

# **FOLIA FORESTALIA** 673

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1986

---

HANS GUSTAV GUSTAVSEN &  
JUHANI PÄIVÄNEN

LUONNONTILAISTEN SOIDEN PUUSTOT  
KASVULLISELLA METSÄMAALLA  
1950-LUVUN ALUSSA

TREE STANDS ON VIRGIN FORESTED  
MIRES IN THE EARLY 1950'S  
IN FINLAND

---





METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

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

Puhelin: (90) 661 401  
*Phone:*

Ylijohtaja: Professori Aarne Nyysönen  
*Director: Professor*

Julkaisujen jakelu: Kirjastonhoitaja Liisa Ikävalko-Ahvonen  
*Distribution of publications: Librarian*

Julkaisujen toimitus: Toimittajat Seppo Oja  
*Editorial office: Editors Tommi Salonen*

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

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



# FOLIA FORESTALIA 673

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1986

Hans Gustav Gustavsen & Juhani Päivänen

## LUONNONTILAISTEN SOIDEN PUUSTOT KASVULLISELLA METSÄMAALLA 1950-LUVUN ALUSSA

Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland

*Approved on 27.11.1986*

### SISÄLLYS

Merkinnät — <i>Symbols</i> .....	2
1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKIMUSAINEISTO, SEN RAJAUS JA KÄSITTELY .....	4
3. PUUSTOTUNNUKSET LUONNONTILAISILLA AIDOILLA SUOTYYPEILLÄ .....	6
31. Metsänhoidollinen tila ja kehitysluokkarakenne .....	6
32. Puulajisuhteet .....	8
33. Runkoluku, keskiläpimitta ja läpimittajakauma .....	8
34. Ikä, pohjapinta-ala, keskipituus ja valtapituus .....	9
35. Keskitilavuus ja tilavuuskasvu .....	9
4. LUONNONTILAISTEN SOIDEN PUUSTON KASVUN ARVIOIMINEN .....	16
5. TULOSTEN TARKASTELU .....	18
KIRJALLISUUS — <i>REFERENCES</i> .....	20
SUMMARY .....	21
Liitteet — <i>Appendices</i> .....	24



Gustavsen, H. G. & Päivänen, J. 1986. Luonnontilaisten soiden puustot kasvullisella metsämaalla 1950-luvun alussa. Summary: Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland. *Folia Forestalia* 673. 27 p.

Tutkimuksessa kuvataan luonnontilaisten soiden puustojen oleellisia piirteitä suotyypeittäin ja alueittain sen lähtötason selvittämiseksi, millä on merkitystä arvioitaessa metsäojituksella ja metsänlannoituksella aikaansaataava puuntuotoksen lisäystä. Tutkimus perustuu valtakunnan metsien 3. inventointiin (1951—1953). Tuolloin valtaosa (80 %) kasvullisen metsämaan soista oli vielä luonnontilassa. Kasvullisen metsämaan korprien 574 koealan ja rämeiden 452 koealan avulla selvitetään tutkimuksessa suupuustojen puulajisuhteet, runkoluvut, keskiläpimitat ja läpimittajakaumat sekä keskitilavuudet ja tilavuuskasvut. Tutkimuksessa on kehitetty yhtälöitä luonnontilaisen suomensikön menneen ja tulevan 5 vuoden jakson tilavuuskasvun arviointia varten eri metsikkötunnusten perusteella.

The aim of the study is to describe the essential features of forest stands of virgin mires by site type and geographical region and to give a reference point for estimation of the increase in timber production to be obtained through forest drainage and fertilization. The study material is from the 3rd National Forest Inventory (1951—1953). At that time most of the mires (80 %) classified as forest land were in virgin state. Based on 574 sample plots in spruce mires and 452 in pine mires, tree species composition, number of stems, diameter distribution, mean volume and volume increment of peatland forests are discussed. Functions based on forest stand characteristics have been developed for the estimation of volume increment (5-year period) in tree stands on peatlands.

Keywords: tree stand characteristics, stand development, peatlands, virgin mires, organic soils  
ODC 2-114.444+54+53+56+524.61

Authors' addresses: *Gustavsen*: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland. *Päivänen*: Department of Peatland Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki, Finland.

## Merkinnät — Symbols

### Metsikkö — Stand

- $I_{v,5}$  = tulevan 5-vuotiskauden tilavuuskasvu kuori-  
neen,  $m^3/ha \cdot 5a$   
*volume increment during the future 5-year  
period, incl. bark,  $m^3/ha \cdot 5a$*
- $I_v$  = menneen tai tulevan 5-vuotiskauden keski-  
määräinen vuotuinen tilavuuskasvu kuori-  
neen,  $m^3/ha \cdot a$   
*annual volume increment during the past or the  
future 5-year period, incl. bark,  $m^3/ha \cdot a$*
- $V$  = tilavuus kuoriineen,  $m^3/ha$   
*volume incl. bark,  $m^3/ha$*
- $N$  = runkoluku, kpl/ha  
*number of stems per hectare*
- $T$  = biologinen ikä, a  
*biological age, a*
- $LS$  = kasvupaikan lämpösusma (vuorokauden keski-  
lämpötilan kynnysarvo on  $5^\circ C$ ), d.d.  
*the effective temperature sum on the site (the  
effective minimum temperature is  $5^\circ C$ ), d.d.*

### Muita — Others

- $S_f$  = jäännöshajonta  
*residual standard deviation (standard deviation  
of the dependent variable about the function)*
- $S_m$  = selitettävän muuttujan alkuperäinen keski-  
hajonta  
*original standard deviation of the dependent  
variable*
- $S_{\epsilon\%}$  = arvion suhteellinen keskivirhe  
*relative standard error of the estimate*
- $$100 \cdot \sqrt{eS_f^2 - 1}$$
- $n$  = havaintojen lukumäärä  
*number of observations*
- $R^2$  = selityssaste ( $R$  = yhteiskorrelaatiokerroin)  
*coefficient of determination ( $R$  = multiple cor-  
relation coefficient)*

ISBN 951-40-0763-8

ISSN 0015-5543

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus



# 1. JOHDANTO

Suomen maapinta-alasta on ennen ojitustoiminnan aloittamista ollut biologisen suokäsitteen mukaista suota noin 10,4 milj. ha, josta noin 0,7 milj. ha on aikojen kuluessa raivattu viljelykseen. Luonnontilaisinakin osa soista tuottaa puuta ja metsäojituksen myötä metsänkasvatus on noussut soiden taloudellisista käyttömuodoista laaja-alaisimmaksi. Metsäojitettu pinta-ala on jo yli 5,7 milj. ha, josta tosin osa on kangasmaata.

Ojitettujen soiden puustojen kasvusta ja kehityksestä on tehty seikkaperäisiä tutkimuksia (esim. Heikurainen 1959; Seppälä 1969; Heikurainen ja Seppälä 1973; Keltikangas ym. 1986), mutta luonnontilaisten soiden puustoista on suhteellisen vähän julkaistua taksatorista tietoa. Metsänparannustoimenpiteiden puustovaikutusten arviointia varten tulisi kuitenkin olla käytettävissä tietoa myös lähtötasosta: puuston rakenteesta ja kehityksestä luonnontilaisilla soilla.

Valtakunnan metsien inventointien (VMI) perusteella tunnetaan maapinta-alan jakaantumisen maankäyttölajeihin eri ajankohtina. Myös eri suotyyppien suhteellisesta esiintymisestä maan etelä- ja pohjoispuoliskossa on tietoa esim. 1930- ja 1950-luvuilta (Ilvessalo 1940, s. 20; 1956, s. 50). VMI:n tulosten esittelyn yhteydessä on sivuttu myös luonnontilaisten soiden puustoja, mutta tiedot on yleensä esitetty vain kasvullisen metsämaan päätyyppiryhmien (esim. korvet ja rämeet) keskiarvoina (Ilvessalo 1927, 1940, 1956). Myöhempien inventointien julkaisuissa turvemaiden puustotiedot esitetään keskiarvoina erikseen mänty-, kuusi- ja lehtipuuvaltaisille metsiköille (esim. Kuusela 1970). Neljäs viimeisimmässä VMI:ssa sovellettu ravinteisuustasoon perustuva suoluokitus rajoittaa myös tuotetun tiedon suoraa vertaamista edellä mainittuihin metsäojitusaluemetsiä koskeviin erityistutkimuksiin.

Pääasiassa VMI 6:n ja 7:n aineistoihin perustuen on äskettäin julkaistu kaksi suomeksiä koskevaa tutkimusta, jotka mahdollistavat erityisesti suomeksissa tapahtuneiden muutosten vertaamisen metsien keskimääräiseen tilaan (Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985). Ko. tutkimukset mahdollistavat myös luonnontilaisten soiden eräiden keskimää-

räisten puustotunnusten vertaamisen eri kuivatusvaiheessa — ojikko, muuttuma, turvekangas — olevien metsäojitusalueiden keskimääräistunnuksiin VMI 6:n ja 7:n ajankohdina.

Jo 1930- ja 1940-luvuilla julkaistuissa suotyyppioppaissa on koettu tarpeelliseksi esittää tilavuuskasvulukuja sekä luonnontilaisille että ojitetuille soille suotyypeittäin (Lukkala 1939, Lukkala ja Kotilainen 1945). Lukkala (1939) toteaa kuitenkin useiden tuotoslukkujen perustuvan ”toistaiseksi vain arviolaskelmiin” ja vastaavan olosuhteita maan eteläpuoliskossa.

Tehdessään laskelmia metsäojituksen vaikutuksesta puuston kasvuun ja poistumaan Heikurainen (1961) käytti VMI 3:n aineistosta kerättyjä eräiden luonnontilaisten suotyyppien puustoille laskettuja keskitilavuuksia ja tilavuuskasvuja. VMI 3:n aineistoa ei kuitenkaan siinä yhteydessä käsitelty systemaattisesti luonnontilaisten soiden puustojen kuvaamiseksi.

Luonnontilaisten soiden puustoista on tähän mennessä tehty vain yksi alueellisesti koko maata kattava tutkimus (Heikurainen 1971), jossa siinäkin kullekin suotyypille sattuneiden koealojen määrä on yleensä vähäinen. Tämän lisäksi on olemassa tutkimus männiköiden rakenteesta ojittamattomilla rämeillä Keski-Suomessa (Numminen 1956), mikä kuitenkin on valitettavasti jäänyt julkaisemattomaksi käsikirjoitukseksi.

Eräissä alueellisesti suppeissa tutkimuksissa on myös esitetty tietoja luonnontilaisten soiden puustoista. Heikurainen (1982) on julkaissut suometsätieteen opetustarkoituksia varten rajattujen suotyyppinäytealojen puustotietoja ja Finér ym. (1986) ovat kuvanneet kahden Pohjois-Karjalassa sijaitsevan suovaltaisen valuma-alueen puustoja ennen ojituksen toteuttamista.

Viimeisten kymmenen vuoden aikana käynnissä olleet tutkimukset, jotka ovat kohdistuneet sekä luonnontilaisten että metsäojitettujen suokasvupaikkojen kokonaisbiomassaan ja biomassan perustuotantoon, ovat oleellisesti lisänneet tietämystä suoekosysteemin toiminnasta ja siinä ojituksen vaikutuksesta tapahtuvista muutoksista muun-



kin kasvillisuuden kuin puuston osalta (ks. esim. Reinikainen ym. 1984).

Edellä esitetyn perusteella on todettava, että tiedot luonnontilaisten soiden puustoista ovat varsin niukat ja osin yksipuoliset. Käsillä olevassa tutkimuksessa pyritään VMI 3:n aineistoon perustuen kuvaamaan luonnontilaisten soiden puustojen oleellisia piirteitä suotyypeittäin ja alueittain 1950-luvun alussa sen lähtötason selvittämiseksi, jolla on merkitystä arvioitaessa metsäojituksella ja metsänlannoituksella aikaansaataava puuntuotoksen lisäystä. Aineiston voi olettaa soveltuvan tähän tarkoitukseen hyvin, koska ko. inventoinnin maastotöissä käytettiin vielä Cajanderin (1913) suotyypijärjestelmän nimitystä sellaisena, kuin sitä sovellettiin metsäojituskelpoisuuden arvioinnissa (Lukkala ja Kotilainen 1945). Lisäksi valtaosa soista oli vielä VMI 3:n ajankohtana luonnontilas-

sa. Oma luonnonhistoriallinen merkityksensä lienee siltäkin, että käsillä olevan työn avulla saadaan tietoa eri suotyyppejä olevien kasvupaikkojen puustoista ajalta, jolloin ihmistoiminnan vaikutuksen jäljet suoluonnossa olivat nykyistä vähäisemmät.

Tutkimus on tehty Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston ja metsänarvioimisen tutkimusosaston yhteistyönä. Kirjoittajien työnjako on ollut seuraava. Työ käynnistyi Gustavsenin aloitteesta. Hän on myös vastannut aineiston käsittelystä ja metsänarvioimistieteellisistä näkökohdista. Päivänen on laatinut ensimmäisen luonnoksen tutkimussuunnitelmaks ja pääosin myös käsikirjoitukseksi sekä vastannut suometsätieteellisistä näkökohdista. Muilta osin tutkimus samoin kuin käsikirjoituksen viimeistelykin on tehty kirjoittajien yhteistyönä. Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Kullervo Kuusela, Eero Paavilainen ja Yrjö Vuokila sekä tohtorit Jukka Laine ja Michael Starr. Kiitämme kaikkia tutkimuksen syntyyn myötävaikuttaneita henkilöitä sekä Metsäntutkimuslaitoksessa että Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO, SEN RAJAUS JA KÄSITTELY

Tutkimusaineisto on alaotos VMI 3:n (1951—53) koealoista. Koealojen rajausta ja koealan puuston mittausta on kuvattu seikkaperäisesti maastotyöohjeissa (ks. Ilvessalo 1951, s. 32). Aineiston tekee erityisen arvokkaaksi se seikka, että kiinteäsäteisten ympyräkoalojen koko oli suuri (0,1 ha) ja että puustotiedot, kasvu mukaan luettuna, laskettiin koealakohtaisesti. Tähän tutkimukseen valittiin koko maan aineistosta sellaiset täyskoealat, jotka sijaitsevat kasvullisen metsämaan suokuvioilla. Otanta ja aineisto noudattivat muilta osin samoja periaatteita, kuin mitä Gustavsen (1977, s. 6) käytti kangasmaiden puustoja koskevassa kasvututkimuksessaan.

Koealajoukkoon ei sisälly kehittämiskelpoisista metsiköistä uudistusaloja eikä kehittämiskelvottomista metsiköistä ryhmiä "jätemetsiköt (raiskiot)" tai "muut uusittavat metsiköt" (Ilvessalo 1951, s. 26—27). Mukaan otettujen koealojen puustot kuuluivat metsänhoidolliselta tilaltaan siten johonkin seuraavista ryhmistä (Ilvessalo 1951, s. 26—27):

- hyvä
- hoitoa vaille jäänyt
- lepoa tarvitseva
- harsimalla harvennettu
- puulajiltaan muutettava
- yli-ikäinen

Edellä esitetyn kriteerein valitut koealat jakautuivat ojitustilanteen ja aluejaon mukaan taulukon I osoittamalla tavalla.

