälkeen niitä oli jo vajaa 4 000 kpl/ha. Tähän verrattuna hajakylvö tuotti vielä paremman tuloksen, sillä siinä taimia oli lähes 7 000 kpl/ha. Merkille pantavaa on, että toisen kesän jälkeen hajakylvötaimien määrä oli sama kuin ensimmäisen jälkeen, mutta kolmantena kesänä niitä oli jo lähes kaksinkertainen määrä.

Taulukko 2. Luontaisen uudistamisen ja hajakylvön taimimäärät vuosittain vaossa, palteessa ja palteiden välissä lohkolla 2.

Table 2. The annual number of seedlings in the furrow, on the tilt and in the untreated area between the tilts from the section II. The regeneration methods compared were natural regeneration and broadcast sowing.

Koeruutu - Sample plot	Taimia (kpl/ha) - Seedlings (pcs/ha)		
Luontainen uudistaminen Natural regeneration	1983	1984	1985
Vako - Furrow	644	1 450	1 450
Palle - Filt	0	0	2 470
Väli - Between tilts	0	0	0
Yhteensä - Total	644	1 450	3 920
Hajakylvö Broadcast sowing			
Vako - Furrow	716	716	1 270
Palle - Filt	3 154	3 154	5 548
Väli - Between tilts	0	0	0
Yhteensä - Total	3 870	3 870	6 818

Taimimäärän kasvu kolmantena kesänä johtunee siementen jälki-itämisestä, joka on seurausta itämiselle aikaisempia vuosia edullisemmista sääsuhteista. Tämä on tiedetty vanhastaan, sillä mm. Heikinheimo mainitsee 1944 teoksessaan "Metsien luontainen uudistaminen" jälki-itämistä tapahtuvan jopa kolmantena vuonna siementen maahantulosta.

Taulukon 1 mukaan, jossa siis esitettiin tulokset kaikilta luontaisen uudistamisen viideltä koeruudulta, mäännyntaimia oli kaikissa pienmuodoissa. Lohkolla 2 (taulukko 2) tilanne oli taimien laskentapisteissä poikkeava keskimääräisestä, sillä vasta kolmantena kesänä taimia ilmaantui vaon lisäksi palteeseen ja palteiden välissä niitä ei ollut lainkaan niissä paikoissa, mihin näytepisteen sattuivat. Onkin mahdollista, että nyt tehty laskenta viidestä eri pisteestä 1 m:n kaistalta saattaa antaa koeruutua kohti todellisuutta heikomman tuloksen.

4.3. Viljelytaimien elossaolo

Viljelytaimien elossaoloa seurattiin jokaisella ruudulla sadasta merkitystä taimesta. Kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun elossapysyminen oli jokseenkin hyvä (taulukko 3). Heikoin tulos näistä saatiin rauduskoivulla, sillä sen elossaolo kolmantena syksynä oli vain 88 %.

Taulukko 3. Kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun elossaolo vuosittain lohkolla 2. Maankäsittelynä kaikilla puulajeilla on auraus.

Table 3. The annual survival of *Picea abies*, *Larix sibirica* and *Betula pendula* in the section II from ploughed areas.

Puulaji Tree species	Elossaoloprosentti Survival per cent		
	1983	1984	1985
Kuusi <i>Picea abies</i>	100	95	92
Lehtikuusi <i>Larix sibirica</i>	98	94	96
Rauduskoivu <i>Betula pendula</i>	97	97	88

Edellisiin verrattuna männynviljelyn onnistuminen näyttää olevan huomattavasti epävarmempalla pohjalla (taulukko 4), sillä ainoastaan yhdellä koeruudulla, jänkä maankäsittely oli kulotus + auraus, elossaoli ylti kolmantena syksynä istutuksesta yli 90 %:n. Kaikilla muilla ruuduilla elossaolo oli huomattavasti pienempi ja alimmillaan vain 50 %.

Taulukko 4. Männyn istutustaimien vuotuinen elossaolo. Istutus 2 500 kpl/ha keväällä 1982.