Ilvessalon (1956, s. 34 ja 42) esittämiin arvioimislinjatietoihin perustuen voidaan laskea, että kasvullisen metsämaan soita oli 1950-luvun alussa seuraavasti:

	E-S	P-S ha %	Koko maa
Korvet	867 000 26,5	607 000 18,6	1 474 000 45,1
Rämeet	488 000 14,9	607 000 18,6	1 095 000 33,5
Ojitetut suot	558 000 17,1	141 000 4,3	699 000 21,4
Yhteensä	1 913 000 58,5	1 355 000 41,5	3 268 000 100,0

Tämän tutkimuksen lähtöaineiston muodostavat koealat (taulukko I) jakaantuvat luonnontilaisiin korpiin ja rämeisiin sekä ojitettuihin soihin likipitään näiden maaluokkien pinta-alojen suhteissa.

VMI 3:n aikaan (1951—53) oli ojitettuja soita kasvullisen metsämaan soiden alasta noin 20 %. Ojitetuille soille sijoittuneiden koealojen joukko osoittautui niin pieneksi (256 kpl), ettei sen lähempi tarkastelu tässä yhteydessä ole tarkoituksenmukaista. Seuraavassa tullaan keskittymäänkin ainoastaan kasvullisen metsämaan luonnontilaisiin soihin, joita tässä aineistossa edustaa 1045 koealaa.

Maastotyössä käytetty suokasvupaikkojen luokittelu (ks. Ilvessalo 1951, s. 18) on pääosin sama, jota on yleensä käytetty soiden metsäojituskelpoisuutta määrittäessä. Varsinainen korpi (VK) on tässä aineistossa sisällöllisesti suhteellisen laaja suotyyppi, joka uudemmissa käytännön oppaissa on jaettu joko mustikkakorpiin (MK) ja puolikkakorpiin (PK) (esim. Heikurainen

Taulukko 1. Koealojen määrällinen ja prosentuaalinen jakautuminen ojitustilanteen ja aluejaon mukaan.

Table 1. Distribution of the sample plots according to drainage and location (in numbers and in percentages).

Ojitustilanne <i>Drainage condition</i>	Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i> %		Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i> %		Koko maa <i>Whole country</i> %	
Luonnontil. suot — <i>Virgin mires</i>						
Korvet <i>Spruce mires</i>	310	23,8	276	21,2	586	45,0
Rämeet <i>Pine mires</i>	185	14,2	274	21,1	459	35,3
Ojitetut suot — <i>Drained mires</i>						
Ojikut <i>Newly ditched mires<sup>1)</sup></i>	30	2,3	16	1,2	46	3,5
Muuttumat <i>Transforming mires<sup>2)</sup></i>	111	8,5	47	3,6	158	12,1
Turvekankaat <i>Transformed mires<sup>3)</sup></i>	41	3,2	11	0,8	52	4,0
Yht. ja keskim. <i>Total and average</i>	677	52,0	624	48,0	1301	100,0

<sup>1)</sup> Recently drained or older drainage area where the trees and ground vegetation show no response to drainage.

<sup>2)</sup> An intermediate stage after drainage. Effect of drainage perceptible in the growing stock.

<sup>3)</sup> Fully reached productivity due to drainage. Ground vegetation compares with that of mineral sites.

Taulukko 2. Koealojen lukumäärä luonnontilaisissa korvissa suotyypeittäin ja alueittain.

Table 2. Number of sample plots on virgin spruce mires by site type and region.

Alue <i>Region</i>	Suotyyppi — <i>Mire site type<sup>1)</sup></i>						Yhteensä <i>Total</i>
	LhK	RhK	KgK	VK	LK	VSK	
Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	14	17	175	102	0	2	310
Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	24	18	143	81	8	2	276
Koko maa <i>Whole country</i>	38	35	318	183	8	4	586

<sup>1)</sup> LhK = Eutrophic paludified hardwood-spruce forest

RhK = Herb-rich hardwood-spruce swamp

KgK = Paludified *V. myrtillus* spruce forest

VK = consists of MK = *V. myrtillus* spruce swamp

PK = *V. vitis-idaea* spruce swamp

LK = Eutrophic hardwood-spruce fen

VSK = Tall-sedge hardwood-spruce fen

Taulukko 3. Koealojen lukumäärä luonnontilaisilla rämeillä suotyypeittäin ja alueittain.

Table 3. Number of sample plots on virgin pine mires by site type and region.

Alue <i>Region</i>	Suotyyppi — <i>Mire site type<sup>1)</sup></i>						Yhteensä <i>Total</i>
	KgR	KR	IR	RR	LR	VSR	
Etelä-Suomi <i>Southern Finland</i>	84	58	42	0	0	1	185
Pohjois-Suomi <i>Northern Finland</i>	174	66	28	1	4	1	274
Koko maa <i>Whole country</i>	258	124	70	1	4	2	459

<sup>1)</sup> KgR = Paludified pine forest

KR = Spruce-pine swamp

IR = Dwarf-shrub pine bog

RR = *S. juscum* pine bog

LR = Eutrophic pine fen

VSR = Tall-sedge pine fen



1986) tai metsäkortekorpiin (MkK), mustikkakorpiin (MK) ja muurainkorpiin (MrK) (Heikurainen ja Pakarinen 1983).

Valtaosa tämän tutkimuksen koealoista on nk. aidoissa korvissa ja aidoilla rämeillä (ks. Heikurainen 1960). Sekatyypeillä eli puustoisten soiden ja avosoiden välimuodoilla koealoja on vain satunnaisesti (taulukot 2 ja 3). Tämä onkin ymmärrettävää, koska lähtöaineistoksi oli otettu kasvullisen metsämaan suot, jotka "ojittamattomina nykyisessä tilassaan pystyvät kasvamaan tyydyttävää puustoa" (Ilvessalo 1951, s. 16).

Lopullisessa aineiston käsittelyssä päädyttiinkin rajaamaan tarkastelu koskemaan seuraavia aitoihin, puustoihin tyypeihin kuuluvia soita:

- |        |   |
|--------|---|
| Korvet | lehtokorpi (LhK)<br>ruoho- ja heinäkorpi (RhK)<br>kangaskorpi (KgK)<br>varsinainen korpi (VK) |
| Rämeet | kangsräme (KgR)<br>korpiräme (KR)<br>isovarpuinen räme (IR)                                   |

Aitojen rämeiden joukkoon olisi suotyypikäsittelyn mukaan kuulunut myös rahkaräme, mutta koska ko. suotyyppiä edusti vain yksi koeala, ei sitä otettu jatkotarkasteluihin. Poisjättämistä tukee sekin, että tavoitteena on tarkastella nimenomaan kasvullisen metsämaan soita, joihin rahkaräme ei yleensä kuulukaan.

Edellä esitetyllä tavalla rajatussa — tämän tutkimuksen lopullisessa — aineistossa (ks. taulukot 2 ja 3) on siten kasvullisen metsämaan korvissa 574 koealaa ja rämeillä 452 koealaa. Vähiten koealoja on rehevien korpien suotyypeillä ja eniten kangaskorvissa ja -rämeillä sekä varsinaisissa korvissa. Koealojen määrä ei sallinut pienipiirteisempää aluejakoa kuin Etelä-Suomi ja Pohjois-Suomi, joiden välinen raja tässä tutkimuksessa — kuten muissakin VMI-tutkimuksissa — noudattaa nykyisten Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun piirimetsälautakuntien eteläraja.

Osa puustotunnuksista, kuten koealapuuston tilavuus, tilavuuskasvu, runkoluku, keskipituusjakauma, ikä ja valtapituus, on suoraan VMI 3:n laskentalomakkeista. Niiden laskenta ja arviointi on selvitetty Ilvessa-

lon julkaisuissa (1951 ja 1956, s. 27—32).

Koealapuuston pohjapinta-ala on laskettu runkolukuarjan perusteella sekä keskiläpimitta ja keskipituus läpimittaluokkien pohjapinta-aloilla punniten. Inventoinnin kuorettomat kasvuluvut muunnettiin kuorelliseksi puuston kuorellisen ja kuorettoman tilavuuden suhteella. Aineistosta näin laskettujen kuoriprosenttien (puuston kuorettomasta tilavuudesta) avulla muunnettiin myös vertailututkimusten kuorettomat kasvut kuorellisiksi.

Tutkimuksessa tarkastellaan inventointia edeltäneen (menneen) 5-vuotiskauden vuotuisen keskimääräisen tilavuuskasvun riippuvuutta puustotunnuksista. Toisessa vaiheessa (Luku 4) puustotunnukset muunnettiin vastaamaan 5-vuotisjakson alkutilannetta ja niillä selitettiin (ennusteyhtälöt) tulevan 5-vuotiskauden summa-kasvua ( $m^3/ha \cdot 5a$ ). Kasvulukuja ei korjattu ilmastoindeksien avulla. Yhtälöissä esiintyvät merkinnät antavat lisätietoja puustotunnusten määrittämisestä.

Ojittettujen soiden puustojen tilavuuskasvun ( $y$ ) keskimääräisen kehityksen kuvaamiseen eri tunnusten ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) avulla on Suomessa aikaisemmin käytetty summamuotoista kasvumallia (Laine ja Starr 1979):

$$y = a + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n$$

Tämän tutkimuksen aineistossa sovellettiin kuitenkin, kuten usein aikaisemmin kivennäismaiden metsiköillekin, tulomuotoista mallia:

$$y = a \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n,$$

jossa selittävät muuttujat ( $x_i$ ) ovat eksponentti- tai/ja potenssimuodossa. Linearisessa muodossa se ratkaistaan tavallisella regressioanalyysillä:

$$\ln y = \ln a + b_1 \cdot \ln x_1 + b_2 \cdot \ln x_2 + \dots + b_n \cdot \ln x_n,$$

missä  $y$  on metsikön absoluuttinen tilavuuskasvu,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ovat puusto- ja kasvupaikkatunnuksia ja  $a, b_1, b_2, \dots, b_n$  ovat estimoitavia parametrejä. Mallia käytettiin sekä tilavuuskasvun selitys- että ennusteyhtälöissä.

### 3. PUUSTOTUNNUKSET LUONNONTILAILAISILLA AIDOILLA SUOTYYPEILLÄ

#### 31. Metsänhoidollinen tila ja kehitysluokkarakenne

Inventoinnin maastotyössä arvioitiin kunkin koealametsikön metsänhoidollinen tila. Kehittämiskelpoisiksi katsottiin hyvät metsiköt sekä metsiköt, joissa käytetyin luokittelunormein metsänhoidolliset toimenpiteet olivat viivästyneet tai jotka tarvitsivat lepoa tai joita oli harvennettu harsimalla (Ilvessalo 1951, s. 26). Tämän tutkimuksen korpikoealoista 90 % ja rämekoealoista 96 % sijaitsi

kehittämiskelpoisissa metsiköissä (taulukot 4 ja 5). Kehittämiskelvottomista ovat mukana puulajiltaan muutettavat ja yli-ikäiset metsiköt. Kuten aineiston rajauksen yhteydessä mainittiin, "jätemetsiköt" ja "muut uusittavat metsiköt" jätettiin tarkasteltavan koealajoukon ulkopuolelle.

Aidoilla rämeillä metsänhoidollinen tila on tämän aineiston mukaan keskimäärin parempi kuin aidoissa korvissa (taulukot 4 ja 5). Tämä johtunee lehtipuusekoituksen vähäisemmästä määrästä (ks. myös taulukot 6

Taulukko 4. Koalametsiköiden metsänhoidollinen tila luonnontilaisten aitojen korpjen kasvillisella metsämaalla.

Table 4. Silvicultural condition of the tree stands on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Metsänhoidollinen tila Silvicultural condition	Suotyyppi — Mire site type <sup>1)</sup>				
	LhK	RhK	KgK	VK	Kaikki All
	% koealoista — % of sample plots				
Hyvä Good	48	54	37	37	39
Toimenpide viivästynyt Silvicultural measure delayed	26	29	21	32	25
Lepoa tarvitseva Improvement with rest	8	0	8	3	6
Harsimalla harvennettu Impaired by selection cutting	5	14	25	16	20
Puulaji muutettava Requires change of tree species	8	0	7	2	5
Yli-ikäinen Overmature	5	3	2	10	5
Yhteensä Total	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup> See Table 2.

Taulukko 6. Puulajisuhteet luonnontilaisten aitojen korpjen kasvillisella metsämaalla.

Table 6. Tree species composition on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Hardwood
	% tilavuudesta — % of volume		
Etelä-Suomi — Southern Finland			
LhK	4	35	61
RhK	14	28	58
KgK	20	56	24
VK	11	59	30
Keskim. — Average	16	54	30
Pohjois-Suomi — Northern Finland			
LhK	2	47	51
RhK	5	40	55
KgK	16	54	30
VK	6	63	31
Keskim. — Average	11	55	34

<sup>1)</sup> See Table 2.

Taulukko 5. Koalametsiköiden metsänhoidollinen tila luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Table 5. Silvicultural condition of the tree stands on virgin forested pine mires on productive forest land.

Metsänhoidollinen tila Silvicultural condition	Suotyyppi — Mire site type <sup>1)</sup>			
	KgR	KR	IR	Kaikki All
	% koealoista — % of sample plots			
Hyvä Good	48	52	61	52
Toimenpide viivästynyt Silvicultural measure delayed	17	23	21	19
Lepoa tarvitseva Improvement with rest	6	6	3	6
Harsimalla harvennettu Impaired by selection cutting	22	15	12	19
Puulaji muutettava Requires change of tree species	4	2	0	2
Yli-ikäinen Overmature	3	2	3	2
Yhteensä Total	100	100	100	100

<sup>1)</sup> See Table 3.

Taulukko 7. Puulajisuhteet luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Table 7. Tree species composition on virgin forested pine mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Lehtipuu Hardwood
	% tilavuudesta — % of volume		
Etelä-Suomi — Southern Finland			
KgR	72	12	16
KR	49	24	27
IR	82	7	11
Keskim. — Average	67	15	18
Pohjois-Suomi — Northern Finland			
KgR	70	17	13
KR	49	32	19
IR	81	10	9
Keskim. — Average	66	20	14

<sup>1)</sup> See Table 3.



ja 7) ja sen myötä metsänhoidollisten toimenpiteiden vähäisemmästä tarpeesta rämeillä kuin korvissa. Samaan suuntaan ovat vaikuttamassa rämetsäkorpien korvimetsiköitä alhaisemmat runkoluvut (ks. taulukot 8 ja 9).

Harsinnan luonteisilla harvennuksilla on käsitelty neljännes kangaskorpien ja yli viidennes kangasrämeiden metsiköistä (taulukot 4 ja 5). Harsinnan luonteisia hakkuita on siis tehty enemmän ohutturpeisilla ja luultavasti etenkin lähellä kangasmaata sijainneilla ojjattomilla suokasvupaikoilla. Kangaskorvissa ja kangasrämeillä esiintyy lisäksi muita luonnontilaisia suotyyppejä yleisemmin tukkipuun mitat täyttäviä puita, mikä on jo harsinnan edellytyskin.

Inventoinnin maastotyövaiheessa arvioitiin metsänhoidolliselta tilaltaan hyvillä, hoitoa vaille jääneillä ja lepoa tarvitseville metsiköille myös kehitysluokat (ks. Ilvessalo 1951, s. 26). Käsillä olevan selvityksen aineistoon ei otettu kehitysluokkaan ”uudistusalat” kuuluvia koealoja. Näin rajattuna luonnontilaisten korpien (n = 413) ja rämeiden (n = 354) kehitysluokkajakauma metsämaalla oli seuraava:

	Korvet % koealoista	Rämeet
Taimikko	6	4
Harvennusmetsikkö	57	48
Väljennysmetsikkö	16	19
Uudistuskypsä metsikkö	21	29
	100	100

Luonnontilaisten soiden puustoissa on merkittävää ikävaihtelua ja kehitysluokan määrittäminen ei siten varmaankaan ole ollut helppoa. Aineiston jatkotarkasteluissa ei kehitysluokkia olekaan pidetty erillään, koska kehitysluokan informaatioarvo luonnontilaisilla soilla on kaikkiaan todettu vähäiseksi. Mainittakoon, että myös VMI 3:n päätulosten esittelyssä kehitysluokkatarkastelu on jätetty kokonaan pois. Perusteluna on ollut se, ettei harsimalla harvennettuja metsiköitä jaettu maastotyössä kehitysluokkiin (Ilvessalo 1956, s. 147).

### 32. Puulajisuhteet

Lehtipuuston (lähinnä koivun) osuus puuston kokonaistilavuudesta on luonnontilaisissa korvissa huomattavan suuri, suotyypistä

riippuen keskimäärin 24...61 % (taulukko 6). Lehtipuuston osuus onkin tässä tutkimuksessa suurempi kuin Heikurainen (1971, s. 16) aineistossa vastaavilla korpityypeillä.

Kuten jo suotyyppekuvaustenkin perusteella tiedetään (esim. Heikurainen 1960) ovat rehevät korvet (LhK ja RhK) sekä Etelä-että Pohjois-Suomessa lehtipuuvaltaisempia kuin karummat suotyypit (VK ja KgK) (taulukko 6, ks. myös Heikurainen 1959, 1971). Nuorilla ojitusalueilla on todettu lehtipuuston osuuden lisääntyvän korvissa etelästä pohjoiseen siirryttäessä (Heikurainen 1959). Tämän tutkimuksen korpityypeistä kuitenkin vain kangaskorvissa lehtipuuston osuus runkotilavuudesta on Pohjois-Suomessa suurempi kuin Etelä-Suomessa.

Lehtipuuden osuus runkoluvusta on ilmeisesti tilavuusosuutta suurempi. Siksi erityisesti rehevissä korvissa metsänhoidolliset toimenpiteet ovat ojituksen yhteydessä välttämättömiä puulajikehityksen ohjaamiseksi.

Koska aidot rämeet ovat trofiatasoltaan alhaisempia kuin aidot korvet, on myös lehtipuun osuus runkotilavuudesta rämeillä yleensä vähäinen, suotyypistä riippuen keskimäärin 9...27 % (taulukko 7). Korpirämeet ovat korpien ja rämeiden välimuotoja ja siten myös kuusen osuus tilavuudesta on suuri, Etelä-Suomessa lähes neljännes ja Pohjois-Suomessa lähes kolmannes.

### 33. Runkoluku, keskiläpimitta ja läpimittajakauma

Luonnontilaisen suon trofiataso heijastuu runkoluvussa. Rehevissä korvissa runkoluvut ovat huomattavasti suurempia kuin karummissa (taulukko 8) ja korpirämeellä taas suurempia kuin kangasrämeellä ja isovarpuisella rämeellä (taulukko 9). Myös kasvuolosuhteiden heikentyminen luonnontilaisilla soilla etelästä pohjoiseen päin siirryttäessä näkyy siinä, että runkoluvut ovat kaikilla suotyypeillä alhaisempia Pohjois- kuin Etelä-Suomessa (taulukot 8 ja 9).

Pohjapinta-alalla punnitut keskiläpimitat ovat Pohjois-Suomessa yleensä suuremmat kuin Etelä-Suomessa (taulukko 10). Etelä-Suomen suuret runkoluvut koostuvat siten keskimäärin pienemmistä läpimittaluokista kuin Pohjois-Suomen puustoissa.

Läpimittajakauma antaa keskiläpimittaa paremmin kuvan puuston järeydestä (kuvat 1

Taulukko 8. Runkoluku luonnontilaisten aitojen korpien kasvillisella metsämaalla.

Table 8. Number of stems on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Etelä-Suomi Southern Finland	Pohjois-Suomi Northern Finland	Koko maa Whole country
Runkoluku/ha — Stems/ha			
LhK	4908	3054	3737
RhK	4425	2828	3604
KgK	2685	1999	2377
VK	2633	1932	2323
Keskim. — Average	2865	2130	2525

<sup>1)</sup> See Table 2.

Taulukko 9. Runkoluku luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Table 9. Number of stems on virgin forested pine mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Etelä-Suomi Southern Finland	Pohjois-Suomi Northern Finland	Koko maa Whole country
Runkoluku/ha — Stems/ha			
KgR	1840	1284	1465
KR	2626	1639	2100
IR	1937	1363	1708
Keskim. — Average	2110	1380	1677

<sup>1)</sup> See Table 3.

ja 2). Voidaan havaita, että kaikilla tyypeillä luonnontilaisen suon puusto koostuu sekä pienistä että suurista puista ja vielä siten, että puiden lukumäärä läpimittaluokassa vähenee jyrkästi läpimitan kasvaessa (ks. myös Heikurainen 1971). Tämä merkitsee sitä, että luonnontilaisen suon puuston kehityksessä pieniä puita kuolee eniten. Toisaalta, koska kostea rahkasammalpinna on otollinen itämis- ja taimettumisalusta, syntyy uusia taimia jatkuvasti. Suopuustot ovat myös siinä määrin harvoja, ettei valoilmasto aseta esteitä uudistumiselle. Suopuustojen rakenne on siten harsintarakennetta muistuttava, vaikka hakkuita ei olisikaan tehty. Edelleen voidaan havaita, että suotyyppitaiset läpimittajakakumat eivät oleellisesti poikkea toisistaan maan etelä- ja pohjoisosissa (kuvat 1 ja 2).

Taulukko 10. Pohjapinta-alalla punnittu rinnankorkeusläpimitan keskiarvo (cm) luonnontilaisten soiden kasvillisella metsämaalla.

Table 10. Average breast height diameter (cm) weighted by the basal area on virgin forested mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Etelä-Suomi Southern Finland	Pohjois-Suomi Northern Finland	Koko maa Whole country
<b>Korvet — Spruce mires</b>			
LhK	12,6	15,7	14,5
RhK	10,8	13,1	12,0
KgK	12,8	12,8	12,8
VK	12,6	14,4	13,4
<b>Rämeet — Pine mires</b>			
KgR	12,4	14,1	13,6
KR	12,4	13,2	12,9
IR	12,8	12,6	12,7

<sup>1)</sup> See Tables 2 and 3.

### 34. Ikä, pohjapinta-ala, keskipituus ja valtapituus

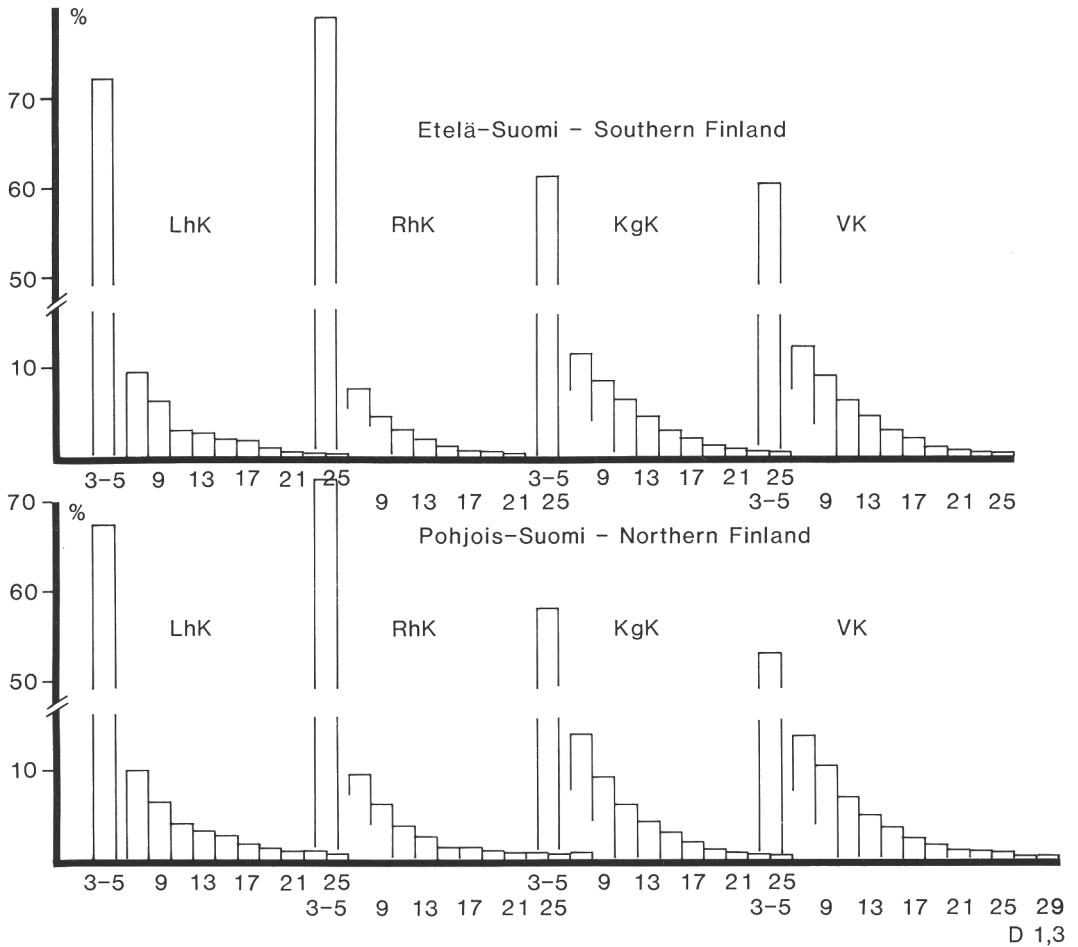
Luonnontilaisen suon puuston eri-ikäisyyden vuoksi puuston keski-ikä ei ole hyvä metsikön kehitysvaiheen tunnus. Sekä korvissa (taulukko 11) että rämeillä (taulukko 12) koealametsiköiden keski-ikäet ovat kuitenkin kaikilla suotyypeillä Pohjois-Suomessa korkeammat kuin Etelä-Suomessa. Etelä-Suomen rehevissä korvissa näyttää puuston keski-ikä olevan myös pienempi kuin karummilla korpityypeillä.

Jos luonnontilaisten aitojen puustoisten soiden metsiköiden valtapituuksia ja pohjapinta-aloja (taulukot 11 ja 12) verrataan Keskusmetsälautakunta Tapion harvennuskalleihin (Etelä-Suomen metsien ... 1981), jotka on laadittu kangasmaakasvupaikkojen luontaisesti syntyneille vähintään tyydyttävästi hoidetuille metsiköille, voidaan todeta, että suometsiköt ovat keskimäärin varsin vähäpuustoisia ja harvennustarve olisi tällä tavoin arvioiden vain vähäinen tai sitä ei olisi ollenkaan. Jos sitä vastoin harvennustarpeen kriteerinä käytetään runkolukuohjeita, on näissä suometsiköissä ojituksen yhteydessä keskimäärin kunnostushakkuun tarvetta.

### 35. Keskitilavuus ja tilavuuskasvu

Sekä metsiköiden tilavuudet että vuotuiset tilavuuskasvut vaihtelevat suuresti samankin suotyypin sisällä (taulukot 13 ja 14). Keskiti-





Kuva 1. Runkoluvun suhteellinen jakautuminen läpimittaluokkiin ( $D_{1,3}$ ) luonnontilaisten aitojen korpien kasvullisella metsämaalla.

Fig. 1. Diameter ( $D_{1,3}$ ) distribution (per cent of stem number) in tree stands on virgin forested spruce mires on productive forest land.

lavuuskien erilaisuus vaikeuttaa myös vuotuisten tilavuuskasvulukujen keskinäistä vertailua eri suotyyppien välillä.

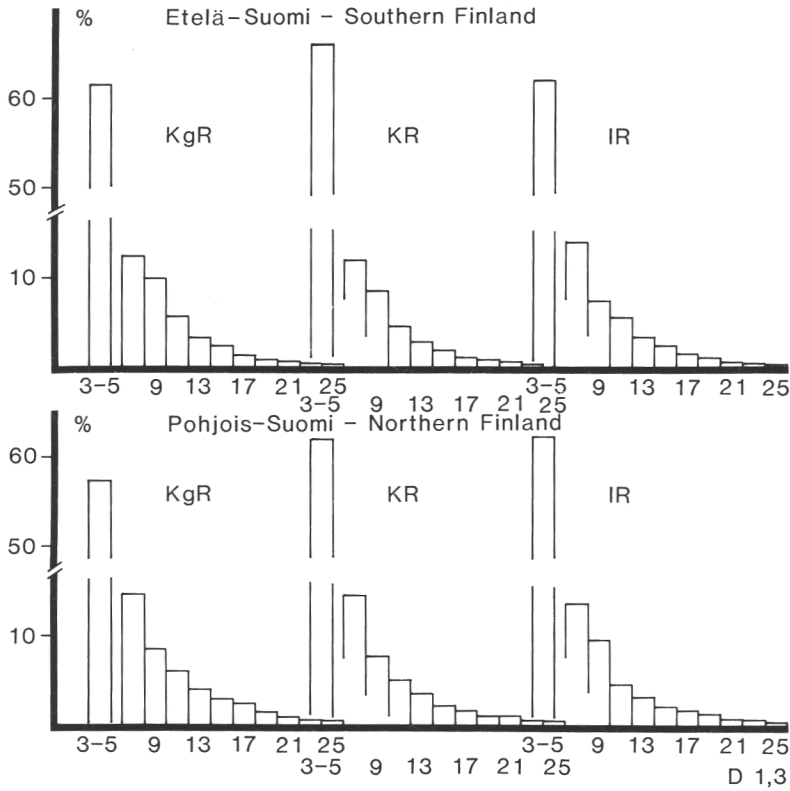
Kangasmaametsiköiden tuotostutkimuksissa suhteutetaan metsikön kehitystä kuvaavat tunnuksat (esim. tilavuuskasvu, valtipuutus) yleensä metsikön ikään. Suopuustoissa — sekä ojitusalueilla että luonnontilaisilla soilla — metsikön ikä on kuitenkin osoittautunut huonoksi kehitysvaiheen ilmentäjäksi. Tämän vuoksi suopuustojen kehitystä onkin yleensä tarkasteltu metsikön tilavuuden funktiona (esim. Heikurainen 1959, 1971; Seppälä 1969; Heikurainen 1971 ja Seppälä 1973).

Tämän tutkimuksen aineistosta laskettiin yhtälöt (1—14) (ks. taulukot 15 ja 16), joilla metsikön vuotuinen tilavuuskasvu eri suo-

tyypeillä selitetään metsikön tilavuuden avulla. Yhtälöt osoittavat yhtäpitävästi aikaisempien tutkimusten kanssa, että metsikön tilavuus selittää yleensä suuren osan kasvun vaihtelusta luonnontilaisilla soilla. Yhtälöt on esitetty myös graafisessa muodossa kuvissa 3—6. Niiden ja kaikkien muiden tekstissä ja liitteissä esitettyjen yhtälöiden vakioon on tehty logaritimuunnoksen vaatima korjaus. Yhtälöissä ja taulukoissa esiintyvät merkinnot on selitetty sivulla 2.

Verrattaessa tämän tutkimuksen kasvulukuja aiempiin tutkimuksiin on pidettävä mielessä, että tässä työssä on nykykäytäntöä seuraten kasvuluvut esitetty kuorellisina.