Table 4. The annual survival of the cultivated pine seedlings. The seedlings (2 500 pcs/ha) were planted in spring 1982.

Koeruutu - Sample plot	Elossa prosentteina alkuperäisestä tiheydestä Seedlings alive (per cent of the original density)		
	1983	1984	1985
Muokkaamaton ala - Untreated area			
7. Istutus kuokkalaikkuun Planting to the handle scalp	98	70	56
Aurattu ala - Ploughed area			
8. Taimikon hoito mekaanisesti Mechanical cleaning	99	93	77
9. Taimikon hoito kemiallisesti Chemical cleaning	99	87	81
10. Pienpuuston keruu hakkuun jälkeen Smallwood collecting	98	84	68
12. Taimikon hoitoa ei vielä tehty Not yet cleaning of sapling stand	99	87	70
Kulotettu ala - Prescribed burning			
11. Kulotettu ja aurattu Prescribed burning and ploughing	97	94	94
21. Kulotettu auraamaton Prescribed burning without ploughing	90	60	50

Männynntaimien elossaolo oli ensimmäisenä syksynä istutuksesta kaikilla esimerkkiruuduilla (taulukko 4) jokseenkin hyvä. Mutta heti seuraavaan syksyyn mennessä taimien kuolleisuus lisääntyi tuntuvasti. Eniten

kuolleita oli kulotetulla alalla, jossa elossaolo oli niinkin alhainen kuin 60 %. Pelkkään kuokkalaikkuun istutus oli toiseksi heikoin, kun sen sijaan kulotetulla + auratulla alalla elossaolo oli puolestaan paras.

Ruuduilla 8 ja 9 ensimmäisen kerran kesällä 1985 tehyillä taimikonhoitotöillä (heinäntorjunta ja perkaus) ei vielä syksyllä inventoituun tulokseen voine olla sanottavaa vaikutusta, joten johtopäätöksiä vertailusta esim. sattumanvaraisesti aineistosta poimittuun ruudun 12 tulokseen ei voida tehdä. Kaikissa näissä on jokseenkin tasainen elossaolon alenemisen trendi. Pienpuuston keruulla ei myöskään näyttäisi olevan elossaoloa kohottavaa vaikutusta, sillä myös siinä kuolleisuus oli samaa luokkaa kuin muilla vastaavilla ruuduilla.

Koska männyntaimien tuhoutuminen näytti vuosi vuodelta pahenevan, aloitettiin keväällä 1985 erillinen inventointi, jossa selvitetään yksityiskohtaisesti taimissa esiintyviä tuhoja. Näitä tuloksia on Jarmo Poikolaisen erillisessä esityksessä.

5. TIIVISTELMÄ

Metsäntutkimuslaitoksen ja metsähallituksen yhteistutkimuksena perustettiin vuosina 1980 - 82 laaja metsänuudistamisen koekenttä Keski-Pohjan hoitoalueeseen. Metsähallituksen avustus kokeen perustamisessa oli ratkaiseva ja tehty yhteistyö on sujunut kiitettävästi.

Kokeessa selvitetään voimakkaasti vesottuvalla alueella uudistamistavan valintaa ja aivan erityisesti sitä, miten taimikonhoito tulisi toteuttaa. Männyin luontaisen uudistamisen, kylvön ja istutuksen lisäksi kokeessa on viljelty kuusta, lehtikuusta ja rauduskoivua. Maanpinnan käsittelytavat ovat muokkaamaton, auraus, kulotus ja kulotus + auraus.

Koska istutustaimet ovat vasta kolme vuotta vanhoja, ei uudistamisen onnistumisesta voida vielä esittää tätä ajanjaksoa pitemmälle ulottuvia päätelmiä. Kokonaisuudessaan vaikuttaa kuitenkin siltä, että männyn viljelytulos on lähes kauttaaltaan heikompi kuin kuusen, lehtikuusen tai rauduskoivun. Männyn luontaisessa uudistamisessa, samoin kuin hajakylvössä näyttää molemmissa olevan edellytykset uuden taimikon syntyyn, mutta näidenkään osalta ei ole vielä syytä esittää lopullista arviota.