Aitojen korpien metsiköiden tilavuuskasvukäyrät asettuvat Etelä-Suomessa järjestyk-



Kuva 2. Runkoluvun suhteellinen jakautuminen läpimittaluokkiin ( $D_{1,3}$ ) luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Fig. 2. Diameter ( $D_{1,3}$ ) distribution (per cent of stem number) in tree stands on virgin forested pine mires on productive forest land.

Taulukko 11. Keski-ikä, pohjapinta-ala, pohjapinta-  
alalla punnittu keskipituus ja valtapituus luonnontilaisten aitojen korprien kasvillisella metsämaalla.

Table 11. Mean age, basal area, mean height weighted by the basal area and dominant height on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Ikä, v. Age, years	Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha Basal area, m <sup>2</sup> /ha	Keskipit., m Average height, m	Valtapit., m Dominant height, m
--	--------------------------	--	--	---

Etelä-Suomi — Southern Finland

LhK	55	20	11	14
RhK	55	14	9	12
KgK	74	14	10	14
VK	89	13	10	13

Pohjois-Suomi — Northern Finland

LhK	109	16	11	14
RhK	114	12	9	11
KgK	113	10	9	11
VK	135	13	10	13

<sup>1)</sup> See Table 2.

Taulukko 12. Keski-ikä, pohjapinta-ala, pohjapinta-  
alalla punnittu keskipituus ja valtapituus luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Table 12. Mean age, basal area, mean height weighted by the basal area and dominant height on virgin forested pine mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Ikä, v. Age, years	Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha Basal area, m <sup>2</sup> /ha	Keskipit., m Average height, m	Valtapit., m Dominant height, m
--	--------------------------	--	--	---

Etelä-Suomi — Southern Finland

KgR	76	9	9	11
KR	82	11	9	13
IR	95	9	9	11

Pohjois-Suomi — Northern Finland

KgR	123	7	9	11
KR	118	8	8	11
IR	123	7	8	10

<sup>1)</sup> See Table 3.



Taulukko 13. Keskitilavuus ja vuotuinen tilavuuskasvu (sekä näiden vaihteluvälit) luonnontilaisten aitojen korprien kasvillisella metsämaalla.

Table 13. Average stand volume and annual volume increment (and their variation) on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Keskitilavuus Stand volume m <sup>3</sup> /ha	Tilavuuskasvu Volume increment m <sup>3</sup> /ha · a
Etelä-Suomi — Southern Finland		
LhK	106 (17—201)	6,4 (3,1—12,0)
RhK	66 ( 5—223)	4,2 (0,9— 8,1)
KgK	72 ( 9—177)	3,3 (0,3—11,0)
VK	69 ( 9—222)	2,8 (0,4— 7,3)
Pohjois-Suomi — Northern Finland		
LhK	85 (17—191)	2,8 (0,7— 6,6)
RhK	54 ( 5—109)	1,7 (0,5— 6,3)
KgK	49 ( 6—168)	1,6 (0,1—10,2)
VK	66 ( 4—262)	1,7 (0,2— 4,6)

<sup>1)</sup> See Table 2.

seen lehtokorpi, ruoho- ja heinäkorpi, kangaskorpi ja varsinainen korpi. Kahden ensiksi mainitun ja kahden viimeksi mainitun välillä ei ole kuitenkaan suurta eroa (ks. kuva 3). Heikuraisen (1971) mustikkakorville ja puolukkakorville esittämät kasvun kuvaajat (kuorellisiksi korjattuina) asettuvat varsinaisten korprien ja kangaskorprien väliin (kuva 3). Sitä vastoin ruoho- ja heinäkorvelle Heikuraisen (1971, s. 16) on saanut huomattavasti pienempiä tilavuuskasvuja kuin mihin tämän tutkimuksen aineiston perusteella on päädytty.

Pohjois-Suomessa eri korpityyppien kasvun kuvaajissa ei ole samaa järjestelmällisyyttä; metsikön tilavuuden kasvaessa kangaskorprien kasvu jopa ylittää rehevämpien korpityyppien keskikasvut (kuva 4). Heikuraisen (1971) Pohjois-Suomen aineistossa olleiden neljän ruoho- ja heinäkorpea edustaneen koealan kasvuluvut ovat samaa suuruusluokkaa kuin tässäkin selvityksessä.

Kangasrämeiden ja korpirämeiden kasvut ovat keskenään samalla tasolla sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa (kuvat 5 ja 6). Mitä suurempi on metsikön tilavuus, sitä suurempia ovat kasvuerot edellisten ja isovarpuisen rämeen välillä erityisesti Etelä-Suomessa. Metsikön tilavuuden ja tilavuuskasvun välinen korrelaatio on heikoin Pohjois-Suomen isovarpuisilla rämeillä, joilla koealojen vuotuinen keskikasvu jää alle 1 m<sup>3</sup>/ha:n (kuva 6, taulukko 14).

Taulukko 14. Keskitilavuus ja vuotuinen tilavuuskasvu (sekä näiden vaihteluvälit) luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvillisella metsämaalla.

Table 14. Average stand volume and annual volume increment (and their variation) on virgin forested pine mires on productive forest land.

Suotyyppi Mire site type <sup>1)</sup>	Keskitilavuus Stand volume m <sup>3</sup> /ha	Tilavuuskasvu Volume increment m <sup>3</sup> /ha · a
Etelä-Suomi — Southern Finland		
KgR	43 ( 5—134)	1,6 (0,1—5,5)
KR	53 ( 9—156)	2,2 (0,4—5,9)
IR	45 (11—120)	1,4 (0,3—4,0)
Pohjois-Suomi — Northern Finland		
KgR	35 ( 2—197)	1,0 (0,1—5,5)
KR	39 ( 4—137)	1,1 (0,2—3,1)
IR	29 ( 6— 76)	0,9 (0,4—1,7)

<sup>1)</sup> See Table 3.

Heikuraisen (1971, s. 19) aineistossa Etelä-Suomen isovarpuiset rämeet olivat melko vähäpuustoisia (3—44 m<sup>3</sup>/ha) ja vuotuinen kuorellinen keskikasvu oli vain 0,6 m<sup>3</sup>/ha (ks. myös kuva 5).

Nummisen (1956, s. 14—15) Keski-Suomen ojittamattomilta rämeiltä keräämä aineisto sisälsi myös korpirämeitä (KR) ja isovarpuisia rämeitä (IR), joille oli saatu seuraavat, tässä yhteydessä kuorellisiksi muunnetut, keskimääräiset tilavuus- ja tilavuuskasvutunnukset:

	Koealoja	Keskim. tilavuus m <sup>3</sup> /ha	Keskim. til.kasvu m <sup>3</sup> /ha · a
KR	17	31	1,5
IR	10	32	1,0

Nämä tilavuuskasvuluvut ovat jonkin verran alhaisempia kuin tässä tutkimuksessa. Ero voi johtua siitä, että Nummisen (1956) aineisto on ilmeisesti sisältänyt sekä kasvullisen että huonokasvuisen metsämaan korpirämeitä ja isovarpuisia rämeitä.

Metsikön tilavuus selittää vain 25—57 % korprien ja 15—48 % rämeiden tilavuuskasvun suotyyppittäisestä vaihtelusta (ks. taulukot 15 ja 16 sekä kuva 7). Tämän vuoksi oli tarkoituksenmukaista selvittää myös metsikön runkoluvun ja keski-ään vaikutusta tilavuuskasvuun, josta ei luonnontilaisilta soilta ole aikaisempaa tutkimustietoa. Tarkastelun

Taulukko 15. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten korprien kasvullisella metsämaalla.  
 Table 15. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period on virgin forested spruce mires on productive forest land.

Selitettävä muuttuja — Dependent variable  $\ln(I_v)$

Muuttuja	Etelä-Suomi — Southern Finland				Pohjois-Suomi — Northern Finland			
	Yhtälö ja suotyypit — Function and mire site type <sup>1)</sup>							
Variable	1 LhK	2 RhK	3 KgK	4 VK	5 LhK	6 RhK	7 KgK	8 VK
	Kerroin — Coefficient							
Vakio	+0,1520	-0,7719	-1,7270	-1,8163	-1,0165	-1,4882	-2,9581	-2,2367
$\ln V$	+0,3750	+0,5560	+0,6965	+0,6836	+0,4795	+0,5176	+0,8977	+0,6762
$S_m$	0,4221	0,7265	0,5969	0,6253	0,6381	0,6715	0,8319	0,7350
$S_f$	0,3356	0,5004	0,4289	0,4664	0,5649	0,5042	0,5468	0,5408
$R^2$	0,417	0,555	0,487	0,449	0,250	0,472	0,571	0,465
n	14	17	175	102	24	17	142	81

<sup>1)</sup> See Table 2.

Taulukko 16. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten rämeiden kasvullisella metsämaalla.

Table 16. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period on virgin forested pine mires on productive forest land.

Selitettävä muuttuja — Dependent variable  $\ln(I_v)$

Muuttuja	Etelä-Suomi — Southern Finland			Pohjois-Suomi — Northern Finland		
	Yhtälö ja suotyypit — Function and mire site type <sup>1)</sup>					
Variable	9 KgR	10 KR	11 IR	12 KgR	13 KR	14 IR
	Kerroin — Coefficient					
Vakio	-2,3060	-2,2447	-1,6770	-2,2167	-1,9601	-0,9874
$\ln V$	+0,7688	+0,7713	+0,5341	+0,6332	+0,5692	+0,2656
$S_m$	0,7563	0,6358	0,5241	0,7465	0,6132	0,4293
$S_f$	0,5492	0,4708	0,4190	0,6123	0,4809	0,4030
$R^2$	0,479	0,462	0,377	0,331	0,394	0,151
n	84	57	41	173	66	28

<sup>1)</sup> See Table 3.

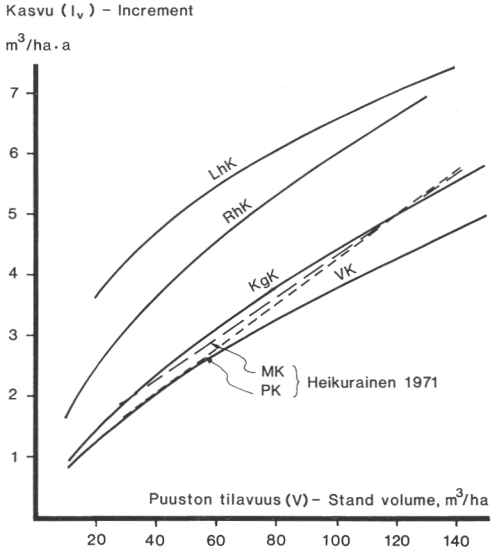
ulkopuolelle jätettiin lehtokorvet ja ruohokorvet, joissa koealamäärä oli vähäinen. Tulokset on esitetty liitteissä 1—5 (yhtälöt 15—42).

Yhtälöiden jäännöshajonta pienenee yleensä enemmän otettaessa selittäjäksi metsikön tilavuuden lisäksi ikä kuin runkoluku. Näyttää myös siltä, että Etelä-Suomen luonnontilaisilla soilla voidaan metsikön kasvua selittää suhteellisen luotettavasti tilavuuden ja joko iän tai runkoluvun avulla. Pohjois-Suomessa sitä vastoin sekä ikä että runkoluku näyttävät olevan metsikön tilavuuden ohella merkittäviä tilavuuskasvun selittäjiä (liitteet 1—5).

Yhtälöiden käyttöä on havainnollistettu varsinaisten korprien Etelä-Suomen koeala-

aineiston perusteella siten, että käytettäessä ikää luokittelutekijänä (kuva 8) runkoluku on vakioitu keskiarvoa vastaavaksi (2633/ha). Runkoluvun vaikutusta havainnollistettaessa (kuva 9) on taas ikänä käytetty aineiston keski-ikä (89 vuotta). Metsikön tilavuuskasvu suurenee tilavuuden suuretessa sitä jyrkemmin, mitä nuoremasta metsiköstä on kyse (kuva 8) ja metsikön runkoluvulla on kasvun tasoa nostava vaikutus (kuva 9).

Varsinaisten korprien koko maan kattavasta koeala-aineistosta (n = 183) laadittiin esimerkin vuoksi myös sellainen tilavuuskasvun selitysyhtälö, jossa selittäjinä olivat metsikön tilavuuden lisäksi ikä, runkoluku ja lämpösumma (yhtälö 26, liite 2). Kullekin koealalle käytettiin ao. piirimetsälautakunta-alueen

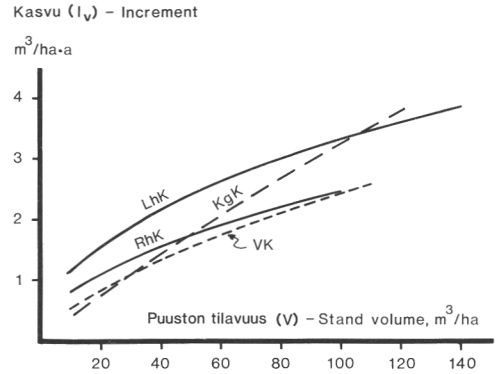


Kuva 3. Tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) välinen riippuvuus Etelä-Suomen luonnontilaisten aitojen korprien kasvullisella metsämaalla (taulukko 15, yhtälöt 1–4).

Heikuraisen (1971) alunperin kuorettomina esittämät kasvuluvut on muunnettu kuvaan kuorellisiksi.

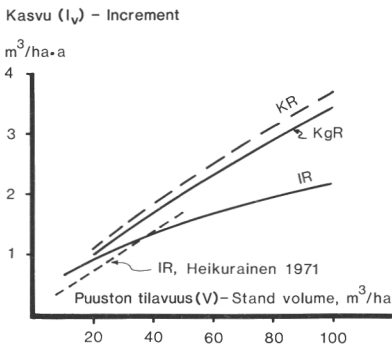
Fig. 3. Dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands on South-Finnish virgin forested spruce mires on productive forest land (Table 15, functions 1–4).

Heikurainen's (1971) originally under-bark increment values have been transformed into over-bark ones.



Kuva 4. Tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja ( $V$ ) tilavuuden välinen riippuvuus Pohjois-Suomen luonnontilaisten aitojen korprien kasvullisella metsämaalla (taulukko 15, yhtälöt 5–8).

Fig. 4. Dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands on North-Finnish virgin forested spruce mires on productive forest land (Table 15, functions 5–8).

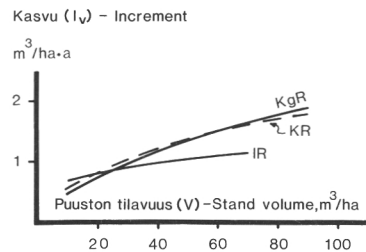


Kuva 5. Tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) välinen riippuvuus Etelä-Suomen luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvullisella metsämaalla (taulukko 16, yhtälöt 9–11).

Heikuraisen (1971) kuorettoman kasvun kuvaaja on muunnettu esittämään kuorellista kasvua.

Fig. 5. Dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands on South-Finnish virgin forested pine mires on productive forest land (Table 16, functions 9–11).