HOW TO SELECT THE REGENERATION METHOD AND TO CLEAN
THE SAPLING STAND ON WET MINERAL SOIL SITES?

ABSTRACT

The paper is dealing with the setting up of the experiment. The description of the problem and the methods how to start to study it are also declared. In addition of this some preliminary results are also given.

Timo Kurkela

METSÄN TAUDIT POHJANMAALLA

1. JOHDANTO

Perinteisten metsän sienitautien esiintymisessä Pohjanmaalla ei ole mitään erityispiirteitä. Kaikkia näitä tauteja esiintyy, mutta millään niistä ei ole painopistealuetta juuri Pohjanmaalla. Soiden runsaus ja niillä harjoitettu ojitustoiminta antavat kuitenkin oman erityisleimansa, ehkä kaikkein selvimmin Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan metsätuhoilanteeseen. Ojitetuilla turvemailla kasvavien, mahdollisesti lannoitettujen nuorten männiköiden suuresta määrästä johtuen Pohjanmaalla on muita maakuntia enemmän vaikeuksia ravinneperäisistä kasvuhäiriöistä. Paikallisesti ilman epäpuhtauksistakin voi olla haittaa.

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan metsän tautien esiintymistä Keski-Pohjanmaalla kirjallisuustietoihin, omiin havaintoihin ja metsänsuojelun tutkimusosastolle lähetettyihin ilmoituksiin perustuen. Valitettavasti vuosien mittaan lähetettyjä ilmoituksia ja tehtyjä määrityksiä ei kuitenkaan ole tarkoin rekisteröity. Tiedot niistä ovat säilyneet vain eri tutkijain muistin varassa. Seuraavassa tarkastelussa metsän taudit on jaettu perinteiseen tapaan abioottisiin ja bioottisiin tauteihin. Viimeksi mainituista käsitellään vain sienten aiheuttamia tauteja.

2. ABIOOTTISET TAUDIT

2.1. Kasvuhäiriöt

Sana "kasvuhäiriö" sellaisenaan on yleistermi, joka voi tarkoittaa mitä tahansa kasvuun liittyvää häiriötä. Tässä yhteydessä tarkoitetaan ravinneperäistä kasvuhäiriötä sellai-

sena kuin se Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla on kuvattu (esim. Raitio ja Rantala 1977, Raitio 1980). Kyseinen kasvuhäiriö ei ole ollut Pohjanmaalla aiemminkaan täysin tuntematon. Ns. kytöheitoilla puuston kasvu on usein ollut varsin takertelevaa. Näistä ongelmametsiköistä 40- ja 50-luvulla prof. Kujalalle lähetetyistä näytteistä tämä nykyisin kasvuhäiriöksi nimetty ilmiö on tunnistettavissa. Kasvuhäiriö on esiintynyt runsaimmin turvemaiden ojitusalueiden nuorissa männiköissä 8-10 vuoden kuluttua NPK-lannoituksesta. On pääteltävissä, että lannoituksen seurauksena voimakkaasti kasvavat puut käyttävät pian turpeen sisältämät hivenravinnevarat. Kasvuhäiriöpuista tehdyissä analyyseissä on todettu hivenravinteiden, erityisesti boorin puutetta. Kun lannoituksessa on annettu myös hivenravinteita, on joissakin tapauksissa kasvuhäiriön ilmeneminen voitu osittain välttää. Jo alkaneen kasvuhäiriön parantaminen männiköistä hivenravinteita lisäämällä on sen sijaan onnistunut vain harvoin. Kasvuhäiriön voimakkuudessa esiintyy suurta vuosittaista vaihtelua, mikä viittaa siihen, että myös joillakin biottisilla tekijöillä saattaa olla osuutta kasvuhäiriön ilmenemisessä.