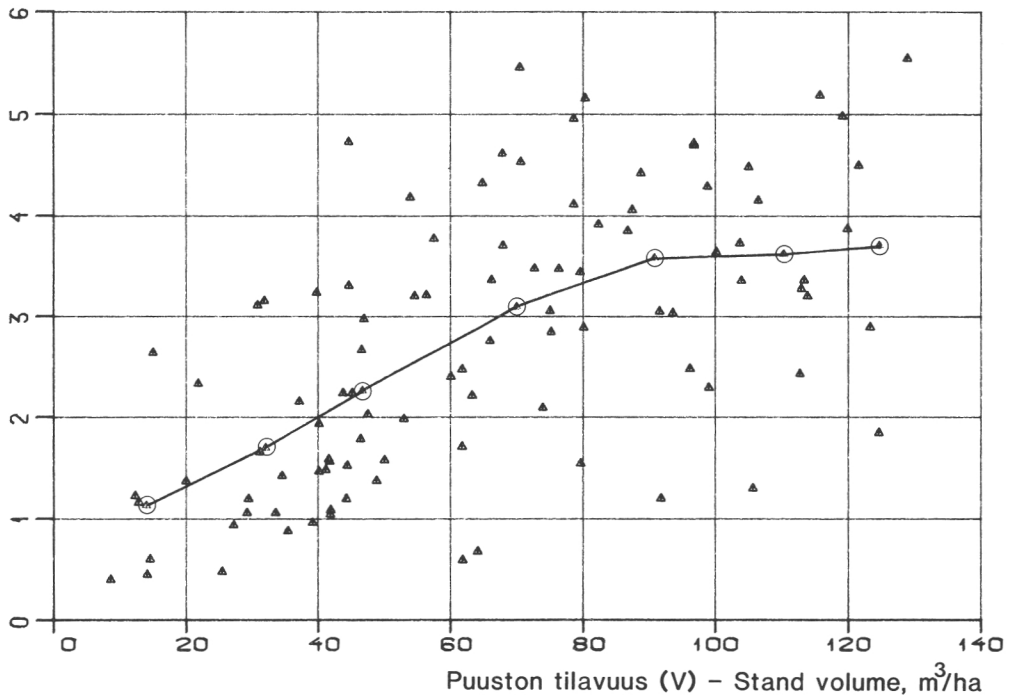
Heikurainen's (1971) originally under-bark increment values have been transformed into over-bark ones.



Kuva 6. Tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) välinen riippuvuus Pohjois-Suomen luonnontilaisten aitojen rämeiden kasvullisella metsämaalla (taulukko 16, yhtälöt 12–14).

Fig. 6. Dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands on North-Finnish virgin forested pine mires on productive forest land (Table 16, functions 12–14).

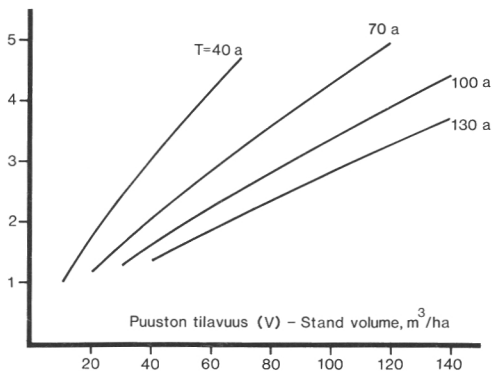
Kasvu ( $I_v$ ) - Increment  $m^3/ha \cdot a$



Kuva 7. Esimerkki tilavuuskasvun ( $I_v$ ) vaihtelusta tilavuuden ( $V$ ) mukaan Etelä-Suomen luonnontilaisten varsinaisten korpien (VK) kasvullisella metsämaalla (taulukko 15, yhtälön 4 lähtöaineisto).

Fig. 7. Example of the dependence of the variation in volume increment ( $I_v$ ) on the stand volume ( $V$ ) on South-Finnish virgin *Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamps (VK) on productive forest land (Table 15, basic data for function 4).

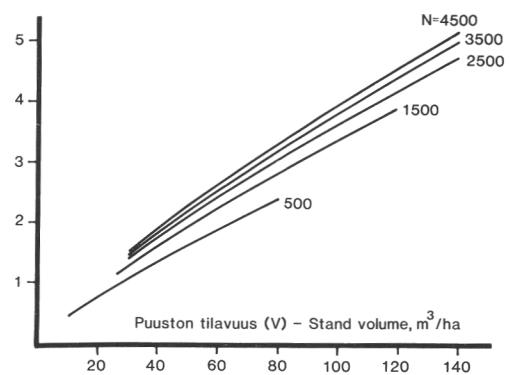
Kasvu ( $I_v$ ) - Increment  
 $m^3/ha \cdot a$



Kuva 8. Esimerkki tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) suhteesta ikäluokittain (T) Etelä-Suomen luonnontilaisten varsinaisten korpien (VK) kasvullisella metsämaalla (yhtälön 22 mukaan, liite 2; ks. myös kuva 3).

Fig. 8. Example of the dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands by age class ( $T$ ) on South-Finnish virgin *Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamps (VK) on productive forest land (according to function 22, Appendix 2; see also Fig. 3).

Kasvu ( $I_v$ ) - Increment  
 $m^3/ha \cdot a$



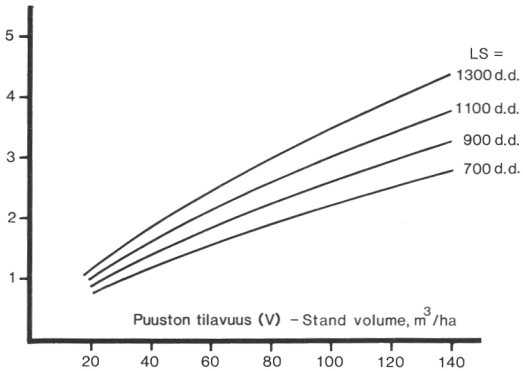
Kuva 9. Esimerkki tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) suhteesta runkolukuluokittain (N) Etelä-Suomen luonnontilaisten varsinaisten korpien (VK) kasvullisella metsämaalla (yhtälön 22 mukaan, liite 2; ks. myös kuva 3).

Fig. 9. Example of the dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands by stem number class ( $N$ , stems/ha) on South-Finnish virgin *Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamps (VK) (according to function 22, Appendix 2; see also Fig. 3).



Kasvu ( $I_v$ ) - Increment

$m^3/ha \cdot a$



Kuva 10. Esimerkki tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ja tilavuuden ( $V$ ) suhteesta lämpösoma-alueittain ( $LS$ ) luonnontilaisten varsinaisten korprien ( $VK$ ) kasvullisella metsämaalla (yhtälön 26 mukaan, liite 2; ks. myös kuva 3).

Fig. 10. Example of the dependence between the volume increment ( $I_v$ ) and the volume ( $V$ ) of stands by temperature sum regions ( $LS$ ) on virgin *Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamps ( $VK$ ) on productive forest land (according to function 2, Appendix 2; see also Fig. 3).

keskimääräistä lämpösoman arvoa. Yhtälö selitti tilavuuskasvun vaihtelusta 81 %. Vastaavasti Laineen ja Starrin (1979) tutkimuksessa puuston tilavuus ja kasvupaikan lämpösoma selitti — tosin eri kasvumallia sovellettaessa — noin 60 % ojitettujen mustikkakorprien tilavuuskasvun vaihtelusta. Ha-

vainollistettaessa lämpösoman vaikutusta varsinaisten korprien tilavuuskasvun ja tilavuuden suhteeseen on runkoluku (2323/ha) ja ikä (109 vuotta) vakioitu vastaamaan a.o. kasvupaikan koko maan keskiarvoja (kuva 10).

#### 4. LUONNONTILAISTEN SOIDEN PUUSTON KASVUN ARVIOIMINEN

Metsikön menneen ja tulevan jakson kasvun ennustaminen on yleensä vaikea tehtävä. Koska kairauksiin nojautuva kasvuennuste on työläs ja merkittävä kustannustekijä kasvun arvioinnissa, käytetään tällä hetkellä usein kasvun ennustamiseen yhtälöitä.

Kasvuyhtälöt voidaan perustaa yksinkertaisiin metsikkö- ja puutunnuksiin, jotka selvitetään maastomittauksessa tilavuuden määrittämisen yhteydessä. Luonnontilaisten soiden puustojen kasvun arvioimiseen voidaan periaatteessa käyttää samanlaisia kasvumalleja kuin kangasmaalla (ks. esim. Gustavsen 1977) ja ojitetuilla soilla (ks. esim. Laine ja Starr 1979), mutta tunnusten, joihin kasvu-arviointi perustuu, ei välttämättä tarvitse olla samoja.

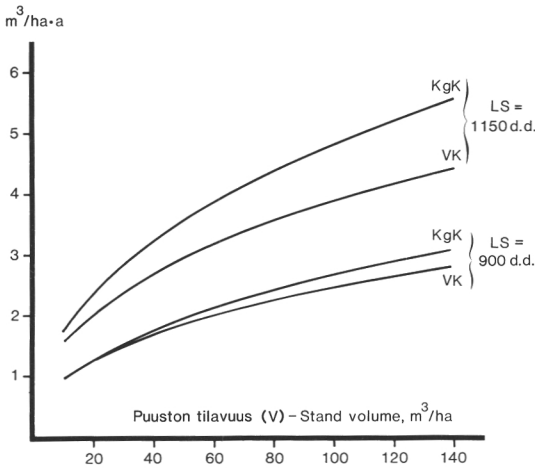
Edellisessä luvussa esitetty tarkastelu selitysyhtälöiden (menneen kasvun arviointia varten) muuttujien merkitevyvyydestä kasvuun osoitti, että suopuustojen kasvun vaihtelua ei voida selittää riittävän luotettavasti pelkällä tilavuudella. Laine ja Starr (1979) ovatkin

ojitusalueiden puustoissa kokeilleet kasvun selittäjinä metsikön tilavuuden lisäksi suotyypeittäin useita erilaisia tunnuksia kuten esim. metsäojitusboniteetti, metsikön ikä, ojituksesta kulunut aika, sarkaleveys, turpeen syvyys ja alueen lämpösoma. Mainittakoon tässä yhteydessä, että Minnesotan luonnontilaisten soiden mustakuusikoissa on puuston kasvun ennustamiseen käytetty pohjapinta-alaa, ikää ja kasvupaikkaindeksiä (Perala 1971).

Koska suometsikön runkoluku on käytännössä helpompi ja luotettavampi määrittää kuin metsikön ikä, laadittiin ennusteyhtälöt (yhtälöt 43—46, taulukko 17) siten, että muuttujina olivat tilavuuden lisäksi metsikön runkoluku ja lämpösoma. Kullekin aineiston koelalle on käytetty ko. piirimetsälautakunnan alueelle määritettyä keskimääräisen lämpösoman arvoa.

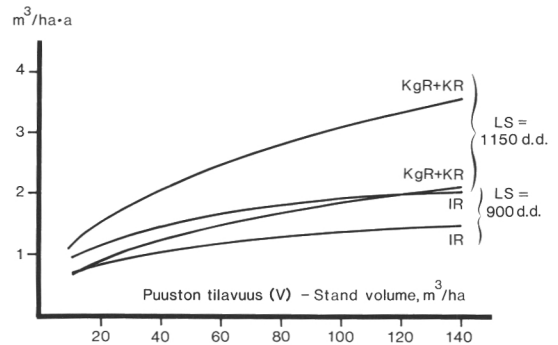
Kuvissa 11 ja 12 on esitetty esimerkkejä yhtälöiden (43—46) antamista kasvuennusteista. Runkoluvut edustavat kuvissa tutki-

Kasvu ( $I_v$ ) - Increment



Kuva 11. Kasvullisen metsämaan luonnontilaisten kangaskorpien (KgK) ja varsinaisten korpien (VK) tulevan 5-vuotiskauden keskimääräisen vuotuisen tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ennuste (yhtälöiden 43 ja 44 mukaan, liite 6) lämpösummavyöhykkeille 1150 d.d. ja 900 d.d., kun runkoluku on vakioitu tasolle 2500/ha.  
 Fig. 11. Mean annual volume increment ( $I_v$ ) prognosis for the next 5-year period on virgin paludified *Vaccinium myrtillus* spruce forest (KgK) and *V. vitis-idaea* spruce swamp (VK) on productive forest land in the temperature regions 1150 d.d. and 900 d.d. when the stem number has been stabilized at 2500 stems per hectare (according to functions 43 and 44, Appendix 6).

Kasvu ( $I_v$ ) - Increment



Kuva 12. Kasvullisen metsämaan luonnontilaisten kangasrämeiden (KgR), korpisavun rämeiden (KR) ja isoviruisien rämeiden (IR) tulevan 5-vuotiskauden keskimääräisen vuotuisen tilavuuskasvun ( $I_v$ ) ennuste (yhtälöiden 45 ja 46 mukaan, liite 6) lämpösummavyöhykkeille 1150 d.d. ja 900 d.d., kun runkoluku on vakioitu tasolle 1700/ha.  
 Fig. 12. Mean annual volume increment ( $I_v$ ) prognosis for the next 5-year period on virgin paludified pine forest (KgR), spruce-pine swamp (KR) and dwarf-shrub pine bog (IR) on productive forest land in the temperature regions 1150 d.d. and 900 d.d. when the stem number has been stabilized at 1700 stems per hectare (according to functions 45 and 46, Appendix 6).

Taulukko 17. Tilavuuskasvun ( $I_{v5}$ ) ennusteyhtälöt luonnontilaisten aitojen suotyypin puustoille kasvullisella metsämaalla.

Table 17. Functions for predicting the volume increment during the future 5-year period ( $I_{v5}$ ) for stands on virgin forested mire site types on productive forest land.

Selitettyvä muuttuja — Dependent variable  $\ln(I_{v5})$

Muuttuja Variable	Yhtälö ja suotyyppi — Function and mire site type <sup>1)</sup>			
	43 KgK	44 VK	45 KgR+KR	46 IR
	Kerroin — Coefficient			
Vakio	-4,7477	-4,3919	-4,4465	-3,3035
$\ln V$	+0,4417	+0,4000	+0,4409	+0,2887
$\ln N$	+0,4008	+0,4398	+0,3679	+0,3658
LS	+0,0024	+0,0018	+0,0021	+0,0013
$S_m$	0,8299	0,7316	0,7812	0,5254
$S_f$	0,4657	0,4484	0,4775	0,3666
$S_c\%$	49,2	47,2	50,6	37,9
$R^2$	0,688	0,631	0,629	0,534
n	317	183	380	69

<sup>1)</sup> See Tables 2 and 3.

muksen koko maan aineistojen keskiarvoja ja lämpösumman arvot Etelä- ja Pohjois-Suomen alueita.

Korostettakoon, että yhtälöt saattavat antaa huomattavan virheen (yli 45 %) yksittäisen suometsikön kasvun arvioinnissa. Virhe on keskimäärin suurempi, kuin mihin kangasmetsien vastaavan aineiston perusteella kehitetyt yhtälöt johtavat (vrt. Gustavsen 1977). Tämä johtuu nimenomaan siitä, että ikä ei ole mukana kasvun arvioinnissa. Sen takia on liitteessä 6 esitetty myös iän sisältävät ennusteyhtälöt (yhtälöt 43–50), jotka antavat pienemmän virheen kasvuennusteeseen. Kuitenkin suuralueen puuston kasvun arvioinnissa yhtälöt ovat merkittävästi luotettavampia kuin yksittäisille metsiköille. Lämpösamma mahdollistaa yhtälöiden käytön alueellisiin kasvun arviointeihin.

Ennusteyhtälöt (yhtälöt 43–50) antavat tuloksena tulevan viiden vuoden summakasvun. Kuitenkin kuvissa 11 ja 12 kasvuluvut

on esitetty viiden vuoden jakson keskimääräisenä vuotuisena kasvuna. On syytä korostaa, että kaikki esitetyt yhtälöt ovat lyhyen (5 vuotta) kasvujakson arviointia varten. Niitä ei ole varsinaisesti tarkoitettu pitkän (yli 15 vuoden) jakson arviointia varten, koska kas-

vumallit voivat antaa epäloogisia tuloksia, jos metsikön kehitystä simuloidaan pitkälle eteenpäin. Jos yhtälöitä kuitenkin haluttaisiin käyttää esim. koko kiertoaikaa koskevissa laskelmissa, tulee puustojen kehityksen noudattaa määrättyjä harvennusmalleja.