1970-luvun lopulta lähtien kasvuhäiriöitä on esiintynyt erittäin runsaasti männyn taimissa eräillä Pohjanmaan taimitarhoilla. Tautia on todettu kaikenikäisissä taimissa, runsaimmin kuitenkin avomaan kasvatuksissa. Eri vuosina häiriön määrässä on esiintynyt taimilajeittain suurta vaihtelua. Kasvuhäiriön tyypillisenä oireena oli pääverson kasvupisteen vioittuminen ja pituuskasvun pysähtyminen. Tämä voi tapahtua sirkkataimissa tai tainten myöhemmässä kehitysvaiheessa. Seuraavaksi taimiin kehittyi runsaasti sivusilmuja ja näistä lähes horisontaalisesti kasvavia haaroja. Häiriöön liittyi myös neulasten epäsäännöllinen taipuminen tai sirkkataimissa koko neulasiston sykeröityminen yhteen myttyyn. Häiriön syyksi epäiltiin aluksi epätasapainoista ravinteiden saantia kasvualustasta, mutta biottisia tekijöitäkään ei suljettu pois mahdollisten aiheuttajien joukosta. Vuoden 1982 jälkeen taimitarhoilla esiintyvän männyntainten kasvuhäiriön ilmei-

sesti tärkein syy alkoi vähitellen selvitä. Aluksi häiriöisistä taimista löydettiin viruksenkaltaisia hiukkasia (Soikkeli 1983). Tämä käynnisti mahdollisten vektorihyönteisten etsinnän. Virusten vektoriksi ei kuitenkaan tois- taiseksi ole voitu sitovasti osoittaa mitään taimitarhois- ta tavattua hyönteistä tai muuta eliötä. Vektorietsintöjen yhteydessä paljastui kuitenkin, että muutamat luteet, mm. peltolude (Lygus rugulipennis), sekä niiden toukat imevät taimitarhoilla männyn taimia vioittaen kasvupistettä (Holo- painen 1985). Imennän kohteeksi joutuneista taimista ke- hittyy pian tyypillisiä kasvuhäiriötaimia. Peltolude voi- daan torjua taimitarhoilla joko insektisideilla tai peittä- mällä kylvöpenkit kevyillä akryyliharsoilla.

Mahdollisesti luteet aiheuttavat myös osan turvemaiden oji- tusalueilla esiintyvistä kasvuhäiriöistä.

2.2. Ilman epäpuhtaudet

Ilman epäpuhtauksien suhteen Pohjanmaa on huomattavasti edullisemmassa asemassa kuin eteläisin Suomi. Paikallises- ti päästöt muutamien teollisuuskeskusten (mm. Kokkola, Raa- he, Oulu) ympäristössä voivat nousta merkittävän korkeiksi ja ajoittain puustossa voi esiintyä vaurioita. Raahen ja Oulun välisellä alueella epäiltiin tuhoja tapahtuneen laa- ja-alaisemminkin. Tästä ovat selvitykset parhaillaan käyn- nissä.

3. BIOOTTISET TAUDIT

3.1. Juurikäätä -

Juurikäätä (Heterobasidion annosum) aiheuttaa kuusikoiden tyvilahoa. Sienen pahimmat tuhoalueet ovat eteläinen ran- nikko ja Lounais-Suomi. Vähäisemmässä määrin tautia esiin- tyy kautta koko Etelä-Suomen Oulun korkeudelle saakka. Sie-

nen itiöemiä on löydetty vieläkin pohjoisempaa (Laine 1976, Tamminen 1985). Kuusikoiden tyvilahon merkitys on suurin aivan rannikon tuntumassa etelästä aina Kokkolan korkeudelle saakka. Pohjanmaalla tyvilahoa aiheuttava juurikäppä on ilmeisesti yksinomaan ns. P-rotua (Korhonen 1978). Tämän rodun aiheuttamat vahingot rajoittuvat kuuseen. Männyllä se aiheuttaa vahinkoa vain aivan nuorissa taimikoissa. Tyvilahoisten kuusikoiden avohakkuualoilla tätä sientä voidaan torjua puulajin vaihdolla. Kulotus on myös edullinen toimenpide. Se polttaa ohuimmat maan pinnalla olevat juuret ja kuntan lahojen kantojen ympäriltä, minkä jälkeen kannot kuivuvat helposti ja muut lahottajasienet voivat vallata ne. Härvennushakkuissa tyvilahoa voidaan torjua myös erilaisilla kantokäsittelyillä.

3.2. Männyversosyöpä

1960-luvun lopulla paikoin Pohjois-Pohjanmaalla versosyöpä vaivasi männyin taimikoita laajoilla alueilla. Suuri osa näistä on nyt terveitä, mutta niin harvoja, ettei niistä ole juuri lainkaan odotettavissa harvennushakkuutuloja.

1970-luvun puolivälissä alkanut versosyöpäepidemia jatkuu meillä edelleen, joskin tähänastisen huippunsa sen tuhot saavuttivat vuonna 1982 (Kurkela 1984). Eriasteisia versosyöpätuhoja esiintyy kaikkialla Suomen männiköissä. Pohjanmaalla pahimmat tuhot ovat ilmoitusten mukaan keskittyneet Pyhännän ja Vaalan metsiin. Versosyöpä on Ascocalyx abietina -nimisen kotelosienen aiheuttama tauti. Se voi vioittaa tai tappaa kaikenikäisiä mäntyjä. Huonoja kasvuksia pidetään tärkeimpänä syynä nykyisen epidemian kehittymiseen. Versosyöpäsieni on Suomessa tunnettu jo n. sadan vuoden ajan. Ilman epäpuhtauksien epäillään myös altistavan mäntyjä versosyöpälle, mutta pahimmat versosyöpätuhoalueet eivät Suomessa ole kuitenkaan siellä, missä haitallisten aineiden laskeumat ovat suurimmat.

Versosyöpää torjutaan oikealla puulajin ja alkuperän vallinnalla ja oikein ajoitetuilla harvennushakkuilla. Päätehakkuissa pahimmat mahdolliset versosyöpäriskialueet voidaan jättää uudistumaan luontaisesti verhopuuston avulla. Näin vältetään esim. notkelmien pohjissa toistuvat männyn istutukset.

3.3. Männynsyöpä

Männynsyöpä (Lachnellula pini) on pohjoisten taimikoiden ja nuorten männiköiden tauti. Suomessa sitä tavataan vain Oulujärven tasolta pohjoiseen. Rokuan, Säräisniemen ja Manamansalon kuivat hiekkakankaat ovat männynsyövän eteläisimmät löytöpaikat (Kangas 1937, Kurkela ja Norokorpi 1979). Täällä tautia esiintyy vain hyvin vähän, mutta jo Pudasjärven-Taivalkosken välisellä harjulla männynsyöpä voi merkittävästi harventaa tai vioittaa taimikoita. *L. pini* -sienen aiheuttama koro on rungossa tavallisesti 0-50 cm korkeudella. Sienen epäillään tarttuvan porojen tekemiin kuorivioituksiin.

3.4. Männynversoruoste

Kaikiällä, missä kasvaa haapaa männyn joukossa tai läheisyydessä, voi esiintyä myös versoruostetta. Pohjanmaa ei tässä suhteessa poikkea muista osista maata. Tauti on isäntäkasvia vaihtavan ruostesienen (Melampsora pinitorqua) aiheuttama. Molemmat isäntäkasvit, haapa ja mänty, ovat sienen yksivuotiselle kehityskierrolle välttämättömät. Tauti vaivaa pahimmin männyn taimikoita 10 ensimmäisen vuoden aikana, vaikka versoruosteen vioituksia voi joskus löytää vanhoistakin puista. Ruoste tarttuu kantaitiöidensä avulla kasvavaan männyn versoon, usein latvakasvaimeen. Versoruoste ei tapa mäntyjä, mutta sen vaikutus taimikon pituuskehitykseen voi olla merkittävä (Jalkanen ja Kurkela 1984, Martinsson 1985). Versoruoste torjutaan parhaiten hävittämällä haapa männynvil-

jelyaloilta.