## 5. TULOSTEN TARKASTELU

Tämän tutkimuksen aineisto perustuu vuosina 1951—1953 suoritettuun valtakunnan metsien inventointiin, jossa maat luokiteltiin kasvulliseen ja huonokasvuiseen metsämaahan ja joutomaahan (ks. Ilvessalo 1951, s. 16). Tutkimus rajattiin käsittämään ko. inventoinnin mukaisen kasvullisen metsämaan ojittamattomat suot (ks. luku 2). Aineistoon sisältyvien suopuustojen luonteen ymmärtämistä vaikeuttaa jonkin verran se, että myöhemmissä inventoinneissa maaluokkien erotteluperusteena on ollut keskimääräinen vuotuinen kasvu 100 vuoden kiertoaikaa käytettäessä: metsämaa (yli  $1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), kitumaa ( $1,0\text{—}0,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) ja joutomaa (alle  $0,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) (esim. Kuusela 1970, s. 7).

Nykyisen luokittelun mukaisen metsämaan ja kitumaan raja ei ole sama kuin 1950-luvun kasvullisen ja huonokasvuisen metsämaan. Nykyisin metsämaahan luetaan vanhan käsitteen mukaisen kasvullisen metsämaan lisäksi huonokasvuisen metsämaan parhaat kuviot ja huonokasvuisen metsämaan heikoin osa on liitetty joutomaahan (ks. esim. Tiihonen 1968, s. 6). Etelä-Suomen osalta tämä merkitsee sitä, että nykyisen käsitteen mukaisen metsämaan ala olisi vuosina 1951—1953 ollut  $11\,060\,000 \text{ ha}$  (Ilvessalo 1963, s. 9) eli 11 % suurempi kuin VMI 3:n mukaisen kasvullisen metsämaan ala ( $9\,958\,000 \text{ ha}$ ) (Ilvessalo 1956, s. 34, ks. myös Yli-Kojola 1985, s. 10). Julkaistujen VMI-tietojen perusteella ei voida kuitenkaan selvittää, kuinka paljon enemmän ja minkälaisia aitoja korpia ja rämeitä olisi aineistossa ollut, jos se olisi käsittänyt senhetkiset luonnontilaiset suot nykyisen metsämaan käsitteen mukaisina. Ilmeistä kuitenkin on, että metsiköiden keskitilavuudet ja -kasvut olisivat olleet jonkin verran alhaisempia kuin tässä esitetyt.

Tulosten vertailu Heikuraisen (1971) isovarpuisiin rämeisiin (kuva 3) ja Nummisen

(1956) korpirämeisiin ja isovarpuisiin rämeisiin osoittaa epäsuorasti, että ainakin näiden kasvupaikkojen kohteita on VMI 3:ssa ilmeisesti luettu myös huonokasvuisiin metsämaihin ja jäänyt siten tämän tarkastelun ulkopuolelle. Toisaalta Heikuraisen (1971) mustikka- ja puolukkakorven samankaltaisuus tämän aineiston varsinaisten korprien ja kangaskorprien kanssa (kuva 3) antaa aiheen päätellä, että aidot korvet ovat yleensä olleet VMI 3:ssa kasvullista metsämaata.

Edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että tämän tutkimuksen antama kuva parhaiden aitojen suotyyppien puustoista on ko. suotyyppiä paremmin edustava kuin karuimmilla tyypeillä. Toisaalta aineisto kuvaa — jo kasvullisen metsämaan määritelmänkin mukaisesti — niitä soita, jotka ojittamattominakin pystyvät kasvamaan tyydyttävää puustoa (Ilvessalo 1951, s. 16) ja joilla siten luonnontilaisinakin on metsätaloudellista merkitystä. Huonokasvuisen metsämaan soilla puustot ovatkin ilmeisesti niin vähäisiä, että niiden metsätaloudellinen hyödyntäminen ei ole mahdollista ilman ojitusta. Siten myös tällaisten soiden ojitusalueilta mitatut puustojen tilavuudet ja kasvut ovatkin lähes yksinomaan ojituksella ja mahdollisesti lisäksi lannoituksella aikaansaatuja.

Vielä on pidettävä mielessä, että uudistamisen vuoksi aukeat ja vähäpuustoiset tai liiallisen harvennuksen tai harsinnan vuoksi jätemetsiköiksi luetut koelat eivät ole mukana tutkimusaineistossa. Näiden mukana olo olisi vaikeuttanut saatavien keskimääräisten puustotunnusten tulkintaa.

Jo 1950-luvulla ja sen jälkeen on VMI 3:n aineistoa alustavasti hyödynnetty eräiden suotyyppien osalta valtakunnallisten hakkuusuunnitteiden laadinnassa. Tarkasteluun on silloin otettu ruoho- ja heinäkorpi, varsinainen korpi, varsinainen sararäme ja iso-

varpuinen räme. Tuloksia ei ole kuitenkaan esitetty suotyyppikohtaisesti, vaan ko. selvityksen tarkoituksena kannalta samankaltaisina suotyyppiryhminä (ks. Heikurainen 1961, s. 11). Täten näiden kahden samaan maasto-aineistoon perustuvan tutkimuksen keskinäinen vertailu ei ole myöskään mahdollista.

Tässä tutkimuksessa suoritettu läpimittajakauman tarkastelu osoittaa yhtäpitävästi aiempien tutkimusten kanssa (Heikurainen 1971) luonnontilaisten soiden puustojen muistuttavan harsintarakennetta. Runkoluku on näet pienissä läpimittaluokissa erittäin suuri ja vähenee jyrkästi läpimitan kasvaessa. Itse asiassa rinnankorkeuden ylittävässä puustossa voidaan havaita sama ilmiö kuin soilla tavattavassa nk. vaihtuvassa taimiaineksessa (Heikurainen 1954); pieniä ja nuoria yksilöitä on runsaasti ja koon ja iän kasvaessa yksilömäärä pienenee voimakkaasti. Ojitusalueiden metsiä koskevat inventointitutkimukset ovat edelleen osoittaneet, että ojitusheikellällä vallitseva eri-ikäisrakenteisuus säilyy ja jopa korostuu vielä pitkän aikaa ojituksen jälkeen (Hökkä 1986, Keltikangas ym. 1986).

Koska suopuustojen läpimittajakauma poikkeaa oleellisesti normaalijakaumasta, eivät kangasmaiden metsiköille laaditut harvennumallit (pohjapinta-ala/valtapituus) sovellu käsittelytarpeen arvioinnin perustaksi luonnontilaisilla soilla. Runkolukuohjeiden käyttäminen soveltuneekin näitä paremmin metsänhoidollisia toimenpide-ehdotuksia ojituksen yhteydessä harkittaessa (ks. Vuokila 1980, s. 188 ja 193).

Puiden iän ja koon välillä vallitsee yleensä positiivinen korrelaatio myös luonnontilaisilla soilla (Seppälä 1969, s. 28). Eri-ikäisrakenteisen suopuuston keski-ikää ei voida kuitenkaan pitää kovin yksiselitteisenä; sama keski-ikä saattaa eri tapauksissa koostua hyvin eri tavoin (Seppälä 1969, s. 55). Tämän vuoksi tässäkin tutkimuksessa, kuten muissakin suopuustoselvityksissä (esim. Heikurainen 1959, 1971; Seppälä 1969; Heikurainen ja Seppälä 1973), tarkasteltiin aluksi metsiköiden tilavuuskasvua tilavuuden funktiona. Tämä tarkastelutapa mahdollisti myös vertailun Heikuraisen (1971) aiemmin esittämiin tietoihin luonnontilaisten soiden puustojen kasvusta. Kasvuvertailuja tehtäessä on kuitenkin muistettava, että aiemmin kasvuluvut esitettiin kuorettomina mutta nykyään kuorellisina.

Metsikön tilavuus selittää korvissa 25—57 % ja rämeillä 15—48 % suotyyppittäisestä ti-

lavuuskasvun vaihtelusta. Heikuraisen (1971) aineistossa metsikön tilavuus selitti kasvupaikasta riippuen 31—90 % tilavuuskasvun vaihtelusta. Ko. tutkimuksessa oli kuitenkin asetettu varsin tiukat kriteerit koealametsiköille: näkyviä jälkiä hakkuusta ei sallittu ja koealan etäisyyden lähimmästä ojasta oli oltava vähintään 200 metriä. Tämän tutkimuksen aineistossa suotyyppittäisten puuston tilavuuksien ja tilavuuskasvujen vaihteluvälit ovatkin suurempia kuin Heikuraisen (1971) materiaalissa, koska koealajoukkoon hyväksyttiin kaikki kasvullisen metsämaan luonnontilaisten soiden koealat uudistusaloja, jätemetsiköitä ja ”muuta uusittavia metsiköitä” lukuunottamatta. Oletettavaa on myös, että luonnontilaisiksi on merkitty kohteita, joiden vesitalous on saattanut muuttua ao. kuvion ulkopuolella suoritettujen ojitusten vaikutuksesta. Heikurainen (1982) on esimerkiksi selittänyt erään luonnontilaisen suotyyppinäytealaston puuston kasvussa havaitut lisäykset suojelualueen ulkopuolella tehtyjen metsäojitusten vaikutukseksi.

Etelä-Suomen luonnontilaisissa aidoissa korvissa näyttää myös kasvupaikan hyvyys selittävän puuston tilavuuskasvua. Sitä vastoin Pohjois-Suomessa päätyypiryhmien sisällä eri suotyyppisiä edustavien koealojen kasvuntasot eivät juurikaan poikkea toisistaan. Heikurainen (1971) katsoikin, että luonnontilaisten soiden puustojen tilavuuskasvut päätyypiryhmien sisällä selittyvät suuremmissa määrin vesiolojen kuin ravinteisuuden avulla. Samanlaiseen olettamukseen on päädytty alustavissa selvityksissä Albertan luonnontilaisilla *Larix laricina* ja *Picea mariana* kasvavilla soilla; puuston kasvun (valtapituus 45 vuoden rinnankorkeusikä) ja muodostettujen pintakasvillisuusryhmien (suoluokkien) välillä ei voitu todeta selvää riippuvuutta (Härkönen 1985, Mäkitalo 1985).

Tutkimuksen aineiston mukaan metsikön tilavuus selittää vain osan luonnontilaisten soiden puuston kasvun vaihtelusta. Ojitettujen soiden puuston kasvua selvittäessään Seppälä (1969, s. 56) totesikin, että parhaaseen tulokseen ilmeisesti päästäisiin, jos regressiolaskelmin etsittäisiin, mitkä tekijät puuston kuutiomäärän ohella eniten vaikuttavat kasvuun. Tämäntapaisia laskelmia ovatkin Laine ja Starr (1979) sittemmin esittäneet koko maan kattavasta metsäojitettujen soiden aineistosta. Tässä tutkimuksessa pyrittiin samaan päämäärään ojittamattomien soiden



puustoissa ottamalla metsikön tilavuuden lisäksi kasvun selittäjäksi runkoluku, ikä ja alueen lämpösumma. Ikä osoittautui yleensä runkolukua paremmaksi jäännöshajonnan

pienentäjäksi. Ojittamattomien soiden puustojen kasvuista ei ole aikaisemmin tehty tällaisia monimuuttuja-analyysyjä.

## KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Cajander, A. K. 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta For. Fenn. 2(2). 208 s.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. Keskusmetsälautakunta Tapio, Helsinki. Tapio 3/1981. 20 s.
- Finér, L., Heimala-Reimas, R. & Päivänen, J. 1986. Tree stands and ground vegetation on two watersheds (Koivupuro and Suopuro) in the Nurmes-research area. Publ. Water Res. Inst., Nat. Board Waters, Finland. (Painossa — In print).
- Gustavsen, H. G. 1977. Valtakunnalliset kuutiokasvu-yhtälöt. Abstract: Finnish volume increment functions. Folia For. 331. 37 s.
- Heikurainen, L. 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Referat: Über natürliche Verjüngung von Reisermoor-Kiefernbeständen unter Anwendung von Kahlschlag. Acta For. Fenn. 61(27). 21 s.
- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69(1). 279 s.
- 1960. Metsäojitus ja sen perusteet. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo-Helsinki 1960. 378 s.
- 1961. Metsäojituksen vaikutuksesta puuston kasvuun ja poistumaan. Summary: The influence of forest drainage on growth and removal in Finland. Acta For. Fenn. 71(8). 71 s.
- 1971. Virgin peatland forests in Finland. Acta Agr. Fenn. 123: 11—26.
- 1982. Luonnontilaisten soiden metsien kasvu lisääntynyt? Summary: Observations about the influence of forest drainage on the surrounding peatland areas. Suo 33(1): 11—16.
- 1986. Suo-opas. Kirjayhtymä. Helsinki. 51 s.
- & Pakarinen, P. 1982. Mire vegetation and site types. Teoksessa: Laine, J. (Toim.) Peatlands and their utilization in Finland. Finnish Peatland Society — Finnish National Committee of the International Peat Society. Helsinki. s. 14—23.
- & Seppälä, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old forest drainage areas. Acta For. Fenn. 132. 36 s.
- Härkönen, K. 1985. Soiden metsätaloudellista luokittelua Albertassa. Summary: Classifying peatlands for forest drainage and growth in Alberta. Suo 36 (4—5): 77—83.
- Hökkä, H. 1986. Suopuustojen rakenteen kehityksestä ojituksen jälkeen. Konekirjoite Helsingin yliopiston suomensätieteen laitoksella. 59+10 s.
- Ilvessalo, Y. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924. Commun. Inst. For. Fenn. 11: 1—395 ja 1—192.
- 1940. Suomen metsävarat vv. 1936—1938. Commun. Inst. For. Fenn. 28(6). 51 s.
- 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third national forest survey of Finland. Plan and instructions for field work. Commun. Inst. For. Fenn. 39(3). 67 s.
- 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. Commun. Inst. For. Fenn. 47(1). 227 s.
- 1963. IV valtakunnan metsien inventointi. Summary: Fourth national forest inventory. Commun. Inst. For. Fenn. 57(4). 99 s.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930—1978 metsäojitetut suot: Ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930—1978: Results from field surveys of drained areas. Acta For. Fenn. 193. 94 s.
- Kuusela, K. 1970. Suomen eteläpuoliskon metsävarat 1964—68 ja niiden kehittyminen. Summary: Forest resources in southern half of Finland in 1964—68 and their development. Commun. Inst. For. Fenn. 71(1). 69 s.
- Laine, J., Päivänen, J., Schneider, H. & Vasander, H. 1986. Site types at Lakkasuo mire complex. Helsingin yliopiston suomensätieteen laitoksen julkaisuja 8. 35 s.
- & Starr, M. R. 1979. An analysis of the post-drainage stand increment in relation to the peatland site type classification in Finland. Proc. Int. Symp. Classification of peat and peatlands, Hyytiälä, Finland. International Peat Society, Helsinki. s. 147—159.
- Lukkala, O. J. 1939. Soiden metsäojituskelpoisuus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 48 s.
- & Kotilainen, M. J. 1945. Soiden ojituskelpoisuus. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki. 56 s.
- Mäkitalo, A. 1985. Tree growth in relation to site characteristics on selected peatland sites in central Alberta. M.Sc. -thesis, the University of Alberta, Dept. Forest Science. 80 s.
- Numminen, E. 1956. Tutkimus männiköiden rakenteesta ja hoidosta ojittamattomilla rämeillä eräissä Keski-Suomen ja Itä-Hämeen metsänhoitolautakuntien pitäjissä. Konekirjoite Helsingin yliopiston suomensätieteen laitoksella. 65+9 s.
- Paaivilainen, E. & Tiihonen, P. 1984. Etelä- ja Keski-Suomen suomensät vuosina 1951—1981. Summary: Peatland forests in southern and central Finland in 1951—1981. Folia For. 580. 20 s.
- & Tiihonen, P. 1985. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suomensät vuosina 1951—1983. Summary: Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951—1983. Folia For. 617. 19 s.