3.5. Muita puiden ruostetauteja

Männyntervasroso (Peridermium pini) on yleinen Pohjanmaan metsissä. Sen aiheuttamat tuhot rajoittuvat kuitenkin 2-5 %:iin runkoluvusta. Tiedetään kuitenkin myös metsiköitä, joissa tervasrosotartunta ylittää kymmeniin prosentteihin. Tervasroson tuho vaikutusta vähentää se, että tartunnan saaneen puun runko on yleensä suurimmaksi osaksi käyttökelpoinen. Sairaiden puiden poistaminen harvennusten yhteydessä on riittävä toimi tervasroson torjumiseksi.

Kuusensuopursuruostetta (Chrysomyxa ledi) esiintyy ajoittain runsaana eri puolilla Suomea. Epidemiat ovat yleensä ankarimpia siellä, missä on runsaasti soita ja suopursua. Pohjoisessa, osin jo Keski-Pohjanmaalla, suopursua kasvaa kangasmaillakin. Tämä on omiaan lisäämään epidemian voimakkuutta. Suopursuruoste-epidemiat ovat harvoin monivuotisia. Ankarat epidemiat voi hävittää kuusista lähes 100-prosenttisesti nuorimman neulaskerran.

Vuonna 1983 oli Pohjanmaalla erittäin paha lehtipuiden ruostekesä. Erityisesti koivunruostetta (Melampsorium betulinum) oli runsaasti kaikkialla. Koivut alkoivat kellahtua ruosteen vaikutuksesta ennen aikaisesti jo heinä-elo-kuun vaihteessa. Energiapajujen viljelykokeet kärsivät myös pahoin ruostetaudeista. Kannuksen koeviljelmissä vesipajulla oli Melampsora epitea -ruoste, raidalla M. laricicaprearum ja jokipajulla M. amygdalineae. Näistä pajujen ruosteista kaksi ensin mainittua ovat kaksi-isäntäisiä, toisena isäntäkasvina on lehtikuusi. Jokipajun ruoste toteuttaa kehityskiertonsa täydellisenä isäntäkasvilajia vaihtamatta. Ruostesienet vähentävät lehtipuiden kasvua ja heikentävät talvenkestävyyttä. Osa ruosteen vaivaamista vesipajuviljelmistä paleltui pahoin jo syyspakkasissa.

Katajanpihlajaruoste (Gymnosporangium cornutum) on kaikkialla yleinen, samoin ruosteen helmi-itiöaste pihlajalla.

3.6. Talvituhosienet

Talvituhosienet eli lumihomeet eivät Pohjanlahden rannikolla ole merkittäviä. Esimerkiksi männynlumikaristetta (Phacidium infestans) ei esiinny aivan rannikon tuntumassa juuri lainkaan. Lumihometuhojen vähäisyys selittyy sillä, että rannikolla talvet ovat usein vähälumisia. Pohjois-Pohjanmaa kasvitieteellisenä maakuntana käsittää pohjoisessa myös Rovaniemen ja Kemijärven. Näillä alueilla talvituhosienet ovat hyvinkin merkittäviä. Männynlumihomeen lisäksi Oulujärven pohjoispuolisilla alueilla tavataan kuusenlumihometta (Lophophacidium hyperboreum). Lähinnä kuusella ja katajalla voi esiintyä joskus runsaana mustalumihome (Herpotrichia juniperi). Lumihomeet tappavat joskus talvela lumen alla olevaa havupuiden neulasistoa.

3.7. Karistetaudit

Männyllä meillä voi esiintyä useita neulaskaristetta aiheuttavia sieniä. Viime vuosina männynharmaakariste (Lophodermella sulcigena) on ollut yleinen myös Pohjanmaalla (Jalkanen 1984). Harmaakariste on epideeminen tauti. Epidemian kehittyminen huippuunsa vaatii muutaman vuoden. Tämän jälkeen tauti voi hävitä tyystin moniksi vuosiksi. Epidemia ei Keski-Pohjanmaalla ole ollut erityisen ankara, mutta se on nyt kestänyt jo useita vuosia. Harmaakariste vaivaa pahimmin viljavilla paikoilla kasvavia mäntyjä.

Katajalla Stigmina juniperina -sieni aiheuttaa joskus ankaraa neulaskatoa. Tautia esiintyy yleisenä Etelä-Pohjanmaalla.

KIRJALLISUUS

- HOLOPAINEN, J. 1985. Peltolude männyn taimien kasvuhäiriön aiheuttajana. *Kasvinsuojelulehti* 18: 14-16.
- JALKANEN, R. 1984. Harmaakaristeen esiintyminen Suomessa. Käsikirjoitus.
- JALKANEN, R. & KURKELA, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset kasvatappiot. *Folia For.* 587: 1-15.
- KANGAS, E. 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 24(1): 1-238.
- KORHONEN, K. 1978. Intersterility groups of *Heterobasidion annosum*. *Commun. Inst. For. Fenn.* 94(6): 1-25.
- KURKELA, T. 1984. Männynversosyöpä. *Kasvinsuojelulehti* 17: 41-43.
- KURKELA, T. & NOROKORPI, Y. 1979. Pine canker fungus, *Lachnellula pini*, and *L. flavovirens* in Finland. *Eur. J. For. Path.* 9: 65-69.
- LAINEN, L. 1976. The occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. in woody plants in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 90(3): 1-53.
- MARTINSSON, O. 1985. The influence of pine twist rust (*Melampsora pinitorqua*) on growth and development of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Eur. J. For. Path.* 15: 103-110.
- NOROKORPI, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 1971(4): 23-26.
- RAITIO, H. 1979. Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyillä suopelloilla. *Folia For.* 412: 1-16.
- RAITIO, H. & RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91(1): 1-29.
- SOIKKELI, S. 1983. Viruses in conifer needles in Finland: Description of visible symptoms and ultrastructural aberrations of mesophyll tissue. *Commun. Inst. For. Fenn.* 116: 77-83.
- TAMMINEN, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 127: 1-52.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- N:o 2. Tutkimuspäivän alustukset. 1972.
- N:o 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- N:o 4. Kalevi Karsisto. Esitulosia suometsien fosforilannoitelajikoikeista. 1973.
- N:o 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- N:o 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- N:o 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1974.
- N:o 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- N:o 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- N:o 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparan-
nusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimen-
tal area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saas-
tumiseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaaressa 1977.
- N:o 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- N:o 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- N:o 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta
hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. 1980.
- N:o 20. Tuhka metsälannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku
Tervonen. 1980.
- N:o 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa Muhoksen tutkimusasemalta ilmestynyt:

- N:o 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatusta pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981
- N:o 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- N:o 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- N:o 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoitteen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.
- N:o 70. Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982.
- N:o 101. Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealatvaisen kuusen juurruttamisesta. 1983.
- N:o 119. Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983.
- N:o 133. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. 1984.
- N:o 158. Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984.
- N:o 198. Eero Kubin ja Hannu Raitio. Puustovauriot keväällä 1985 Suomessa. Metsäammattimiehille osoitetun kyselyn tulokset.
- N:o 199. Mikko Moilanen. Runkokäyrämallien tarkkuus lannoitetussa rämemännikössä. 1985.
- N:o 204. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levitysajankohdasta nuorissa rämemänniköissä. 1985.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa Kannuksen tutkimusasemalta ilmestynyt:

- N:o 98. Jyrki Hytönen. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa. Abstract: Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. 1983.
- N:o 120. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 15. 9. 1983.
- N:o 132. Ari Ferm ja Jyrki Hytönen. Säilyksen vaikutus kosteusnäytteeseen puun kuivamassan määrityksessä. Abstract: Effect of sample storage in determination of tree dry mass. 1984.
- N:o 163. Jyrki Hytönen ja Ari Ferm. Vesipajun vesojen puuteknisiä ominaisuuksia. Abstract: On the technical properties of Salix 'Aquatika' sprouts. 1984.

ISBN 951-40-0902-9
ISSN 0358-4283