- Perala, D. A. 1971. Growth and yield of black spruce on organic soils in Minnesota. USDA -Forest Service, Res. Paper NC - 56. 16 s.
- Reinikainen, A., Vasander, H. & Lindholm, T. 1984. Plant biomass and primary production of southern boreal mire-ecosystems in Finland. Proc. 7th Int. Peat Congr. 4: 1—20.
- Seppälä, K. 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemailla. Summary: Post-drainage growth rate of Norway spruce and Scots pine on peat. Acta For. Fenn. 93. 89 s.
- Tiihonen, P. 1968. IV valtakunnan metsien inventointi. 4. Suomen metsävarat vuosina 1960—63. Summary: Fourth national forest inventory in Finland. 4. Forest resources in Finland in 1960—63. Commun. Inst. For. Fenn. 66(3). 30 s.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. Werner Söderström Osakeyhtiö. Porvoo. 256 s.
- Yli-Kojola, H. 1985. Metsän ikärakenteen kehitys. Summary: The development of age-class composition. Folia For. 634. 20 s.

Total of 36 references

## SUMMARY

### Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland

#### 1. Introduction

Finland's total mire area has originally been about 10.4 million hectares. In the course of time some 0.7 million hectares have been cleared for cultivation. Some mires produce timber in their natural state, but forest drainage has made timber production the most extensive mode of utilizing mires economically. The total land area that has been drained for forestry already exceeds 5.7 million hectares although a part of it is drained mineral land.

The present study is an attempt to describe, on the basis of data obtained from the 3rd National Forest Inventory carried out in 1951—1953, the essential features of forest stands on virgin mires by site type and geographical region. The aim of the study is to find a reference point for the estimation of the increase in timber production to be obtained through forest drainage and fertilization. The study material has the advantage that the nomenclature of Cajander's (1913) mire site classification was used in the field work. The same classification has been used in the estimation of suitability for drainage of mires of different types (Lukkala and Kotilainen 1945). Moreover, at the time of the inventory most of Finland's mires were still in their natural state.

With regard to natural history, too, the present study offers information about the tree stands growing on different peatland site types at a time when human activity on mires was still small compared to the situation today.

#### 2. Material of the study, its selection and analysis

The material in the study covers the whole country and is a subsample of sample plot data taken from the 3rd National Forest Inventory (1951—53). The procedures followed in locating the sample plots and

measuring the tree stands has been described in detail in the instructions for the field work concerned (Ilvessalo 1951). This study is based on sample plots (0,1 ha) located on peatlands belonging to the category of productive forest land. The methods used to statistically handle the material of the study are fully comparable to those used by Gustavsen (1977) in his study of the stand increment on mineral soils.

It was decided to restrict the presentation of the results to cover only the following genuine forested mire site types:

##### Spruce mires

- Eutrophic paludified hardwood-spruce forest (LhK)
- Herb-rich hardwood-spruce swamp (RhK)
- Paludified *Vaccinium myrtillus* spruce forest (KgK)
- Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamp (VK)

##### Pine mires

- Paludified pine forest (KgR)
- Spruce-pine swamp (KR)
- Dwarf-shrub pine bog (IR)

For the Finnish peatland site type terminology, see Heikurainen and Pakarinen (1982) and Laine et al. (1986).

Consequently, the material of this study (cf. Tables 2 and 3) consists of 574 sample plots representing spruce mires and 452 sample plots representing pine mires in the category of forest land.

To describe, by means of different characteristics ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), the average development of the absolute volume increment with bark ( $y$ ) in post-drainage stands in Finland, Laine and Starr (1979) used an additive multivariate regression model. In the present study, however, like in similar growth studies in stands on mineral soils in Finland, the effect of different factors is analysed with the aid of a multiplicative function. Written in a linear form the following model was used:

$$\ln y = \ln a + b_1 \cdot \ln x_1 + b_2 \cdot \ln x_2 + \dots + b_n \cdot \ln x_n$$

In this model  $a$ ,  $b_1$  .....  $b_n$  are parameters that have to be estimated. The model was used for both explaining and predicting increment, and the parameters concerned were calculated using regression analysis.

### 3. Stand characteristics pertaining to genuine mire site types in their natural state

#### 31. Silvicultural condition and structure of the stands

The silvicultural condition of the tree stands was usually better in the genuine pine than in the genuine spruce mire stands (Tables 4 and 5). This is probably due to the fact that the admixture of broad-leaved trees is smaller in pine mires than in spruce mires (see also Tables 6 and 7), and, consequently, there is less need for silvicultural measures. Also the number of stems is lower in pine than in spruce mires (Tables 8 and 9). A quarter of the tree stands growing on paludified *Vaccinium myrtillus* spruce forest (KgK) sites and more than a fifth of those growing in paludified pine forest (KgR) sites had received cuttings resembling selective from above (Tables 4 and 5). Thus it seems that the selective cuttings have been biased towards sites with a shallow peat layer which in most cases have probably been located near mineral land. In the case of these site types, the number of trees that have reached saw-timber dimensions is usually larger than in other virgin site types.

#### 32. Tree species composition

In virgin spruce mires the proportion of hardwoods (mainly birch) in the total stand volume is considerable, 24...61 % on the average (Table 6). This share of hardwoods is higher in this study than in Heikurainen's (1971) material from corresponding spruce mire types.

As genuine pine mires have a poorer trophic status than genuine spruce mires, the proportion of hardwoods in the stand volume is lower in pine mires, averaging 9...27 % (Table 7). Spruce-pine swamps (KR) are intermediate forms between spruce and pine mires, and consequently, the shares of spruce in the stand volume is high on these sites; in southern Finland almost one fourth and in northern Finland one third of the total volume.

#### 33. Number of stems, mean diameter and diameter distribution

The trophic status of virgin mires is reflected by the number of stems; in spruce mires rich in nutrients, the stem numbers are considerably higher than in spruce mires poor in nutrients (Table 8), and correspondingly, in spruce-pine swamps (KR) the stem number is higher than in paludified pine forest (KgR) and dwarf-shrub pine bog (IR) (Table 9). Likewise, the worsening in growing conditions from south to north is seen in the lower stem numbers in northern Finland (Tables 8 and 9).

The diameter distribution (Figs. 1 and 2) gives a better

description of the size of the trees forming the stand than the mean diameter (Table 10). It can be seen for each of the mire site types studied, that the tree stands on virgin mires consist of trees of all diameters, and that the number of stems sharply decreases with increasing diameter (cf. Heikurainen 1971). Thus the structure of the tree stands resembles that of a selection forest even when no cuttings have been carried out. It is also seen that for each of the site types studied, there are no major differences in the diameter distribution between the southern and the northern parts of the country (Figs. 1 and 2).

#### 34. Age

The mean ages obtained for both spruce (Table 11) and pine mires (Table 12) are higher in northern Finland than in southern Finland in all the site types studied. In the nutrient rich spruce mires in southern Finland the mean stand age seems to be lower than that of poorer spruce mires, too.

#### 35. Mean volume and volume increment

Stand volume and the annual volume increment both showed large variation, even within the same mire site types (Tables 13 and 14). The differences in mean volumes make it difficult to make comparisons between the annual volume increment values for different site types.

In yield studies concerning mineral soil forests, the characteristics describing the development of tree stands (e.g. volume increment, dominant height) are usually plotted against the age of the tree stands concerned. However, in the case of stands growing on peat, both virgin and drained mires, stand age has been shown to be a poor indicator of the stage of stand development. For this reason the development of tree stands growing on peat has usually been studied as a function of stand volume (e.g., Heikurainen 1959, 1971; Seppälä 1969; Heikurainen 1971 and Seppälä 1973).

Functions 1—14 were calculated to explain the annual volume increment of stands growing on different mire site types as a function of stand volume (cf. Tables 15 and 16). The same functions are shown in graphical form in Figs. 3—6. In the case of these and all other functions in the text and appendices the constant of the functions has been corrected as required by the transformation into a logarithmic scale. The symbols used in the functions and the tables are explained on p. 2.

When comparing the increment values of this study with those of previous studies it must be kept in mind that they, according to current usage, have been presented on bark.

Stand volume explained, in the case of spruce mires, only 25—57 %, and in the case of pine mires, 15—48 % of the variation in volume increment (cf. Tables 15 and 16 and Fig. 7). It was therefore decided to examine also the influence of other characteristics on the volume increment with the help of multivariable analysis. This has not been done in previous studies for tree stands on virgin peatlands but nevertheless for drained peatlands (cf. Laine and Starr 1979). In addition to the stand volume also the number of stems and stand age were used as independent variables. Because of a lack of sufficient data, the eutrophic paludified hardwood-

spruce forests (LhK) and herb-rich hardwood-spruce swamps (RhK) were left out. The results are given in Appendices 1—5. The residual standard deviation of the functions in most cases seems to decrease more when stand age is used as independent variable together with stand volume than when the number of stems is used in its place.

The increase in volume increment of stands with increasing stand volume is the larger the younger the stand concerned (Fig. 8). An increase in stem number seems to raise the increment level to some extent (Fig. 9).

As an example, a function explaining the volume increment was worked out on the basis of the sample plot material from *Vaccinium myrtillus* + *V. vitis-idaea* spruce swamps (VK) in different parts of the country ( $n = 183$ ). Apart from stand volume, stand age, stem number and temperature sum were used as independent variables (function 26, Appendix 2). This function explained 81 % of the variation in volume increment. For drained *Vaccinium myrtillus* swamps (MK) the stand volume and temperature sum together has been found to explain already 60 % of the volume increment variation (Laine & Starr 1979, p. 154). The influence of the temperature sum on the relation between volume increment and stand volume is described in Fig. 10 using fixed values of stem number (2323/ha) and stand age (109 years), which correspond to the means for the site type concerned for the whole country.

#### 4. Estimation of the stand increment in virgin mires

As taking sample borings is laborious and relatively expensive, functions are often used in increment prognoses. In functions explaining increment for post-drainage stands in Finland stand volume and temperature sum were used (Laine and Starr 1979), but the authors tried a lot of different characteristics as ditch spacing, number of years since drainage, peat depth, stand age and site quality index. In prognoses concerning stand increment in black-spruce stands growing on virgin peat in Minnesota the basal area, age and site index have been used as variables (Perala 1971).

The results of the analysis of increment variation (see Chapter 35 and functions 1—42) were the basis for the prognostic functions presented (functions 43—50). In practice the stem number can be determined more reliably than stand age. Therefore in the functions 43—46 for predicting the future (5-year period) volume increment of a tree stand, number of stems, as well as stand volume and the temperature sum, are included (Table 17). Some examples of the predicted increment using functions 43—46 (Table 17) are shown in Figs. 11 and 12. The volume increment is mean annual increment for the future 5-year period (the functions give the sum increment for the 5-year period). The number of stems represents the mean value for the whole material and the temperature sums used are mean values for the southern and northern parts of Finland.

It ought to be pointed out that the functions may lead to considerable errors (more than 45 %) in the estimation of increment of individual mire forest stands. Generally speaking, the error is larger than when using functions developed on the basis of corresponding material for mineral soil forests (cf. Gustavsen 1977).

This is explicitly due to the fact that stand age is not a basic variable in the increment estimation in functions 43—46. For this reason Appendix 6 contains prognostic functions 47—50 which include stand age, leading to smaller errors in the increment estimations. The functions are naturally more reliable in predicting the increment of peat areas comprising numerous stands than in single stands. All the functions presented (1—50) are for a short period (5 years) increment estimation.

#### 5. Discussion

The data used in this study was collected in 1951—1953 during the 3rd National Forest Inventory, in which the land area was divided into productive and poorly productive forest land and nonproductive land (see Ilvessalo 1951). The study is confined to undrained mires belonging to the category of productive forest land. The material thus describes virgin mires which are able to produce satisfactory tree crops (Ilvessalo 1951), and thus, even in their virgin state are of importance to forestry. On mires belonging to the category of poorly productive forest land, the existing tree stands are so scanty that their use for forestry purposes is impossible without drainage.

Examination of the diameter distribution, in conformity with a previous study (Heikurainen 1971), shows that tree stands growing on virgin mires resemble selection forests i.e. the number of stems is very high in small diameter classes and decreases abruptly with increasing diameter.

Usually, there is a positive correlation between the age and size of trees. However, in the case of the uneven-aged stands that grow on peatlands, mean age cannot be considered unambiguous; the same mean age may be composed in completely different ways. Therefore, in this study, as in several other studies of tree stands growing on peatland (e.g., Heikurainen 1959, 1971; Seppälä 1969; Heikurainen and Seppälä 1973), the volume increment of the tree stands was first examined as a function of stand volume. This mode of examining the material also made it possible to make comparisons with increment data of tree stands growing on virgin mires previously presented by Heikurainen (1971). Before these comparisons the originally under-bark increment values were transformed into over-bark ones using the bark percentages obtained in this material.

It seems, in the case of South-Finnish genuine spruce mires, that the trophic status of the site is reflected by the volume increment of the tree stand, too. In the case of North-Finnish main groups of mire site types, on the other hand, there are only slight differences in the increment level between sample plots representing different site types. According to Heikurainen's (1971) opinion, the differences in undrained volume increment among the main groups of site types are better explained by the moisture conditions of the peat than by its nutrient contents.

On the basis of the material it seems that the stand volume explains only a part of the variations in the increment of virgin mire forests; 25—57 % in the case of spruce mires and 15—48 % in the case of pine mires. Stem number and age, and the temperature sum of the region concerned used as additional independent variables explained 58—77 % of the increment. This kind of multivariable analyses of the stand increment on undrained mires have not been made previously.



Liite 1. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten kangaskorpien (KgK) puustoille kasvullisella metsämaalla (ks. myös taulukko 15, yhtälöt 3 ja 7).

*App. 1. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period in KgK on forest land (see also Table 15, functions 3 and 7).*

Selitettävä muuttuja — *Dependent variable*  $\ln(I_v)$

Alue Area	Suotyyppi Site type <sup>1)</sup>	Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	T-arvo T-value
<i>yhtälö 15 — function 15</i>					
E-Suomi <i>S-Finland</i>	KgK	Vakio	-3,2633	—	—
		ln V	+0,6705	0,0520	12,9
		ln N	+0,2128	0,0484	4,4
$S_m = 0,5969, S_f = 0,4078, R^2 = 0,539, n = 175$					
<i>yhtälö 16 — function 16</i>					
E-Suomi <i>S-Finland</i>	KgK	Vakio	+0,7715	—	—
		ln V	+0,7842	0,0442	17,8
		ln T	-0,6837	0,0681	-10,0
$S_m = 0,5969, S_f = 0,3416, R^2 = 0,676, n = 175$					
<i>yhtälö 17 — function 17</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	KgK	Vakio	-5,8888	—	—
		ln V	+0,7167	0,0520	+13,8
		ln N	+0,4827	0,0456	+10,6
$S_m = 0,8319, S_f = 0,4083, R^2 = 0,762, n = 142$					
<i>yhtälö 18 — function 18</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	KgK	Vakio	+0,7780	—	—
		ln V	+0,9854	0,0416	+23,7
		ln T	-0,8958	0,0606	-14,8
$S_m = 0,8319, S_f = 0,3422, R^2 = 0,833, n = 142$					
<i>yhtälö 19 — function 19</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	KgK	Vakio	-1,4991	—	—
		ln V	+0,8790	0,0432	+20,3
		ln T	-0,6814	0,0690	- 9,9
		ln N	+0,2278	0,0435	+ 5,2
$S_m = 0,8319, S_f = 0,3138, R^2 = 0,861, n = 142$					

<sup>1)</sup> See Table 2.

Liite 2. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten varsinaisten korprien (VK) puustoille kasvullisella metsämaalla (ks. myös taulukko 15, yhtälöt 4 ja 8).  
*App. 2. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period in VK on forest land (see also Table 15, functions 4 and 8).*

Selitettävä muuttuja — *Dependent variable*  $\ln(I_v)$

Alue <i>Area</i>	Suotyyppi <sup>1)</sup> <i>Site type</i>	Muuttuja <i>Variable</i>	Kerroin <i>Coefficient</i>	Keskivirhe <i>Mean error</i>	T-arvo <i>T-value</i>
yhtälö 20 — <i>function 20</i>					
E-Suomi <i>S-Finland</i>	VK	Vakio	-4,4538	—	—
		ln V	+0,6801	0,0650	+10,5
		ln N	+0,3438	0,0568	+ 6,0
$S_m = 0,6253, S_f = 0,4005, R^2 = 0,598, n = 102$					
yhtälö 21 — <i>function 21</i>					
E-Suomi <i>S-Finland</i>	VK	Vakio	+1,0123	—	—
		ln V	+0,9014	0,0500	+18,0
		ln T	-0,8615	0,0679	-12,7
$S_m = 0,6253, S_f = 0,2894, R^2 = 0,790, n = 102$					
yhtälö 22 — <i>function 22</i>					
E-Suomi <i>S-Finland</i>	VK	Vakio	-0,2568	—	—
		ln V	+0,8754	0,0494	+17,7
		ln T	-0,7638	0,0749	-10,2
		ln N	+0,1236	0,0452	+ 2,7
$S_m = 0,6253, S_f = 0,2804, R^2 = 0,805, n = 102$					
yhtälö 23 — <i>function 23</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	VK	Vakio	-5,3413	—	—
		ln V	+0,5824	0,0657	+ 8,9
		ln N	+0,4687	0,0670	+ 7,0
$S_m = 0,7350, S_f = 0,4266, R^2 = 0,672, n = 81$					
yhtälö 24 — <i>function 24</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	VK	Vakio	+1,5213	—	—
		ln V	+0,8852	0,0593	+14,9
		ln T	-0,9684	0,0998	- 9,7
$S_m = 0,7350, S_f = 0,3662, R^2 = 0,758, n = 81$					
yhtälö 25 — <i>function 25</i>					
P-Suomi <i>N-Finland</i>	VK	Vakio	-0,8811	—	—
		ln V	+0,7908	0,0608	+13,0
		ln T	-0,7474	0,1106	- 6,8
		ln N	+0,2332	0,0638	+ 3,7
$S_m = 0,7350, S_f = 0,3402, R^2 = 0,794, n = 81$					
yhtälö 26 — <i>function 26</i>					
Koko maa <i>Whole country</i>	VK	Vakio	-1,7658	—	—
		ln V	+0,6831	0,0338	+20,2
		ln T	-0,5728	0,0501	-11,4
		ln N	+0,2049	0,0312	+ 6,6
		LS	+0,0007	0,0002	+ 4,5
$S_m = 0,7316, S_f = 0,3164, R^2 = 0,813, n = 183$					

<sup>1)</sup> See Table 2.

Liite 4. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten korpirämeiden (KR) puustoille kasvullisella metsämaalla (ks. myös taulukko 16, yhtälöt 10 ja 13).  
*App. 4. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period in KR on forest land (see also Table 16, functions 10 and 13).*

Alue Area	Suotyyppi Site type <sup>1)</sup>	Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	T-arvo T-value
E-Suomi S-Finland	KR	yhtälö 32 — function 32		—	—
		Vakio	-3,8763		
		ln V	+0,7092		
		ln N	+0,2439	0,0791	+ 3,1
		$S_m = 0,6358, S_f = 0,4381, R^2 = 0,542, n = 57$			
E-Suomi S-Finland	KR	yhtälö 33 — function 33		—	—
		Vakio	+1,3010		
		ln V	+0,7889		
		ln T	-0,8394	0,1357	- 6,2
		$S_m = 0,6358, S_f = 0,3635, R^2 = 0,685, n = 57$			
P-Suomi N-Finland	KR	yhtälö 34 — function 34		—	—
		Vakio	-4,8532		
		ln V	+0,4980		
		ln N	+0,4296	0,0784	+ 6,4
		$S_m = 0,6132, S_f = 0,4194, R^2 = 0,546, n = 66$			
P-Suomi N-Finland	KR	yhtälö 35 — function 35		—	—
		Vakio	+1,5001		
		ln V	+0,7937		
		ln T	-0,9182	0,0663	+12,0
		$S_m = 0,6132, S_f = 0,3314, R^2 = 0,7417, n = 66$			
P-Suomi N-Finland	KR	yhtälö 36 — function 36		—	—
		Vakio	-0,3710		
		ln V	+0,7286		
		ln T	-0,7930	0,0677	+10,8
		ln N	+0,2078	0,1134	- 7,0
		$S_m = 0,6132, S_f = 0,3161, R^2 = 0,746, n = 66$			

1) See Table 3.

Liite 3. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten kangasrämeiden (KgR) puustoille kasvullisella metsämaalla (ks. myös taulukko 16, yhtälöt 9 ja 12).  
*App. 3. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period in KgR on forest land (see also Table 16, functions 9 and 12).*

Alue Area	Suotyyppi Site type <sup>1)</sup>	Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	T-arvo T-value
E-Suomi S-Finland	KgR	yhtälö 27 — function 27		—	—
		Vakio	-4,2899		
		ln V	+0,8035		
		ln N	+0,2533	0,0854	+ 9,4
		$S_m = 0,7563, S_f = 0,5246, R^2 = 0,530, n = 84$			
E-Suomi S-Finland	KgR	yhtälö 28 — function 28		—	—
		Vakio	+0,1869		
		ln V	+0,9894		
		ln T	-0,6904	0,0904	+10,9
		$S_m = 0,7563, S_f = 0,4858, R^2 = 0,597, n = 84$			
P-Suomi N-Finland	KgR	yhtälö 29 — function 29		—	—
		Vakio	-5,3982		
		ln V	+0,4641		
		ln N	+0,5314	0,0527	+ 8,8
		$S_m = 0,7465, S_f = 0,4518, R^2 = 0,638, n = 173$			
P-Suomi N-Finland	KgR	yhtälö 30 — function 30		—	—
		Vakio	+1,7314		
		ln V	+0,8625		
		ln T	-1,0265	0,0449	+19,2
		$S_m = 0,7465, S_f = 0,3800, R^2 = 0,744, n = 173$			
P-Suomi N-Finland	KgR	yhtälö 31 — function 31		—	—
		Vakio	-0,9283		
		ln V	+0,7164		
		ln T	-0,7747	0,0440	+16,3
		ln N	+0,2825	0,0641	-12,1
		$S_m = 0,7465, S_f = 0,3320, R^2 = 0,806, n = 173$			

1) See Table 3.

Liite 5. Tilavuuskasvun selitysyhtälöt luonnontilaisten isovarpuisten rämeiden (IR) puustoille kasvullisella metsämaalla (ks. myös taulukko 16, yhtälöt 11 ja 14).

App. 5. Functions for the annual volume increment during the past 5-year period in IR on forest land (see also Table 16, functions 11 and 14).

Selitettävä muuttuja — Dependent variable  $\ln(I_{15})$

Alue Area	Suotyyppi Site type <sup>1)</sup>	Muuttuja Variable	Kerroin Coefficient	Keskivirhe Mean error	T-arvo T-value	
E-Suomi S-Finland	IR	yhtälö 37 — function 37				
		Vakio	-4,0528	—	—	
		ln V	+0,5405	0,0859	+6,3	
		ln N	+0,3174	0,0623	+5,1	
E-Suomi S-Finland	IR	S <sub>m</sub> = 0,5241, S <sub>f</sub> = 0,3272, R <sup>2</sup> = 0,630, n = 41				
		yhtälö 38 — function 38				
		Vakio	+0,6628	—	—	
		ln V	+0,7664	0,1083	+7,1	
		ln T	-0,7158	0,1733	-4,1	
E-Suomi S-Finland	IR	S <sub>m</sub> = 0,5241, S <sub>f</sub> = 0,3526, R <sup>2</sup> = 0,570, n = 41				
		yhtälö 39 — function 39				
		Vakio	-2,2000	—	—	
		ln V	+0,6625	0,1014	+6,5	
		ln T	-0,3809	0,1846	-2,1	
		ln N	+0,2363	0,0716	+3,3	
P-Suomi N-Finland	IR	S <sub>m</sub> = 0,5241, S <sub>f</sub> = 0,3140, R <sup>2</sup> = 0,668, n = 41				
		yhtälö 40 — function 40				
		Vakio	-3,6782	—	—	
		ln V	+0,2390	0,1116	+2,1	
		ln N	+0,3886	0,1462	+2,7	
P-Suomi N-Finland	IR	S <sub>m</sub> = 0,4293, S <sub>f</sub> = 0,3629, R <sup>2</sup> = 0,338, n = 28				
		yhtälö 41 — function 41				
		Vakio	+1,2319	—	—	
		ln V	+0,6668	0,1419	+4,7	
		ln T	-0,7478	0,1898	-3,9	
P-Suomi N-Finland	IR	S <sub>m</sub> = 0,4293, S <sub>f</sub> = 0,3228, R <sup>2</sup> = 0,476, n = 28				
		yhtälö 42 — function 42				
		Vakio	-0,8737	—	—	
		ln V	+0,5878	0,1402	+4,2	
		ln T	-0,6332	0,1889	-3,4	
		ln N	+0,2550	0,1294	+2,0	

1) See Table 3.

Liite 6. Tilavuuskasvun ennusteyhtälöt luonnontilaisten aitojen suotyyppien puustoille kasvullisella metsämaalla (vrt. taulukko 17, jossa ikä ei ole mukana).

App. 6. Functions for the volume increment during the future 5-year period ( $I_{15}$ ) in stands on virgin forested mire site types (cf. Table 17, where the biological age is not included).

Selitettävä muuttuja — Dependent variable  $\ln(I_{15})$

Muuttuja Variable	Yhtälö ja suotyyppi — Function and mire site type <sup>1)</sup>			
	47 KgK	48 VK	49 KgR+KR	50 IR
	Kerroin — Coefficient			
Vakio	+0,2190	+0,8703	-0,4252	-0,5494
ln V	+0,6497	+0,6991	+0,6158	+0,4454
ln T	-0,6866	-0,7852	-0,5956	-0,3945
ln N	+0,2100	+0,2264	+0,2514	+0,2760
LS	+0,0011	+0,0006	+0,0010	+0,0005
S <sub>m</sub>	0,8299	0,7316	0,7812	0,5254
S <sub>f</sub>	0,4004	0,3556	0,4346	0,3491
S <sub>e</sub> %	41,7	36,7	45,6	36,0
R <sup>2</sup>	0,770	0,769	0,694	0,584
n	317	183	380	69

1) See Tables 2 and 3.





# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland  
Puh. — *Phone:* (933) 2912

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

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

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

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

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

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

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

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

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



- No 650 Ovaskainen, Ville: Funktionaalinen tulonjako metsäteollisuudessa 1955—1983.  
Factor shares in the Finnish forest industries, 1955—1983.
- No 651 Teivainen, Terttu, Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa & Mäenpää, Elina: Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen.  
The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population.
- No 652 Varmola, Martti & Vuokila, Erkki: Pienten mäntyjen tilavuusyhtälöt ja -taulukot.  
Tree volume functions and tables for small-sized pines.
- No 653 Hytönen, Jyrki: Fosforilannoittelajain vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeenostosta vapautuneella soilla.  
Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix 'Aquatika'* in a peat cut-away area.
- No 654 Nieppola, Jari: Cajanderin metsätyyppiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.  
Cajander's theory of forest site types. Literature review.
- No 655 Kuusela, Kullervo, Mattila, Eero & Salminen, Sakari: Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982—84.  
Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984.
- No 656 Mäkinen, Pekka: Kokokehon värinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä.  
Whole-body vibration in farm tractors driven in the forest.
- No 657 Hänninen, Riitta: Suomen sahatavaran vientikysyntä Länsi-Euroopassa vuosina 1962—1983.  
Demand for Finnish sawnwood exports in western Europe, 1962—1983.
- No 658 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.  
Growth variation in North Finland according to the 7th National Forest Inventory.
- No 659 Nurmi, Juha: Chunking and chipping with conescrew chipper.  
Palahakkeen ja hakkeen valmistus kartioruuvihakkurilla.
- No 660 Metsätilastollinen vuosikirja 1985.  
Yearbook of Forest Statistics 1985.
- No 661 Mattila, Eero: Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982—84.  
The forest resources of Finnish Lapland by sub-areas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982—84.
- No 662 Juutinen, Paavo & Varama, Martti: Ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) esiintyminen Suomessa vuosina 1966—83.  
Occurrence of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) in Finland during 1966—83.
- No 663 Räisänen, Hannu, Laine, Lalli, Kero, Ilkka & Kaleva, Tapio: Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä.  
Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands.
- No 664 Laasasenaho, Jouko & Päivinen, Risto: Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta.  
On the checking of inventory by compartments.
- No 665 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1985.  
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1985.
- No 666 Valsta, Lauri: Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi.  
Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands.
- No 667 Lipas, Erkki: Maan ravinnetila siemenviljelyksillä.  
Soil fertility levels in Finnish seed orchards.
- No 668 Uusvaara, Olli: Sahanhakkeen painomittaus.  
Weight scaling of sawmill chips.
- No 669 Kortesharju, Jouko & Mäkinen, Yrjö: Vaatuksen, lannoituksen ja katteiden vaikutus hillaan karuilla luonnon-tilaisilla soilla.  
The effect of furrowing, fertilization, and mulching on cloudberry (*Rubus chamaemorus*) on virgin oligotrophic mires.
- No 670 Jäppinen, Jukka-Pekka, Hotanen, Juha-Pekka & Salo, Kauko: Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkötunnuksiin mustikka- ja puolukkatyyppin kankailla Ilomantsissa vuosina 1982—1984.  
Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, eastern Finland, 1982—1984.
- No 671 Parviainen, Jari & Antola, Jukka: Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa männynistutuksissa.  
The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock plantations.
- No 672 Onttinen, Sirpa: Metsurin työvälinekustannukset 1985.  
Forest workers' equipment costs in Finland in 1985.
- No 673 Gustavsen, Hans Gustav & Päivänen, Juhani: Luonnontilaisten soiden puustot kasvullisella metsämaalla 1950-luvun alussa.  
Tree stands on virgin forested mires in the early 1950's in Finland.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.  
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0763-8  
ISSN 0015-5543